

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GEODETSKI FAKULTET

Boris Blagonić, dipl.ing.

**POGONSKI KATASTRI RAZDJELNE  
ELEKTROENERGETSKE INFRASTRUKTURE**

MAGISTARSKI RAD



Zagreb, 2005.

**Zahvala**

Zahvaljujem se mentoru prof. dr. sc. Miodragu Roiću na trudu i prenesenom znanju pri izradi magistarskog rada. Također dugujem zahvalu mojoj obitelji, te prijateljima i kolegama.

Ovaj magistarski rad posvećujem najvećoj inspiraciji i ljubavi, mojoj kćerci Luciji.

**Sažetak:**

U ovom magistarskom radu dan je pregled vođenja pogonskih katastra razdjelne elektroenergetske infrastrukture danas, i smjera budućeg razvoja pogonskih katastra podržanih modernim tehnologijama. Obrazložena je potreba za uvođenjem, način održavanja te prednosti pogonskih katastra koji se zasnivaju na GIS tehnologiji. Uz samo upravljanje vlastitim podacima u elektrodistribucijama, istaknuta je važnost integracije svih potrebnih izvora prostornih podataka u nacionalnu Infrastrukturu prostornih podataka.

Provedeno je istraživanje o stanju pogonskih katastarsa u pet hrvatskih distribucijskih područja (DP), vezano za uvođenje geoinformacijskog sustava, kadrove i stanje podataka u njima. Dio istraživanja o uvođenju geoinformacijskog sustava analizira u kojoj je on trenutno fazi, princip njegovog funkcioniranja, te nadopunjavanje CAD s GIS alatima. Analiza o kadrovima donosi odnos trenutnog i potrebnog broja djelatnika, te stručnoj edukaciji u poduzeću. Istraživanje o stanju podataka odnosi se na razinu digitaliziranosti opisnih i prostornih podataka u DP-ima. Time je dan pregled prikupljenih podataka o elektroenergetskoj infrastrukturi, topografiji terena i katastru nekretnina, te ostalim podacima kojima se upravlja u pogonskim katastrima elektrodistribucija.

Na osnovu provedenog istraživanja, analizirano je trenutno stanje pogonskih katastarsa u hrvatskim distribucijskim područjima, te su dane neke smjernice razvoja.

## Facility management of distribution electric utilities

**Abstract:**

This master thesis gives an overview of the Facility management of distribution electric utilities today, and their future development based on modern technologies. The need for the introduction, the maintaining and the advantages of Facility management based on GIS technology are explained. The management of proper data in electric distribution utilities, as well as the importance of the integration of all relevant sources of spatial data in the national spatial data infrastructure are also emphasized.

A survey on the current state of the Facility management in five Croatian electric distribution areas was performed, dealing with the introducing of geoinformation systems, with staff and the state of data within them. The part regarding the introducing of geoinformation systems analyses their current stage, their functioning principle, and the associating of CAD and GIS tools. The staff analysis presents the relationship between the current and the required number of employees, and the professional education in the company. The survey on the state of data refers to the extent of digitalized attribute and spatial data in distribution areas. An overview of the collected data is given, including electric utilities, land topography and cadastre, and other data which are managed in Facility management.

Based on the performed survey, an analysis of the current state of the Facility management in Croatian electric distribution areas is given, as well as some guidelines for its enhancement.

---

# Pogonski katastri razdjelne elektroenergetske infrastrukture

## SADRŽAJ

<b>1. Uvod .....</b>	<b>8</b>
<b>2. Katastar .....</b>	<b>10</b>
2.1. Katastar zemljišta .....	10
2.2. Katastar nekretnina .....	11
2.3. Zemljišna knjiga .....	12
2.4. Katastar vodova.....	13
2.5. Pogonski katastri .....	15
2.6. Komunalni informacijski sustavi.....	16
2.7. Infrastruktura prostornih podataka .....	17
<b>3. Distribucijski (razdjelni) elektroenergetski sustav .....</b>	<b>20</b>
3.1. Organizacija sustava .....	20
3.2. Zadatak i uloga sustava .....	21
3.3. Infrastruktura razdjelnih mreža .....	22
3.3.1. Vrste vodova razdjelne mreže .....	23
3.3.2. Transformatorske stanice .....	24
3.3.3. Sklopni aparati i razvodni uređaji .....	26
3.3.4. Struktura (oblici) razdjelnih mreža .....	26
3.4. Elektrodistribucijska djelatnost i poduzeća .....	27
3.4.1. Elektrodistribucijska poduzeća .....	27
3.4.2. Organizacija i ustrojstvo poduzeća .....	28
3.4.3. Hrvatska elektroprivreda (HEP).....	29
<b>4. Tehnologija, alati i norme u pogonskim katastrima .....</b>	<b>31</b>
4.1. Tehnologija geoinformacijskih sustava .....	31
4.1.1. Osnovni koncept geoinformacijskih sustava.....	31

---

4.1.2.	Pojam Zemljišnog informacijskog sustava (ZIS).....	35
<b>4.2.</b>	<b>Moderne tehnologije pri prikupljanja podataka.....</b>	<b>36</b>
4.2.1.	Metode unosa .....	36
4.2.2.	Globalni pozicijski sustav (GPS) .....	37
4.2.3.	Lasersko skaniranje .....	38
4.2.4.	Internet .....	40
<b>4.3.</b>	<b>Hardver .....</b>	<b>41</b>
4.3.1.	Unos podataka .....	41
4.3.2.	Upravljanje i analiza podataka .....	42
4.3.3.	Izlaz podataka.....	42
<b>4.4.</b>	<b>Softver .....</b>	<b>42</b>
4.4.1.	Građa GIS alata .....	43
4.4.2.	Vrste GIS softvera.....	43
4.4.3.	ArcFM .....	45
<b>4.5.</b>	<b>Normizacija digitalnih prostornih podataka .....</b>	<b>49</b>
4.5.1.	Karakteristike razmjenskih normi prostornih informacija .....	49
4.5.2.	Organizacije za normizaciju.....	50
4.5.3.	Pregled važnijih normi .....	51
<b>5.</b>	<b>Podaci- prostorni i opisni i njihova integracija .....</b>	<b>53</b>
<b>5.1.</b>	<b>Prostorni podaci .....</b>	<b>54</b>
5.1.1.	Prezentacija prostornih podataka .....	55
5.1.2.	Vektorski i rasterski modeli podataka.....	56
<b>5.2.</b>	<b>Opisni podaci .....</b>	<b>58</b>
5.2.1.	Organizacija opisnih podataka .....	58
5.2.2.	Vrste opisnih podataka .....	59
5.2.3.	Baze podataka .....	60
5.2.4.	Slikovni podaci.....	61

---

<b>5.3. Modeli podataka</b> .....	<b>62</b>
5.3.1. Pojmovi modela i strukture podataka .....	63
5.3.2. Modeli prostornih podataka .....	64
5.3.3. Modeli baze podataka .....	68
<b>5.4. Modeliranje podataka</b> .....	<b>70</b>
5.4.1. Objektnoorijentirano modeliranje .....	70
5.4.2. Kvaliteta prostornih podataka .....	77
<b>6. Postojeći sustavi pogonskih katastara</b> .....	<b>82</b>
<b>6.1. Organizacija GITA</b> .....	<b>82</b>
<b>6.2. Upravljanje pogonskim katastrima</b> .....	<b>84</b>
<b>6.3. Sustav upravljanja distribucijom (DMS)</b> .....	<b>84</b>
6.3.1. Integracija podsustava .....	85
6.3.2. Upravljanje ispadima .....	86
6.3.3. GIS u planiranju mreže (predviđanju opterećenja) .....	87
6.3.4. Iskustva (primjeri) u svijetu .....	90
<b>7. Analiza stanja u Hrvatskoj</b> .....	<b>96</b>
<b>7.1. Uvođenje geoinformacijskog sustava</b> .....	<b>97</b>
<b>7.2. Kadrovi</b> .....	<b>100</b>
<b>7.3. Stanje podataka</b> .....	<b>101</b>
7.3.1. Podaci o elektroenergetskoj infrastrukturi .....	102
7.3.2. Podaci o topografiji terena i katastru nekretnina .....	104
7.3.3. Ostali podaci .....	105
<b>8. Smjernice razvoja</b> .....	<b>107</b>
<b>8.1. Razlozi za informatizaciju pogonskog katastra elektrodistribucije</b> .....	<b>107</b>
8.1.1. Karakteristični zahtjevi elektrodistribucije .....	107
8.1.2. Podaci za prostorne planove .....	108
<b>8.2. Uključivanje u Infrastrukturu prostornih podataka</b> .....	<b>109</b>
8.2.1. Važnost stvaranja IPP-a za elektrodistribuciju .....	110

---

8.2.2.	Baza zemljišnih podataka.....	111
8.2.3.	Katastar vodova i Komunalni informacijski sustav .....	111
<b>8.3.</b>	<b>Poboljšanje kvalitete prikupljanja i održavanja podataka .....</b>	<b>113</b>
8.3.1.	Međusobna povezanost podataka.....	114
8.3.2.	Prostorna točnost.....	114
8.3.3.	Održavanost podataka .....	114
8.3.4.	Potpunost podataka .....	115
<b>9.</b>	<b>Zaključak.....</b>	<b>116</b>
<b>10.</b>	<b>Literatura.....</b>	<b>118</b>

## 1. Uvod

U eri sve većih tehničkih zahtjeva i ogromnoj količini podataka klasično analogno vođenje pogonskih katastra tražilo je modernije načine upravljanja. Od početnih pokušaja uvođenja sustava daljinskog upravljanja (krajem 70-ih) to se definitivno dogodilo pojavom geoinformacijskih sustava (krajem 80-ih).

Pogonski katastri su evidencije komunalnih mreža (vodovod, električna, plinovod, kanalizacija) koje osnivaju i održavaju komunalna poduzeća u cilju očuvanja vodova od šteta, lagano pronalaženje u slučaju kvara ili ugrađivanja novih priključaka i kao najvažnije da cijeli pogon može pravilno funkcionirati (Medić 1976). Danas ne postoji jedinstven način izrade pogonskih katastarskih ni za sva komunalna poduzeća, ni za sve gradove. Svako vodi brigu posebno o svojim interesima. Jedinstvenost vođenja dijelom se dobila obaveznom geodetskim izmjerom za katastar vodova, međutim to nije potpuno rješenje jer postoje razlike između vođenja katastra vodova i pogonskih katastarskih.

Prema (Medić 1976) pogonski katastar sadrži: sav projektni materijal, podatke o terenskim geodetskim mjeranjima, oznaku i vrstu materijala vodova i pratećih objekata, situacijske planove, uzdužne profile vodova, križanja s drugim komunalnim vodovima, potvrđene situacije upravnih tijela (lokacijske, građevne, uporabne dozvole), podatke o ukupnoj dužini vodova i armaturi, prikaz vrijednosti osnovnih sredstava, pregledne planove i ostale specifične elemente za komunalni vod.

Termin koji se koristi pri upravljanju pogonskim katastrima u komunalnim poduzećima je AM/FM (Automated Mapping/Facility management). AM/FM je sinteza dvaju alata. AM je sustav računalno podržane izrade planova, a FM je sustav upravljanja infrastrukturom u prostoru koji sadrži podatke o njoj.

Uspoređujući temeljna načela pogonskog katastra (FM-a) s izgradnjom i korištenjem sustava dokumentiranja sredstava u službama koje upravljanju komunalnim vodovima kao linearnim objektima (plin, struja), postaje očito da su oba zadatka slična u njihovim osnovnim zahtjevima i strukturi. Prema ogromnoj količini podataka kojima valja upravljati u pogonskom katastru, njegova zadaća može biti ispunjena jedino korištenjem prikladnog informacijskog sustava (Grundig i Gielsdorf 2001).

Budući da pogonski katastri moraju sadržavati ažurne, lako i brzo dostupne podatke, modernizacijom (automatizacijom) se mijenja način upravljanja (Harder 1999, Mišković 1999).

Za pogonske katastre (AM/FM) se koriste geoinformacijski sustavi (engl. GIS) - oni osiguravaju pristup podacima koji su prostorno definirani, premda geoinformacijski sustavi omogućuju i prostorne analize i modeliranje (Baučić 1995). Oni su naslijedili CAD sustave koji to sve nisu omogućavali, a njih bi trebali naslijediti SDBMS sustavi (Matijević 2004).

Potreba za geoinformacijskim sustavima proizlazi iz razloga što omogućuju integraciju podataka (prostornih i opisnih) u bazama podataka, te kroz razne aplikacije (GIS alati) analizu, upravljanje, pohranjivanje i prikazivanje tih podataka. To je postavilo GIS kao izrazito moćan alat u reinženjeringu upravljanja vodovima svih vrsta.



---

Upravo složenost jednog sustava kao što je sustav distribucije električne energije nalazi rješenje u upravljanju infrastrukturom korištenjem GIS alata.

Primjena geoinformacijskih sustava u elektrodistribucijskom poduzeću nudi široko područje primjene: održavanje, dokumentacija sustava, informacijski sustavi o potrošačima, planiranje sustava, pogon i zaštita. Objedinjavanje nekoliko aktivnosti elektroprivrednog poduzeća (praćenje potrošnje i obračun električne energije, planiranje, projektiranje, izrada dokumentacije) u jednom projektu odnosno bazi podataka povećava učinkovitost što dokazuju i svjetska iskustva (Krajcar 1996, Harder 1999, Meehan 1994).

Posebno kod razdjelnih elektroenergetskih mreža važno je posjedovanje točnih i ažurnih podataka zbog specifičnih potreba za većom točnošću i detaljnijem prikazu prostornih informacija, iz razloga što se te mreže nalaze u urbanim područjima i njima se češće manipulira pri novim grananjima mreže.

Ovaj magistarski rad obradit će stanje evidencija infrastrukture razdjelnih elektroenergetskih mreža u Hrvatskoj, te uvođenje GIS alata za upravljanje. Pitanja za istraživanje su pripremljena konzultirajući se sa sličnim istraživanjem kojeg provodi organizacija GITA (URL 5), te će se na osnovi analize prikupljenih podataka izvesti zaključci istraživanja.

Ukazati će se na mogućnosti bolje organizacije podataka uključivanjem i korištenjem u infrastrukturu prostornih podataka. Dati će se smjernice za razvoj na temelju provedenih analiza i usporedbi.

## 2. Katastar

Katastar je na česticama zasnovani zemljišni informacijski sustav s aktualnim podacima o nekretninama (zemljištu) i interesima na njima (Roić 2002b). Vezano za riječ katastar postoji objašnjenje da dolazi od latinske riječi «capitastrum» koja je u doba Rimskog carstva bila naziv knjige rasporeda poreza i drugih davanja na zemljište. Drugo objašnjenje je da dolazi od grčke riječi «katastichon», što označuje popis poreznih obveznika.

U europskim se zemljama od početka 19. stoljeća uspostavlja porezni katastar u svrhu evidentiranja poreznika, a danas je njegovo značenje puno šire te se kreće ka uspostavi višenamjenskog katastra.

Obzirom na strukturu podataka i na način njihova prikazivanja, postoji više vrsta katastra: europski parcelarni katastar, Torrensov katastar, Register of Deeds.

Uz katastar koji vodi evidenciju tehničkih podataka o nekretninama vodi se i zemljišna knjiga čija je glavna zadaća uspostavljanje i uređenje prava i pravnih odnosa na nekretninama. Katastarske poslove vode katastarski uredi na općinskoj razini (područni uredi i ispostave Državne geodetske uprave, ukupno 116 ureda), dok zemljišnoknjižne poslove vodi 112 zemljišnoknjižnih odjela pri općinskim sudovima.

### 2.1. Katastar zemljišta

Katastar zemljišta je javna evidencija o položaju, obliku, površini, kulturi, načinu iskorištavanja i posjedniku svake pojedine čestice, a služi za tehničke, gospodarske i statističke svrhe te kao podloga za izradu zemljišnih knjiga.

Navedeni podaci se utvrđuju, obrađuju i evidentiraju u katastru zemljišta u odnosu na katastarsku česticu zemljišta. Katastarska čestica Katastra zemljišta je dio zemljišta koje se iskorištava na isti način i pripada istom korisniku. Svaka katastarska čestica označena je brojem katastarske čestice i nazivom katastarske općine u kojoj se nalazi.

Položaj i oblik svake katastarske čestice i objekata koji se na njoj nalazi prikazani su na katastarskim planovima, a ostali podaci o zemljištu (površina, način iskorištavanja, proizvodna sposobnost i posjednik) upisuju se u posebne popise i preglede.

Osnova katastra zemljišta je katastarska izmjera i njome dobiven katastarski operat, koji se sastoji od tehničkog i knjižnog dijela. Temelj te izmjere čini državna trigonometrijska mreža (mreža stalnih geodetskih točaka) i nivelman.

Katastarska izmjera zemljišta na području Hrvatske razlikuje se prema vremenskom razdoblju u kojem je obavljena i kakva je metoda mjerenja primijenjena pri izmjeri terena. Na dijelu zemlje koji je bio izmjeren tijekom 19. stoljeća, primijenjena je grafička metoda (geodetski stol), pa se taj oblik izmjere naziva grafičkom izmjerom. Na drugom djelu koji je mjeren poslije prvog svjetskog rata, primijenjene su numeričke metode (ortogonalna i polarna) a u novije doba i fotogrametrijska metoda, pa se takva izmjera naziva numeričkom izmjerom, a zbog toga što je novijeg datuma naziva se još i nova izmjera (Roić i dr. 1999).

Katastarska izmjera na našem području obavljena je u nekoliko vremenskih razdoblja, a katastarski planovi izrađeni su u raznim referentnim sustavima, te se cijeli teritorij Hrvatske obzirom na postojeće katastarske planove može podijeliti na područja:

1. Austrougarskog katastra
2. Jugoslavenskog katastra.

## **2.2. Katastar nekretnina**

Zakonom o državnoj izmjeri i katastru nekretnina (NN 128/99) definiran je Katastar nekretnina kao evidencija o česticama zemljišta, zgradama i dijelovima zgrada kao i drugim građevinama koje trajno leže na zemljištu ili ispod njegove površine, a kao predmet evidencije katastra uvode se i podaci o nositelju prava na česticama, zgradama, dijelovima zgrada i ostalim građevinama.

Poslovi katastra nekretnina obuhvaćaju:

1. određivanje katastarskih prostornih jedinica,
2. katastarsku izmjeru,
3. izradbu i održavanje katastarskog operata.

Osnovna prostorna jedinica katastra nekretnina je katastarska čestica. Ona je definirana kao dio područja katastarske općine odnosno katastarskog područja na moru, omeđen granicama (međama) određenim pravnim odnosima na zemljištu i granicama načina uporabe zemljišta. Međe (granice) katastarskih čestica trebaju biti određene koordinatama u ravninskoj kartografskoj projekciji.

Katastarskom izmjerom prikupljaju se i obrađuju podaci o:

1. položaju, obliku, površini, načinu uporabe, te nositeljima prava na česticama zemljišta
2. položaju, obliku, načinu uporabe, te nositeljima prava na zgradama i drugim građevinama
3. položaju u zgradi, površini, te nositeljima prava na dijelovima zgrada (stanova, te poslovnih prostora) i drugih građevina
4. područjima posebnih pravnih odnosa na zemljištu.

Katastarski operat izrađuje se na temelju podataka prikupljenih i obrađenih u katastarskoj izmjeri za svaku katastarsku općinu, odnosno katastarsko područje na moru. Katastarski operat sastoji se od katastarskih planova, preglednih katastarskih karata i drugih grafičkih dokumenata, te pisanih dijelova. Katastarski planovi, s obzirom na dosadašnju praksu, potrebe zemljišnih knjiga i dokumenata prostornog uređenja, posebno detaljnih planova uređenja, trebaju biti izrađeni u jednom od mjerila 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:2500.

Prema spomenutom Zakonu katastarski operat se treba voditi elektronskom obradom podataka, a izrađivati u digitalnom obliku, što znači integrirano vođenje alfanumeričkih digitalnih podataka (knjižno-pisani dio) sa grafičkim digitalnim podacima (digitalni planovi i karte) za sve evidencije koje su zakonom stavljene u nadležnost Državne geodetske uprave (DGU), odnosno ureda za katastar.

Najdalekosežnija odluka Zakona o državnoj izmjeri i katastru nekretnina je prijelaz iz katastra zemljišta (porezno/posjedovni katastar) u katastar nekretnina (pravni katastar). Zato se zemljišna čestica, zgrada, dio zgrade ili druga građevina određuje prema pravnim odnosima (vlasnici, ovlaštenici, pravni režimi) a ne kao do sada njihovim posjednicima.

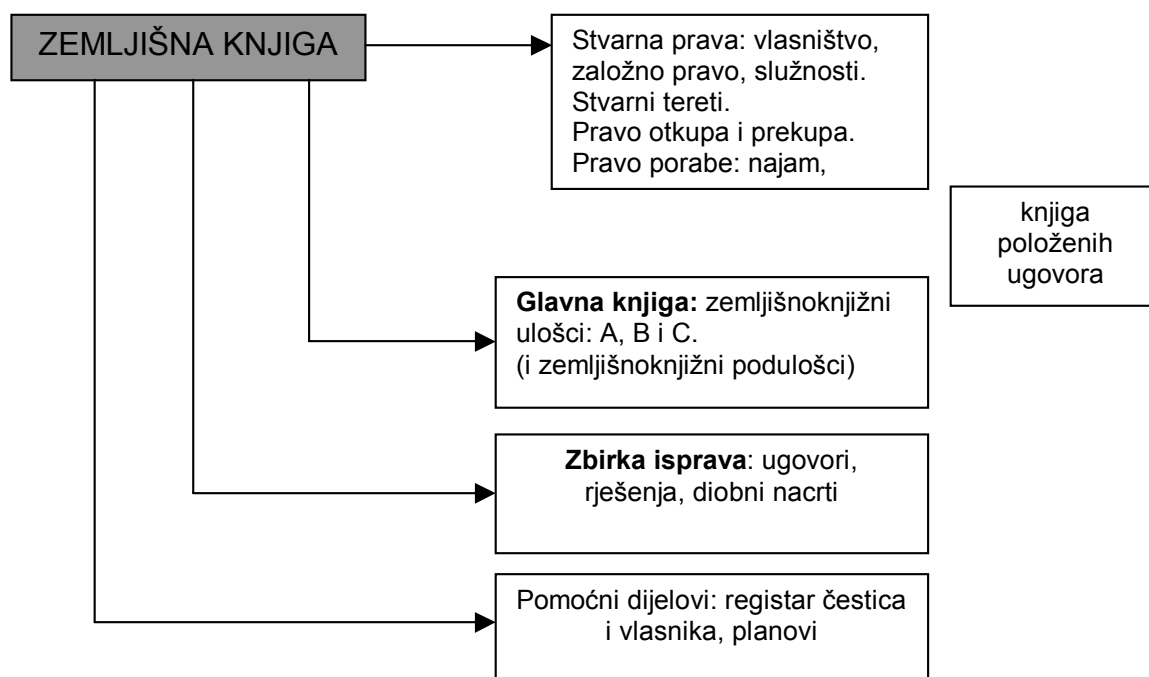
### 2.3. Zemljišna knjiga

Zemljišne knjige su javni registri o pravima na nekretninama, a temelje se na podacima katastarske izmjere. Osnivaju ih i vode zemljišnoknjižni odjeli pri općinskim sudovima.

Prema Zakonu o zemljišnim knjigama (NN 91/96) zemljišne knjige vode se ručno (ručno vođena zemljišna knjiga) ili elektroničkom obradom podataka (zemljišna knjiga vođena elektroničkom obradom podataka: EOP zemljišna knjiga). U svibnju 2004. godine potpisan je Sporazum o ustrojstvu i djelovanju baze zemljišnih podataka (BZP) između Ministarstva pravosuđa i Državne geodetske uprave. BZP Republike Hrvatske ustrojiti će se na način da se u njoj objedinjuju podaci zemljišne knjige vođene EOP-zemljišnom knjigom i podaci katastra nekretnina. Sustav će biti ustrojen u Ministarstvu pravosuđa, a trebao bi biti operabilan u svibnju 2005. nakon čega će započeti unos podataka.

U zemljišnu knjigu upisuju se pravo vlasništva i ostala stvarna prava na nekretninama kao i druge činjenice važne za pravni promet za koje je to zakonom određeno.

Zemljišna knjiga se sastoji od glavne knjige i zbirke isprava (Slika 1). Za svaku glavnu knjigu vodi se zbirka katastarskih planova, popis zemljišta I, popis zemljišta II, abecedni popis vlasnika i nositelja prava građenja, popis predbilježenih vlasnika te drugi pomoćni popisi.



Slika 1. Dijelovi zemljišne knjige

Temeljni dio zemljišne knjige je glavna knjiga koja se vodi za sva zemljišta jedne katastarske općine. Prava na nekretninama mogu se steći, prenijeti, ograničiti ili ukinuti jedino upisom u glavne knjige.

Glavna knjiga se sastoji od zemljišnoknjižnih uložaka u kojima se upisuju:

1. zemljišnoknjižno tijelo i promjene na njemu
2. stvarna i druga knjižna prava glede zemljišnoknjižnoga tijela i promjene tih prava.

U zemljišnoknjižni uložak upisuje se samo jedno zemljišnoknjižno tijelo koje se može sastojati od jedne ili više katastarskih čestica koje se nalaze u istoj katastarskoj općini.

Svaki zemljišnoknjižni uložak sadrži:

- posjedovnicu (popisni list, list A)
- vlastovnicu (vlasnički list, list B) i
- teretovnicu (teretni list, list C).

Za upis posebnih dijelova zgrade (stanova) pravilnikom je osnovana knjiga položenih ugovora (NN 42/91), kao privremeno prijelazno rješenje. Naime, vlasništvo nad posebnim dijelom nekretnine upisuje se u zemljišne knjige provedbom elaborata o etažiranju (plan posebnih dijelova nekretnine) i osnivanjem poduložaka (NN 91/96).

#### **2.4. Katastar vodova**

Prema Zakonu o katastru vodova (NN 50/88) u katastru vodova se evidentiraju vodovi položeni na zemlji, nad zemljom, pod zemljom i pod vodom, a pod vodovima se smatraju i objekti što im pripadaju.

Katastar vodova čine evidencije što ih o vodovima, koje koriste kao osnovno sredstvo rada, vode korisnici vodova i evidencije o vodovima što ih za područje općine vodi tijelo nadležno za geodetske poslove.

Evidencije o vodovima što ih za područje općine vodi nadležno tijelo uprave sadrže geodetske snimke svih vodova i osnovne podatke o njihovim tehničkim osobinama te podatke o nazivu i sjedištu korisnika voda. Geodetsku izmjeru vodova mogu obavljati korisnici vodova ovlaštene za geodetske poslove i ovlaštene tvrtke.

Prema Pravilniku o katastru vodova (NN 52/89) pod vodovima se razumijevaju:

1. vodovi električne energije: vodovi prijenosne i distribucijske mreže, vodovi javne rasvjete, vodovi za napajanje vuče i vodovi signalizacije u javnom prometu te objekti što pripadaju vodovima električne energije (elektrane, transformatorske i ispravljačke stanice, razvodni ormari, galerije, komore, okna i nosači vodova)
2. vodovi telekomunikacija: telegrafsko telefonski vodovi, vodovi kableske distribucijske mreže, vodovi za prijenos podataka te objekti što pripadaju tim vodovima (telefonske centrale, galerije, okna i nosači vodova) i objekti radiorelejnih veza (radiodifuzni objekti i radio relejne stanice)
3. vodovodi: priključni dovodni vodovi, opskrbeni vodovi te objekti što pripadaju tim vodovima (crpilišta, prepumpne stanice, rezervoari, hidranti, okna, komore i zatvarači)
4. plinovodi: priključni, magistralni, odvojni i opskrbeni vodovi te objekti što pripadaju plinovodima (bušotine, plinske, mjerne redukcione stanice, ispušne i blok stanice, plinski čvorovi, rezervoari, zatvarači, kondenzacioni lonci i odzračne cijevi-lule)
5. vodovi kanalizacije: kolektorski vodovi, vodovi kanalske mreže i tehnološke kanalizacije te objekti što pripadaju vodovima kanalizacije (crpne stanice, uređaji za pročišćavanje, komore i okna)
6. vodovi vrelovoda i parovoda te objekti što pripadaju ovim vodovima (toplane, toplinske stanice, komore i okna)

- 
7. vodovi tekućih goriva i objekti što pripadaju tim vodovima (bušotine, sabirne, otpremne, mjerne, ispušne i blok stanice i rezervoari).

Geodetska izmjera vodova prema Pravilniku o katastru vodova (NN 52/89) podrazumijeva geodetsku izmjeru i izradu geodetskih snimaka (elaborata) vodova. Geodetska izmjera vodova obuhvaća:

- snimanje prelomnih te početnih i krajnjih točaka vodova (horizontalni položaj vodova)
- snimanje prelomnih točaka po visini na tjemenu podzemnih vodova (na dnu kalote za vodove kanalizacije)
- snimanje objekata što pripadaju vodovima.































Geodetski snimak vodova, odnosno elaborat za katastar vodova sadrži:

- skice i zapisnike mjerenja i računanja
- situacijski plan vodova (horizontalni i visinski prikaz vodova u odgovarajućem mjerilu, odnosno u jednom od mjerila propisanih za izradu topografsko-katastarskih planova u određenom području).

Evidencija vodova što ju za određeno područje vodi tijelo uprave nadležno za geodetske poslove po Pravilniku (NN 52/89) sadrži:

- popis vodova,
- popis korisnika vodova,
- katastarske planove vodova,
- pregledne karte vodova.

Vodovi se u geodetskim prikazima, katastarskim planovima i preglednim kartama prikazuju pomoću kartografskih znakova prema vrstama (Slika 2).

BR.	NAZIV ZNAKA	OBLIK I DIMENZIJE ZNAKA	
		ZA MJERILA	
		1:500 – 1:2500	1:5000
<b>1. VODOVI ELEKTRIČNE ENERGIJE</b>			
1.1.	NADZEMNI VOD	— EL 9 —	
1.2.	PODZEMNI VOD	- - - EL 9 - - -	
1.3.	HIDROELEKTRANA		
1.4.	TERMOELEKTRANA		
1.5.	TRANSFORMATORSKA STANICA		
	a) NA OTVORENOM PROSTORU		
	b) U ZGRADI		
	c) NA STUPU		
1.6.	RASKLOPNA STANICA		
1.7.	ISPRAVLJAČKA STANICA		
1.8.	RAZVODNI ORMAR		
1.9.	GALERIJA		
1.10.	KOMORA		
1.11.	OKNO		
			
1.12.	NOSAČI VODOVA		
	a) PRENOSNE MREŽE		
	b) DISTRIBUTIVNE MREŽE, SIGNALIZACIJE I NAPOJNE MREŽE VUČE		
	c) JAVNE RASVJETE		

Slika 2. Kartografski znaci za vodove električne energije

Prema Zakonu o državnoj izmjeri i katastru nekretnina (NN 128/99) nadležnost za vođenje katastra vodova prenesena je na tijela jedinice lokalne samouprave, a Državna geodetska uprava treba donijeti novi propis o sadržaju, načinu izradbe i vođenju katastra vodova.

Vođenje katastra vodova do danas uglavnom nije preneseno na tijela jedinica lokalne samouprave, a nije niti donešen novi pravilnik o katastru vodova koji bi trebao uskladiti onaj iz 1989. godine s modernim načinima vođenja katastra. Posljedica takvog stanja je potpuna neažurnost evidencije katastra vodova.

## 2.5. Pogonski katastri

Pogonski katastri su evidencije infrastrukturnih mreža (vodovod, električna, plinovod, kanalizacija) koje osnivaju i održavaju vlasnici tih mreža, ako to drže gospodarski opravdanim. Sve u cilju očuvanja vodova od šteta, lagano pronalaženje u slučaju kvarova ili ugrađivanja novih priključaka, odnosno da se cijelom infrastrukturom pogona i svim zadacima upravlja na najbolji način.

Prema (Medić 1976) pogonski katastar sadrži:

- sav projektni materijal,

- podatke o terenskim geodetskim mjerenjima,
- oznaku i vrstu materijala vodova i pratećih objekata,
- situacijske planove,
- uzdužne profile vodova,
- križanja s drugim komunalnim vodovima,
- potvrđene situacije upravnih tijela (lokacijske, građevne i uporabne dozvole),
- podatke o ukupnoj dužini vodova i armaturi,
- prikaz vrijednosti osnovnih sredstava,
- pregledne planove,
- ostali specifični elementi za komunalni rad.

Dakle, pogonski katastri sadrže sve podatke iz domene katastra vodova, te detaljnije podatke o vodu. Ti detaljniji podaci bi za elektroenergetiku bili npr. šifra voda, naponski nivo, vrsta vodiča, presjek vodiča i objekti koji im pripadaju (npr. šifra objekta, tip objekta, naponski nivo, godina rekonstrukcije).

Vlasnici komunalnih vodova dužni su, iz svoje evidencije pogonskih katastara, dati podatke za katastar vodova, a također sudjeluju u troškovima održavanja katastra vodova. Jedinstveni način evidencije pogonskog katastra ne postoji ni među istim komunalnim poduzećima, a još manje za sva komunalna poduzeća.

## **2.6. Komunalni informacijski sustavi**

Komunalni informacijski sustavi (KIS) objedinjavaju podatke svih komunalnih vodova i objekata koji im pripadaju iz katastra vodova prikazani na ažurnim katastarskim podlogama.

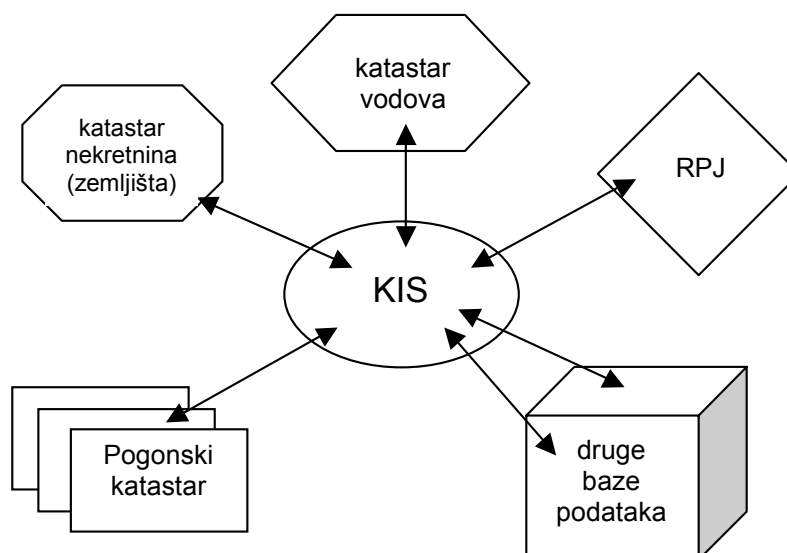
Komunalni informacijski sustav vode jedinice lokalne samouprave (gradovi, općine), a prikupljanje i održavanje podataka u KIS-u provode upravna tijela ili komunalne tvrtke nadležna za pojedini sloj podataka.

Slojevi podataka u Komunalnom informacijskom sustavu primjerice mogu biti (Roić 2002a):

- katastar vodova
- ekologija
- zgrade/objekti
- prometnice
- urbanistički plan
- katastar nekretnina.

Logičku organizaciju Komunalnog informacijskog sustava (KIS) prikazuje Slika 3.





Slika 3. Logička organizacija KIS-a

Za izgradnju i održavanje KIS-a od izuzetne je važnosti dobro definiranje nadležnosti za svaki sloj podataka, suradnja među upravnim tijelima i javnim poduzećima, kao i podjela financiranja sustava za sve sudionike.

Tijek radova sličan je kao za bilo koji drugi geoinformacijski sustav. Počinje s odlukom o uspostavi KIS-a, zatim izradom studije u kojem se utvrde postojeći podaci te definira sadržaj, vremenski rok izrade i planirani troškovi (izvori financiranja) sustava. Slijedi nabavka hardvera i softvera te uspostava informacijskog sustava (Roić 2002a).

Komunalni informacijski sustav omogućuje:

- bolje iskorišćivanje postojećih mreža,
- podršku u odlukama pri kvarovima na mrežama i
- općenito brži pristup željenim informacijama.

Prednosti KIS-a u odnosu na klasične prikaze su lakša analiza podataka (prostornih i opisnih), bolja vizualizacija te različite mogućnosti pri izdavanju podataka.

Lokalna samouprava (gradovi i općine) s komunalnim informacijskim sustavom idu u korak s vremenom pri donošenju odluka u rješavanju svakodnevnih zadataka i problema. Korištenje novih tehnologija omogućuje im ispunjavanje sve većih zahtjeva korisnika uz istodobno zadržavanje strukture osoblja.

Kao što se to i iz same logičke organizacije vidi, KIS je od izuzetne važnosti za upravljanje pogonskim katastrima elektroenergetske infrastrukture. Primjerice, na najbrži mogući način bio bi omogućen pristup podacima u katastru nekretnina. Nažalost ni jedna lokalna samouprava u Hrvatskoj nema uspostavljen komunalni informacijski sustav.

## 2.7. Infrastruktura prostornih podataka

Pojam podatkovne infrastrukture (IPP) kao mehanizma potpore u pristupu prostornim podacima po prvi put se javlja početkom 80-ih godina prošlog stoljeća u Kanadi.

---

Infrastrukture prostornih podataka (Spatial Data Infrastructures - SDI) čini skup temeljnih tehnologija, politika i institucijskih dogovora koji omogućuju dostupnost prostornih podataka kao i pristup do njih.

Infrastruktura prostornih podataka (IPP) osigurava osnovu za traženje prostornih podataka, njihovu procjenu i primjenu na svim društvenim razinama: u državnoj upravi, komercijalnom sektoru, nekomercijalnom sektoru i građanstvu u cjelini.

Početakom 90-ih predlaže se koncept IPP-a kao podrška uspostavi standarda za razmjenu geoinformacija, uspostavi nacionalnih programa izmjere i kartografije te izgradnji nacionalnih mreža prostornih podataka u SAD-u, Velikoj Britaniji, Kanadi i europskoj zajednici.

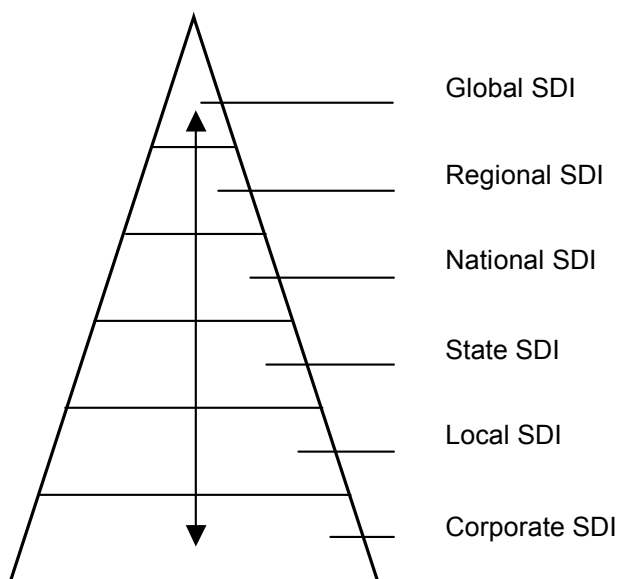
Već kritična potreba za poboljšanjem distribucije prostornih podataka u SAD-u rezultirala je 1994. godine *Izvršnom naredbom 12906* predsjednika Clintona pod nazivom «Koordinacija prikupljanja i pristupa geografskim podacima: Nacionalna infrastruktura prostornih podataka». Tom je naredbom potaknuta izgradnja infrastrukture prostornih podataka ne samo u SAD-u već i u cijelom svijetu.

Cilj ove naredbe je stvaranje pravovremeneih i točnih prostornih podataka koji će stajati na raspolaganju korisnicima uz minimalne troškove i redundanciju, te poticanje partnerstva i suradnje jer se IPP može izgraditi jedino na taj način.

U izgradnji i održavanju IPP sudjeluju (Cetl 2003):

- vlada
- jedinice lokalne uprave
- nevladine organizacije i udruge
- javne ustanove
- znanstvene i obrazovne ustanove
- privatni sektor
- građani i udruge građana.

IPP se razvija na različitim razinama, pa se to može prikazati hijerarhijskom piramidom (Slika 4). Obzirom na hijerarhiju IPP na globalnoj razini su podaci manje detaljni dok su na svakoj nižoj više detaljni.

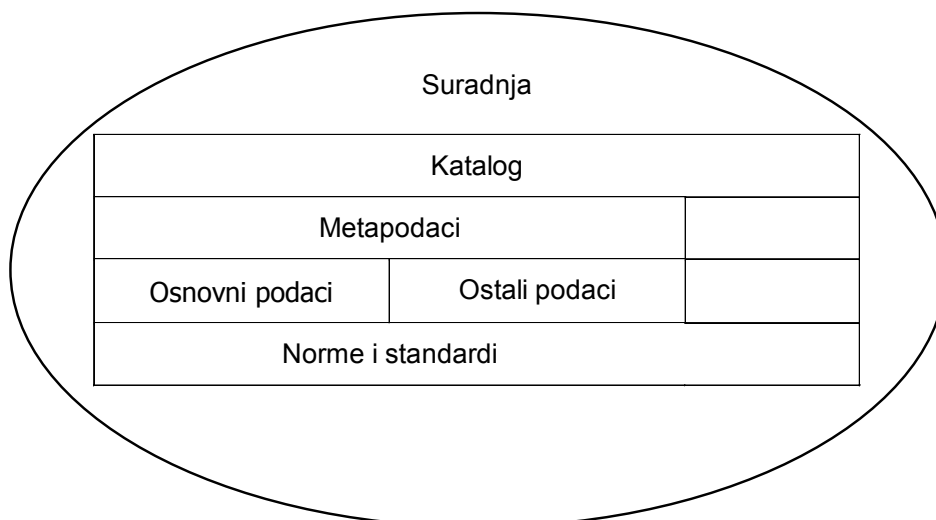


**Slika 4. Hijerarhija infrastrukture prostornih podataka (Rajabifard i Williamson 2001)**

Jezgru IPP čine sljedeći dijelovi (Roić 2002a):

1. Katalog (Clearinghouse)
2. Metapodaci (Metadata)
3. Prostorni podaci (Geospatial data)
  - Osnovni (Framework)
  - Ostali (Geodata)
4. Suradnja i savezi (Partnerships)
5. Norme i standardi (Standards)

Logičku strukturu infrastrukture prostornih podataka prikazuje Slika 5.



**Slika 5. Logička struktura IPP (Roić 2002a)**

### 3. Distribucijski (razdjelni) elektroenergetski sustav

Primjena električne energije u suvremenom životu gotovo je univerzalna. Električnu energiju posredstvom elektroenergetskog sustava dovodimo do potrošačkih postrojenja. U potrošačkim postrojenjima pretvaramo je pomoću trošila u željenim količinama u druge tražene energije, npr. mehaničku, toplinsku, svjetlosnu itd. (Srb 1990).

Elektroenergetski sustav je skup povezanih proizvodnih, prijenosnih i razdjelnih (distribucijskih) elemenata mreže te trošila, a u svrhu uredne opskrbe potrošača kvalitetnom električnom energijom. U elektroenergetski sustav ubrajaju se i elementi za mjerenje, nadzor i upravljanje (Škrlec 2001).

#### 3.1. Organizacija sustava

Elektroenergetski se sustav po fazama tehnološkog procesa dijeli na izvore (elektrane), prijenosnu i distribucijsku mrežu. Po tehničkoj podjeli prijenosnu mrežu čine postrojenja i vodovi nazivnog napona 110 kV i više, a ostalo je distribucijska.

Suvremeni elektroenergetski sustavi izvedeni su kao trofazni, frekvencije 50 Hz, a obuhvaćaju elektrane, prijenosne vodove, tj. vodove visokih (VN) i vrlo visokih napona, te distribucijske vodove srednjih (SN) i vodove niskog napona (NN), uz neizbježnu transformaciju te potrošače.

Tendencije su da se u nas od niza napona 110-35-10-0.4 kV, prijeđe na niz 110-20-0.4 kV u rjeđe, a 110-10-0.4 u gušće naseljenim područjima (Ožegović 1996).

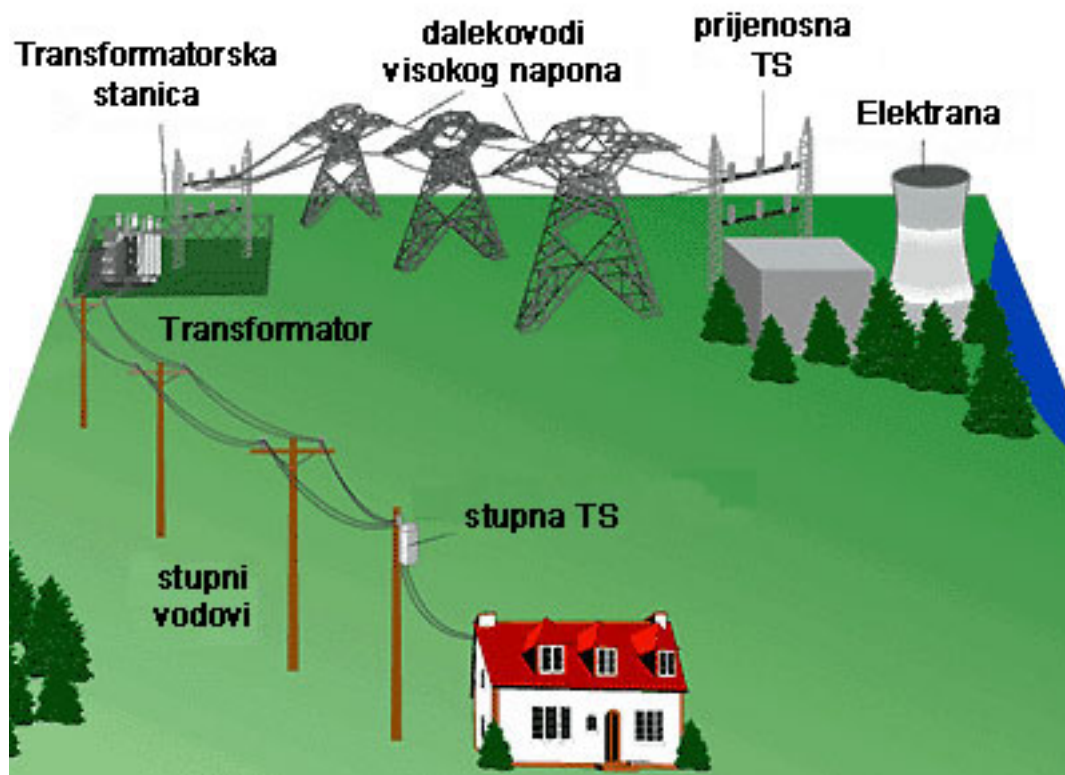
Prema nazivnom naponu (kojim se one označuju i koji ih karakterizira) električne se mreže dijele obično na mreže:

- niskog
- srednjeg
- visokog
- najvišeg napona.

Granice pri ovoj klasifikaciji leže otprilike pri 1, 35 i 150 kV.

Električne mreže mogu prema svojoj namjeni služiti ili prijenosu ili razdiobi (distribuciji) električne energije (Slika 6). Mreže za prijenos povezuju velike elektrane s velikim potrošačkim centrima i elektrane među sobom. U ovim se mrežama primjenjuju samo visoki i najviši naponi (npr. 110, 220 kV) i njima se prenose velike snage na velike udaljenosti.

Mreže za distribuciju povezuju lokalne izvore električne energije (manje elektrane, transformatorske stanice) napajane mrežom za prijenos električne energije s pojedinim potrošačima (zgradama, tvornicama itd.). U tim mrežama primjenjuju se srednji (npr. 10 i 35 kV) i niski naponi (manji od 1 kV, u gradskim i tvorničkim mrežama) i njima se prenose manje snage na manje udaljenosti (Balling i Stafanini 1973).



Slika 6. Proizvodnja, prijenos i distribucija električne energije

Istovremenost proizvodnje i potrošnje osnovna je karakteristika elektroenergetskog sustava. To ujedno znači istovremenost uzroka i posljedica. Bilo koja promjena u režimu rada trenutno djeluje na cijeli sustav (Ožegović 1996).

Danas se uglavnom primjenjuju tri strujna sustava: trofazni-izmjenični, jednofazni-izmjenični i istosmjerni. Trofazni sustav izvodi se vodovima sa tri i sa četiri vodiča. Sa tri vodiča primjenjuju se uglavnom u prijenosnim i distribucijskim mrežama visokog napona (iznad 1 kV). Trofazni sa četiri vodiča (dodan je nul-vodič) primjenjuje se uglavnom u distribucijskim mrežama niskog napona (do 1 kV, obično 380/220 V) obično za neposredno napajanje trošila potrošača. Frekvencija trofaznog sustava u Hrvatskoj iznosi 50 Hz kao i u većini Europskih zemalja.

### 3.2. Zadatak i uloga sustava

Mreže za distribuciju (razdiobu) jesu sustavi nadzemnih i podzemnih (kabelskih) vodova koji služe za raspodjelu električne energije potrošačima. One su opremljene svim za tu svrhu potrebnim sklopnim aparatima i mjernim uređajima, a u njih idu također transformatori za povišenje ili sniženje napona. Transformatori se uvrštavaju na putu raspodjele električne energije u električne mreže na onim mjestima gdje postoji potreba da se napon izmijeni ili gdje se traži regulacija napona (Balling i Stefanini 1973).

Uspješnost kojom distribucijska mreža obavlja svoju funkciju mjeri se naponskim prilikama, kontinuitetom opskrbe, fleksibilnošću, stupnjem korisnosti i troškovima. Sudjelovanje distribucije električne energije u ukupnim investicijama u elektroprivredi iznosi 55-65 % (Srb 1990).

Uloga razdjelnih mreža u elektroenergetskom sustavu je:

- na određenom području omogućiti opskrbu električnom energijom svih potrošača
- dovoljna zalihost za zadovoljavanje maksimalnih potreba potrošača
- pouzdana opskrba električnom energijom
- kvalitetna opskrba električnom energijom.

Mjerila kvalitetne opskrbe su frekvencija (mora biti konstanta, kod nas 50 Hz), napon (osigurati konstantni napon) i trajna raspoloživost (Ožegović 1996).

Segmenti koji ukazuju na važnost razdjelnih mreža u elektroenergetskom sustavu su: prostorna raspostranjenost, visoke investicije (velika dužina vodova, veliki broj ostalih elemenata mreže), složeno upravljanje, složen problem planiranja i razvoja, komunikacija s potrošačima i naplata električne energije (Škrlec 2001).

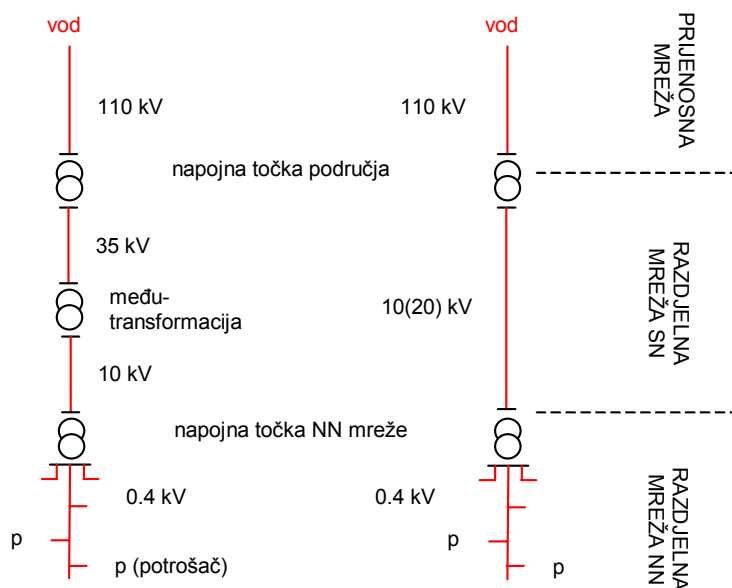
Zadaci koji se odnose na proračune razdjelnih mreža vrlo su zahtjevni. Ovi zadaci se odnose na:

- utvrđivanje postojećeg stanja razdjelne mreže (analiza-pad napona, gubici snage, tokovi snage)
- predviđanje potrošnje (porasta opterećenja) – (analiza potrošnje u prošlosti, modeliranje i predviđanje buduće potrošnje)
- optimiranje raspjeta razdjelne mreže.

### 3.3. Infrastruktura razdjelnih mreža

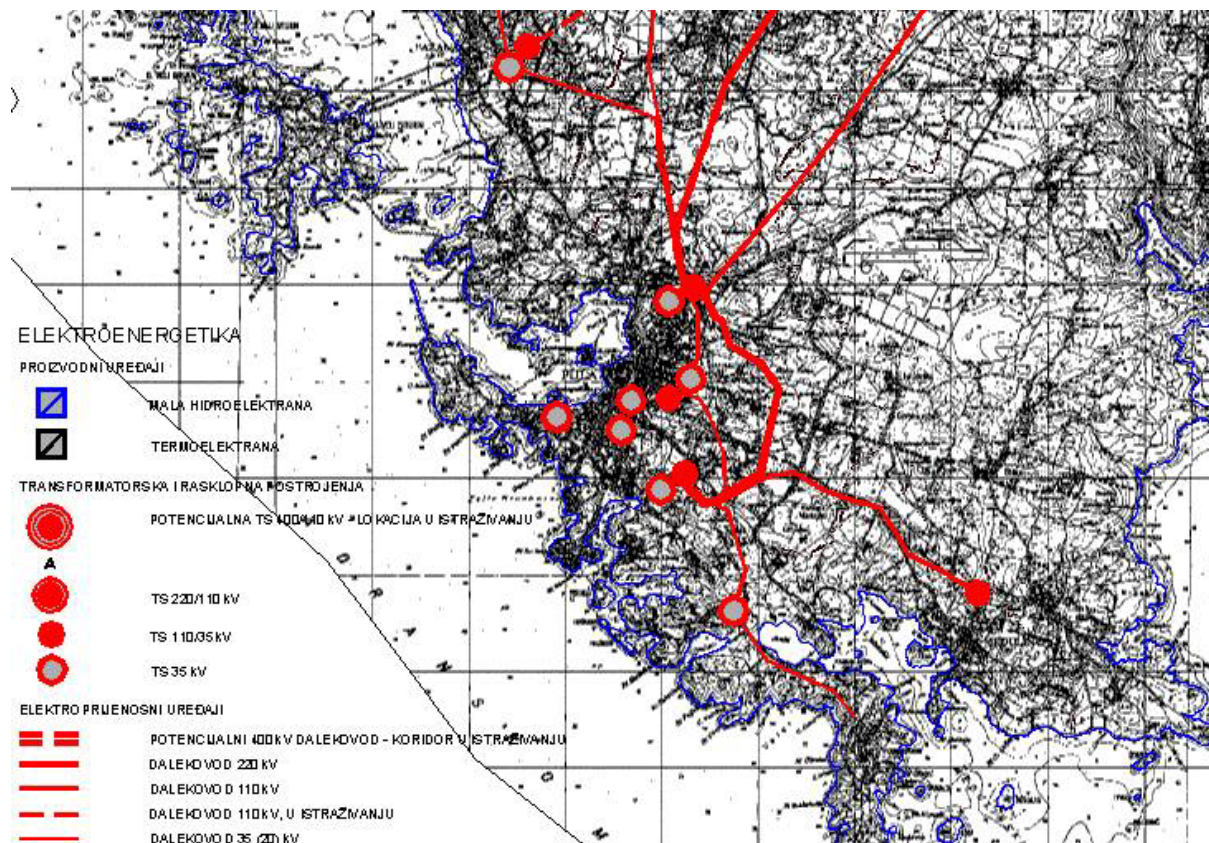
Infrastruktura po definiciji predstavlja podlogu proizvodnih djelatnosti.

Osnovni elementi razdjelnih (distribucijskih) mreža u njihovoj tipičnoj izvedbi jesu transformatorske stanice i distribucijski vodovi srednjeg i niskog napona (Slika 7).



Slika 7. Shema elemenata mreža, sa tri (35, 10 i 0.4 kV) i dva (10 i 0.4 kV) napona (Ožegović 1996)

Napojne točke razdjelnih mreža u Hrvatskoj (Slika 8) obično su transformatorske stanice 110/35 kV ili 110/10(20) kV. U napojnim točkama razdjelnih mreža obično su instalirana 2 ili 3 transformatora standardnih veličina: 16, 20, 30 (31.5), 40 i 60 (63) MVA. Iz napojne točke područja raspodjeljuje se ili distribuira električna energija razdjelnim vodovima napona 35, 20 ili 10 kV do centara manjih potrošačkih područja. Distribucijski vodovi visokog napona izgrađuju se nadzemno ili podzemno.



Slika 8. Pregledna karta napojnih točaka razdjelne mreže jednog dijela Hrvatske

U centrima manjih potrošačkih područja ili se vrši međutransformacija ako je razdjelna mreža izvedena sa tri naponska nivoa (npr. 35, 10 i 0,4 kV) ili se napon izravno transformira na napon potrošačke mreže (380/220 V). Razdjelne stanice 35/10 kV snabdjevene su svaka s dva ili tri transformatora standardnih veličina 2.5, 4, 6.3, 8 ili 16 MVA.

Razdjelne stanice 10(20)/0.4 kV napojne su točke mreža niskog napona, tj. potrošačkih mreža. Razdjelne stanice 10/0.4 kV opremljene su s jednim ili dva transformatora standardnih veličina od 30 do 630 kVA, a u industrijskim pogonima i do 1600 kVA.

Mreže niskog napona mogu biti izvedene kao nadzemne ili zračne mreže ili kao podzemne, kableske mreže. U mrežama niskog napona potrošači se snabdjevaju glavnim vodovima ili otcjepima od glavnih vodova. Spoj potrošačke instalacije sa napojnim vodom zove se potrošački ili kućni priključak (Balling i Stefanini 1973).

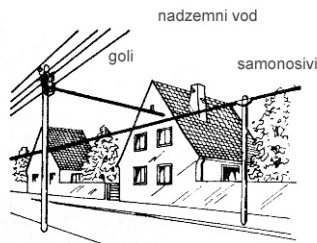
### 3.3.1. Vrste vodova razdjelne mreže

Prema (Srb 1990) vodove razdjelne mreže najčešće dijelimo na:

- nadzemne vodove

- instalacijske vodove
- kabelske vodove.

*Nadzemni* se vod (Slika 9) sastoji od vodiča (fazni, neutralni i zaštitni) položenih u zraku, koji mogu biti goli ili izolirani. Vodiči se pričvršćuju na stupove ili nosače pomoću staklenih ili porculanskih izolatora. Osnovni elementi nadzemnog voda su: temelji, stupovi, izolatori, vodiči, pribor (spojni, ovjesni i zaštitni materijal), uzemljenje i zaštitna užad (Ožegović 1996).



**Slika 9. Nadzemni vod**

Podjela nadzemnih vodova može se izvršiti po više kriterija: nazivni napon voda, broj strujnih krugova (trojki), materijal i konstrukcija vodiča, materijal i konstrukcija stupova itd.

*Instalacijski vodovi* upotrebljavaju se najčešće u električnim instalacijama. Električnom instalacijom smatraju se strujni krugovi poslije (gledajući u smjeru toka električne energije) sabirnica, odnosno od osigurača na kućnom priključnom ormariću.

*Kabel* je vrsta električnog voda s više međusobno izoliranih vodiča zaštićenih od vanjskih utjecaja. Namijenjeni su za polaganje u kabela vodove u zemlju, kabelsku kanalizaciju, kabela kanale sa zidanim stijenama, na konstrukciju od metalnih profila ili u vodu. Kabeli se mogu ukopavati u zemlju ako imaju odgovarajući omotač koji ih štiti od mehaničkih i drugih utjecaja. Pri polaganju kabela u zemlju dubina ukopavanja ne smije biti manja od 0.6 m od gornje površine zemlje odnosno ne smije biti manja od 0.8 m ispod površine puta (Srb 1990).

Sastavni dijelovi kabela promatrajući ga u presjeku krenuvši od vanjskog sloja jesu: PVC vanjski plašt, ispuna od gume, PVC izolacija i bakreni vodič.

Teško je postaviti oštru granicu između kabela i instalacijskih vodova. Razlikovati ih možemo što je kod kabela veća pažnja poklonjena izolaciji i zaštiti od mehaničkog oštećenja, te u nazivnim naponima jer se instalacijski vodovi ne izrađuju za napone više od 1 kV, dok se kabeli izrađuju i za najviše napone.

### 3.3.2. Transformatorske stanice

Transformacija električne energije s nižega na viši napon, a nakon prijenosa ponovo na niži napon obavlja se u transformatorskim stanicama (TS). Danas se izlazni napon iz električnih generatora najčešće transformira na prijenosni napon od 400 kV te dalje na 110 kV ili 220 kV. Da bi električna energija iz visokonaponskog dalekovoda bila pristupačna korisniku, potrebno ju je dovesti na odgovarajuću, mnogo nižu naponsku razinu. Prije ulaska u naseljeno mjesto napon se ponovo transformira, obično na 30 kV, da bi se kabelom doveo do središnje transformatorske stanice, gdje će se sniziti na 10 kV ili 20 kV i razvesti do transformatorskih



stanica u naseljima iz kojih se, nakon još jedne transformacije, široka potrošnja napaja naponom 400 V, odnosno 230 V (Kelemen 1997).

Po koncepciji izvedbe u distribucijskoj mreži Hrvatske postoje dva tipa transformatorskih stanica, to su kabelske i stupne TS (Tablica 1).

**Tablica 1. Tipovi izvedbe kabelskih i stupnih distribucijskih TS**

KABELSKE TS	maks. snaga (kVA)
samostojeće zidane	2x360
montažne betonske	do 3x1000
metalne	do 360
kompaktne	do 360
poluukopane	do 360
STUPNE TS	
čelični rešetkasti stup	250
alumijski stup	250
betonski stup	250
seoski zidane	250

Općenito se razdjelna transformatorska stanica sastoji od sklopne opreme srednjeg i niskog napona i energetskog transformatora (transformatorskog polja). Dakle na ulaznoj i izlaznoj strani TS nalaze se rasklopna postrojenja koja omogućuju da se između vodiča i transformatora vrše prebacivanja.

Stupna TS 10(20)/0.4 kV se primjerice sastoji od: energetskih transformatora, odvodnika prednapona, prekidača na NN strani i betonskog stupa.

Kabelska TS sastoji se od sljedećih elemenata: kabelske kućice, sredjenaponskog razvodnog ormara, niskonaponskog razvodnog ormara, te spojnih i montažnih materijala.

Transformator, kao najvažniji dio TS, je statički elektromagnetski uređaj u kojem se električna energija iz jednog ili više izmjeničnih krugova, koji napajaju primarne namote transformatora prenosi u jedan ili više izmjeničnih krugova napajanih iz sekundarnih namota transformatora, s izmijenjenim iznosima struja i napona i nepromijenjenom frekvencijom (Kelemen 1997).

Prema namjeni i izvedbi razlikuju se više vrsta transformatora: energetski (namijenjen prijenosu i pretvorbi električne energije), mjerni i transformator impedancije.

Mnoge su podvrste energetskih transformatora: generatorski, mrežni, distribucijski, ispravljački, pećni i dr. Mrežni transformatori transformiraju napon visokonaponske mreže do napona distribucijske mreže.

Transformatori za napon od 35 kV i niže napone su distribucijski transformatori 35/21/10.5 kV, 10MVA i 10/0.4 kV, 630 MVA. Svi su navedeni transformatori redovito trofazni energetski uljni transformatori. Dijelovi distribucijskog transformatora (od 630 kVA) su: kotao, namot, jezgra, konzervator, provodni izolator.

### 3.3.3. Sklopni aparati i razvodni uređaji

*Sklopni aparat* je pogonsko sredstvo koje strujni krug spaja, prekida ili rastavlja.

Za napone do 1 kV možemo sklopne aparate podijeliti na:

- osigurače
- sklopke
- pokretače i programatore
- priključne naprave za čvrste i pokretne vodove.

*Razvodni uređaj* u niskonaponskoj mreži i instalaciji predstavlja napojno ili razdjelno mjesto. On služi kao točka s koje se grana mreža i odakle se upravlja trošilima koja se napajaju njegovim posredstvom. U razvodni uređaj ugrađuju se i sklopni aparati za zaštitu vodova (Srb 1990).

Razlikujemo sljedeće tipove razvodnih uređaja:

- kućne priključne ormariće
- razvodne uređaje za stambene i slične objekte
- upravljačke ormare
- razvodne baterije
- prenosive razvodne uređaje
- kableske ormare i zdence.

### 3.3.4. Struktura (oblici) razdjelnih mreža

Tijekom vremena, a prema potrebama raspodjele električne energije među potrošače, razvili su se sustavi i oblici distribucijskih mreža različiti kako po spoju, vrsti struje i visini napona tako i po rasporedu i međusobnoj vezi elemenata infrastrukture razdjelnih mreža.

Strukture ili tipove razdjelnih mreža možemo podijeliti na:

- prostorno otvorene i
- prostorno zatvorene.

Prostorno otvorene mreže su: zrakaste ili radijalne mreže, paralelne zrakaste mreže, preklopive zrakaste mreže. Prostorno zatvorene mreže su: petljaste mreže, zamkaste mreže, zatvorene zamkaste mreže (Srb 1990).

### **3.4. Elektrodistribucijska djelatnost i poduzeća**

Prema funkcijama koje obavljaju pojedini dijelovi elektroprivrednog sustava elektroprivredu dijelimo na: proizvodnu djelatnost, prijenosnu djelatnost i distribucijsku ili razdjelnu djelatnost.

Zadatak je distribucije da planira i izgrađuje distribucijske mreže, da vodi njihov pogon i održava ih, tako da je omogućena pravilna i dovoljna opskrba potrošačkog područja električnom energijom, kako danas tako i u budućnosti, uz najniže moguće troškove (Balling i Stefanini 1973).

#### **3.4.1. Elektrodistribucijska poduzeća**

Elektrodistribucijska poduzeća brinu o planiranju razdjelnih mreža, optimalnoj raspodjeli i naplati električne energije na relativno manjem području, na kojem nadziru mnoštvo elemenata razdjelne mreže i komuniciraju s potrošačima. Također omogućuju brze intervencije u mreži kad nastane kvar, što smanjuje gubitke uslijed neisporučene električne energije.

Elektrodistribucijsko poduzeće svrstava se u komunalnu djelatnost, jer o njegovu radu znatno ovisi funkcioniranje urbanih cjelina (Srb 1990).

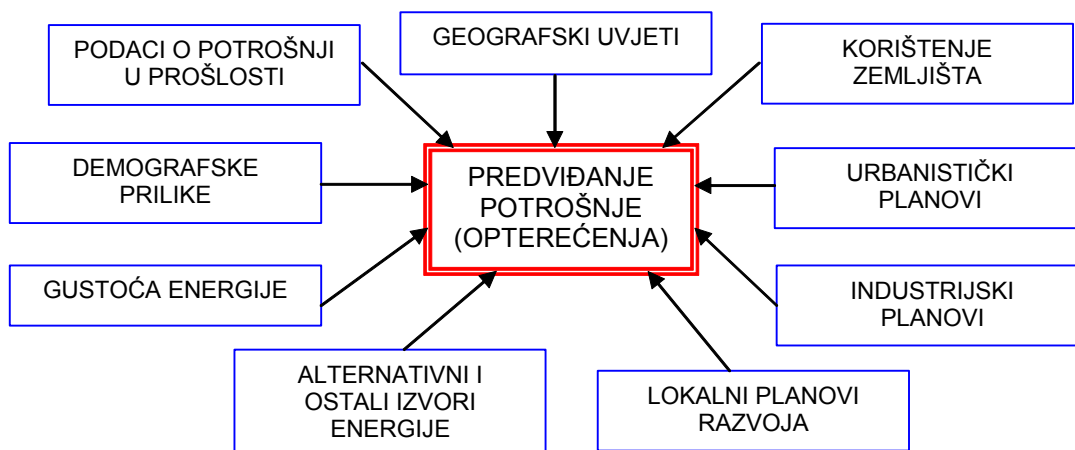
Kroz proteklo stoljetno razdoblje zadaća se distribucijskih poduzeća nije važno mijenjala, a to je da u dovoljnim količinama, pouzdano, kvalitetno i po ekonomski prihvatljivoj cijeni dobavlja električnu energiju. Mijenjao se samo naglasak na pojedinu sastavnicu te zadaće upravo slijedom kako su i navedeni, dakle od važnosti količina ka važnosti cijene (Krajcar 2001).

Za provođenje osnovne zadaće elektrodistribucijskih poduzeća vrlo važnu ulogu ima predviđanje potrošnje (opterećenja) u razdjelnim mrežama. Ova se predviđanja vrše na više razina, od razine distribucijskog područja preko razina transformatorskih stanica do razine potrošača.

Svrha predviđanja opterećenja je prema (Škrlec 2001) sljedeća:

- iznos opterećenja - utjecaj na veličinu i smještaj transformatorskih stanica, vodova i ostalih dijelova sustava
- vrijeme pojave opterećenja - dimenzioniranje i smještaj opreme za zadovoljavanje potreba potrošača.

Utjecaji na predviđanje potrošnje mogu biti: geografski uvjeti, potrošnja u prošlosti, demografske prilike i mnogi drugi (Slika 10), a treba istaći da postoje razne metode predviđanja.



Slika 10. Utjecaji na predviđanje potrošnje (Škrlec 2001)

### 3.4.2. Organizacija i ustrojstvo poduzeća

Liberalizacijom elektroenergetskog sustava on postaje otvoren prema tržišnim ponašanjima, iako je to globalni proces motivi u razvijenim i tranzicijskim zemljama su različiti. Dok u razvijenim dominira povećanje učinkovitosti, u tranzicijskim dominiraju privlačenje kapitala, smanjenje zaduženosti i usklađivanje s međunarodnim zahtjevima (Krajcar 2001).

Elektroprivredna djelatnost organizirana je u svijetu u dva sustava:

- *okomito integriran* elektroenergetski sustav i
- *liberalizirani* elektroenergetski sustav.

*Okomito integriran* elektroenergetski sustav je sustav u kojem potrošač (kupac) komunicira jedino sa sustavom. U takvom sustavu elektroprivrednu djelatnost najčešće obavlja jedna tvrtka koja je monopolist na svom opskrbnom području, gdje nema konkurencije izvan i unutar tvrtke, vlasnički i/ili poslovno kompanija je pod kontrolom države, poslovanje nije utemeljeno na ekonomskim načelima (posebice cijena) i cilj je tvrtci isporuka dovoljnih količina električne energije.

U *liberaliziranom* elektroenergetskom sustavu elektroprivrednu djelatnost obavlja više tvrtki (mješovitih i/ili privatnih vlasnika), potrošači električne energije postaju kupci, svi sudionici posluju po ekonomskim načelima dok rad sustava nadzire regulatorno tijelo.

Prijelaz iz stanja okomito integriranog u liberalizirani sustav složen je proces i zahtijeva snažnu regulativu i poželjno je da procesi budu postupni. Proces liberalizacije započeo je u norveškoj sedamdesetih godina, a značajan pomak učinjen je tek 90-tih u Engleskoj i Direktivom o zajedničkom elektroenergetskom tržištu u Europi .

Europskom direktivom predviđena su tri modela izravnog pristupa potrošaču preko distribucijskog sustava i to (Škrlec 2001):

- regulirani otvoreni pristup mreži (tarife za distribuciju električne energije su poznate i objavljene)
- dogovoreni otvoreni pristup (okvirne su tarife poznate)
- natjecanje za lokalne franšize (natjecanje natječajem za prava opskrbe potrošača).

Zemlje članice EU dužne su do 1. siječnja 2005. godine osigurati svim potrošačima mogućnost izbora svog dobavljača električne energije.

Daljnjom liberalizacijom današnja će se distribucijska djelatnost po sadržaju i zadaćama bitno mijenjati i neosporno razdvojiti barem na dvije funkcije. Prva, funkcija pružanja infrastrukture za distribuciju električne energije i druga, funkcija maloprodaje električne energije.

Liberalizacijom distribucijske djelatnosti otvara se potpuno novo područje pružanja usluga korištenjem razdjelne mreže. U tom će se području javljati sasvim nove usluge koje danas ne možemo ni naslutiti, a koristeći pogodnost da razdjelna mreža dolazi u "svaku kuću", koji privilegij nema niti jedan drugi distributer.

### 3.4.3. Hrvatska elektroprivreda (HEP)

Hrvatska elektroprivreda opskrbljuje električnom energijom sve kupce na području Republike Hrvatske. Opskrba kupaca obavlja se na visokom naponu (110 kV), srednjem naponu (10, odnosno 20 kV i 35 kV) te niskom naponu (0.4 kV).

Hrvatska elektroprivreda d.d. (HEP d.d.) pravni je sljednik elektroprivrednih organizacija u Hrvatskoj koje su pod različitim nazivima postojale od 1945. godine. Godine 1990. ustanovljeno je nekoliko javnih poduzeća u državnom vlasništvu, a među njima i Hrvatska elektroprivreda. U obliku dioničkog društva u isključivom vlasništvu Republike Hrvatske, HEP posluje od prosinca 1994. godine.

Temeljem novo donešenih zakona (Zakon o energiji, Zakon o tržištu električne energije i dr.) te radi usklađenja s normama Europske unije i uvođenja suvremenih tržišnih načela poslovanja, Hrvatska elektroprivreda od 1. srpnja 2002. godine posluje kao HEP grupa koju čine Hrvatska elektroprivreda d.d. (HEP d.d.) kao vladajuće društvo i ovisna društva temeljnih elektroprivrednih djelatnosti – HEP-Proizvodnja d.o.o., HEP-Prijenos d.o.o. i HEP-Distribucija d.o.o., te ovisna društva pratećih djelatnosti (HEP-Toplinarstvo i HEP-Plin).

Hrvatska elektroprivreda pokriva 95% potreba građana za električnom energijom na čitavom području Hrvatske, preostalih 5% proizvodi se u industrijskim pogonima i malim privatnim hidroelektranama. Krajem 2001. godine HEP je imala ukupno 2,056,312 kupaca električne energije. Ukupno 1975 kupaca priključeno je na mrežu visokog i srednjeg napona (110, 35, 20 i 10 kV), a od ukupno 2,054,337 kupaca priključenih na distribucijsku mrežu niskog napona (0.4 kV), 1,877,408 kupaca pripada kategoriji kućanstvo.

HEP-Distribucija d.o.o.

Djelatnost distribucije električne energije je posljednja sastavnica sustava, koja je odgovorna za isporuku električne energije potrošačima. Ta djelatnost obavlja se u tvrtki *HEP-Distribucija d.o.o.* Uz razdiobu električne energije preuzete iz prijenosne mreže brine se za pouzdanu opskrbu potrošača, prodaju, mjerenje, obračun i naplatu isporučene električne energije. U obavljanju poslova, *HEP-Distribucija* eksploatira distribucijsku električnu mrežu i postrojenja, obavlja njihovo održavanje, zamjene i rekonstrukcije, prati i analizira stanje potrošača, predviđa razvoj te planira i izgrađuje nova postrojenja i mreže (URL 1).

*HEP-Distribucija d.o.o.* obavlja djelatnost distribucije električne energije kao javnu uslugu, u skladu s dozvolom za obavljanje energetske djelatnosti. Glavna zadaća *HEP-Distribucija*

*d.o.o.* je distribucija električne energije za tarifne kupce, a uz veće otvaranje tržišta postaje također dio infrastrukture tržišta električne energije.

Osnovnu unutrašnju organizaciju *HEP-Distribucije* čine organizacijske jedinice: Tajništvo, Sektor za tehničke poslove, Sektor za ekonomske poslove i distribucijska područja. Razdioba i isporuka električne energije potrošačima obavlja se u distribucijskim područjima (DP). Postoji 21 distribucijsko područje, a neki od tih područja imaju i pogone. Distribucijska područja su: Vinkovci, Osijek (Elektroslavonija), Slavonski brod, Požega, Virovitica, Križ, Sisak, Bjelovar, Koprivnica, Čakovec, Varaždin, Zabok, Zagreb, Karlovac, Rijeka (Elektroprimorje), Pula (Elektroistra), Gospić (Elektrolika), Zadar, Šibenik, Split (Elektrodalmacija) i Dubrovnik (Elektrojug).

Danas na području Hrvatske postoji 23727 rasklopnih postrojenja u razdjelnim mrežama koji daju snagu od 11250 MVA, te je ukupno razgranato 121535 km vodova razdjelne mreže kojima upravlja *HEP-Distribucija d.o.o.* Tablica 2 prikazuje podatke za rasklopna postrojenja i vodove razdjelne elektroenergetske mreže kojima upravlja *HEP-Distribucija*, podaci vrijede za stanje u 2002. godini.

**Tablica 2. Podaci o postrojenjima i vodovima distribucijske mreže HEP-a**

TRANSFORMATORSKE STANICE			VODOVI			
naponska razina	broj (kom.)	snaga (MVA)	napon (kV)	ukupno (km)	nadzemno (km)	kabel (km)
TS 110/x	6	560	110	70	66	4
TS 35(30)/10(20)	359	4103	35, 20, 10	36983.7	27233.8	9749.9
TS 10(20)/0.4	23362	6587	0.4	84481.3	65340.3	19141
ukupno:	23727	11250	ukupno:	121535	92640.1	28894.9

## 4. Tehnologija, alati i norme u pogonskim katastrima

Geoinformacijski sustav ili skraćeno GIS (engl. Geographic Information System) možemo smatrati tehnologijom (hardver, softver) ili strategijom za obradu informacija (Tutić i dr. 2002).

Geoinformacijski sustav je promijenio značenje pojma tehnologija. Današnje GIS-tehnologije uključuju više softver (GIS alati) nego hardver. Podaci i organizacijski razvoj proširuju ovu perspektivu. Geoinformacijski sustav više nije neovisan samostalan sustav, nego postaje upravo infrastruktura većih i složenijih sustava na koje je primijenjen (Medak i Car 2002).

### 4.1. Tehnologija geoinformacijskih sustava

Tehnologija za geoinformacijske sustave (GIS) se razvila iz dva neovisna područja: digitalne kartografije i CAD-a (Computer Aided Design, računalom podržano projektiranje) i sustava za upravljanje bazama podataka (DBMS, Data Base Management System). Taj je razvoj usko povezan s naglim rastom snage i padom cijena računalne tehnologije nakon kasnih 1960-tih. Jasno je da je kasnije (1970-tih) započela i njihova operativna primjena, kada su elektronska računala postala dostupna širem krugu korisnika.

Geoinformacijske (GIS) tehnologije integriraju operacije u bazi podataka kao što su upiti i statističke analize uz vizualizaciju i prostorne analize koje proizlaze iz planova ili karata. Ove mogućnosti razlikuju GIS od ostalih informacijskih sustava i čine ga vrijednim elektrodistribucijskim poduzećima za opisivanje događaja, spriječavanje kvarova i planiranje strategija, odnosno cjelovito vođenje pogonskih katastara.

#### 4.1.1. Osnovni koncept geoinformacijskih sustava

Izrada planova i prostorne analize nisu nikakva novost, ali geoinformacijski sustav omogućuje brže i sofisticiranije obavljanje tih zadataka u odnosu na tradicionalne ručne metode.

GIS sačinjava integrirani set softverskih alata i hardvera. Općenito, GIS osigurava sredstva za prikupljanje podataka, upravljanje podacima, obradu i analizu, te prikazivanje digitalnih prostornih i pripadajućih opisnih (atributnih) podataka (Buckley 1997).

#### Podsustavi GIS-a

Geoinformacijski sustav možemo definirati i razvrstati prema njegovim funkcionalnim podsustavima, to su podsustavi za:

1. unos ulaznih podataka (input, collection)
2. pohranu, upravljanje i reaktiviranje (storage, management, retrieval)
3. manipuliranje, analizu i modeliranje (manipulation, analysis, modeling)
4. prikaz izlaznih podataka (output, display).

Ad 1. Podsustav za unos ulaznih podataka korisniku omogućava prikupljanje i pretvaranje prostornih i opisnih podataka u digitalni oblik. Podaci se obično prikupljaju iz više izvora pomoću više metoda.

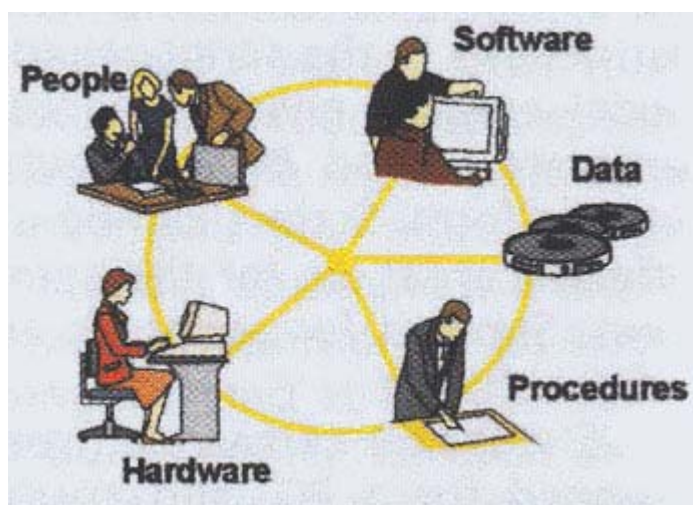
Izvori podataka za unos u geoinformacijske sustave mogu biti: planovi ili karte, snimke (aerofotogrametrijske i satelitske), postojeći digitalni izvori (diskete i CD-ROM podaci, www), mjereni podaci (GPS), tekstualni podaci (izvješća, zapisnici, dokumenti).

Ad 2. Podsustav za pohranu i upravljanje podacima organizira podatke, prostorne i opisne (atributne), u oblik kojim će korisnik brzo reaktivirati te podatke u svrhu analiza, i omogućiti mu brzo i točno održavanje baze podataka. Ova komponenta obično uključuje sustav za upravljanje bazom podataka (DBMS) za održavanje opisnih podataka. Prostorni se podaci održavaju u nekom određenom formatu zapisa.

Ad 3. Podsustav za manipuliranje, analizu i modeliranje podacima omogućava korisniku definiranje i provođenje postupaka za dobivanje informacija iz podataka, tj. to znači analiziranje. Ovaj podsustav se općenito naziva «srce» geoinformacijskog sustava, po čemu ga razlikujemo od ostalih informacijskih i CAD sustava. Modeliranje podataka je postupak definiranja realnog svijeta ili objekata u prostoru u smislu njihovih značajki (karakteristika) i njihovih međusobnih odnosa. Modeliranje se sastoji od nekoliko faza za uspostavljanje organizacije podataka i definiranja strukture podataka (URL2).

Ad 4. Podsustav za prikazivanje izlaznih podataka omogućuje korisniku stvaranje digitalnih podataka, grafičkih prikaza, izradu planova i karata, tabelarnih izvješća i grafikona kojima se opisuju dobivene izlazne informacije. Operativan se geoinformacijski sustav (GIS) sastoji od serije komponenti kojima se opisuje anatomija sustava (Slika 11). Osnovnih šest komponenti sustava prema (Longley i dr. 2002) su:

- hardver
- softver
- podaci
- korisnici
- postupci
- mreža sustava.



Slika 11. Osnovne komponente geoinformacijskog sustava (Longley i dr. 2002)

*Hardver* je kompjuterski sustav na kojem GIS funkcioniра. Danas GIS alati rade na širokom krugu raznih tipova računala od velikih računala do stolnih računala koji se, uz njihove dodatne



jedinice, koriste u samostalnom radu ili umreženom sustavu. U poglavlju 4.3. detaljnije je obrađena ova komponenta.

*Softver* nazivamo GIS alatima koji pomoću svojih funkcija omogućuju spremanje, analizu i prikaz prostornih podataka. *Softverom* smatramo programe od najjednostavnijih Web browser preglednika do kompletnih GIS paketa. Detaljnije je obrađen u poglavlju 4.4.

*Podaci* su najvažnija komponenta geoinformacijskih sustava, u tom smislu što su dužeg vijeka od ostalih i traže najveće troškove za njihovo prikupljanje i održavanje. Integracija dvaju vrsta podataka, prostornih (upravljani GIS alatima) i opisnih (pohranjenih u sustave za upravljanje bazama podataka-DBMS), je ključna funkcija koju obavljaju geoinformacijski sustavi. O podacima se detaljnije piše u poglavlju 5.

GIS tehnologija je ograničenog značenja bez *korisnika* koji upravljaju sustavom i primjenjuju tu tehnologiju u rješavanju konkretnih zadataka. GIS *korisnicima* obuhvaćeni su stručnjaci koji planiraju i održavaju sustav do korisnika kojima je sustav pomoć u svakodnevnom radu. Vrlo važna stvar pri uvođenju GIS tehnologije je odrediti i odijeliti GIS specijaliste-stručnjake od krajnjih korisnika. Obično kažemo da se geodeti bave izgradnjom geoinformacijskih sustava, a ostali korisnici su uglavnom iz drugih struka, što znači da im je potrebna edukacija za učinkovit rad.

Svim gore nabrojanim komponentama sustava mora se znati upravljati. Pod time se smatraju *postupci* (ili metode) kojim će neka organizacija dobro definirati svoje potrebe, sredstva i kvalitetu geoinformacijskog sustava.

Uvođenjem *mreža* u mnogo čemu se promijenio način komunikacije i razmjene digitalnih informacija među GIS korisnicima. Geoinformacijski sustavi danas funkcioniraju na Internetu, ili nešto manjem i ograničenijem Intranetu. Kada opisujemo mrežu sustava, korisnički uređaj nazivamo klijentom, koji je putem *mreže* povezan na server koji može opsluživati više klijenata istovremeno.

Nekoliko se drugih tehnologija povezuje s GIS-om, ili su njegovi dijelovi, ali sami po sebi nisu potpuni geoinformacijski sustavi. Napredak u računalnoj tehnologiji, čime je omogućeno upravljanje podacima i njihovim analizama, je automatski primjenjen u ostala područja koja koriste prostorne podatke i bave se kartografijom (npr. elektrodistribucija).

Te tehnologije uključuju računalno podržano projektiranje i crtanje (CAD-Computer Aided Design), sustave za upravljanje bazom podataka (DBMS-Data Base Management System) i podrška upravljanja prostorom sa računalno podržanom kartografijom tzv. AM/FM sustavi (Automated Mapping/Facility Management). Svaka se od ovih tehnologija razvila u posebne svrhe (Tablica 3).

Tablica 3. Prateće GIS tehnologije

TEHNOLOGIJA	KRATICA	OPIS
Computer Aided Design	CAD	Računalno podržano projektiranje, grafički sustav kojim se omogućuje računanje, izrada crteža i projektiranje u arhitekturi ili industrijskim granama (često nisu prostorno određeni). Podaci izvedeni u CAD sustavima mogu se ubaciti u GIS.
Automated Mapping / Facility Management	AM/FM	Računalno podržana kartografija i sustav podrške upravljanja prostorom, koje se koristi u svrhe analiza i upravljanja u pogonskim katastrima.
Sustav za upravljanje bazom podataka (engl. Database Management system)	DBMS	Paketi koji se koriste za upravljanje i analizu opisnih (atributnih) podataka. GIS alati ga koriste za upravljanje podacima.

Sposobnost geoinformacijskog sustava (GIS) je u tome što u odnosu na ove prateće tehnologije može upravljati i analizirati podatke koji su prostorno točno određeni.

Geoinformacijski sustavi nalaze izuzetno široku primjenu u mnogim područjima djelatnosti koji su na bilo koji način vezani za prostorne informacije. Neke od tih djelatnosti su sljedeće:

- Komunalna poduzeća (elektrodistribucija, vodovod, telekomunikacije, plin, kanalizacija)
- Transport
- Agronomija
- Šumarstvo
- Prostorno planiranje i ekologija
- Uprava.

Elektrodistribucijska poduzeća mogu imati na tisuće korisnika spojenih na elektroenergetsku mrežu, plus tisuće kilometara podzemnih i nadzemnih vodova zajedno s trafostanicama, stupovima dalekovoda i priključaka, koji čine ogromnu infrastrukturnu vrijednost. Sve to navodi na neophodnu potrebu za sustavom kao što je geoinformacijski sustav, koji će moći udovoljiti njihovim zahtjevima za:

- upravljanjem svih tih aktivnosti,
- održavanjem točnih informacija što je gdje,
- ažurnim vođenjem zapisa,
- dnevnim zadacima svih službi,
- pružanjem potrebnih informacija ostalim poduzećima ili institucijama.

Iz GIS tehnologije razvila se nova SDBMS (Spatial Data Base Management System) tehnologija koja nudi bolje mogućnosti u upravljanju prostornim podacima, a ima i nešto

drugačiju ciljnu skupinu korisnika. SDBMS sustavi, za razliku od geoinformacijskih (GIS) sustava, više su okrenuti podacima, a manje vizualizaciji i analizama.

SDBMS tehnologija pruža manji broj operacija nad velikom količinom podataka, a u SDBMS sustavima naslijeđena su tradicionalna svojstva DBMS kao što su višestruki pristup, repliciranje, očuvanje konzistencije i dr. (Matijević 2004). Posrednim ili neposrednim spajanjem GIS tehnologije i SDBMS tehnologije moguće je uspostaviti cjeloviti sustav za upravljanje prostornim podacima svake vrste. Sučelje s korisnikom ovdje predstavlja geoinformacijski (GIS) sustav, podaci se čuvaju u SDBMS, a funkcionalnost oba je povezana za najučinkovitiji stupanj korištenja.

#### 4.1.2. Pojam Zemljišnog informacijskog sustava (ZIS)

Važno je razlučiti pojmove ZIS (Zemljišni informacijski sustav) i GIS (geoinformacijski sustav, geografski informacijski sustav). Tako za Zemljišni informacijski sustav (ZIS) kažemo da je onaj geoinformacijski sustav koji se svojim sadržajem i točnošću zasniva na planovima mjerila do 1:10 000, a GIS pretežno odgovara kartama u mjerilima sitnijim od 1:10 000 te se za GIS u posljednje vrijeme podrazumjevaju samo alati (Roić 2002b). ZIS je zbog veće točnosti u položajnom smislu u odnosu na GIS više geodetski, a GIS više kartografski orijentiran.

Zemljišni informacijski sustav (engl. Land Information System - LIS) je geoinformacijski sustav dizajniran za rad s detaljnim informacijama, koje se uglavnom bave poslovima vezanim uz vlasništvo zemljišta (katastar nekretnina), prostorno planiranje, urbanizam i infrastrukturu (pogonski katastri).

Može se reći da je temelje za ZIS postavila ideja o višenamjenskom (polivalentnom) katastru. Višenamjenski katastar sastoji se od višenamjenskog plana povezanog s različitim opisnim podacima. Višenamjenski plan sastoji se od osnovnog plana, proširenog dodatnim grafičkim sadržajima, kao što su urbanistički plan, prikaz objekta i vodova i slično (Cvitković 2001).

Osnovne karakteristike Zemljišnog informacijskog sustava su:

- geodetski orijentiran
- egzaktn prikaz zemljišta (čestica)
- katastar zemljišta osnova ZIS-a
- uglavnom statički upiti
- mjerila 1:500 do 1:10 000
- ograničeno svrhovito modeliranje
- trajno održavanje
- visok stupanj sigurnosti i pouzdanosti podataka
- podaci se pohranjuju u vektorskom obliku (digitalni planovi)
- podaci o geometriji su u dvije dimenzije
- za prikaz prostornih podataka koriste se analogni planovi i/ili CAD i GIS alati
- povezuje pravne (katastarska čestica) i tehničke (planovi, koordinate u DKS) podatke o zemljištu

- mogućnost uključenja drugih tehnologija (RDBS sustavi, geodetska mjerenja).

Učesnici u ZIS-u odnosno korisnici Zemljišnog informacijskog sustava su:

- lokalne upravne službe i poduzeća (prostorno planiranje, hitna služba, prometne službe, građevinska inspekcija, porezna uprava, katastarski uredi, sva komunalna poduzeća)
- građani (u svrhe prometa nekretnina i zemljišnih poreza)
- nevladine organizacije (bankarstvo, osiguranje, zaštita okoliša, društvene zajednice).

#### **4.2. Moderne tehnologije pri prikupljanja podataka**

Prikupljanje i održavanje baze podataka je najskuplji i vremenski najzahtjevniji dio uspostave geoinformacijskog sustava. Prosječni troškovi za to iznose 60-80% cijelog projekta.

##### 4.2.1. Metode unosa

Problemi se pojavljuju kada je dio podataka točniji (prikupljen s plana krupnog mjerila) od drugog dijela (prikupljen s plana sitnijeg mjerila). U tom slučaju treba obratiti osobitu pozornost pri donošenju odluka na osnovu tih manje pouzdanih podataka.

Postupci (metode) kojima se prostorni podaci unose u neki sustav jesu:

- ručna digitalizacija i skaniranje analognih planova
- unos i pretvorba slikovnih podataka
- direktan unos podataka
- prijenos podataka iz postojećih digitalnih izvora.

U svakoj fazi unosa podataka valja provesti provjeru (verifikaciju) podataka, kako bi se osiguralo da izlazna baza podataka ima najmanje mogućih pogrešaka.

Digitalizacija je pretvorba podatka iz analognog oblika (planovi) u digitalni oblik, čime se omogućava spremanje i prikazivanje podataka u računalima. Postoji nekoliko načina digitalizacije planova: ručna digitalizacija, poluautomatska i automatska digitalizacija.

Slikovni podaci uključuju: satelitske snimke, zračne snimke i ostale podatke dobivene daljinskim pronicanjem koji se mogu koristiti kao podloge i izvor informacija za geoinformacijski sustav. Prednost je u tome što omogućavaju pregledne analize promjene u prostoru nekog područja kroz određen period, te je najbrži i najjeftiniji način prikupljanja velike količine prostornih podataka.

Podaci se direktno mogu unijeti prijenosom opažanih (izmjerenih) podataka s terena i ručnim unosom koordinata. Opažani se podaci sastoje od polarnih koordinata (mjereni kutevi i dužine) te se kasnije pretvaraju u pravokutne koordinate. Velike prednosti kod direktnog unosa podataka pruža moderni sustav za pozicioniranje (GPS) koji je opisan u sljedećem poglavlju.

Razvoj digitalnih podataka nerijetko iziskuje potragu za materijalima iz različitih izvora. Za prikupljanje potrebnih podataka u kompatibilnom formatu iz postojećih digitalnih izvora korisnici moraju često direktno kontaktirati proizvođače tih podataka. To je primjerice

Državna geodetska uprava koja nudi svoje proizvode kao što je Digitalna ortofoto karta (DOF) 1:5000, Hrvatska osnovna karta (HOK) ili katastarske podloge u digitalnom obliku.

Takvi postojeći digitalni izvori moraju od proizvođača sadržavati metapodatke (podatke o podacima), odnosno određenu vrstu izvještaja o kvaliteti prostornih podataka. Prilog definiranju elemenata kvalitete prostornih podataka dan je u poglavlju 5.4.2.

Smjernica u razvoju prikupljanja i održavanja podataka jest primjer razvoja «nove generacije GIS/ZIS sustava» integriranjem mjerenja u geoinformacijski sustav (Survey Information System). Time bi se konačno dala prednost i značaj točno prikupljenim podacima u geoinformacijskom sustavu, dobivenih geodetskim mjerenjima i opažanjima (Weir 2003).

Nedostaci u postojećim sustavima su u tome što ne postoji veza između prvog koraka (terenska mjerenja) i konačnog GIS ili kartografskog proizvoda. To postaje problem pri prikupljanju novih geodetskih mjerenja (opažanja) ili promjeni postojećih mjerenja pohranjenih u bazi podataka. Dakle, trenutno stanje je takvo da treba provesti kompletan postupak obrade pri održavanju objekata.

Nova generacija GIS/ZIS-a integrira postupak izmjere i kartografski (GIS) postupak u zajedničko okruženje – olakšavajući poboljšanje radnog procesa koji podržava održavanje podataka izmjere kao i podataka u geoinformacijskom sustavu. U takvom okruženju održavanje podataka počinje prikupljanjem na terenu, slijedi unos u bazu podataka, obrađivanje najmodernijim geodetskim računalnim metodama, te povezivanje na objekte u geoinformacijskom sustavu u svrhu njihovog uređivanja i održavanja.

#### 4.2.2. Globalni pozicijski sustav (GPS)

Jedan od modernih načina prikupljanja podataka koji se može koristiti u pogonskim katastrima u nas se sve više koristi, to je GPS (Global Positioning System). Ovaj globalni pozicijski sustav nudi izuzetne prednosti u prikupljanju i održavanju podataka, a to su: velika točnost, brzina prikupljanja, podaci u realnom vremenu, direktna veza s GIS-om, iskolčenja trasa.

U izgradnji geoinformacijskog sustava GPS tehnologija se upotrebljava na tri načina (Galić 1994):

- osnovni geodetski radovi
- izmjera za potrebe izrada planova kao izvora informacija za GIS
- direktno prikupljanje podataka za GIS.

Metode rada GPS sustava u prikupljanju podataka jesu: statička (klasična statička, Rapid static i psudokinematička metoda) i kinematička metoda (Stop and GO, klasična kinematička i RTK).

GPS prijemnici kreću se u velikom rasponu mogućnosti (i cijena) od geodetskih prijemnika koji su najviše točnosti i cijene iznad 20 000 dolara, zatim tzv. kartografskih ili GIS prijemnika točnosti iznad jednog metra i cijene oko 3000 dolara, navigacijskih prijemnika točnosti između 1-5 metara i cijene oko 1000 dolara, te na kraju onih najmanje točnih orijentacijskih (planinarskih) GPS prijemnika kojima je cijena svega par stotina američkih dolara (Kavanagh 2003).

GPS tehnologija ima u elektrodistribucijskom poduzeću dvije svrhe (Zmijarević i dr. 2000):

- točno određivanje objekta u prostoru radi unošenja njihove lokacije u geoinformacijski sustav
- praćenje terenskih ekipa.

Poznavanje točne lokacije terenske ekipe omogućava da se bolje optimira njihov rad u intervencijama radi korektivnog održavanja.

GPS je rastuća tehnologija za prikupljanje podataka na terenu i zatim unošenje u geoinformacijski sustav. GPS je pojavom diferencijalnog GPS-a (dva prijemnika, jedan je fiksni) doveo položajnu točnost do razine koja zadovoljava potrebe prostornih podataka pogonskih katalstra. Posebno prikladna metoda za prikupljanje velike količine podataka u realnom vremenu je RTK (Real Time Kinematic) metoda, slična standardnoj kinematičkoj metodi podržana radio vezom s baznom stanicom. Termin GPS se odnosi samo na američki sustav razvijen od njihovog Ministarstva obrane. Ruska inačica je GLONASS, a europska Galileo.

Prikupljanjem prostornih podataka u svrhu izgradnje i održavanja geoinformacijskog sustava upotrebom moderne GPS tehnologije, mogu se ostvariti značajne uštede uz zadovoljavajuću točnost. Pri integraciji podataka treba obratiti pozornost na problem njihove pretvorbe i ugradnje u geoinformacijski sustav što se rješava definiranjem modela podataka, normizacijom i odgovarajućim softverom, a pretvorba i izlaz podataka mogući su u različite koordinatne sustave i u razne formate koje podržavaju CAD i GIS alati.

#### 4.2.3. Lasersko skaniranje

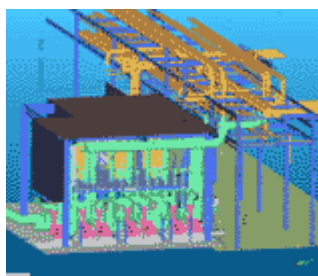
Strelovito povećanje procesorske snage PC-a omogućili su obradu velike količine 3D podataka u stvarnom vremenu te njihovo uključivanje u vrlo popularne Facility Management sustave. U posljednje vrijeme vrlo popularan pojam "kao izgrađeno" (as built) temelji se na jakom računalnom hardveru ali i velikoj količini točnih 3D podataka o prostoru i objektima u njemu (Matijević i Roić 2002). 3D laserski skaneri mogu prikupiti izravno, brzo i točno 3D oblake točaka x, y, z koordinata bez uporabe reflektora na cilju.

U početku su velika investicija (100 do 200 tisuća eura) ali se njima u pogonskim katastrima može olakšati održavanje i smanjiti troškovi i vrijeme popravka. Princip izmjere je laserski snop koji se usmjerava na objekt izmjere, a moguća su mjerenja s više stajališta te se onda prevodi u zajednički koordinatni sustav. Moguća je i integracija s GPS sustavom za pozicioniranje budući da terestrički laserski skaneri nisu opremljeni uređajima za točno pozicioniranje (centriranje, horizontiranje, orijentiranje) kao geodetski instrumenti (Slika 12).



**Slika 12. Terestrički laserski skaner**

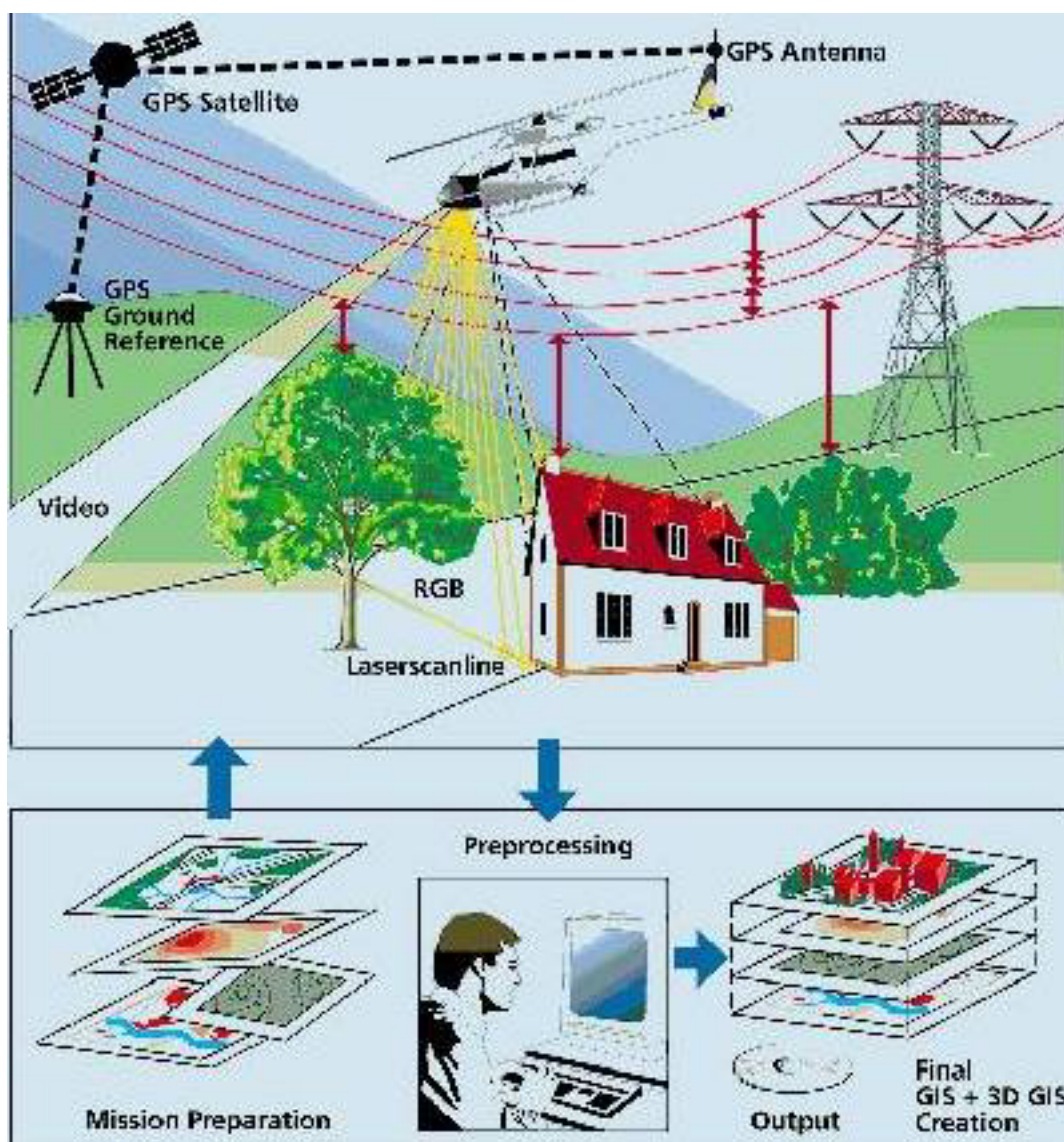
Podatke izmjere za izradu 3D modela nekog objekta u pogonskom katastru najlakše ćemo pribaviti laserskim skaniranjem uz iznimno povoljan omjer uloženog i dobivenoga. Primijeniti se može primjerice za izmjeru i održavanje rasklopnih elektroenergetskih postrojenja (Slika 13).



**Slika 13. Prikaz 3D snimljenog rasklopnog postrojenja**

Laserskim skaniranjem iz zraka mogu se, umjesto klasičnog fotogrametrijskog snimanja, prikupljati podaci o elektroenergetskoj infrastrukturi i topografska izmjera.

Jedan takav primjer je razvijen u Njemačkoj (Slika 14) gdje specijalizirane tvrtke, za potrebe izmjere srednjenaponskih i visokonaponskih vodova, prikupljaju podatke za integrirani sustav upravljanja tim vodovima podržan geoinformacijskim sustavom tzv. «Powerline GIS and Management Information System» (Schaller i dr. 2000).



Slika 14. Sustav prikupljanja i obrade podataka metodom laserskog skaniranja iz zraka (Schaller i dr. 2002)

#### 4.2.4. Internet

U upravljanju prostornim podacima danas su visoki zahtjevi u pogledu brzog prijenosa podataka i mogućnosti korištenja (dijeljenja) podataka između više korisnika. Najveću ulogu pri tim modernim zahtjevima ima upravo Internet i njegova lokalna inačica u poduzećima Intranet. Internet je globalna računalna mreža organizirana kao skupina podmreža različitih karakteristika povezanih TCP/IP skupom protokola. Originalno je bio zamisljen samo kao mreža za povezivanje računala, ali je danas postao tehnologija za izmjenu informacija podržavajuće sve od osobnih poruka do prijenosa velikih količina podataka.

Nastao je iz mreže ARPANet (Advanced Research Projects Agency) projekta američkog ministarstva obrane razvijenog 1969. godine. Od 1988. godine pojavljuje se kao važno sredstvo komunikacije. Internet je vrlo važna tehnologija zbog svojih mrežnih usluga (servisa) koje može pružiti. Najvažnije Internet usluge su: prijenos podataka, elektronička pošta i Web. Prijenos podataka na Internetu se obavlja tzv. Ftp-om (File Transfer Protocol), protokolom koji omogućava prijenos datoteka između dva računala.



Vrlo popularna elektronička pošta ili e-mail omogućava prijenos tekstualne poruke uz koju se mogu priključiti datoteke bez obzira na njihov format. Dakle to je najbrži prijenos između dvaju računala nekog crteža (dwg, dxf), slike (gif, jpeg, tiff) ili datoteke u kojem je sadržana cijela aplikacija.

Web je multimedijalna mrežna usluga na Internetu poznata pod imenom World Wide Web (WWW). Pisan je HTML jezikom (Hyper Text Markup Language) koji podržava tekst, slike i veze (linkove) na druge zapise. Svakoj web stranici na Internetu se dodjeljuje jedinstvena prepoznatljiva adresa koja se označava kao URL (Uniformed Resource Locator). Razvojem web tehnologije promijenjen je način isporuke i obrade prostornih podataka prema korisnicima geoinformacijskih sustava. Prikazivanje karata, distribucija prostornih podataka i GIS na webu već dulje vrijeme doživljavaju različite implementacije na Internetu (Cetl 2003).

Danas postoji velika potreba za primjenom GIS-a u Internet okruženju. U GIS alatima aktualna je primjena različitih IMS (Internet Map Server) sustava koji mogu interaktivno vizualizirati i izrađivati on-line prikaze, te posluživati različite vrste prostornih podataka (Cvitković 2001).

U razvijenim zemljama su na Webu već dostupni on-line podaci katastra ili GIS formati gotovi za uporabu, a to bi što prije trebalo zaživjeti i kod nas. Potreba za distribucijom geoinformacija u otvorenom formatu prijenosa dovela je do razvoja GML-a (Geography Markup Language). GML je jezik, razvijen od strane Open GIS konzorcija, koji se temelji na XML-u i služi za pohranu i distribuciju prostornih informacija. GML uključuje geometriju i osobine podataka.

### **4.3. Hardver**

Tehnološki napredak u razvoju hardvera i softvera u posljednjih nekoliko godina zapravo je izvanredan. Razvoj industrije mikro-čipova u posljednje je vrijeme stvorio mikro-računala obećavajućim alatom za obrađivanje prostornih podataka. Najviše je tome pridonijelo pojavljivanje 32-bitnih mikro-računala Pentium i upotreba Windows NT sučelja (Buckley 1997).

Za hardver se uobičajeno smatra da traje 3-5 godina, te da mu je vrijednost otprilike 10% od ukupne vrijednosti nekog geoinformacijskog sustava.

Hardverska infrastruktura, ili kako se još naziva sklopovlje, u geoinformacijskim se sustavima prema svrsi može podijeliti u tri grupe:

- Unos podataka
- Upravljanje i analiza podataka
- Izlaz podataka.

#### **4.3.1. Unos podataka**

Podaci se u geoinformacijske sustave mogu unijeti iz: već postojećih digitalnih izvora (disketa, CD), ručnom (i/ili automatskom) digitalizacijom i direktno putem tipkovnice. Unos podataka iz već postojećih digitalnih izvora provodi se putem hardvera za spremanje podataka, a to su: disketa, tvrdi disk, CD-ROM (R/RW), magnetska vrpca, Internet i backup sustavi za pohranu podataka.

Digitalizacija se provodi na ručnim digitalizatorima (ručna digitalizacija) ili skanerima (automatska digitalizacija). Osnovne vrste skanera su: stolni skaneri, skaneri velikih formata i rotirajući skaneri. U hardverske komponente za unos podataka treba uključiti i instrumente za prikupljanje podataka s terena. Tu spadaju: GPS prijemnik, totalna mjerna stanica, sateliti, 3D laserski skaner i dr.

#### 4.3.2. Upravljanje i analiza podataka

Sklopovsku osnovicu za upravljanje i analizu podataka čine računala. Postoji nekoliko vrsta računala za obavljanje ovih ključnih funkcija u geoinformacijskim sustavima.

Računala dijelimo na:

- 1) Ručna računala (palm pilot)
- 2) terenska računala
- 3) prijenosna računala
- 4) osobna računala (personal computer-PC)
- 5) radne stanice
- 6) velika računala (mainframe).

Sva se ova računala koriste ovisno o potrebama i mjestu gdje se koriste, npr. da li se izvode mjerenja na terenu, količina podataka koje obrađujemo, brzina rada, potreba umreženosti itd.

#### 4.3.3. Izlaz podataka

Dio hardvera koji služi za izlaz podataka iz geoinformacijskog sustava omogućava ustvari prikaz (prezentaciju) i ispis podataka. Monitor računala je najopćenitiji dio hardvera kojim GIS korisnik pregledava i analizira izlazne podatke. Na njega se eventualno još mogu spojiti projektori za prezentacije.

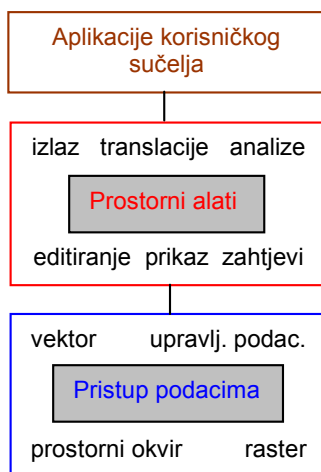
Ostali izlazi mogu biti u papirnatom (analognom) obliku ili u digitalnom zapisu. Papirnat (analogne) ispise omogućuju nam uređaji za crtanje i pisanje (ploteri i pisači) kojih se na tržištu nalazi mnogo u velikom rasponu cijena i kvalitete ispisa. Isti hardver koji se koristi u unosu digitalnih podataka u geoinformacijske sustave (GIS) koristi se i za prikaz i ispis izlaznih digitalnih podataka, s tim što valja napomenuti da se u posljednje vrijeme sve više koristi Internet zbog višestrukih prednosti. Još jedan dio hardverskih komponenti treba navesti što prije nije posebno istaknuto, a to su računalne mreže (intranet, Internet-WWW) i uređaji koji im pripadaju.

### 4.4. Softver

Niz koraka vodi od opažanja i prikupljanja podataka do analiza. Zato geoinformacijski sustav mora imati cijeli niz alata za podršku opažanja, mjerenja, opisa, tumačenja, predviđanja i odlučivanja. Softveri za geoinformacijske sustave sastoje se od tri ključna segmenta: korisničkog sučelja, alata i upravljanja podacima. Ta tri dijela mogu biti smještena na jednom računalu ili raširena na više računala. Smatra se da je trajanje softvera 3-5 godina, a njegova vrijednost oko 20% ukupne vrijednosti nekog geoinformacijskog sustava.

#### 4.4.1. Građa GIS alata

Moderni GIS paketi sastoje se od više integriranih softverskih komponenti. Slika 15 prikazuje glavne grupe tih komponenata. Postoje tri vrste komponenata: *aplikacije za krajnje korisnike* – grupa korisničkih sučelja upravljana menijima koji izvršavaju glavne zadatke sustava (lociranje podataka, izradu planova i karata, geokodiranje adresa, itd.); *prostorni alati* – glavni strojevi koji provode glavne funkcije ili mogućnosti softvera; i komponenta za *pristup podacima* – relativno najniža razina komponenti koja sprema i regulira pristup prostornim podacima (Longley i dr. 2002).



Slika 15. Glavne komponente GIS softverskih paketa (Longley i dr.)

Komponenta *prostornih alata* može se podijeliti na alate za: editiranje, translacije, prikaz, analize, izlaz podataka i prilagodbene alate za posebne zahtjeve korisnika. Glavne komponente za *pristup podacima* su: vektor, raster, prostorni okviri i upravljanje podacima. Vektorski i rasterski podsustavi omogućuju stvaranje i manipuliranje objektima. Podsustav za prostorne okvire provodi transformaciju koordinata i definira kartografsku projekciju. Podsustav za upravljanje podacima ima zadaću spremanja prostornih objekata u fileove ili baze podataka, i također omogućuje mnoštvu korisnika sofisticirane usluge pristupa prostornim bazama podataka.

Sve tri glavne komponente mogu biti locirane na jednom računalu ili raširene na više računala u jednom odjelu ili cijelom poduzeću. Time razlikujemo tri implementacijske razine (konfiguracije) GIS-a: *projektni* (Project), *odjelni* (Department) i GIS na razini cijelog *poduzeća* (Enterprise).

#### 4.4.2. Vrste GIS softvera

Istraživanje tržišta je dobar početni korak u odabiru GIS alata. Na komercijalnom tržištu postoji desetak GIS softvera ukoliko izuzmemo sljedeće:

- istraživačke softvere na fakultetima, kojima nedostaje mogućnost potpune integracije i obično su uskih funkcionalnih mogućnosti
- CAD dobavljače, koji običavaju koristiti GIS žargon ali često ne osiguravaju potpunu funkcionalnost

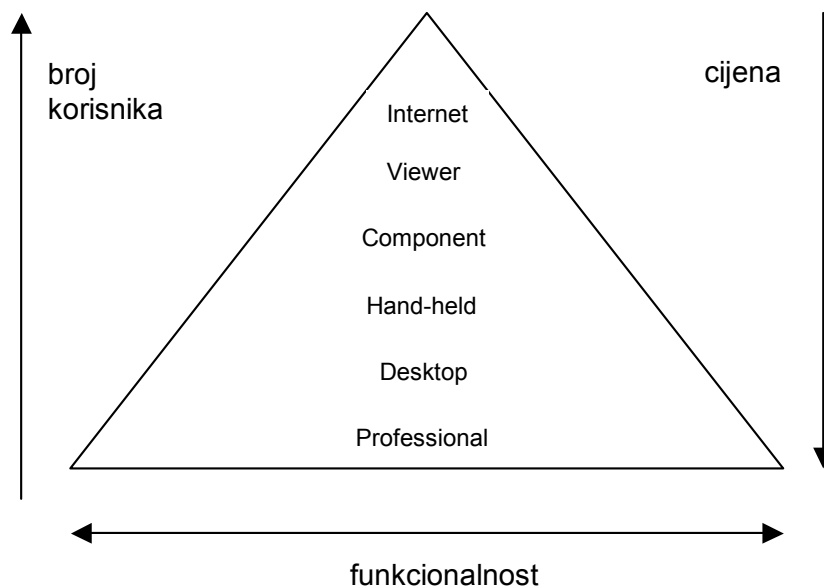
- konzultantske tvrtke koje izrađuju odabrane modele za GIS, ali nedovoljno za potpun proizvod.

Softverski paketi za geoinformacijski sustav mogu se po funkcionalnosti i karakteristikama klasificirati u šest grupa (Longley i dr. 2002):

1. *Profesionalni GIS*. Osobite karakteristike profesionalnog GIS-a uključuju prikupljanje i editiranje podataka, upravljanje bazom podataka, napredna geoproceniranja i analize i ostale specijalne alate. Primjeri su ESRI ArcInfo, Smallworld GIS.
2. *Stolni GIS (Desktop GIS)*. Stolni GIS usmjeren je na korištenje podataka, više nego na stvaranje podataka i donosi izvrsne alate za izradu planova i karata, izvješća i grafikona. Dobro poznati primjeri su ESRI ArcView, Intergraph Geomedia, Map Infor Professional, Clark Lab Idrisi itd.
3. *Ručni GIS (Hand-held GIS)*. Ručni GIS su lagani sustavi dizajnirani za terenski rad (pri stajanju i kretanju), kao što su Autodesk Onsite, ESRI ArcPad i Smallworld Scout.
4. *Komponentni GIS (Component GIS)*. Komponentni GIS je alat koji koriste iskusni programeri za izradu ciljanih aplikacija. Tipični komponentni GIS paketi imaju osobito kvalitetan prikaz i upite, ali ograničene kartografske mogućnosti i analize. Primjer su Blue Marble Geographic GeoObjects i MapInfo MapX.
5. *GIS preglednici (GIS viewer)*. GIS preglednici omogućuju prikaz i upite popularnih formata fileova, kao što su ESRI ArcExplorer, Intergraph GeoMedia i MapInfo ProViewer.
6. *Internet GIS alati*. Internet GIS alati specijalizirani su za aplikacije vezane uz prikazivanje i upite, kao i kartografiju. Primjer uključuje Autodesk MapGuide, ESRI ArcIm, Intergraph GeoMedia Web Map i MapInfo MapXtreme.

Jedan od problema pri procjenjivanju funkcionalnosti GIS softvera je pristranost kojom netko ocjenjuje jedan sustav u odnosu na drugi. Uspoređivati slične funkcije među sustavima je obično zbunjujuće. Tako će jedan softver imati bolje rješenje za pojedine zadatke, a drugi nedostatke u funkcionalnosti prema drugome.

Svaki GIS softverski paket trebao bi biti procijenjen na osnovu potreba i zahtjeva potencijalnih korisnika. Prepoznavanje potencijalnih potreba i zahtjeva je najvažnija stvar u procjeni odabira vlastitog softverskog paketa. Analizom klasifikacije GIS softverskih paketa prema može se kvalitetno odlučiti o odabiru GIS tehnologije (Slika 16).



Slika 16. Klasifikacija GIS softverskih paketa (Longley i dr. 2002)

Za potpun opis GIS alata ne smiju se izostaviti još tri vrste GIS softvera: na CAD-u utemeljen GIS (CAD-based GIS), rasterski programi (Raster-based GIS) i aplikacije za GIS servere (GIS application servers).

CAD programi za GIS su nastali od CAD programa kojima su dodane GIS karakteristike (baza podataka, prostorne analize i kartografske mogućnosti). Najpoznatiji CAD programi za GIS su: Autodeskov AutoCAD Map, ESRI-jev ArcCAD i Bentley Microstation.

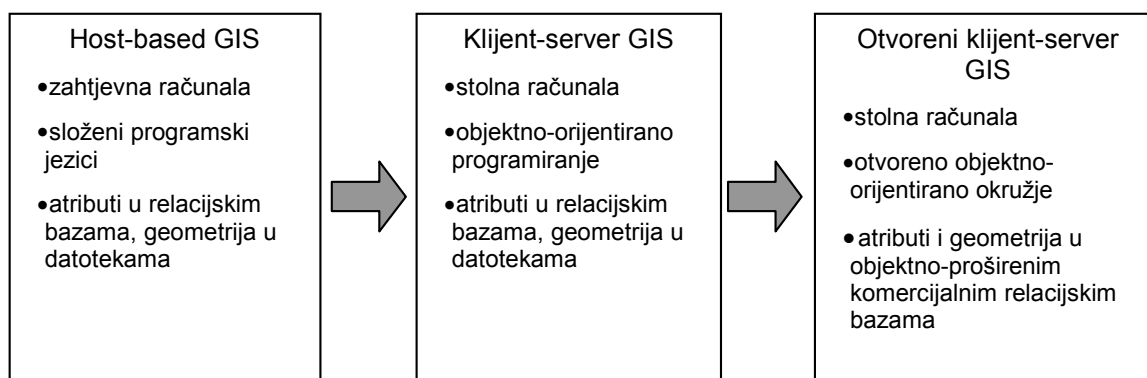
Rasterski GIS programi obrađuju i analiziraju rasterske podatke. Korisnici rasterskih GIS programa su prvenstveno orijentirani na rad sa fotografijama i njihovim prostornim analizama. Od ovih vrsta softvera na tržištu nalazimo: ESRI Spatial Analyst, Map Info Vertical Mapper, Erdas Imagine, Clark Labs Idrisi.

Svrha aplikacija za GIS servere je da više korisnika ima pristup kontinuiranoj prostornoj bazi podataka. Ova tehnologija omogućuje centralizirano upravljanje podacima, mogućnost korištenja podacima na serveru i kontrolu editiranja i održavanja baze podataka. Osim onih prodavača koji su svoje sustave za upravljanje bazama podataka (DBMS) proširili i za geoinformacijske sustave (IBM, Informix, Oracle), neki su prodavači GIS alata također razvili tehnologiju za aplikacije za GIS servere, to su: Autodesk Vision, ESRI ArcSDE i MapInfo SpatialWare.

#### 4.4.3. ArcFM

ArcFM (Arc Facilities Manager) profesionalni GIS softver je baziran na ARC/INFO softveru, izrađen specijalno za potrebe komunalnih poduzeća kao rješenje za jedinstveno upravljanje podacima. Za modeliranje i analizu elektroenergetske razdjelne i prijenosne mreže potrebni su sofisticirani sustavi. Počevši od ranih 1980-ih, komunalna poduzeća počela su koristiti kompjuterizirani geoinformacijski sustav, kao što je ARC/INFO, za te potrebe. Ove su rane GIS aplikacije, nazvane AM/FM (Automated Mapping/Facilities Management), radile na izrazito zahtjevnim računalima, pisane u složenim programskim jezicima, te prostorne podatke pohranjivale u ogromne fileove, a opisne podatke u relacijsku bazu podataka.

Dolaskom moćnih stolnih računala i programskih jezika jednostavnih za korištenje, AM/FM sustavi su postupno prešli u klijent/server model, koji proširuje funkcionalnost geoinformacijskih sustava na mnogo veću bazu korisnika (Slika 17).



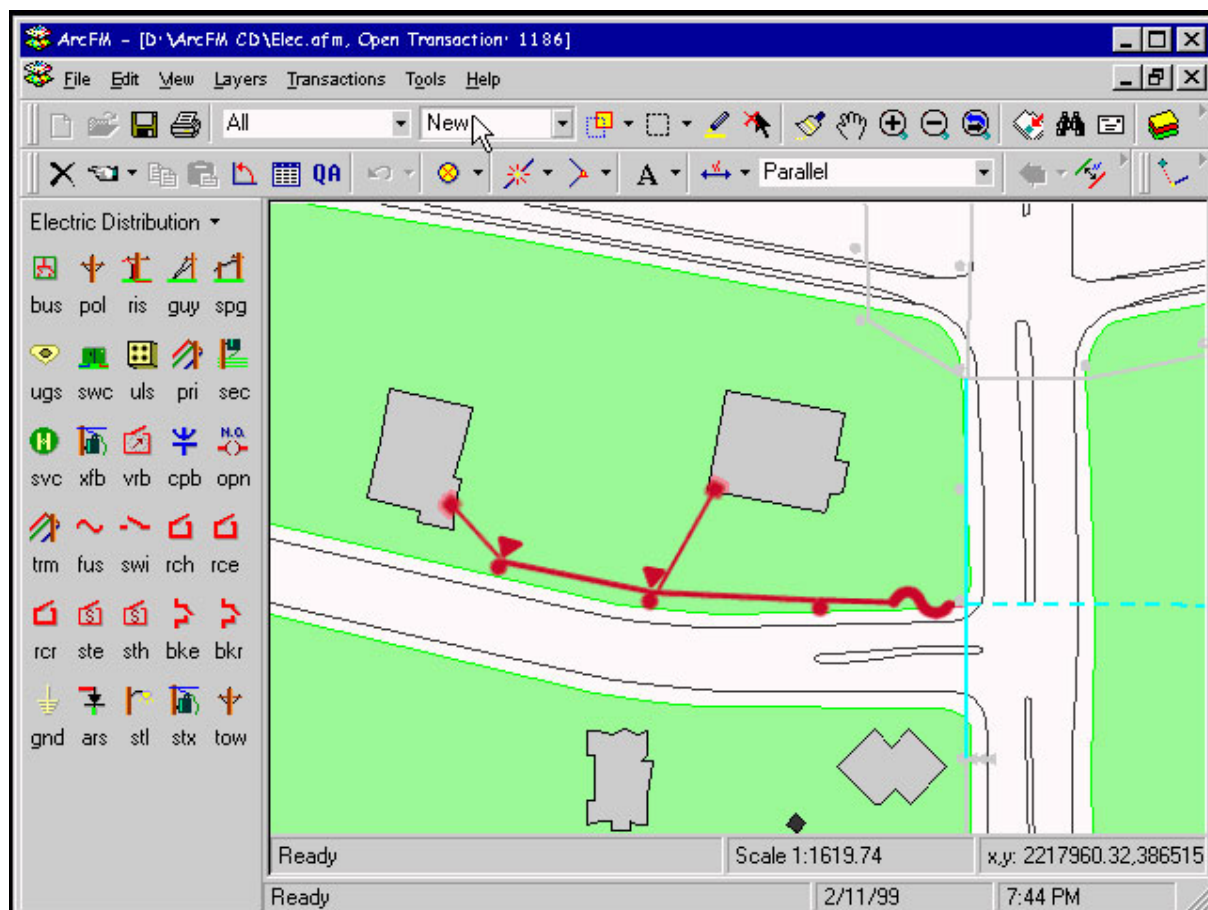
**Slika 17. Promjene u tehnologiji GIS alata (Harder 1999)**

Međutim neka su ograničenja ostala. Prostorne podatke još uvijek moramo pohranjivati odvojeno od njihovih atributa (opisnih podataka), a programske jezike nije bilo jednostavno prilagoditi standardnim metodama. ArcFM donosi zajedno nekoliko važnih tehnologija koje donosi otvoreno i široko primjenjivo klijent/server GIS rješenje za pogonske katastrofe (Harder 1999).

U ArcFM-u svi se podaci pogonskog katastra (prostorni i opisni zajedno) mogu spremati u jedan relacijski sustav za upravljanje podacima (RDBMS). To je moguće zato što ESRI-jev SDE (Spatial Database Engine), tehnologija koja omogućava brzo spremanje, upravljanje i reaktiviranje prostornih podataka iz vodećih komercijalnih sustava za upravljanje podacima kao što su Oracle, Microsoft SQL Server, Sybase, IBM DB2 i Informix. ArcFM sadrži gotova rješenja za brzu i točnu izgradnju baze podataka elektroenergetskih (ili drugih komunalnih) poduzeća. Značajno je napomenuti da je ArcFM aplikacija izgrađena koristeći Microsoft Visual Basic, jedan od najraširenijih i lako primjenjivih programskih jezika. To znači da se aplikacija može jednostavno modificirati bez dodatne edukacije programera i jednostavno integrirati u ostale poslovne aplikacije.

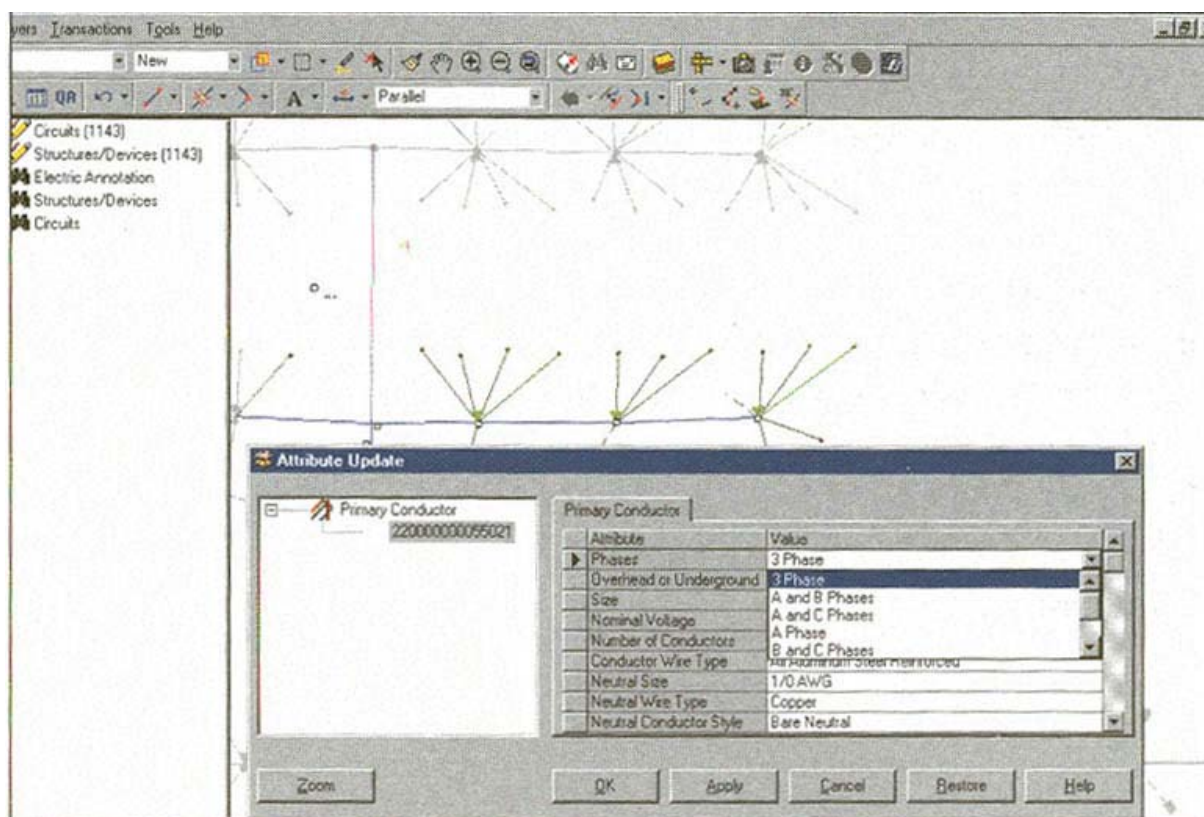
Integriranjem planova i prostornih podataka u radnom procesu komunalnih poduzeća, prostorni podaci postaju dio cijelog radnog procesa. ArcFM osigurava sve mogućnosti potrebne za tu integraciju. Putem njegovog korisničkog sučelja upravljanog menijima, djelatnici svih odjela imaju pristup alatima za: stvaranje i održavanje baze podataka, upite o podacima na osnovu poznatih atributa, standardne analize i produciranje točnih i vjerodostojnih planova.

*Editiranje i dodavanje objekata.* Baza podataka geoinformacijskog sustava nije statična stvar. Dapače, i nakon njene uspostave novi objekti moraju se kontinuirano dodavati. ArcFM aplikacija ubrzava taj postupak. Velik broj alata pojednostavljuje postupak dodavanja (Slika 18) ili mijenjanja prostornih objekata u bazi podataka geoinformacijskog sustava.



Slika 18. Dodavanje objekata ArcFM-om

*Održavanje atributa.* U ArcFM aplikaciji, alat «Attribute Update» (Slika 19) omogućava korisniku provođenje promjena opisnih podataka (atributa) u bazi podataka klikom na objekt na digitalnom planu. Na primjer, ako je grom u nevremenu uništio transformator i on mora biti zamijenjen, korisnik jednostavno klikom na trafostanicu na planu, pomoću alata za održavanje unosi detaljne podatke o novom dijelu opreme.

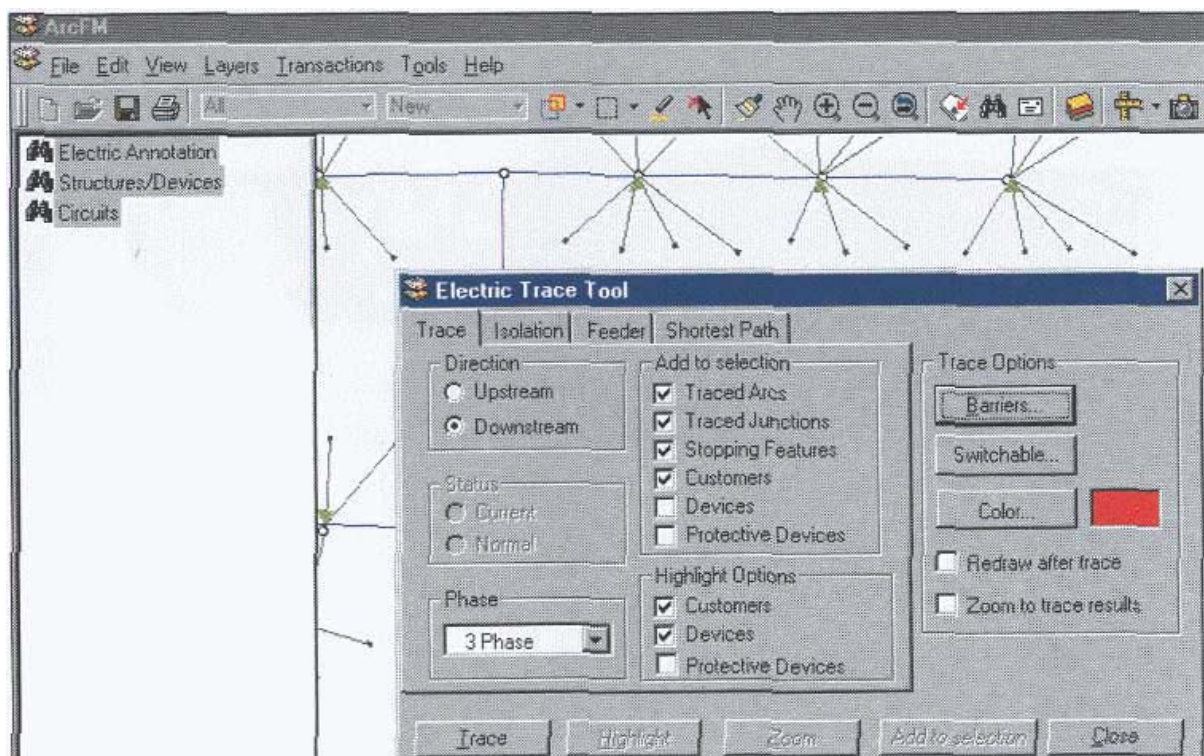


Slika 19. Održavanje atributa pogonskog katastra ArcFM-om

*Postavljanje upita.* ArcFM-ov «Query Builder» je koristan alat za lociranje objekata putem atributa. Alat je u funkciji kada je selektiran neki «layer» na planu. «Query Builder» može odgovoriti na pitanje poput: «Koliko je priključaka određeno za ispitivanje u zapadnom dijelu grada?».

*Trasiranje.* «Trace Tool» (Slika 20) se koristi za otkrivanje objekata koji su spojeni u električnu mrežu. Ovaj alat identificira različite tipove uređaja (potrošači, transformatori, itd.) krenuvši od odabrane početne točke. Ovaj alat može potvrditi valjanost veza, kako bi se osiguralo da je baza podataka geoinformacijskog sustava topološki dobro povezana.





Slika 20. Praćenje funkcionalnosti elektroenergetske mreže

*Verziranje.* U slučaju kada mnogo djelatnika u poduzeću imaju mogućnost editiranja baze podataka, kao što je slučaj kod ArcFM-a, može doći do neslaganja ukoliko dva korisnika editiraju isti objekt u isto vrijeme. Aplikacija ArcFM ima formu za rješavanje tog problema. To čini na način što čuva različite «verzije» editiranja i nudi korisniku odabir one ispravne «verzije» za korištenje.

#### 4.5. Normizacija digitalnih prostornih podataka

Normizacija digitalnih prostornih podataka važna je za uspostavu sustava razmjene prostornih informacija među različitim korisnicima, aplikacijama, sustavima i lokacijama. U tu je svrhu potrebno normirati procedure pri definiranju i opisivanju prostornih informacija, kao i načine pristupa, razmjene i održavanja tih informacija. Višestruka upotreba istih podataka kroz njihovu razmjenu među proizvođačima i korisnicima preduvjet je za širu i sigurniju upotrebu (Ročić i Zekušić 1999).

Kako bi se sačuvala neovisnost o proizvođačkim normama (hardver, softver), normizacija prostornih informacija rješava se na nekoliko razina:

- nacionalnoj (svaka država donosi svoje norme)
- regionalnoj (Comité Européen de Normalisation – CEN)
- međunarodnoj (International Organization for Standardization).

##### 4.5.1. Karakteristike razmjenskih normi prostornih informacija

Proces razmjene prostornih informacija kreće slanjem podataka tzv. podatkovne sheme u pretvarač. Pretvarač podatke i shemu iz sustava pošiljaoca pretvara u oblik nazvan razmjenski metafile (transfer metafile). Taj se metafile sastoji od prostornih podataka i od konvertiranog skupa metapodataka koji specificiraju strukturu podataka radi kasnijeg pretvaranja u

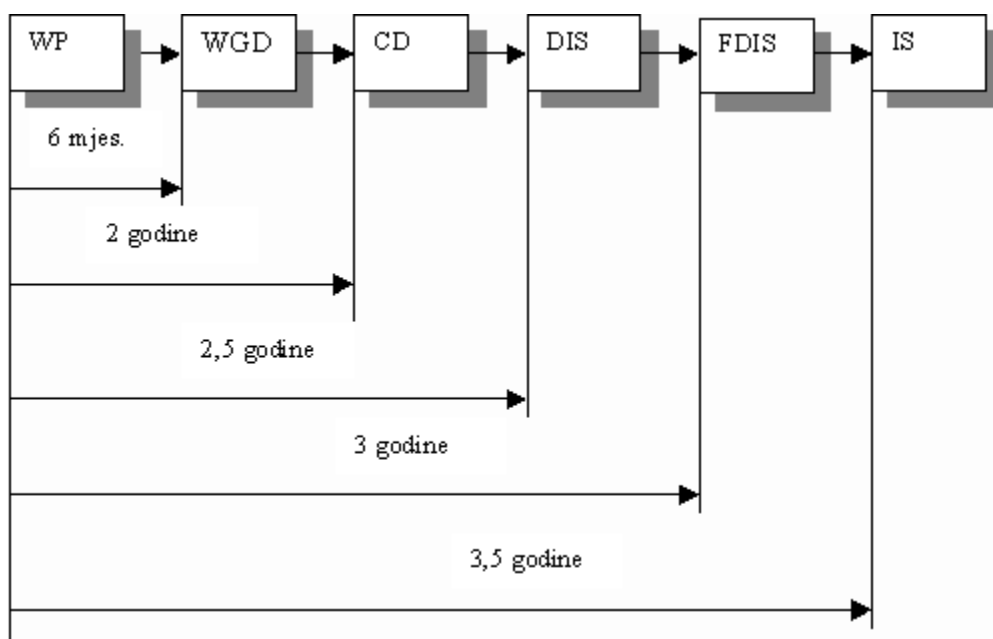
podatkovnu shemu sustava što prima podatke (receiving system). Kako bi se razmjenski metafile preveo do sustava primaoca potreban je tzv. mehanizam prijenosa (transfer vehicle), obično je to neka već postojeća međunarodna norma (npr. ISO 8211). Kada razmjenski metafile stigne do sustava primaoca, najprije se šalje do pretvarača koji dekodira podatke i metapodatke u razmjenskom metafileu, tijekom tog procesa pretvarač upotrebljava podatkovnu shemu sustava primaoca zajedno s metapodacima iz razmjenskog metafilea, te ih zajedno pretvara u podatkovnu shemu sustava koja se kasnije uvodi u pripadajuću bazu podataka (Roić i Zekušić 1999).

#### 4.5.2. Organizacije za normizaciju

Međunarodna organizacija za normizaciju (International Organisation for Standardization – ISO) usvaja norme iz različitih polja ljudskog djelovanja. ISO ima u 3 000 tehničkih odbora (Technical Committee – TC). Tehnički odbor koji se bavi donošenjem normi iz područja prostornih informacija nosi oznaku ISO/TC 211.

Taj odbor je na svojoj inicijalnoj sjednici definirao da će norme koje bude donosio odrediti: metode, alate i servise za upravljanje podacima, prikupljanje, procesiranje, analiziranje, pristupanje, prezentiranje i razmjenu digitalnih prostornih podataka između korisnika, sustava i lokacija.

Tijek stvaranja ISO normi je sljedeći (Slika 21): nakon izradbe programa rada (WP – work programme) radna skupina izrađuje prvu verziju buduće radne norme (WG D – working group draft). U sljedećem koraku radna skupina prosljeđuje WG D tehničkom odboru za razmatranje, koji je zatim proglašava radnom verzijom tehničkog odbora (CD – committee draft). Nakon šest mjeseci izrađuje se radna verzija norme (DIS – Draft International Standard), koja se prosljeđuje na mišljenje svim članovima ISO-a. U sljedećem se koraku donosi konačna radna verzija norme (FDIS – Final Draft International Standard), te se u posljednjem koraku formalno glasuje nakon čega se, ako je FDIS prihvaćen, norma proglašava međunarodnom (IS – International Standard).



Slika 21. Procedura stvaranja ISO-normi

Na europskoj je razini za normizaciju prostornih informacija nadležan Europski komitet za normizaciju (Comite Europeen de Normalisation – CEN) putem svojih odbora CEN/TC 287 i CEN/TC 278. Tijek izradbe europske norme sličan je protokolu ISO-a.

U Hrvatskoj je nakon neuspjele inicijative iz 1998. godine, u suradnji između Državne geodetske uprave i Državnog zavoda za normizaciju i mjeriteljstvo pokrenuta nova inicijativa u siječnju 2003. godine. Njome se, kao radno tijelo Državnog zavoda za normizaciju i mjeriteljstvo, osnovao tehnički odbor TO 211 Geoinformacije/Geomatika.

Cilj rada odbora je uspostava niza normi za informacije o objektima ili pojavama koje su izravno ili neizravno povezane s njihovim položajem u odnosu na Zemlju. Norme bi trebale odrediti metode, alate i službe za upravljanje podacima (uključujući definicije i opise), prikupljanje, obrađivanje i analiziranje podataka, pristup podacima, te prikaz i prijenos takvih podataka u digitalnom (elektroničkom) obliku među različitim korisnicima, sustavima i mjestima (Cetl 2003).

#### 4.5.3. Pregled važnijih normi

U svijetu postoji mnogo normi u polju prostornih podataka donešenih od nadležnih međunarodnih ili državnih institucija. Neke norme već su zaživjele u praksi kao, npr. DXF, ATKIS itd. U nastavku je dan pregled nekih važnijih normi.

Drawing Interchange Format (DXF) je norma za razmjenu među CAD sustavima i ostalim vektorskim programima razvijena od tvrtke Autodesk. Nedostatak je što podržava samo razmjenu geometrijskih podataka i teksta, dok su ostali podaci skoro u potpunosti zanemareni.

CEN TC 287 norma razvijena od CEN komiteta pokriva normizaciju u području digitalnih prostornih informacija. Sastavni dijelovi ove norme su: referentni model prostornih informacija, prostorna shema, kvaliteta, metapodaci, prijenos prostornih informacija, lokacija, upiti i održavanje te prostorni identifikatori.

Digital Geographic Information Exchange Standard (DIGEST) je norma kojom su specificirane jedinstvene metode za razmjenu digitalnih prostornih informacija u zemljama članica NATO-a. Njeni formati podataka omogućuju razmjenu teksta na kartama, rasterskih i vektorskih podataka, uključujući špageti vektorske, lančane vektorske i topološke vektorske formate.

Neutral Transfer Format (NTF) je norma za koju je nadležna Britanska institucija za normizaciju (BSI), točnije njezin tehnički odbor IST/36. NTF omogućuje razmjenu prostornih informacija (digitalnog topografskog plana, digitalnog modela reljefa ili različitih baza podataka) između različitih računalnih sustava. Nije mu namjena trajno pohranjivanje podataka. NTF propisuje način na koji se opisuje sadržaj zapisa s podacima, a sadrži pet razina razmjene, ovisno o složenosti podataka koji se razmjenjuju:

- razina 0: Rasterski i mrežni (grid) podaci
- razina 1: jednostavni vektorski podaci bez topologije
- razina 2: jednostavni vektorski podaci bez topologije + neograničen broj atributa
- razina 3: podaci koji uključuju topologiju s poligonima i kompleksnim objektima
- razina 4: podaci neograničene složenosti.

---

Amtliches Topographisch-kartographisches Informationssystem (ATKIS) je norma zasnovana na objektno-orijentiranom konceptijskom modelu podataka, a definira modeliranje digitalnog modela terena (DLM) te sadržaja digitalnog kartografskog modela (DKM). ATKIS je razvio radni komitet njemačkog Državnog ureda za izmjeru i kartiranje (Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland-AdV) između 1985-1989. godine. Djelovi ATKIS-a su: Katalog objektnih vrsta (ATKIS-OK) i Katalog signatura (ATKIS-SK). Razmjena podataka ATKIS-a slijedi ista načela kao i razmjena podataka ALK (Automatisierte Liegenschaftskarte).

INTERLIS je švicarska norma za razmjenu digitalnih katastarskih podataka. Njen razvoj je započeo 1985. kao dio projekta reforme Švicarskog katastra. Osnovna je ideja INTERLIS-a u tome da je razmjena podataka između dva GIS-a moguća jedino onda ako obje strane koje sudjeluju u razmjeni opisuju svoje podatke na isti način. Stoga INTERLIS ponajprije precizira opis podataka jedinstvenom konceptijskom shemom, a tek sekundarno definira razmjenski format.

Postoji još mnogo normi koje se bave digitalnim prostornim informacijama, kao na primjer: ONORM A 2260 (Austrija), SOSI (Norveška), GDF - Geographic Data File, VRML (Virtual Reality Modelling Language), DFT - Data Interchange Standard for Cadastral Mapping (Mađarska), EDIGeo (Francuska), IEF91 (Izrael), NICCa (Španjolska).

## 5. Podaci- prostorni i opisni i njihova integracija

Podaci su najvažnija komponenta u svim geoinformacijskim sustavima jer imaju najdulji vijek trajanja (50-100 godina) te za njihovo prikupljanje otpada najveći dio troškova (80 %) pri uspostavi geoinformacijskih sustava.

Mnogi ljudi koriste termine *podaci* i *informacija* kao sinonime, međutim ta dva termina sadrže vrlo različite koncepte.

*Podaci* se definiraju kao cjeline nekih činjenica ili pojava, koje su sustavno prikupljane u neke specifične svrhe. Podaci se mogu pojaviti u oblicima kao što su:

- jezični izrazi (npr. ime, dob, adresa, vlasništvo)
- simboli (prometni znakovi)
- matematički izrazi (npr.  $F=m \cdot a$ )
- signali (elektromagnetski valovi).

*Informacije* se definiraju kao podaci koji su obrađeni u oblik značajan primaocu te informacije u tekućim ili budućim procesima odlučivanja (URL2).

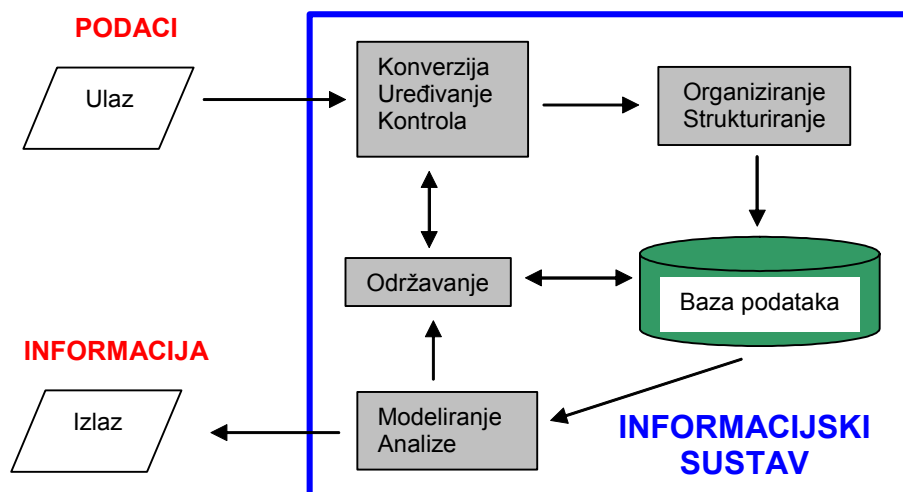
Premda su podaci sastavni dijelovi informacije, ne čine svi podaci korisnu informaciju:

- neodgovarajuće prikupljeni i organizirani podaci uopće nisu korisni za informacije,
- podaci koji čine korisnu informaciju jednoj osobi, ne mora biti korisna za neku drugu.

Informacija je korisna primaocu isključivo ako je ona:

- relevantna (namijenjena svojoj svrsi i odgovarajućom razinom važnosti)
- pouzdana, točna i dokaziva (u neovisnom smislu)
- ažurna (up-to-date) i pravovremena (u ovisnosti od svrhe)
- kompletna (u opisnoj, prostornoj i vremenskoj pokrivenosti)
- razumljiva (tj. shvatljiva njenom primaocu)
- dosljedna (tj. u skladu s ostalim izvorima informacija)
- praktična (jednostavna za rukovanje i odgovarajuće zaštićena).

Funkcija *informacijskog sustava* je preinaka podataka u informaciju, koristeći se sljedećim postupcima (Slika 22): konverzija, organizacija, strukturiranje, modeliranje.



Slika 22. Preinaka podataka u informaciju u informacijskom sustavu (URL 2)

Osnovne vrste podataka koje se koriste u GIS tehnologiji su:

- prostorni podaci - definiraju apsolutnu i relativnu lokaciju objekata realnog svijeta
- opisni podaci - opisuju kvantitativne i/ili kvalitativne osobine prostornih objekata.

Pored ovih dviju vrsta postoji i treća vrsta podataka- slikovni podaci (engl. image data), koji uključuju razne elemente kao što su satelitske snimke, avionske snimke i skanirane podatke tj. podatke koji su pretvoreni iz analognog u digitalni format (URL 3).

Organizacija informacija o prostoru mora se razmatrati u kontekstu prostornih i opisnih podataka iz razloga što te dvije vrste podataka:

- imaju različite karakteristike
- imaju različit način pohrane
- imaju različite metode obrade.

### 5.1. Prostorni podaci

Prostorni podaci (engl. spatial data) su podaci koji se mogu prostorno smjestiti, to znači identificirati i locirati u nekom koordinatnom sustavu. Njih možemo prikazati kao grafičke elemente koji nam pružaju informacije gdje se neki objekt nalazi, kako on geometrijski izgleda te kako je on povezan s drugim objektima.

Za prostorne podatke u literaturi i praksi često se koriste termini koji se međusobno dopunjuju poput: geografski podaci, geografske informacije, prostorno povezani podaci, geoprostorni podaci i slično.

Kod prostornih podataka možemo uočiti tri sastavnice (Slika 23):

- geometrijskih - određuju položaj objekata u prostoru uz pomoć koordinata
- topoloških – povezuje dijelove objekata u smislenu cjelinu
- tematskih - daje objektima dodatni sadržaj.

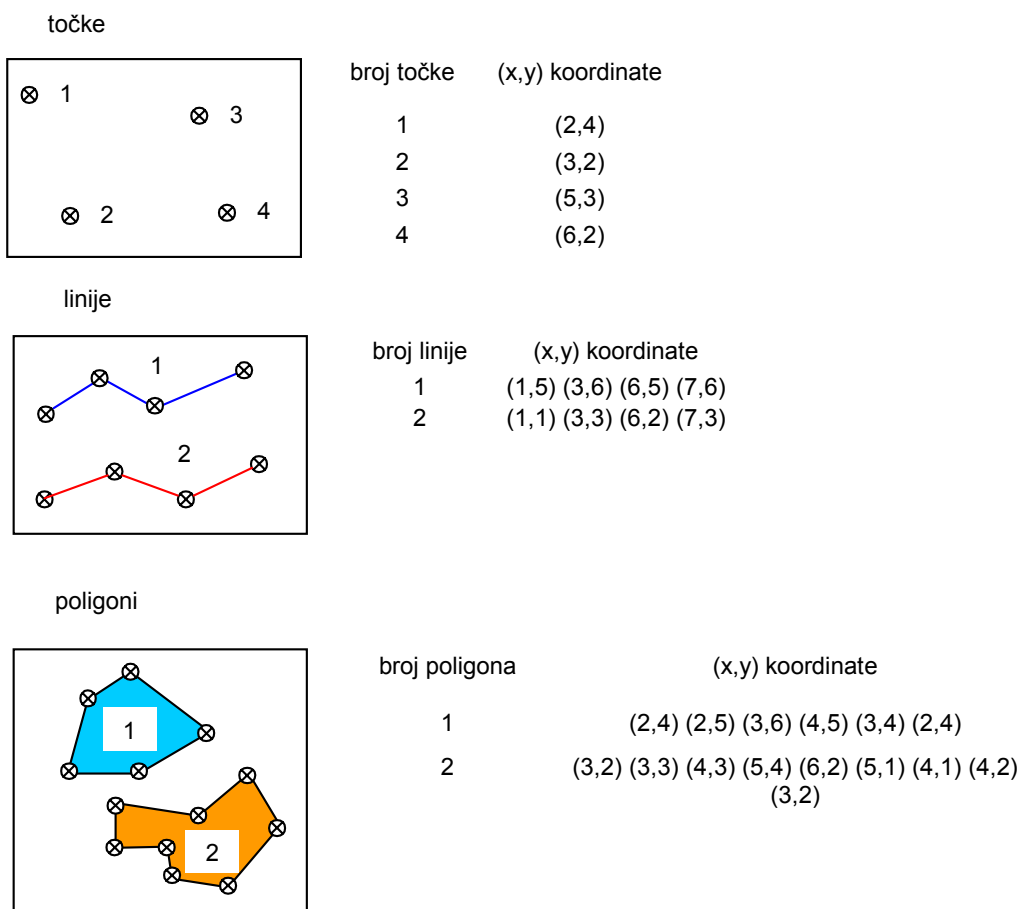


Slika 23. Sastavnice prostornih podataka

### 5.1.1. Prezentacija prostornih podataka

Prostorni podaci o objektima prezentiraju se trima osnovnim oblicima, i to kao (Slika 24):

- točka,
- linija ili
- poligon.



Slika 24. Pojavni oblici prostornih podataka (Longley i dr. 2002)

*Točkom* (engl. point) se definiraju objekti koji nemaju dimenzija (ni dužinu ni širinu) ili su po svojoj dimenziji toliko mali da ih se ne može prikazati na drugi način. Točka je pohranjena kao jedan par koordinata (x,y). Točkama odnosno topografskim znakovima se prikazuju npr.: električni stupovi, tornjevi, šahtovi, geodetske točke i sl.

*Linijom* (engl. arc, line) se definiraju objekti koji su u prirodi zaista linijskog karaktera ili se zbog svoje širine ne mogu drukčije prikazati. Njome se dakle prikazuju objekti koji imaju svoju duljinu, a nemaju površinu te se prikazuju nizom para (x,y) koordinata. Linijom, ili lukom, definiraju se: administrativno-upravne granice, razni vodovi, granice vlasništva, te ovisno o mjerilu plana ili karte: prometnice, rijeke i sl.

*Poligonima* (engl. polygon, areas) se definiraju objekti površinskog karaktera putem zatvorenih linija. Poligonima se prikazuju katastarske čestice, zgrade, šume, jezera i druge površine. Njihovo prikazivanje je ovisno o mjerilu (URL 2, URL 4).

### 5.1.2. Vektorski i rasterski modeli podataka

U geoinformacijskim sustavima postoje dva oblika pohrane i prezentacije prostornih podataka, koje još nazivamo modelima podataka. To su vektorski i rasterski modeli podataka.

Odabir između vektorskog i rasterskog modela podataka ovisi o izvoru i vrsti podataka, kao i svrsi za što će se ti podaci koristiti. Određeni analitički postupci zahtijevaju rasterske podatke dok drugima odgovaraju vektorski podaci (Buckley 1997).

*Vektorski model podataka.* Metodu prezentiranja prostornih objekata pomoću osnovnih grafičkih elemenata točkom, linijom ili poligonom (Slika 24), nazivamo vektorskom metodom ili vektorskim modelom podataka. Te podatke nazivamo vektorskim podacima (engl. vector data).

Prostorni objekti su organizirani u slojeve (engl. layers) koje se negdje nazivaju teme (engl. themes). Tako se primjerice formira sloj za naselja, prometnice, katastarske čestice, elektroenergetsku infrastrukturu, vrste vegetacije, način korištenja zemljišta, političke granice, promet i dr.

Postoji nekoliko prednosti i nedostataka u korištenju vektorskog modela prostornih podataka. Prednosti su:

- podaci se prezentiraju u njihovoj izvornoj rezoluciji i obliku, bez generalizacije
- What You See Is What You Get (WYSIWYG)
- većina podataka je u vektorskom obliku pa nije potrebna konverzija podataka
- prostorna točnost
- učinkovitiji postupci koji zahtijevaju topološke informacije (najbliže susjedstvo, mrežne analize)
- kvaliteta modeliranja.

Nedostaci su:

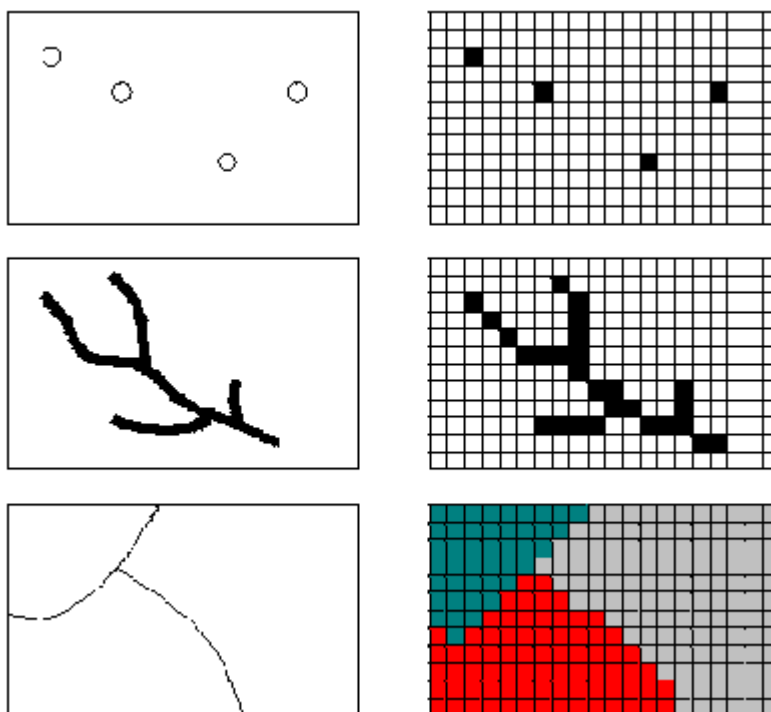
- direktna pohrana lokacije svake točke
- kompleksnost pri stvaranju i održavanju topološke strukture (topologije)



- kompleksnost algoritama za upravljanje i analizu
- kontinuirani objekti nisu učinkovito prikazani u vektorskom obliku (npr. visinski podaci)
- prostorne analize unutar poligona nisu moguće
- visoka cijena i tehnologija.

*Rasterski model podataka.* Prostorni podaci koji su prikupljeni metodama daljinskog pronicanja (satelitske i avionske snimke) ili skaniranjem planova su rasterski podaci. Njih čini mreža točkica ili ćelija tzv. piksela (engl. pixel) koji se nalaze u koordinatnom sustavu, a svakoj ćeliji je pridruženo neko svojstvo.

Metoda prezentiranja prostornih podataka pikselima (Slika 25) naziva se rasterska metoda ili rasterski model podataka, a podaci se opisuju kao rasterski podaci.



**Slika 25. Točka, linija i poligon u rasterskom modelu (URL2)**

Jedan rasterski piksel predstavlja dio zemljine površine, veličina tog detalja ovisna je o rezoluciji snimka koja se može kretati u rasponu ispod jednog kvadratnog metra do nekoliko kvadratnih kilometara.

Prednosti rasterskog modela prostornih podataka u odnosu na vektorski model su:

- jednostavnost podataka (položaj u prostoru svake ćelije određen pozicijom u matrici)
- analiza podataka je jednostavna i brzo se provodi
- diskretni objekti su jednako dobro pohranjeni kao i oni kontinuirani
- sustav mreže piksela odgovara «rasterskom» principu izlaznih uređaja (npr. plotera).

Nedostaci su:

- veličina piksela određuje rezoluciju podataka
- linearni objekti se teško adekvatno prikazuju zbog rezolucije piksela
- raster prikazuje samo jedno svojstvo neke površine
- niska prostorna točnost (većina rasterskih izlaza ne odgovara potrebnoj kartografskoj točnosti)
- velika količina memorije.

## 5.2. Opisni podaci

Opisni podaci (engl. attribute, tabular data) opisuju prostorne podatke i povezani su s njima putem identifikatora. Još se nazivaju neprostornim, atributnim ili tabelarnim podacima.

Opseg opisnih podataka u geoinformacijskom sustavu je neizmjeran. Neki se opisni podaci (atributi) mijenjaju sporije a neki brže. Neki su fizičke prirode dok su drugi socijalne ili ekonomske prirode. Neki atributi jednostavno označuju mjesto ili objekt – primjerice kućna adresa ili broj katastarske čestice. Drugi atributi sadrže mjerenja vezana za neku lokaciju ili vrijeme (npr. temperatura zraka i visina), a neki klasificiraju u kategorije (klasa zemljišta, kultura zemljišta). Iz razloga što su opisni podaci ili atributi važni izvan domene geoinformacijskih sustava postoje standardni termini za njihove vrste (Longley i dr. 2002).

### 5.2.1. Organizacija opisnih podataka

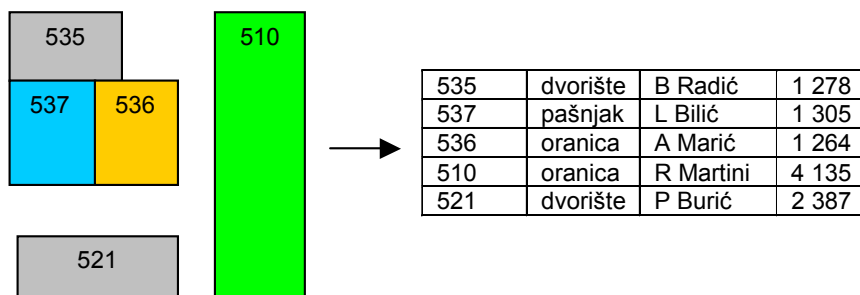
Najosnovniji elementi organizacije opisnih podataka su *atributi* (engl. attribute). Atributi (Slika 26a) su svojstva koja su nam poznata o nekom entitetu, a entitet je osoba, stvar (objekt), događaj ili pojava. Vrijednost nekog atributa može biti izražena brojem, slovom, nizom znakova, logičkim izrazom i sl.



a) atributi koji se odnose na k.č.

1 278	dvorište	B Radić	05021994
-------	----------	---------	----------

b) zapis niza atributa



c) datoteka

**Slika 26. Atributi, zapis i datoteka**

Grupa međusobno povezanih atributa čini *zapis* ili slog (engl. record). Zapis (Slika 26b) sadržava kombinaciju atributa različitih vrijednosti (npr. ime, datum, adresa), a predstavlja jednu cjelinu u elektroničkoj obradi podataka.

*Datoteka* (engl. file) je skup svih zapisa iste vrste (Slika 26c). Primjerice, datoteka koja sadrži zapise od niza znakova (engl. character strings) naziva se tekstualna datoteka ili ASCII datoteka. Svaka datoteka označuje se svojim imenom (engl. filename). Datoteke se u relacijskim bazama podataka nazivaju tablice (ili relacije), koje su organizirane u redove i stupce.

### 5.2.2. Vrste opisnih podataka

Prema (Longley i dr. 2002) opisni se podaci (atributi) klasificiraju kao:

- nominalni
- redni
- intervalni
- razmjerni i
- ciklički atributi.

Najjednostavnija vrsta opisnih podataka, nazvana *nominalna*, služi samo za identificiranje ili razlikovanje jednog objekta (entiteta) od drugog putem imena. Imena mjesta su dobar primjer za to, kao i imena kuća, ili broj vozačke dozvole – svaki podatak služi samo za identifikaciju jednog člana klase od ostalih članova te iste klase. Nominalni atributi uključuju: brojeve, slova, čak i boje.

Atributi su *redni* (engl. ordinal) ako njihova vrijednost ima prirodan niz (red). Primjerice poljoprivredna zemljišta su rangirana u klase prema kvaliteti tala, Klasa 1 je najbolje kvalitete, Klasa 2 manje dobre, itd. U ovoj vrsti atributa postavljanje nekih omjera ili traženje srednje vrijednosti nema nikakvog smisla. Međutim utvrđivanje vrijednosti (medijana) da je polovina atributa više rangirana, a polovina niže rangirana, je zamjenska vrijednost za srednju vrijednost rednih atributa što daje koristan podatak.

Atributi su *intervalni* ako razlike među vrijednostima imaju smisla. Celzijusova temperaturna ljestvica je intervalna zato što ima smisla reći da se 30 i 20 razlikuju isto kao 20 i 10.

Atributi su *razmjerni* ili odnosni (engl. ratio) ako omjeri među vrijednostima čine smisao. Težina je razmjerni atribut zato što ima smisla reći da je osoba od 100 kg dva puta teža od osobe od 50 kg, ali temperatura je isključivo intervalna zato što 20 C° nije dva puta toplije od 10 C° (ovaj argument vrijedi za sve skale, ljestvice i brojevnih sustave koji su zasnovani na sličnim proizvoljnim nultim točkama, uključujući i geografsku duljinu).

U geoinformacijskom sustavu je ponekad potrebno baviti se podacima koji ne ulaze ni u jedno od ovih četiri vrsta. Primjerice, podaci mogu biti *ciklički*, koji uključuju prikazivanje smjera (npr. nekog voda) na planovima, smjer sjevera ili geografsku duljinu. U posljednje navedenom primjeru pojavljuje se poseban problem što broj koji slijedi 359° je nula (0°). Nadalje bi traženjem srednje vrijednosti između njih dobili sasvim krivu informaciju (180°), pa se oko tog problema i još nekih sličnih mora obratiti posebna pozornost pri unosu i obradi podataka.

### 5.2.3. Baze podataka

Koncept baze podataka je pristup organizacije podataka u elektroničkoj obradi podataka. Baza podataka je skup međusobno povezanih podataka pohranjenih bez zalihosti s ciljem da na optimalan način posluže u raznim primjenama. Podaci se spremaju neovisno o programima koji ih koriste, zajedničkim pristupom dodaju se novi podaci te mijenjaju i premještaju postojeći (Medak 2002).

Pohrana podataka u bazama podataka pruža mnogo prednosti u odnosu na onu tradicionalnu u datotekama:

- sakupljanje podataka na jednu lokaciju umanjuje redundantnost i dupliciranje
- troškovi održavanja se smanjuju zbog bolje organizacije i smanjene podvostručenosti podataka
- aplikacije postaju neovisne o podacima, time više aplikacija može koristiti podatke i mogu se s vremenom zasebno odvojiti
- znanje (vještine) korisnika mogu se lakše prenositi među aplikacijama zato što baze podataka ostaju konstantne
- pojednostavljeno je zajedničko korištenje podacima, a omogućen je skupni pregled podataka svim stručnjacima i korisnicima
- uvedena je i pojačana sigurnost, normizacija podataka i poboljšani pristup podacima.

Manje i jednostavne baze podataka koje koristi mali broj ljudi mogu se pohraniti na disk računala u standardnim datotekama. Međutim veće i kompleksnije baze podataka s više desetina, stotina ili tisuća korisnika zahtijevaju posebne sustave za upravljanje bazama

podataka kako bi se osigurali integritet i trajnost baze podataka. To su sustavi za upravljanje bazom podataka (DBMS – Database Management System).

Sustav za upravljanje bazom podataka (DBMS) je softverska aplikacija izrađena da organizira uspješnu i djelotvornu pohranu i pristup podacima. Danas, praktički svi veći geoinformacijski sustavi koriste DBMS tehnologiju (Longley i dr. 2002). Sustav za upravljanje bazom podataka (DBMS) je programski sustav koji osigurava osnovne funkcije odabranog modela podataka u postupku kreiranja i korištenja baze podataka. Sastoji se od integrirane kolekcije programske podrške koja omogućava:

- opis i upravljanje podacima pomoću posebnog jezika
- visoki nivo sučelja prema podacima nezavisan od strukture podataka u računalu
- učinkovito korištenje i razumijevanje informacija pohranjenih u bazi podataka, zahvaljujući skupu programskih alata.

Sustavi za upravljanje bazom podataka mogu se klasificirati s obzirom na način pohrane i upravljanje podacima, što ustvari znači s obzirom na modele podataka. Vrste tih sustava mogu biti: mrežni, hijerarhijski, relacijski, objektnoorijentirani, deduktivni. Svi ovi modeli bit će objašnjeni u poglavlju 5.3.3.

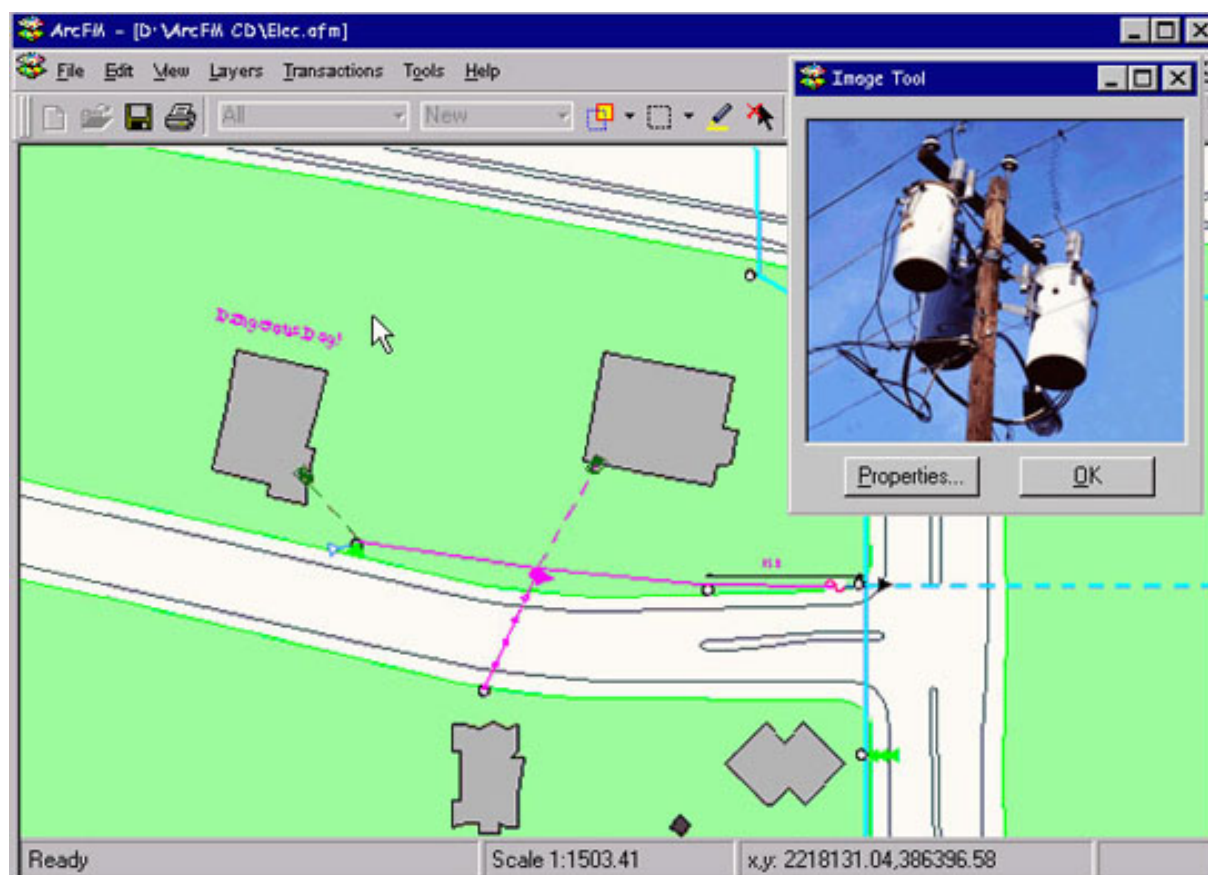
#### 5.2.4. Slikovni podaci

Slikovni podaci (engl. image data) se koriste za pohranu snimaka dobivenih daljinskim pronicanjima (satelitske snimake, ortofoto snimake) ili kao pomoćna grafika (fotografije, skanirani dokumenti).

Slikovni se podaci u geoinformacijskim sustavima obično nalaze kao podloga (ako je slika kalibrirana i georeferencirana) ili kao grafički (slikovni) opis. Da bi se slikovni podaci mogli analitički koristiti u geoinformacijskim sustavima moraju biti pretvoreni u rasterski format (ili još u vektorski format).

Obično se pohranjuju u neke od standardnih proizvođačkih slikovnih formata. Ostali slikovni formati kao što su TIFF, GIF, PCX itd. koriste se za pohranjivanje pomoćnih slikovnih podataka čije prikazivanje omogućuje većina GIS softvera.

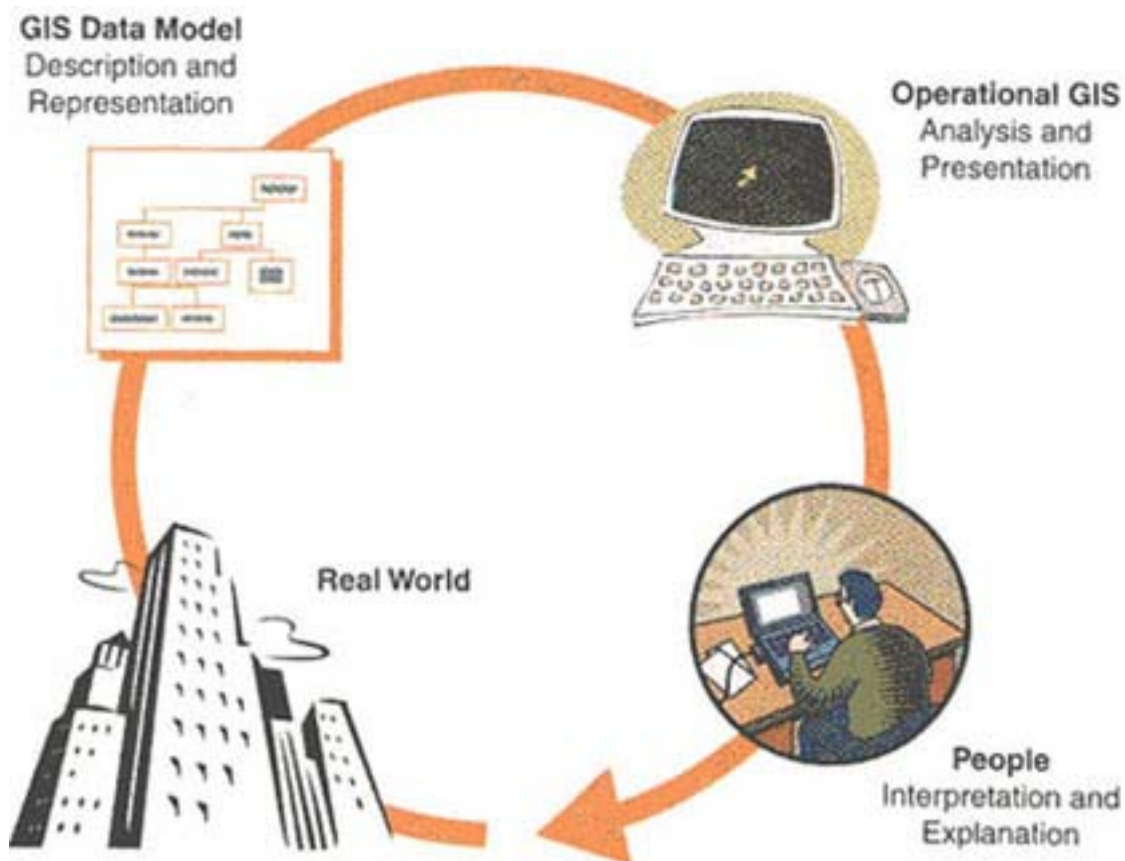
Slikovni model podataka je vrlo pogodan za rad sa slikama stvarnih objekata, kao što je primjerice slika stupne trafostanice, koja se nalazi kao opis (atribut) objekta u bazi podataka (Slika 27).



Slika 27. Slika stupne TS u bazi podataka

### 5.3. Modeli podataka

Model podataka je niz konstrukcija kojima se opisuju i prezentiraju odabrani objekti realnog svijeta u računalnom sustavu (Slika 28). Odluka o vrsti modela koji će se odabrati je od presudne važnosti za uspjeh projekata iz razloga što analize koje provodimo izrazito ovise o načinu na koji je stvarni svijet modeliran (Longley i dr. 2002).



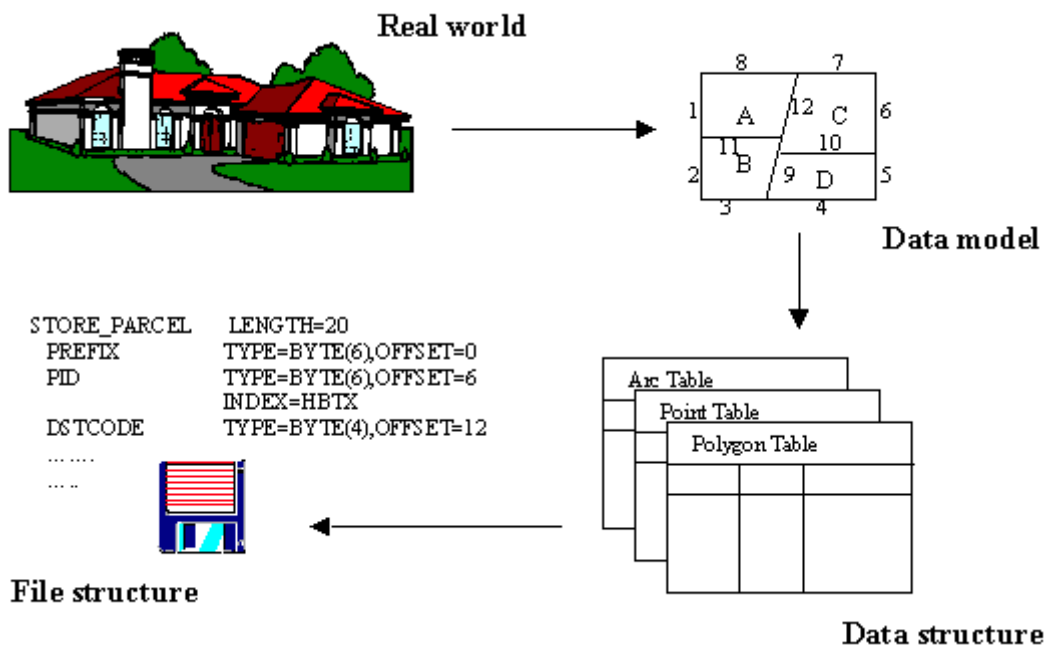
Slika 28. Uloga modela podataka u geoinformacijskom sustavu (Longley i dr. 2002)

Ne postoji jedan model podataka u geoinformacijskom sustavu koji je najbolji za sve primjene, zato što različiti korisnici koriste GIS u različite svrhe, a vrste podataka koje koriste imaju različite karakteristike.

### 5.3.1. Pojmovi modela i strukture podataka

Stvarni svijet se prezentira korisničkim viđenjem (percepcijom). To je najniža razina apstrakcije podataka, koja može i ne mora biti usmjerena ka uspostavi nekog informacijskog sustava.

Razine apstrakcije (razlučivanja) u organizaciji informacija su počevši od realnog svijeta preko odabranog modela podataka, njegove podatkovne strukture do konačne strukture datoteka (Slika 29).



Slika 29. Razine apstrakcije u organizaciji informacija

Važno je razlikovati modele podataka od modela baze podataka. Vektorske i rasterske metode prezentiranja realnog svijeta kao što je opisano u poglavlju 5.1.2. su modeli podataka. Relacijske, mrežne, hijerarhijske i objektno-orijentirane baze podataka su modeli baze podataka- to su softverske primjene modela podataka.

Struktura podataka predstavlja višu razinu apstrakcije podataka od organizacije informacije u smislu što se ona odnosi na oblikovanje i primjenu organizacije informacija. To znači da je struktura podataka ovisna o softveru, ali ne još u ovoj fazi o hardveru.

Struktura podataka čini temelje za sljedeću razinu apstrakcije podataka u informacijskom sustavu, to je struktura datoteke (engl. file structure) ili format datoteke (engl. file format). Struktura datoteke je orijentirana na primjenu hardvera, to znači na fizičku pohranu podataka na određeni medij (URL 2).

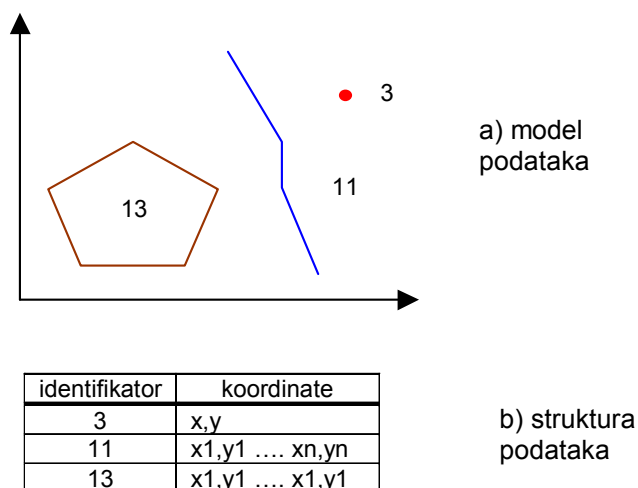
### 5.3.2. Modeli prostornih podataka

Postoji nekoliko primjena vektorskog modela podataka, koji uključuju:

- špageti
- hijerarhijski
- topološki model.

Špageti model, topološki neuređen model, bazira se na doslovnom pretvaranju grafike s analognih planova. Špageti model (Slika 30) možemo predočiti na način da plan zamislamo pokrivenog špagetima, vrlo kratki špageti su točke, oni duži linije, a niz dijelova špageta sa svojim zajedničkim početkom i krajem čine površinu. Svaki pojedinačni objekt je određen svojim (x,y) koordinatnim parom.





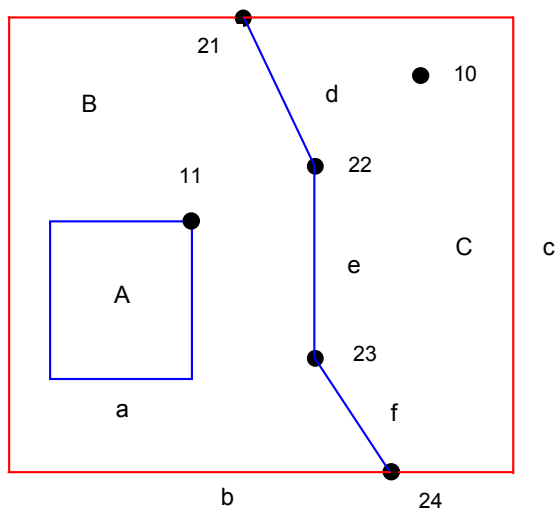
Slika 30. Špageti model i struktura podataka

Rezultat manjka topologije u ovom modelu su obilna računanja, što mnogo otežava mjerenja i analize. S druge strane, špageti model je relativno učinkovitiji pri kartografskim prikazima, a koristi se primjerice u CAD sustavima gdje analize nisu primarna svrha.

Sloj dviju vrsta prostornih podataka (geometrije i topologije) pohranjeni su u CAD-u te logički razvrstani u slojeve, a uz to i preko jedinstvenog identifikatora (npr. broj katastarske čestice) povezani sa relacijskom bazom tematskih podataka. Na prvi pogled savršeno no ovaj model pokazao je brojne nedostatke. Redundantnost podataka, problemi standardizacije proizvođačkih CAD formata datoteka kao i njihovo centralizirano održavanje isključili su tzv. spaghetti model podataka kao opciju za izgradnju sustava za upravljanje prostornim podacima (Roić i dr. 2002).

Nedostatak ovog modela je što se ne vidi preklapanje poligona, kao i što se zajednička granica između dva susjedna poligona (npr. dvije katastarske čestice) mora digitalizirati i pohraniti dva puta.

Hijerarhijski vektorski model, odnosno struktura, razvijen je radi olakšavanja reaktiviranja odvojeno pohranjenih točaka, linija ili poligona u logičku hijerarhiju (Slika 31).



a) Model podataka

Poligon	granične linije
A	a
B	a, b
C	d, e, f, c

ID linije	od točke	do točke	lijevi polig.	desni polig.
a	11	11	A	B
b	21	24	B	--
...				
f	23	24	C	B

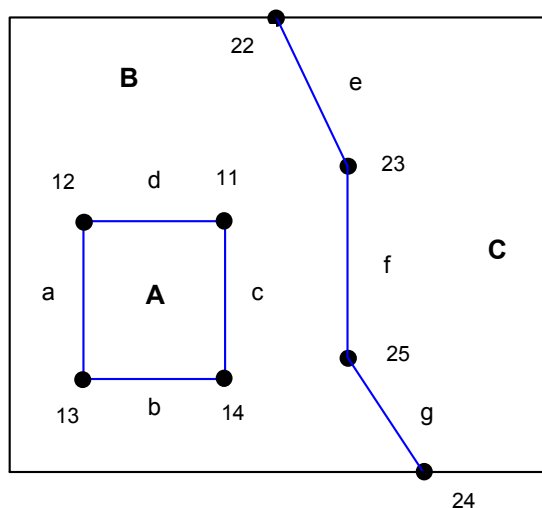
b) Struktura podataka

Točka	x	y
10		
11		
...		
24		

Slika 31. Hijerarhijski model i struktura podataka (URL 2)

Svaki segment linije, osnovni logički entitet u topološkoj strukturi podataka, počinje i završava kada on dodiruje ili siječe drugu liniju, ili kada linija mijenja smjer. Topološki model podataka (Slika 32) u geoinformacijskom sustavu olakšava korisniku karte odrediti prostorne odnose sadržane na analognim kartama (URL 4).

Topologija je u biti matematička metoda koja se koristi za definiranje prostornih odnosa, unutar nje objektima se dodaju osobine: djeljivosti (zajedništva), povezanosti i susjedstva (kontinuiteta). Bez topološke strukture vektorskih podataka većina postupaka i prostornih analiza u geoinformacijskim sustavima ne bi bila izvediva.



a) Model podataka

**Topološki kodirana mreža i datoteka poligona**

ID linije	od točke	do točke	lijevi polig.	desni polig.
a	11	13	A	B
b	13	14	A	B
...				
f	23	25	C	B
g	25	24	C	B

b) Struktura podataka

**Datoteka koordinata točaka**

Točka	x	y
11		
12		
...		
25		

**Slika 32. Topološki model i struktura podataka (URL 2)**

Sustavi softvera koji se temelje na vektorskom topološkom modelu podataka, također nazivani geo-relacijski model, postali su tijekom godina popularni. Termin geo-relacijski dolazi prema načinu na koji je topološki model primijenjen, u kojem su geometrijske i pridružene topološke informacije pohranjene u datoteke, a atributi se nalaze u tablicama RDBM sustava (Longley i dr. 2002).

Postoji i posebna vrsta topološkog modela, mrežni model podataka (engl. network data model), koji se primjenjuje u aplikacijama pri analizama mreža (npr. pri proračunu pada napona u električnim mrežama ili pri usmjeravanju vozila hitne pomoći po gradskim ulicama).

Svi prostorni sustavi sadrže mnogo entiteta s velikim brojem osobina (properties), složenih odnosa i sofisticiranih postupaka. Modeliranje takvih entiteta kao točke, linije i poligona je prejednostavno i ne podržava sofisticirane osobine potrebne za moderne analize.

Pokušavajući odvojiti stanje jednog entiteta (obilježja koje definira *što jest*) od ponašanja entiteta (postupaka koja definiraju *što čini*) razvili su se objektni modeli podataka, oni omogućuju da se prostorni sustavi modeliraju na jedan integrirani način u geoinformacijske sustave, što je od velikog značaja.

Glavni cilj objektnog modela podataka je prikupljanje prostornih objekata i relacija među objektima. Svaki pojedini objekt je integrirani skup geometrije, osobina i postupaka. U objektnom modelu podataka sa geometrijom se postupa kao sa svakim drugim atributom objekta a ne kao sa njenom primarnom karakteristikom.

Prostorni objekti iste vrste se grupiraju zajedno kao *klase* objekata. GIS alatima svaka klasa objekta se pohranjuje u tablice (stupci-osobina, redovi-objekt). Svi prostorni objekti sadrže neku od vrsta odnosa sa drugim objektima u istoj klasi objekta, i moguće sa objektima u drugim klasama objekta.

Objektni model podataka također omogućuje primjenu nekoliko vrsta pravila (engl. rules) kojima se podržavaju odnosi među objektima (tj. među klasama objekata). Tako se primjerice vrstom prostornih pravila (engl. geographic rules) definira što se događa pri parcelaciji neke katastarske čestice.

Primjenom prostornog objektnog modela podataka realni svijet se modelira kao skup objekata i odnosa među objektima. Svaki entitet u realnom svijetu koji se uključuje u geoinformacijski sustav je jedan objekt. Skup objekata iste vrste čini klasu. Kada se stvara objektni model podataka specificiraju se klase i odnosi među njima.

Uopćeno možemo reći: klasa je definicija objekta, a objekt je instanca (pojava) klase. Primjeri klasa, u objektnoorijentiranom modeliranju katastra, mogu biti katastarske čestice ili stambene zgrade, a unutar jednog objekta katastarske čestice mogu biti kao njegovi atributi pohranjene koordinate međnih točaka. I međna točka pak može biti zaseban objekt, a skup tih objekata činit će klasu međnih točaka.

### 5.3.3. Modeli baze podataka

Opisni se podaci pohranjuju u bazu podataka na jedan organiziran način koristeći odgovarajući model podataka.

Model podataka u bazama podataka je formalni sustav koji mora imati barem sljedeće tri komponente (Medak 2002):

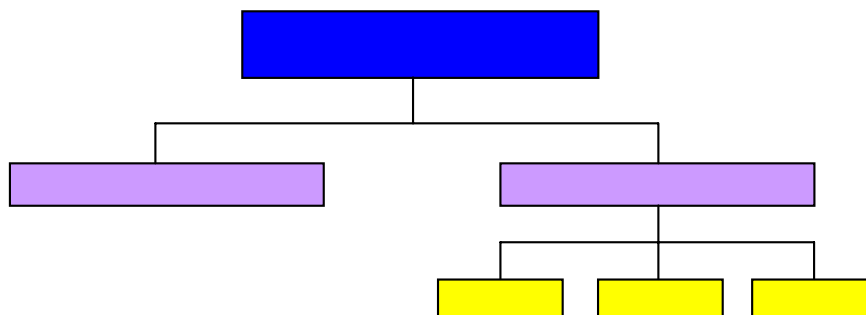
- 1) *Skup objekata* koji su osnovni elementi baze podataka,
- 2) *Skup operacija* koje možemo izvoditi nad objektima pod 1) i kojima se mogu pretraživati, dobivati i modificirati podaci o tim objektima,
- 3) *Skup općih pravila integriteta* podataka koji implicitno ili eksplicitno definiraju skup konzistentnih stanja podataka ili promjene stanja, ili oboje i koja su općenita u smislu da su primjenjiva na bilo koju bazu podataka koja koristi taj model.

Model podataka se koristi za:

- razvijanje sustava za upravljanje bazom podataka
- razvijanje programskih jezika za rad s podacima u bazi podataka
- razvijanje općih teorija oblikovanja baza podataka
- istraživanje svojstava podataka, odnosno svojstava baza podataka.

Logički modeli podataka, koji se implementiraju nakon razrađenog konceptijskog modela, jesu: hijerarhijski, mrežni, relacijski i objektni modeli (Matijević 2004).

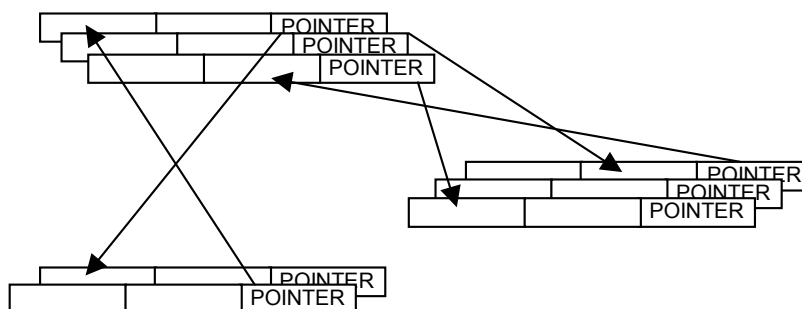
Struktura podataka u hijerarhijskom modelu prikazuje se hijerarhijskim odnosom među slogovima (roditelj-dijete) koji odgovara vezi tipa *jedan-prema-više* (1:M) ili *jedan-prema-jedan* (1:1). Slika 33 opisuje takvu hijerarhijsku strukturu podataka.



Slika 33. Hijerarhijska struktura podataka

Loša strana hijerarhijskog modela je nemogućnost jednostavne implementacije veze tipa više na više (M:M), te se ovaj model smatra zastarjelim pri modeliranju baza podataka.

Mrežni model predstavlja poboljšanje hijerarhijskog jer je moguća implementacija veze tipa M:N (*više-prema-više*). Slika 34 prikazuje strukturu mrežnog modela prikazanu dijagramom.



Slika 34. Struktura mrežnog modela baze podataka

Mrežni i hijerarhijski model u logičkom modelu odgovaraju u konceptijskom modelu modelu entitet-veza (EV).

Prednost mrežnog pa i hijerarhijskog modela podataka jest jednostavnost u prikazivanju i manipulaciji podacima. Međutim nedostaci su pretraživanje po unaprijed definiranim putovima i unaprijed definiranje veza između objekata (Cetl 2003).

Najniža razina interakcije korisnika sa prostornom (engl. geographic) bazom podataka je obično klasa objekta (object class), što čini jedan organiziran skup podataka za jednu određenu vrstu (engl. theme) kao što su npr. trafostanice u elektroenergetskoj mreži.

Klase objekta pohranjuju se u tablice baza podataka, a tablice su dvodimenzionalne strukture koje se sastoje od redaka i stupaca. Svaka klasa objekta je pohranjena u svoju tablicu u sustavu za upravljanje bazom podataka (DBMS). U retcima tablice se nalaze objekti (instance klase objekta), a stupci sadrže osobine (properties) objekata ili kako se obično zovu atributi.

Tablice u prostornim (geographic) bazama podataka razlikuju se od onih neprostornih baza po tome što sadrže stupac vezan za geometriju (obično se u alatima to naziva *shape column*).

Jednoznačno pojavljivanje svakog retka definira primarni ključ (engl. key), preko tih ključeva se spajaju tablice koristeći zajedničku vrijednost u nekom stupcu ili retku tablice. Time se stvaraju nove relacije ili pogledi tablica.

Standardni jezik za upite u relacijskim bazama podataka je SQL (Structured Query Language). U posljednje je vrijeme proširen sa prostornim mogućnostima.

Kod objektnih modela podaci se definiraju kroz objekte, a implementacija je objektna baza podataka koja čini skup objekata. U samom objektu je opisano i njegovo ponašanje odnosno izvan njega nema ništa što bi opisivalo njegovu strukturu.

Ponašanje objekta jedne klase definira se servisom, servisi opisuju procese nad podacima objekata. Definiranje servisa je osnovna razlika između relacijskog i objektnog modela. Relacijski model opisuje samo podatkovnu komponentu dok objektni model predstavlja konceptualni opis kompletnog sustava.

Programski jezik koji se koristi u objektnim modelima baza podataka je UML (Unified Modeling Language). UML je grafički jezik za vizualizaciju, specificiranje, konstruiranje i dokumentiranje dijelova softverski intenzivnih sustava.

#### **5.4. Modeliranje podataka**

Praktički sva iskustva kazuju nam kako su podaci najvažnija i najvrijednija komponenta pogonskog katastra. Upravo iz tog razloga moramo posebnu pozornost obratiti na njihovo modeliranje, jer to ustvari modernim rječnikom znači upravljanje podacima.

Prostorna baza podataka objektnoorijentiranog modela približava fizički model podataka svojem logičkom modelu. Objekti u prostornoj bazi podataka su uglavnom isti objekti koji se definiraju u logičkom modelu podataka, kao što su: vlasništvo, zgrade, katastarske čestice i ceste.

##### **5.4.1. Objektnoorijentirano modeliranje**

Primjena modernih SDBMS sustava kroz objektnoorijentirane modele podataka donosi mnoge prednosti. Objektnoorijentirano modeliranje omogućuje definiranje vlastitih vrsta objekata, definiranjem topoloških, prostornih i općih odnosa i prikupljanjem načina kako ti objekti komuniciraju s ostalim objektima.

Objektnoorijentirano modeliranje je moderan način modeliranja prostornih podataka koje bi, zbog svojih prednosti u odnosu na klasične modele, trebao naći primjenu u modeliranju razdjelne elektroenergetske infrastrukture.

ArcGIS Electric Distribution (ESRI 2001) sadrži gotove modele podataka prilagođene za primjenu u elektrodistribucijskim poduzećima. Osnovni princip ovog novog objektnoorijentiranog modela podataka je izuzetno modeliranje elektrodistribucijske infrastrukture kojime se prikupljaju karakteristike ponašanja (behaviour) objekata realnog svijeta, kao što su trafostanice i napojni vodovi. Primjer tog modernog modeliranja prikazan je u nastavku.

UML–om i CASE alatima (Computer-Aided Software Engineering) se dizajnira i stvara korisnička shema prostorne baze podataka, stvara prostorna baza podataka na osnovu sheme i zatim unose podaci.

Infrastruktura razdjelne mreže ovim modelom podijeljena je u četiri podsustava:

1. Objekti infrastrukture (Structures)
2. Dijelovi mreže / vodovi (Circuit Segments)
3. Uređaji (Devices)
4. Korisnici i usluga (Customer and Service).

#### Objekti infrastrukture (Structures)

*Structures* je apstraktna klasa koja sadrži zajedničke karakteristike za sve infrastrukturne objekte uključene u distribuciju električne energije. *Complex Edge* (složeni bridovi) je osnovna klasa za sve vodove (*Conductors*). Klasa *ElectricLineSegment* je stvorena kao klasa najviše razine za nadzemne i podzemne vodove. Dakle sve klase ispod *ElectricLineSegment* klase sadržavat će osobine ove «feature» klase.

Naslijedna ponašanja složenih oblika su vrlo različita od tradicionalnog (ArcInfo) modela topologije. Sustav automatski uređuje odnose među složenim oblicima bilo kojeg pridodanog uređaja, pa tako možemo odabrati kako želimo prostorno odvojiti mrežu.

*Structure* podržava distribucijsku opremu (zatezači, trafostanice, užad) koja se nalazi: na površini zemlje, pod zemljom ili iznad zemlje. Slika 35 prikazuje shemu objektnoorijentiranog modela podataka prikazanog UML stilom za infrastrukturne objekte (*Structures*).





Objasnimo primjerice za *FacilityStructure* što je apstraktna klasa koja sadrži zajedničke atribute od *EquipmentEnclosure* apstraktne klase i *SupportStructures* «feature» klase (H-konzole, stupovi, tornjevi).

*EquipmentEnclosure* sadrži ove «feature» klase (i podvrste):

- *SurfaceStructures* – površinski objekti (npr. postolja),
- *ElectricStation* – transformatorske stanice i
- *SwitchingFacility* – rasklopna postrojenja.

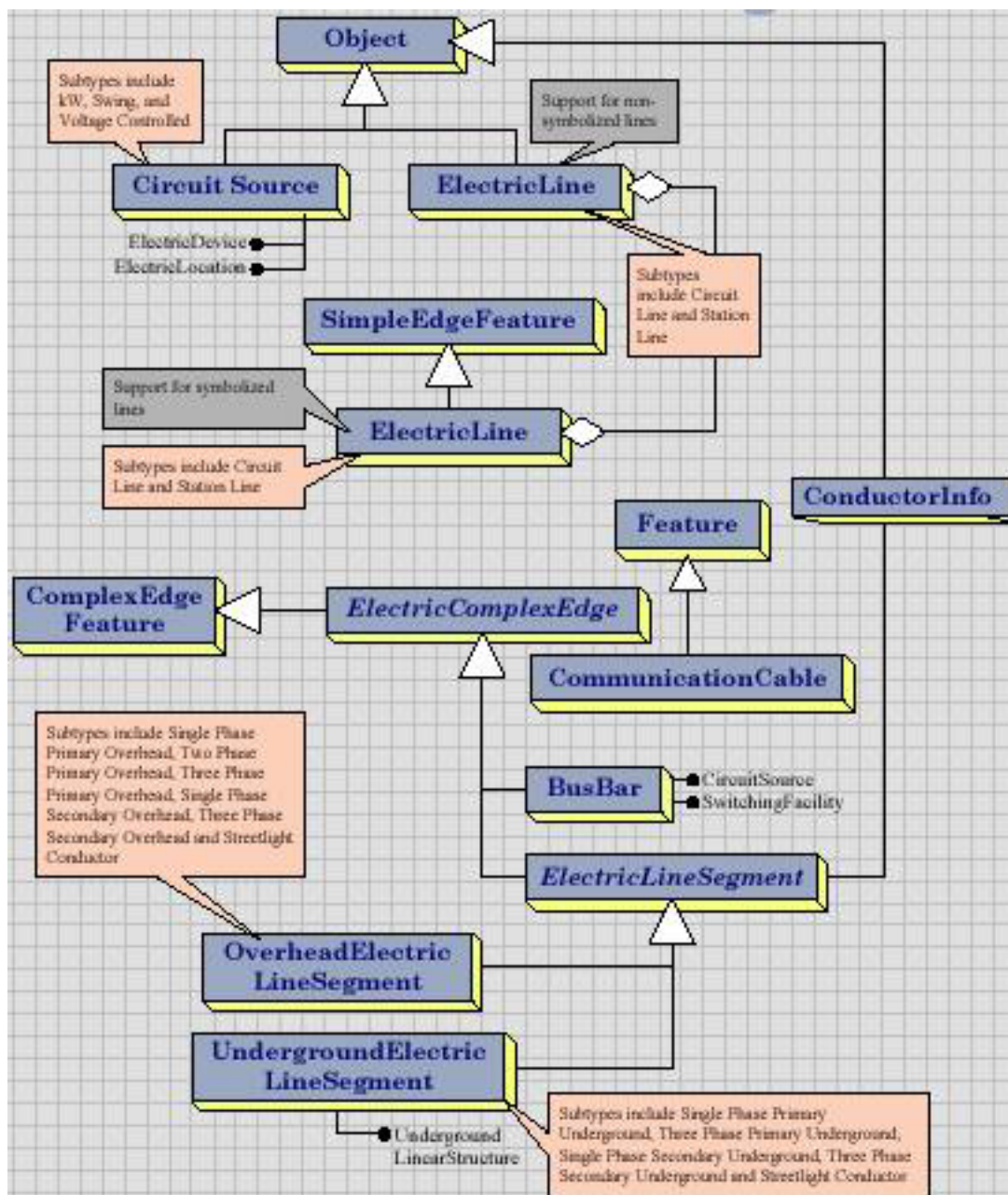
*FacilityStructure* definira sljedeće atribute:

- *Facility ID*: tekst – značajni jedinstveni identifikator poduzeća
- *Owner*: tekst – kod koji označava vlasnika objekta
- *Subtype* – kod koji određuje tip objekta
- *SymbolRotation* – kut rotacije koji određuje prikaz objekta na planu.

Klasi *FacilityStructure* pridruženi su: električni uređaji (*ElectricDevice*) i lokacija (*ElectricLocation*).

#### Vodovi (*Circuit segment*)

Slika 36 prikazuje shemu objektnoorijentiranog modela podataka prikazanog UML stilom za vodove (*Circuit segment*).



Slika 36. Shema za podsustav Vodovi (Circuit segment) (ESRI 2001)

*ElectricComplexEdge* sadrži zajedničke atribute primarnih, sekundarnih, nadzemnih i podzemnih vodova. *ElectricComplexEdge* je apstraktna klasa koja uključuje podklase kao što su sabirnice (busbar) i komunikacijski kablovi (communication cable).

Oni su prikazani kao složeni bridovi (*ComplexEdgeFeature*) zbog toga što više uređaja može biti spojeno duž njihove linije voda. Tu igra ulogu SCADA sustav.

*ElectricComplexEdge* sadrži sljedeće atribute:

- *LengthSource*: tekst – izvor mjerenja duljine, sustav za kartiranje
- *MeasuredLength*: broj – dužina voda
- *Subtype*: broj – podvrsta voda
- *WorkOrder*: tekst – identifikator radnog naloga.

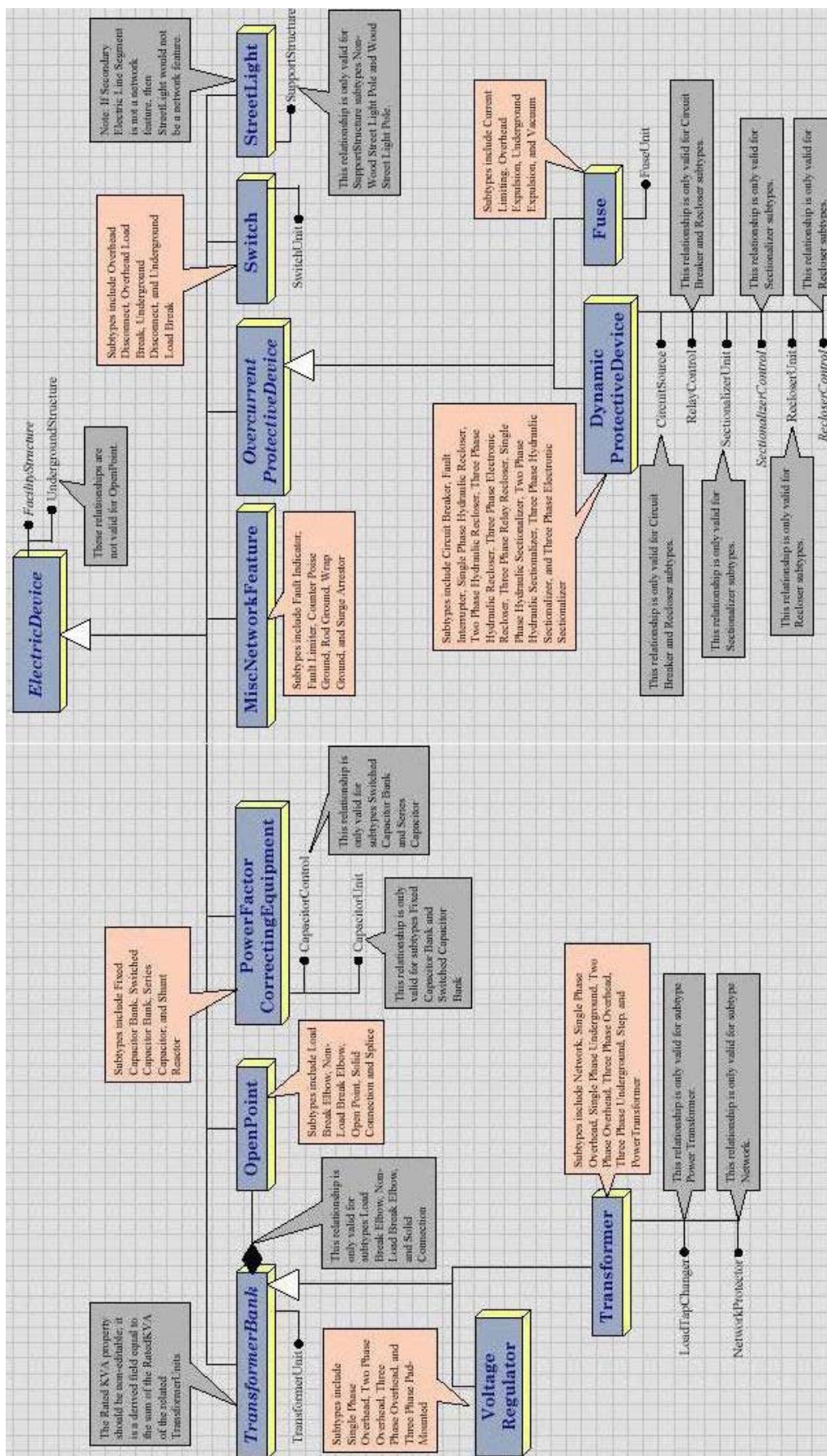
---

### Električni uređaji (*Electric devices*)

Električni uređaji (*Electric Devices*) predstavljaju jednostavni spoj (*simple junction feature*) zato što su uređaji priključeni na mrežu u jednoj točki.

Električni uređaji podržavaju kvalitetnu uslugu u razdjelnoj mreži. Oni čuvaju (osigurači i prekidači) ili reguliraju električnu energiju (transformatori, regulatori voltaže).

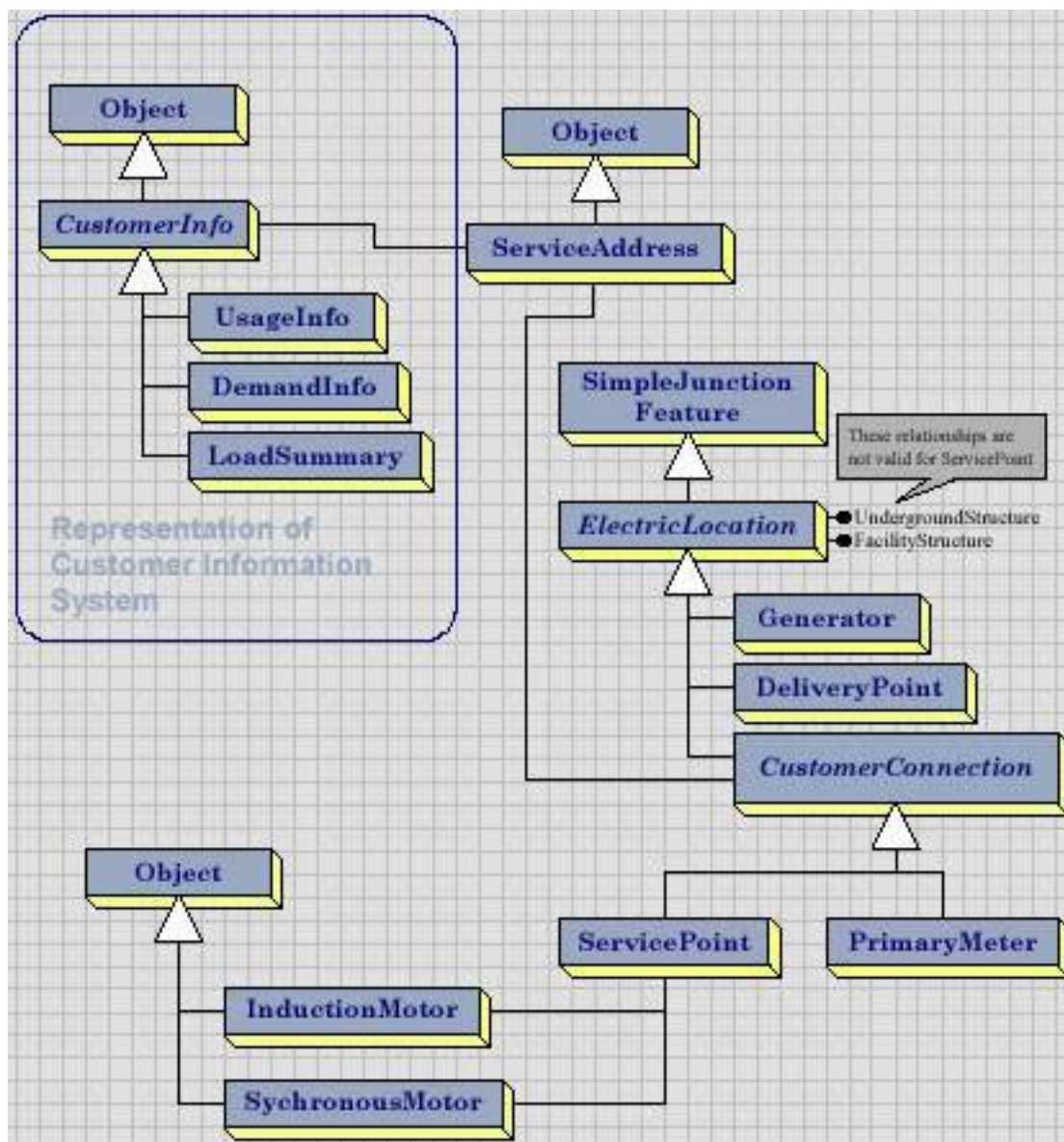
Slika 37 prikazuje shemu objektnoorijentiranog modela podataka prikazanog UML stilom za električne uređaje (*Electric devices*), na kojoj se vide i podvrste električnih uređaja (npr. *MiscNetworkFeature* i ostali).



Slika 37. Shema podsustava Električnih uređaja (Electric devices)

### Korisnici i usluga (Customer and Service)

Objekti u podsustavu Korisnici i usluga (Slika 38) sadrže informacije o potrošačima i alternativnom izvoru napajanja električnom energijom. Brojila, točke napajanja i izvori mogu se povezati s objektima infrastrukture (Structure).



Slika 38. Shema za podsustav Korisnici i usluga (Customer and Service)

#### 5.4.2. Kvaliteta prostornih podataka

Za modeliranje podataka od velike je važnosti njihova kvaliteta. Svjedoci smo da se podaci o prostoru prikupljaju, obrađuju i prikazuju različitom točnošću. U današnje digitalno doba u kojem imamo na raspolaganju najmoderniju tehnologiju moramo i možemo dati važnost kvaliteti prostornih podataka. Kvaliteta podataka pojavljuje se kao važan dio mnogih normi prostornih podataka, iako su često ograničene samo na zahtjeve položajne točnosti.

ISO/TC 211 je 2002. godine donio normu pod imenom *ISO 19113 Geographic Information-Quality principles*, koja određuje shemu za definiranje kvalitete prostornih podataka. Ta norma utvrđuje načela za opisivanje kvalitete prostornih podataka i određuje komponente u

izvješćima o njihovoj kvaliteti. ISO 19113 primjenjuju proizvođači podataka za pružanje informacija o kvaliteti i korisnici u procjeni podobnosti tih podataka za njihove aplikacije.

U posljednje vrijeme kvaliteta prostornih podataka premašuje okvire samo položajne točnosti, već se nastoje identificirati svi elementi kvalitete prostornih podataka, prema (Guptill i Morrison 2001) to su:

1. podrijetlo
2. položajna točnost
3. točnost atributa
4. potpunost
5. logička konzistentnost
6. semantička točnost
7. vremenska informacija.

### Podrijetlo

Podrijetlo je dio izvješća o kvaliteti prostornih podataka koji sadrži opis izvornih opažanja ili materijala, način na koji su podaci dobiveni, metode prevođenja, konverzije, transformacije, analize i izvođenja kojima su podaci podvrgnuti te pretpostavke i kriterije uzete u određenoj fazi.

Podrijetlo je obično prva komponenta u izvješću o kvaliteti prostornih podataka zbog toga što ono utječe na ostale komponente kvalitete podataka i obrnuto.

Kada se govori o podrijetlu tada je odnos izvedenih podataka prema stvarnosti i/ili izvornom materijalu (npr. kartama, tekstu, tablicama, satelitskim snimcima) vjerojatno najvažniji i najviše utječe na kvalitetu podataka.

Prostorni podaci mogu biti stvoreni iz opažanja ili izvedeni iz drugih izvora kao što su obrađena opažanja, preračunana opažanja ili interpretirani podaci.

Početak postojanja podataka je:

- opažanje (ili prikupljanje)
- prevođenje i
- izvođenje parametara,

a za svaku od ovih faza važno je imati potpun zapis podrijetla.

Zatim slijede konverzija podataka te transformacija i analize podataka u kojima se podaci mijenjaju na najrazličitije načine (npr. digitalizacija, transformacija koordinata, interpolacija, generalizacija) te su potrebne informacije o tim postupcima i upotrebljenim kriterijima. Normiranje informacije o podrijetlu omogućit će korisniku vrijednosni sud o pogodnosti podataka za određenu primjenu.

### Položajna točnost

Položajna točnost je stupanj približenja položaja nekog objekta njegovom stvarnom položaju u odgovarajućem koordinatnom sustavu.

Položajna točnost najčešće se definira kroz srednju kvadratnu pogrešku kao mjera točnosti (ili nesigurnosti) i standardno odstupanje kao mjera preciznosti. U slučaju kojem nema sustavnih pogrešaka mjera točnosti odgovara standardnom odstupanju.

Ako točnost želimo smatrati razlikom od «istine», tada ju moramo poznavati. Međutim ona nam je uvijek nepoznata pa zato pretpostavljamo da je pravi položaj onaj dobiven najboljom tehnologijom i najboljim metodama.

Primjer određivanja standardnog odstupanja jedne (X) koordinate stupa kojim se taj objekt (npr. stup voda električne energije) prikazuje u bazi geoinformacijskog sustava dan je u (Guptill i Morrison 2001).

Primjer se odnosi na točku čija je X koordinata određena jednostavnom metodom mjerenja kuta i duljine. Takav se postupak može primijeniti za određivanje položaja novog stupa voda električne energije.

Nakon računanja, ucrtavanja i tiskanja objekt se pojavljuje na planu. Potom se objekt digitalizira s plana i njegova koordinata sprema u bazu podataka za daljnju uporabu u geoinformacijskom sustavu.

Na osnovi proizvoljno uzetih vrijednosti ( $X=123456.00$  m,  $d=172.50$  m,  $\alpha=0.5235987$  rad) i računanja prirasta pogrešaka, zaključeno je da je standardno odstupanje takvog mjerenja oko 0.06 m. Također autori pretpostavljaju da je srednja pogreška iste numeričke vrijednosti (0.06 m) i da je moguća maksimalna pogreška oko 0.18 m (ili  $3 \times 0.06$  m).

ISO norma 19113 Geographic information-Quality principles definira položajnu točnost kao:

- apsolutnu ili vanjsku točnost: stupanj približenja vrijednosti koordinata vrijednostima koje su prihvaćene kao prave ili istinite
- relativnu ili unutarnju točnost: stupanj približenja relativnih položaja obilježja (feature) u skupu podataka onima koji su prihvaćeni kao pravi ili istiniti
- točnost položaja podataka pravilne mreže (grid): stupanj približenja grid podataka onima koji su prihvaćeni kao pravi ili istiniti.

### Točnost atributa

Atributi su činjenica o nekom mjestu, skupu mjesta ili objektu na zemljinoj površini. Točnost atributa ima važnost u definiranju kvalitete prostornih podataka jer bilo koji atribut može biti nesiguran.

Točnost atributa izražava se korištenjem mjernih skala, a najčešće se koristi intervalna i nominalna skala (vidi poglavlje 5.2.2.).

GIS alati uglavnom još nemaju mogućnost obrade nesigurnosti, ali sve više korisnika postaje svjesno mogućih posljedica zanemarivanja nesigurnosti i zahtjevaju takve alate.

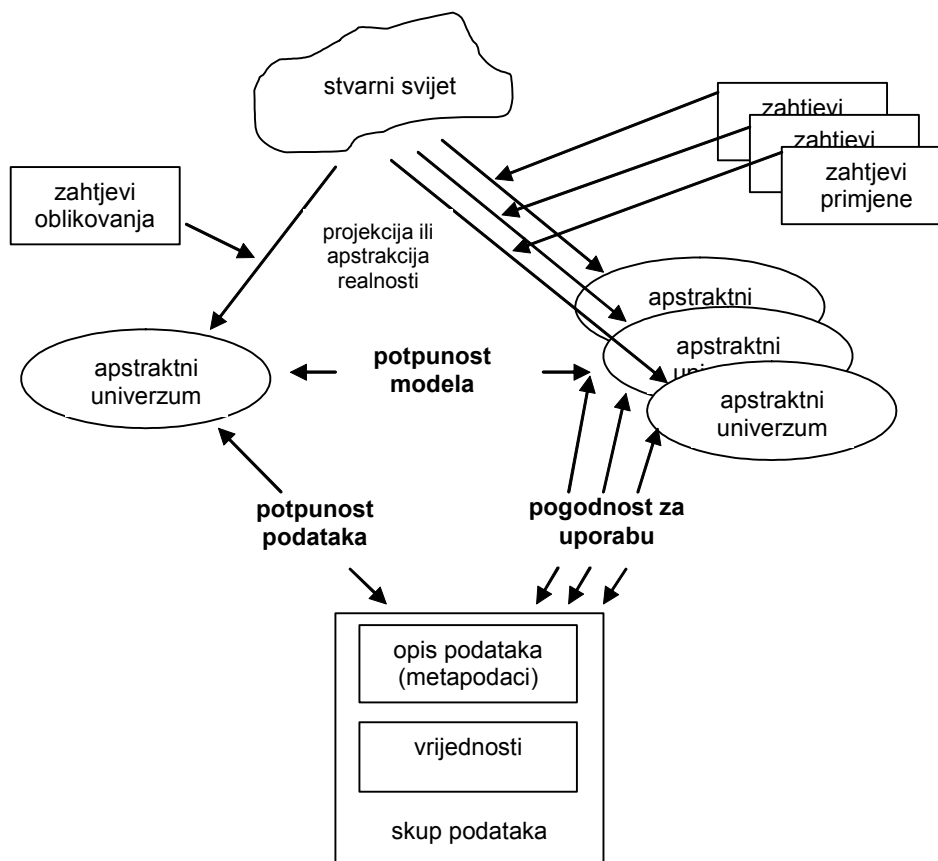
### Potpunost

Skup podataka (npr. plan) za neku primjenu može biti potpun ili nepotpun. Razlikujemo dvije vrste potpunosti: potpunost podataka (uzrokovanu pogreškom izostavljanja) i potpunost modela (aspekt pogodnosti za uporabu).

Potpunost opisuje prikazuju li objekti (entity objects) u skupu podataka sva pojavljivanja entiteta (entity instances) u apstraktnom univerzumu (referentni okvir).

Kada se govori o kvaliteti podataka tada je apstraktni univerzum određen pravilima prikupljanja podataka i obično opisan metapodacima. Mjerenje stupnja potpunosti ne ovisi o primjeni. To ćemo nazvati *potpunost podataka*.

Pri određivanju *pogodnosti za uporabu*, primjena i njezini zahtjevi definiraju apstraktni univerzum. Tada se apstraktni univerzum definiran skupom podataka uspoređuje s apstraktnim univerzumom definiranim zahtjevima primjene. Potpunost koja proizlazi iz te usporedbe zvat će se *potpunost modela* (Slika 39).



Slika 39. Odnos između potpunosti podataka, potpunosti modela i pogodnosti za uporabu (Guptill i Morrison 2001)

Korisnici GIS-a obično su zainteresirani određivanjem pogodnosti za uporabu. Njima mora biti poznato pod koji uvjetima i s kakvim posljedicama mogu upotrebljavati skup podataka za određenu primjenu.

Razlikujemo tri tipa potpunosti podataka. Potpunost objekta (entity object completeness) kazuje jesu li i do kojeg stupnja sve pojave entiteta stvarno prisutne u skupu podataka.



Potpunost atributa (feature completeness) ovisi o potpunosti objekata jer izražavaju djelomično izostavljene informacije. Formalna potpunost određuje je li i do kojeg stupnja formalna struktura podataka potpuna.

Točno mjerenje potpunosti ne može se provesti na jednostavan način. Razlog je u tome što se potpunost može razumjeti samo s obzirom na objekt s kojim se uspoređuje (tj. apstraktni univerzum) koji je često implicitno i oskudno zadan. Zato je moguće rješenje u prije navedenoj procjeni potpunosti objekata, atributa i formalnoj potpunosti.

### Logička konzistentnost

Logička konzistentnost se bavi logičkim pravilima strukture i atributa prostornih podataka i opisuje usklađenost nekog podatka s ostalim podacima u skupu.

Logička je konzistentnost element kvalitete prostornih podataka koji istražuje strukturalni integritet nekog skupa podataka. Taj se integritet temelji na formalnom okviru za modeliranje prostornih podataka i odnosa između objekata, u kojem matematičke teorije metrike, topologije i uređenih skupova imaju najvažnije mjesto.

Logičku je konzistentnost potrebno testirati u raznim fazama obrade prostornih podataka, a isto tako i kod prijenosa tih podataka.

### Semantička točnost

Semantička točnost opisuje broj objekata, odnosa i svojstava koji su ispravno kodirani u skladu sa skupom pravila o prikazu objekata.

Ona se definira kao kvaliteta s kojom su prostorni objekti opisani u skladu s odabranim modelom. S obzirom na realan svijet, semantička se točnost odnosi na značenje prostornog objekta, a ne na geometrijski prikaz.

Semantička točnost uključuje potpunost, konzistentnost, aktualnost i točnost atributa, te je element procjene pogodnosti za uporabu koju korisnici trebaju uzeti u obzir prije uporabe prostornih podataka.

### Vremenska informacija

Ukorak s razvojem GIS aplikacija vremenska informacija o prostornim objektima postaje sve potrebija. Od izuzetne je važnosti i interesa čuvanje povijesti vremenskih promjena na objektima.

Vremenska informacija se može sagledati kroz tri relevantna tipa vremena:

1. Logičko vrijeme ili vrijeme događaja, kada se dogodila neka promjena
2. vrijeme opažanja ili evidencije, kada je neki događaj opažan
3. vrijeme preuzimanja ili izmjene, kada je događaj unesen/izmijenjen u bazi podataka.

## 6. Postojeći sustavi pogonskih katastara

Geoinformacijski sustavi (u literaturi i kao AM/FM/GIS) koriste se kao komponenta u potpunoj uspostavi automatizacije elektrodistribucijskih sustava. Negdje se primjenjuju za potrebe projektiranja električne distribucijske mreže za nove urbane zone, negdje nalaze primjenu u rješavanju visokih zahtjeva kupaca za dobavom energije, a koriste se i za potpuno redizajniranje poslovnih procesa u elektrodistribuciji.

### 6.1. Organizacija GITA

GITA (Geospatial Information and Technology Association) je međunarodna organizacija koja radi na unapređivanju geoprostornih tehnologija u upravljanju infrastrukturom komunalnih poduzeća. Tehnologije uključuju geoinformacijske sustave (GIS), daljinsko upravljanje i nadzor (SCADA), radne procese, mobilno računalstvo i komunikacije, Upravljanje radnim procesima (Work management), CIS i ostale tehnologije koje su uključene u pogonske katastare (URL 5).

Preteča GITA-e je organizacija AM/FM International koja je nastala u SAD-u ranih 1980-tih. Nakon 15 godina, AM/FM International postaje GITA kao moderna organizacija za zahtjeve 21. stoljeća. GITA danas ima 23 međunarodne podružnice u Europi, Aziji, Južnoj Americi i Australiji. Hrvatske nema među njima.



Slika 40. Početna stranica GITA (URL 5)

Organizacije članice uključene u GITA su poduzeća iz područja elektroenergetike, transporta, komunikacija, plinovoda i naftovoda, vodovoda i kanalizacije te vladine agencije.

U sklopu organizacije GITA djeluje grupa ITAG (Industry Trends Analysis Group) koja svake godine izdaje izvješće (The Geospatial Tecnology Report) provedenih istraživanja o stanju i potrebama tehnologija u pogonskim katastrima svih vrsta, pa tako i onim koji se odnose na elektrodistribuciju.

Na osnovi istraživanja grupe ITAG iz 2002. godine, prepoznato je deset najvažnijih aplikacija i deset prioriternih modernih tehnologija u američkim elektroenergetskim poduzećima, koje bi se u budućnosti mogle razvijati u Hrvatskoj (Tablica 4).

**Tablica 4. Najvažnije aplikacije i tehnologije u razvoju modernih pogonskih katastra elektrodistribucije**

APLIKACIJE	TEHNOLOGIJE
1. Dojava i analiza prekida (Trouble Call/Outage Analysis)	1. Internet / Intranet
2. Automatizacija (Field Automation/Work Force Automation)	2. Prijenosna računala (Pen/Mobile Computing)
3. Upravljanje inženjerskim zadacima (Engeeniring Work Order Design)	3. Pohrana podataka (Data Storage)
4. Upravljanje radnim procesima (Work Management)	4. Pristup i prijenos podataka (Data Access/ Portability)
5. Projektantski proračuni (Engineering Analysis)	5. Alati objektoorijentiranog modeliranja (OO Software Development Tools)
6. Sustavi rukovođenja, podrške i pristupa (Executive Infor/Support System/Access)	6. Izbor GIS alata (GIS Software Choices)
7. Potrošački informacijski sustav (CIS Integration)	7. GPS
8. Održavanje podataka (Data Maintenance)	8. Digitalni ortofoto (Digital Orthophotography)
9. Automatizacija i SCADA sučelje (Distribution Automation/SCADA Interface)	9. Neproizvođačko programiranje (Nonproprietary Programming)
10. Pretvorba i prikupljanje podataka (Conversion/Data Capture)	10. Windows / Windows NT

Iskustva naprednijih zemalja valja primjeniti u razvoju modernih pogonskih katastra u nas. Prema istraživanju provedenog u američkim elektroenergetskim poduzećima, najveće prepreke u uvođenju geoinformacijskih sustava i pratećih tehnologija su (GITA 2002):

- financiranje
- nedostatak jasno određenih ciljeva
- «cost-benefit» analize
- opravdanost

- podrška viših menadžera
- nepovezanost s zajedničkim strateškim planom poduzeća
- sučelja
- promjene u upravljanju
- nedostatak podataka
- manjak edukacije
- strateški plan nije dobro definiran
- smanjivanje («downsizing»)
- nedostatak položajnih informacija.

## **6.2. Upravljanje pogonskim katastrima**

Na počecima vođenja pogonskih katastara, sve su se njegove evidencije vodile u klasičnom analognom obliku. Ogromna papirologija i komplicirano vođenje bila je slika tadašnjeg doba. Razvojem prvih računala krenula je i neophodna automatizacija pogonskih katastara.

Prije pojave grafičkih radnih stanica, više elektrodistribucija je izradilo tehnički informacijski sustav (TIS) baziran na relacijskim bazama podataka. Tehnički informacijski sustav je izgrađen kako bi zadovoljio potrebe za širenjem i planiranjem razdjelnih mreža, upravljanjem pri održavanju i sustavnom (uređenom) dokumentiranju. Pojavom CAD sustava krajem 70-tih učinjen je napredak za tadašnje potrebe, te je postao osnova za upravljanje prostornim podacima u pogonskim katastrima.

Paralelno s CAD sustavima razvijale su se i relacijske baze podataka (RDBMS). CAD sustave može se podijeliti na tri osnovne skupine, redom kako su se i razvijali (Matijević 2004):

- «čisti» CAD sustavi
- CAD + RDBMS sustavi
- CAD+RDBMS+implicitna topologija (Auto CAD Map i Microstation Geographics).

CAD sustavi nisu dalje mogli zadovoljiti cjelokupno vođenje pogonskih katastra zbog nepostojanja prostornih analiza (topologija), nemogućnost obrađivanja velike količine podataka, nepovezanost s bazama podataka, nepodržavanje povijesnih promjena i dr. Za rješavanje tih problema proizvođači proširuju CAD sustave s GIS mogućnostima. Krajem 80-tih godina pojavljuje se GIS tehnologija koja donosi poznate naprednije mogućnosti.

Konačno, usavršavanjem GIS tehnologije 90-tih nastaju SDBMS sustavi. Danas se kao SDBMS najviše koriste ORDBMS, relacijski sustavi s objektnim mehanizmima čiji su predstavnici Oracle 9i Spatial i PostgreSQL. Čisti OODBMS nisu još u širokoj implementaciji u SDBMS sustavima jer njihovi proizvođači nisu naišli na zanimanje kod korisnika pa se zbog toga i koriste samo ORDBMS.

## **6.3. Sustav upravljanja distribucijom (DMS)**

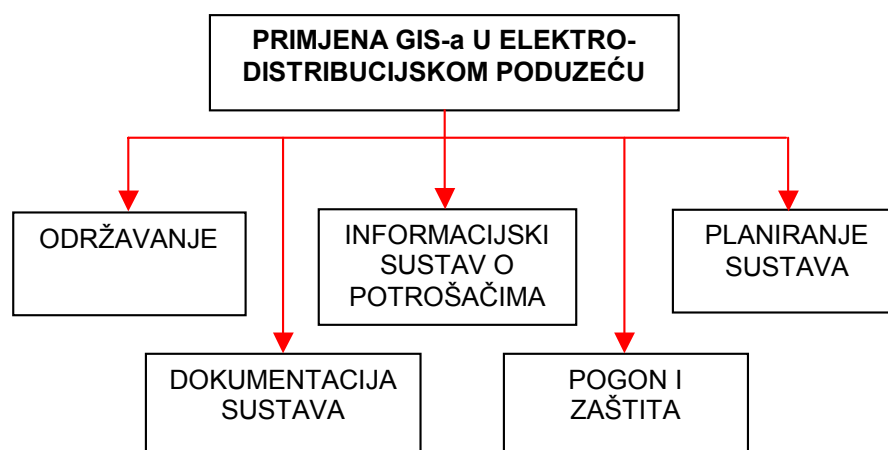
Suvremena automatizacija u vođenju distribucijske djelatnosti temelji se na tzv. DMS (Distribution Management System) sustavu. DMS podrazumjeva novi jedinstven i suvremen

koncept koji treba zadovoljiti zahtjeve karakteristične posebno za: vođenje distribucijske mreže, operativne funkcije mreže te kvalitetnije odnose i odziv prema potrošačima.

Podjela DMS-a prema (Krstulja 1998) temelji se na osnovne četiri funkcionalne cjeline:

- Operativno vođenje mreže – s osnovnom funkcijom održavanja neprekidne i kvalitetne isporuke električne energije potrošačima uporabom SCADA sustava
- Tehnička dokumentacija – s objedinjavanjem svih aktivnosti na sveobuhvatnom uvidu u vlasništvo i okruženje distribucije (prikazi i tehnička baza podataka o mreži, opremi, uređajima i objektima putem karata, crteža fotografija, projekata i dokumenata) uporabom GIS sustava i tehničkom informacijskom bazom podataka
- Energetika – s objedinjavanjem svih aktivnosti na planiranju, razvoju i analizi rada pogona distribucijske mreže uporabom programskih alata analize i planiranja mreže za kratkoročni i dugoročni rad i razvoj uz najmanje troškove
- Poslovanje s potrošačima – s osnovnom funkcijom podrške dežurnim operaterima u vidu podataka o potrošačima radi kvalitetnijeg odziva na poziv na kvar uporabom TCS sustava, a uz pomoć CIS sustava.

U elektrodistribuciji postoji široko područje primjene GIS alata, od kojih su važnije planiranje, održavanje sustava, pogon i zaštita i druge (Slika 41).



Slika 41. Primjena GIS-a u elektrodistribucijskom poduzeću (Krajcar i dr. 1996)

### 6.3.1. Integracija podsustava

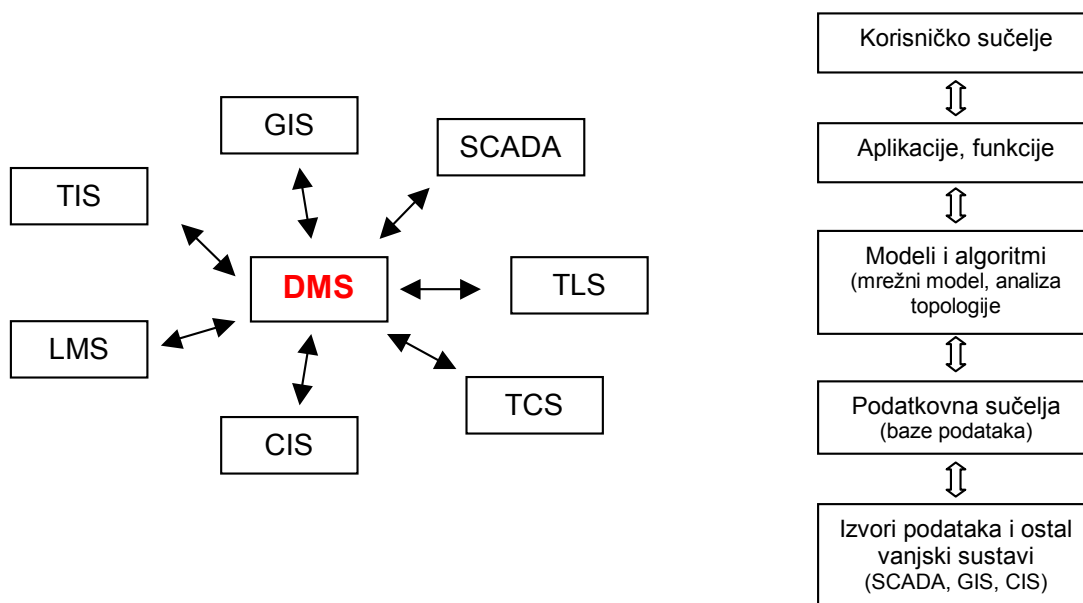
Sustavi za nadzor i upravljanje distribucijom električne energije, tzv. DMS – Distribution Management System, objedinjuju niz funkcija u svrhu učinkovitijeg gospodarenja distribucijskim elektroenergetskim sustavom (DEES) koje nužno obuhvaćaju različite informacijske podsustave u cilju osiguravanja što kvalitetnijeg skupa informacija iz različitih izvora.

Prema (Slivarić 1998) tipični su sljedeći informacijski sustavi u DMS-u:

- SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) – sustav za nadzor i prikupljanje podataka
- LMS (Load Management System) – upravljanje potrošnjom

- GIS (geoinformacijski sustav) i TIS (Tehnički informacijski sustav)
- TLS (Telemetry System) – daljinsko mjerenje
- TLS (Trouble Call System) – sustav dojavne kvarova
- CIS (Customer Information System) – potrošački informacijski sustav
- ostali podsustavi (primjerice GPS).

Strukturu DMS-a čine integrirani svi navedeni podsustavi, koji djeluju kroz više razina (Slika 42).



Slika 42. Struktura i razine DMS (Slivarić 1998)

Od spomenutih sustava koji objedinjuju funkcije DMS-a kao temeljni se u novije vrijeme najčešće ističu SCADA i geoinformacijski sustavi. Vrlo važnu značajku uvođenja geoinformacijskog sustava u automatizaciji DEES-a čini što taj sustav obuhvaća potrebne podatke iz dijela ostalih (pod)sustava (TIS, CIS, TCS) potrebnih za cjelovito funkcioniranje DMS-a, jer je pristup tim podacima omogućen direktno kroz geoinformacijski sustav.

Same funkcije geoinformacijskog sustava omogućuju unaprijeđivanje rada s tehničkom i prostornom dokumentacijom, a integracijom s drugim (pod)sustavima u upravljanju distribucijskim sustavom značajno će unaprijediti funkcije:

- analize i simulacije,
- planiranja i razvoja mreže,
- vođenja mrežom i praćenje kvarova,
- održavanje mreže i praćenje radnih naloga.

### 6.3.2. Upravljanje ispadima

Upravljanje ispadima (*Outage management*) nije samostalna cjelina u elektrodistribucijskom poduzeću u smislu angažiranja ljudskih i materijalnih resursa. Ali je on istovremeno prisutan

u svim segmentima DMS sustava (svim službama za tehničke i ekonomske poslove), te u svim informacijskim sustavima (SCADA, TIS, GIS, CIS itd.).

U zemljama s razvijenim elektroenergetskim sustavima svim potrošačima se isplaćuje šteta radi prekida u opskrbi električnom energijom, što je dovelo i do povećanog značaja sustava upravljanja ispadima. U Hrvatskoj se nisu radile analize o gubicima uslijed neisporučene električne energije na niskom i srednjem naponu, tek se u novije vrijeme počinju uvažavati ekonomski čimbenici pri takvim gubicima.

Podatke o samom elektroenergetskom sustavu, sustav upravljanja ispadima dobiva iz tehničkog informacijskog sustava (TIS) koji može biti upotpunjen geoinformacijskim sustavom. Dojave kvarova dolaze iz SCADA sustava ili sustavu obrade telefonskih dojava od strane potrošača. Podaci o održavanju te o terenskim ekipama dolaze iz svih odjela koje rade na održavanju sustava.

Jedan od važnih uvjeta uspješnog sustava upravljanja ispadima je i povezanost geoinformacijskog sustava i baze potrošača unutar elektrodistribucijskog poduzeća. Takva veza je neophodna da bi se za određeni kvar ili prekid opskrbe mogao utvrditi skup pogođenih potrošača s pripadnim podacima o potrošnji električne energije i drugim podacima. U praksi je glavni razlog da se ovakve veze ne ostvaruju što se podaci o potrošačima redovito nalaze u Poslovnom informacijskom sustavu, a na njemu su postavljeni sigurnosni uvjeti zbog podataka o financijskim transakcijama (Zmijarević i dr. 2000).

Geoinformacijski sustav po definiciji daje podatke potrebne za sustav upravljanja ispadima (*Outage management*). Podaci koji se od njega traže su topološka povezanost elemenata razdjelnog elektroenergetskog sustava s potrošačima. Ti podaci mogu biti pohranjeni i u nekom drugom informacijskom sustavu (npr. TIS), međutim baš tu je velika prednost geoinformacijskog sustava, jer bi u protivnom primjerice TIS morao osiguravati podatke o topologiji povezanosti potrošača na pojedine strujne krugove.

### 6.3.3. GIS u planiranju mreže (predviđanju opterećenja)

Svrha planiranja opterećenja elektroenergetskih sustava je rješavanje rastućih zahtjeva za električnom energijom u doglednoj budućnosti, zadovoljavajući poslovne zahtjeve (Zmijarević i dr. 2002).

Više standardnih funkcija geoinformacijskog sustava mogu se prilagoditi potrebama planiranja razdjelnih mreža i to uglavnom u pripremi podataka za optimiranje mreže. Sve funkcije se koriste u svrhu određivanja prostornih odnosa između elemenata razdjelne mreže. Slučajevi kada se te funkcije primjenjuju su (Krajcar i dr. 1996):

- priključivanje novih transformatorskih stanica na razdjelnu mrežu
- generiranje modela mreže potrebnog za razne analize i prikaz rezultata optimiranja
- pronalaženje najkraćih udaljenosti (zapravo trošak povezivanja) između čvorišta u mreži
- elektroenergetski proračuni u mreži (pad, napona, tokovi snaga, itd.).

Računalne metode planiranja potrošnje (engl. load forecasting) koje se tiču zahtjeva nad prostornim podacima i analiza svrstavaju se u tri kategorije: metodu tendencije, multivarijantnosti i najsloženiju metodu simulacije (Škrlec i dr. 1994).

Metode simulacije osim podataka o povijesnim opterećenjima zahtjeva opsežne podatke koji uključuju način korištenja zemljišta, prostorne i demografske podatke, promet i ostale faktore koji mogu utjecati na povećanje potrebe za električnom energijom. Također zahtjevaju prilična sredstva i kadrove.

S druge strane, metoda simulacije ima prednosti zbog svoje točnosti i mogućnosti analiza porasta opterećenja u promjenjivim uvjetima. Zbog svoje složenosti i zahtjevnosti simulacijski modeli bili su izvan dosega elektrodistribucijskih poduzeća.

Upravo su GIS alati izvrsni za razvoj i primjenu simulacijskog modela predviđanja opterećenja. GIS alatima se jednostavno, brzo i točno uviđaju trenutna stanja ili predviđanja za kraći period (do pet godina).

### CADDiN aplikacija

Prije pilot projekta, u kasnim 1980-im, Elektra-Zagreb razvila je u suradnji sa Zavodom za visoki napon i energetiku zagrebačkog FER-a sustav CADDIN (Computer Aided Design of Distribution Network). CADDIN je aplikacija za planiranje razdjelnih elektroenergetskih mreža baziran na GIS tehnologiji. Sustav CADDIN bio je na početku baziran na SYSTEM 9 GIS-u.

Pred pilot projekt geoinformacijskog sustava Elektre-Zagreb bili su postavljeni sljedeći ciljevi:

- uspostava prostorne baze podataka za srednjenaponsku (20 i 10 kV) razdjelnu mrežu sa planova mjerila 1:5000 i postojećih izvora ostalih tehničkih podataka o elementima mreže,
- promocija GIS tehnologije i obrazovanje zaposlenika,
- povezivanje baze geoinformacijskog sustava sa algoritmima za optimizaciju mreže,
- odluka o smjernicama uspostave geoinformacijskog sustava u poduzeću i razvoj aplikacija vezanih za GIS.

Pilot projekt obuhvatio je 9 listova plana 1:5000 centra Zagreba, što pokriva oko 35% SN mreže. Projekt je započeo 1995. godine, a za definiranje modela podataka i prikupljanje podataka bio je predviđen rok od jedne godine. Za geodetsku podlogu izabrana je HDK 1:5000 jer je ta karta dovoljno detaljna za potrebe planiranja SN mreže.

Iskustava proizašla iz pilot projekta dana u (Blagajac i dr. 1998) su sljedeća:

- GIS projekt je skup i kompleksan pothvat koji zahtjeva znatna financijska sredstva, odgovarajuću i strogu organizacijsku hijerarhiju koja se mora poštovati, kvalitetne kadrove, solidan hardver i softver
- nedostatak je sustavno i profesionalno obučenih kadrova, većina ljudi je samoobrazovana
- ljudi koji su uključeni u GIS projekt moraju biti potpuno usmjereni na svoje zadatke, to se posebno odnosi na digitalizaciju planova i ostale pretvorbe podataka za geoinformacijski sustav
- unatoč tome što većina ljudi uključeni u pilot projekte GIS-a pokazuju izuzetan zanos i dobru volju za radom, GIS projekt ne može počivati na entuzijazmu ljudi

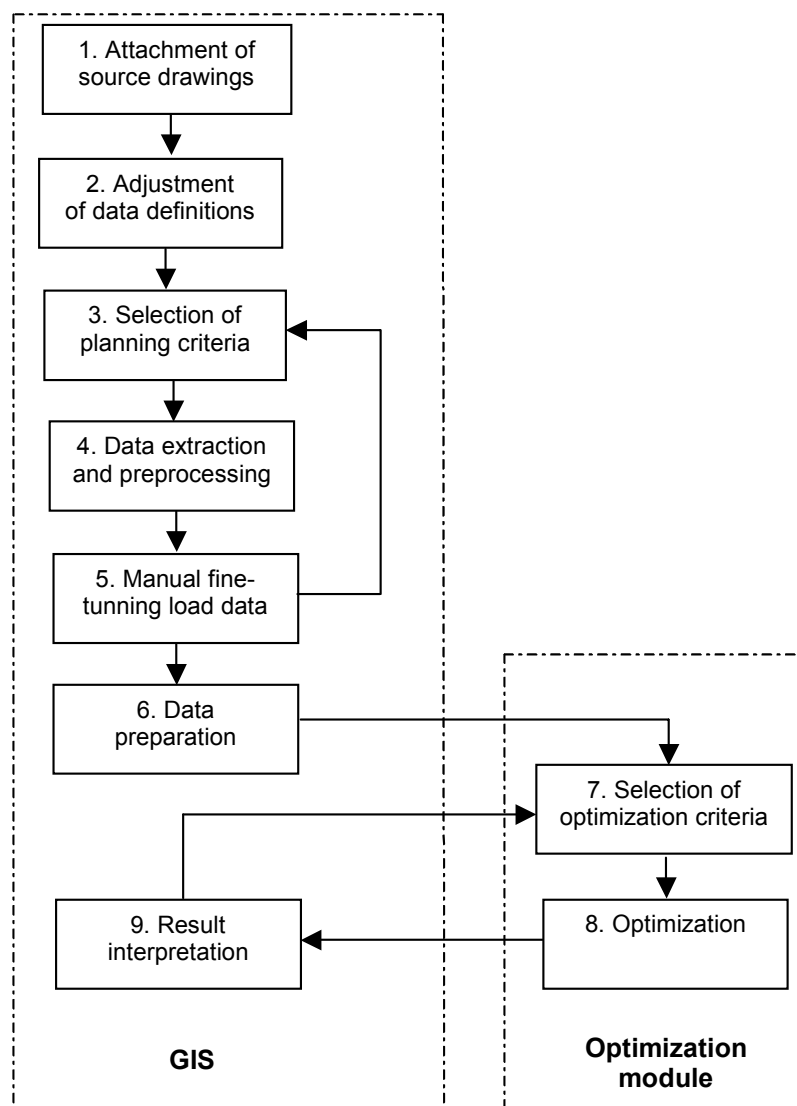


- glavni problem su podaci - njihova količina, kvaliteta i točnost.

Sustav CADDiN je nakon toga usavršavan, pa se sada CADDiN aplikacija sastoji od nekoliko modula koji sadrže set alata za planiranje, svaki za specifičan dio u postupku planiranja. Optimizacijski algoritmi su ugrađeni u samostalni modul, dok pripremu podataka i grafičku interpretaciju obavlja specijalno razvijen dodatak za GIS alat.

GIS alat korišten u CADDiN-u je poznati CAD alat proširen s GIS mogućnostima – AutoCAD Map.

Postupak planiranja podržan CADDiN sustavom podjeljen je u devet koraka, a u nastavku slijedi njegov opis (Slika 43).



Slika 43. Postupak planiranja podržanog CADDiN-om

U (1.) i (2.) koraku se definiraju modeli podataka i položaj aktualnih podataka. Odabir kriterija za planiranje u (3.) koraku uključuje odabir nekoliko CADDiN parametara i definiranje upita za pet vrsta objekata: transformatorske stanice, pojne točke, postojeći kablovi (koji će se koristiti u planiranju), trase napuštenih kablova (odnosno kablovi koji ne odgovaraju planiranim kriterijima) i moguće koridore za trasiranje novih kablova.

Automatizirani postupak u (4.) koraku provodi upite, pretvara podatke i konačno stvara mrežu za postupak optimizacije.

U (5.) koraku mogu se vršiti izmjene prema potrebi za snagom, te eksperimentiranje porastom potrošnje. U koraku (6.) podaci se unose iz GIS-a u datoteke koje koristi optimizacijski modul, a optimalna trasa se dobiva u (7.) i (8.) koraku sve dok se ne nađe zadovoljavajuće rješenje.

Rezultati optimizacije se vraćaju u GIS alat u (9.) koraku kako bi se mogli georeferencirati (prostorno definirati).

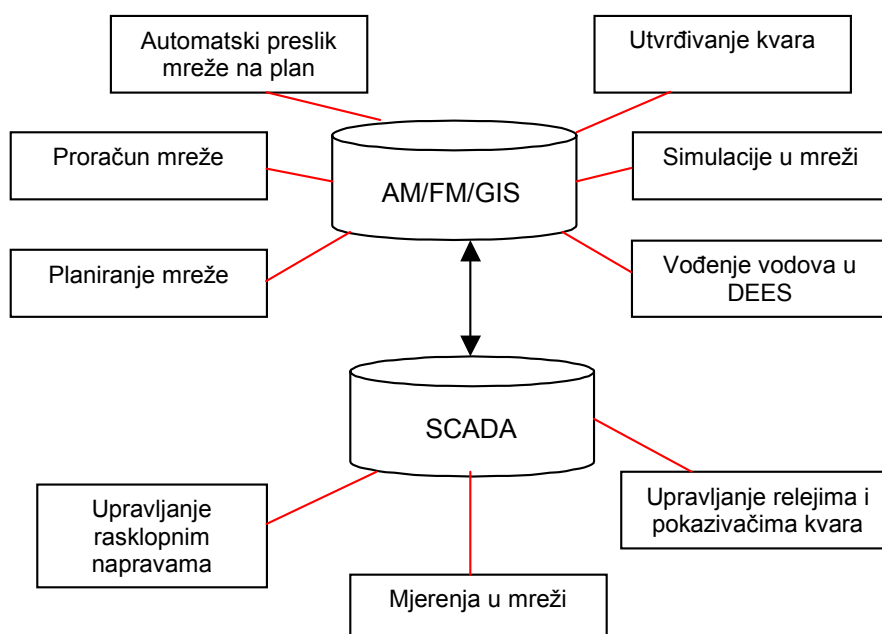
#### 6.3.4. Iskustva (primjeri) u svijetu

Za prikaz nekih svjetskih iskustava u upravljanju modernim pogonskim katastrima izabrane su zemlje koje već duže vrijeme primjenjuju i usavršavaju svoje pogonske katastre (Finska, Sjedinjene Američke Države) i one koje su ih nedavno uspostavili, a bili su dosada loše održavani (Brazil, Libanon).

##### Finska

Računalni model nazvan FI/FL model (Fault Location/Fault Isolation model), je integrirani sustav automatskog lociranja mjesta kvara, izdvajanja kvara i restauracije pogona srednjenaponske (SN) mreže (Karavidović i Miletić 1998).

On predstavlja integrirani dio sustava daljinskog vođenja (SCADA) i AM/FM/GIS sustava SN razdjelne mreže (Slika 44). FI/FL model je u probnoj uporabi u Finskoj od 1996. godine.



**Slika 44. Integracija SCADA i podataka iz AM/FM/GIS sustava**

Razmjena i prijenos podataka ostvarena je dvosmjernom interaktivnom komunikacijom između dva sustava, a sučelje je bazirano na vektorskim podacima. Ono može biti upravljano bilo kojim od spomenuta dva sustava.

Uloga AM/FM/GIS sustava je formiranje baze podataka kojom će raspolagati sustav automatizacije pogonskih funkcija i funkcija planiranja, te se koristi za prikazivanje veza unutar elektroenergetskog sustava u realnom vremenu.

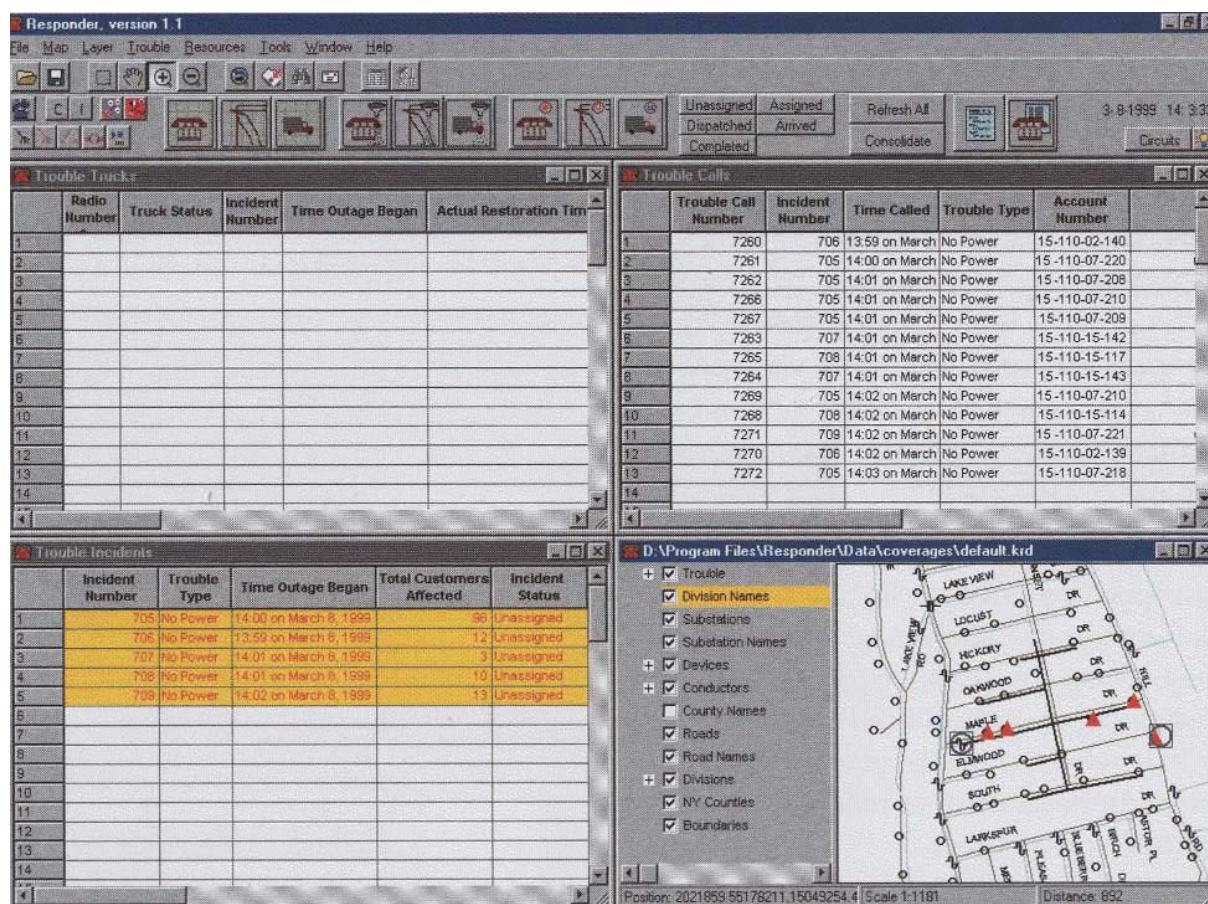
Lociranje kvara u FI/FL modelu provodi se kroz tri izvora informacija: izračunate udaljenosti kvara, iz podataka pokazivača kvara u odvojcima dalekovoda i iz statističkih podataka o učestalosti kvarova. Praktična iskustva u finskim ruralnim nadzemnim mrežama pokazala su da je prosječna pogreška u procjeni lokacije kvara oko 1.2 km. Velika prednost lociranja mjesta kvara i time izolacije kvara integracijom ovih sustava dobiva se kroz smanjenje troškova za neisporučenu električnu energiju koja iznosi za 30-40% manje. Povrh toga, poznavajući topologiju mreže GIS alatima se može pronaći put pričuvnog napajanja.

Budući da je cijena ovog integriranog modela mala u usporedbi s očekivanim dobitima, u Hrvatskoj bi trebalo sustavno ostvarivati uvjete za uvođenje automatskog vođenja kvara kao što je opisani finski model.

### SAD

Aplikacija «Responder» je klijent-server aplikacija ARC/INFO sustava dojava kvarova (Trouble Call System) razvijena u američkom poduzeću *NYSEG (New York State Electric&Gas Corporation)* koje opskrbljuje više od 800 000 potrošača (Harder 1999).

Posebno prikladna aplikacija za to područje u kojemu su zbog oštih zima česti ispadi u elektroenergetskom sustavu, najčešće nastalih uslijed olujnih grmljavina ili smrzavanja i pucanja vodova. Alatom «Trouble Call Analysis» u «Responderu» traži se povezanost telefonske dojava kvara od potrošača sa trafostanicom u prekidu (Slika 45).



Slika 45. Aplikacija «Responder» za dojave kvarova

Time se točno i brzo locira prekid napajanja i šalje se terenska interventna ekipa ukloniti kvar.

U *Reliant Energy HL&P* iz Houstona razvijena je ARC/INFO aplikacija za geoinformacijski sustav pod imenom «One-call», kojom se jednostavno lociraju trase podzemnih vodova na dijelu gdje se planiraju iskopi. Uspostavom geoinformacijskog sustava taj se postupak ubrzao i pojednostavio, te sada terenske ekipe opremljene prijenosnim računalima povezanih na bazu imaju na licu mjesta pregled stanja za traženu lokaciju umjesto prijašnje gomile kopiranih papira.

*Boston Edison Company* redizajnirala je svoje poslovne procese uspostavom geoinformacijskog (AM/FM/GIS) sustava (Meehan 1994). Sustav je učinkovito pojednostavio tradicionalne zadatke kao što su programi nadzora, planiranje distribucije i Upravljanje radnim procesima (Work management). Njihova iskustva kazuju da su time dobili:

- izuzetno poboljšanje kvalitete podataka,
- značajno ubrzanje ciklusa održavanja,
- reduciranje viška ljudi za pojedine zadatke,
- vezu sa SCADA sustavom,
- pristup podacima za djelatnike koji rade na poslovima servisa potrošača,
- eliminiranje papirnatih ispisa i kopija.

Kao rezultat uspostave geoinformacijskog sustava u američkom SCE&G (South Carolina Electric & Gas Company) su realizirali uštedu u izvođenju od približno 12%, što u njihovim okvirima čini 1 milijun dolara godišnje. Vrijeme projektiranja smanjilo se na par sati. Preskočili su pilot projekt i za jednu godinu uspostavili sustav još početkom 90-ih.

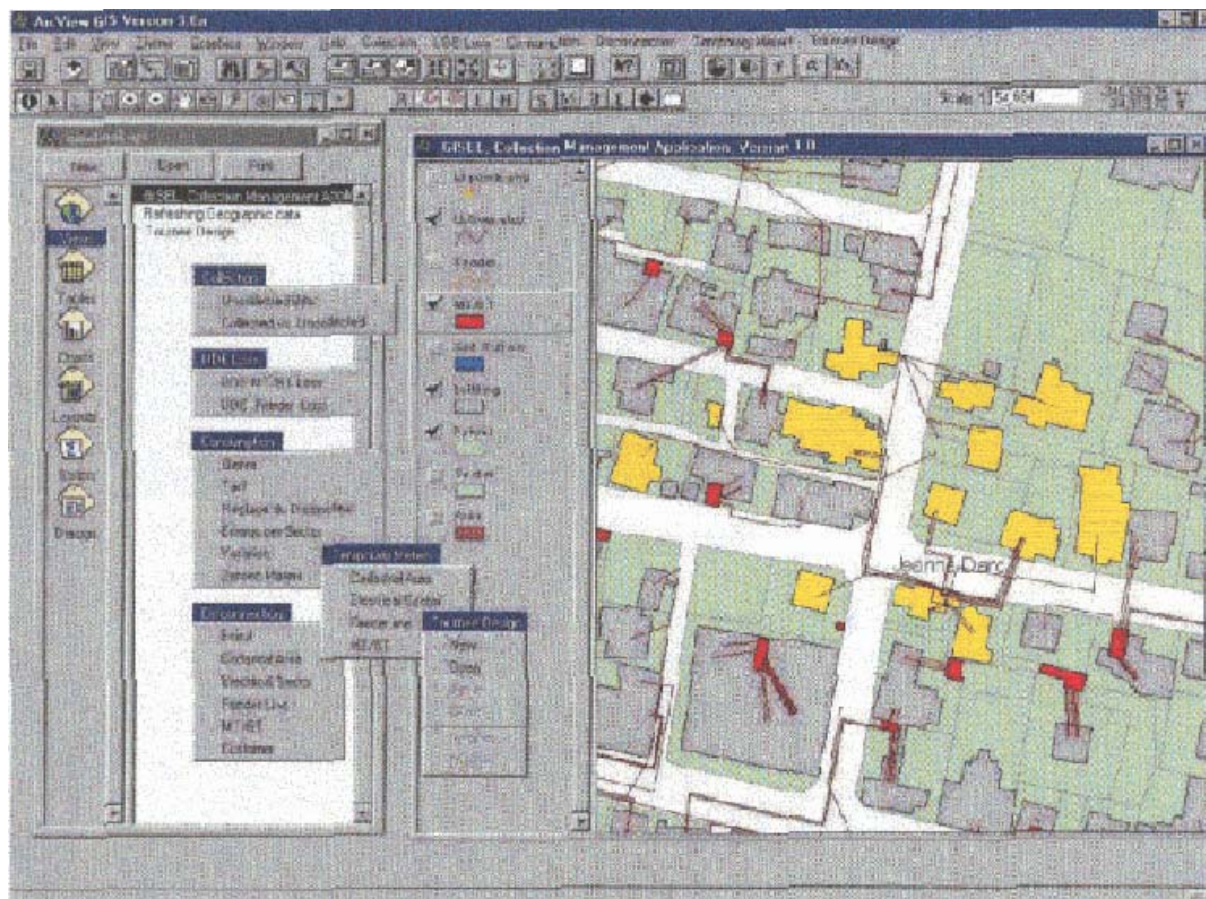
Alabama Power Company, dio korporacije Southern Company – najvećeg američkog elektroenergetskog koncerna, razvila je geoinformacijski sustav među prvima u svijetu. Njeno područje je posebno osjetljivo tijekom tropskih oluja i tornada koje na tom području prouzročuju nevjerovatne štete na elektroenergetskoj infrastrukturi. Njihova iskustva kazuju kako je korist od uspostave geoinformacijskog sustava teška za kvantificirati, ali se procjenjuje da izgubljena dobit pri ispadima sustava za kućanstva iznosi tri do četiri tisuće dolara na tisuću potrošača, a kod industrijskih potrošača ukupan gubitak je još veći. Osim te izgubljene dobiti i vjernosti potrošača tvrtku Alabama Power stoji na tisuće dolara dnevno i opremljene terenske interventne ekipe. Dobro usmjeravanje ekipa povećava učinkovitost pa se tako može uštediti do 100 000 dolara za samo jedan dan (Harder 1999).

### Libanon

Libanonsko nacionalno elektrodistribucijsko poduzeće EDL (Electricite du Liban) nakon kraja građanskog rata 1992. godine krenulo je sa GIS projektom nazvanog «GISEL». Za područje ratom razorenog Beiruta trebalo je sakupiti sve podatke i izgraditi geoinformacijski sustav razdjelne elektroenergetske mreže. Posebno važna je aplikacija kojom EDL istražuje opterećenja i kvarove u sustavu. Aplikacija povezuje klasične shematske planove sa prostornim prikazima čime je stvoren jedan hibridni model podataka koji se odnose na isti objekt.

To omogućuje inženjerima rad sa stvarnim prostornim prikazima ili čisto shematskim prikazima ovisno o potrebnoj točnosti određenog zadatka. Aplikacija omogućuje uklapanje shematskog prikaza u prostorni, pa se i u takvom kvazi-prostornom prikazu obavljaju određeni zadaci. Takav hibridni model ima prednosti i u tome što se rješava problem vođenja i održavanja paralelnih baza podataka (shematskih i prostornih). Shematski prikazi će se održavati i u sada jedinstvenom izvoru.

Uspostavom geoinformacijskog sustava usavršilo se rješavanje njihove velike boljke - tzv. divljih (bespravni) priključaka koji su nastali u (po)ratnom razdoblju. Održavani su svi podaci na razini transformacijskih stanica (lokacija i snaga) te dobiveni podaci koliko je ukupno energije utrošeno a koliko naplaćeno. Pažljivim analiziranjem koje se zgrade napajaju iz koje trafostanice otkrili su se divlji nenaplaćeni priključci. Slika 46 prikazuje sučelje aplikacije u kojoj djelatnici EDL-a određuju tko je uredno platio a kome se mora naplatiti električna energija.



Slika 46. Aplikacija za pomoć naplate električne energije

Jedna druga aplikacija razvijena u Libanonskoj elektroprivredi povezuje GIS alat s MATLAB aplikacijom kojom se upravlja lociranjem kompenzatora jalove snage (Reactive power compensation – RPC) u elektroenergetskom sustavu. Ta aplikacija nudi mnogo mogućnosti pri analizama, procjenama, planiranju i održavanju elektroenergetske mreže. Time djelatnicima pomaže pri postavljanju prioriteta i odabiru odgovarajućih rješenja pri određivanju lokacija i upravljanju RPC-ovima (Yehia i Ramadan 1998).

### Brazil

Brazilska elektroenergetska kompanija COPEL (Copmanhia Paranaense de Energia) je vertikalno ustrojena kompanija koja upravlja sa 145 000 km distribucijske mreže i opskrbljuje više od 2.8 milijuna potrošača. S razvojem geoinformacijskog sustava započeli su 1995. godine, i to upravo s razdjelnom mrežom iz nekoliko razloga:

- velika količina analognih planova (oko 30 000),
- obuhvaća najveći broj ljudi,
- područje mreže pokriveno državnim koordinatnim sustavom,
- analogni planovi u koordinatnom sustavu (jednostavnija konverzija podataka).

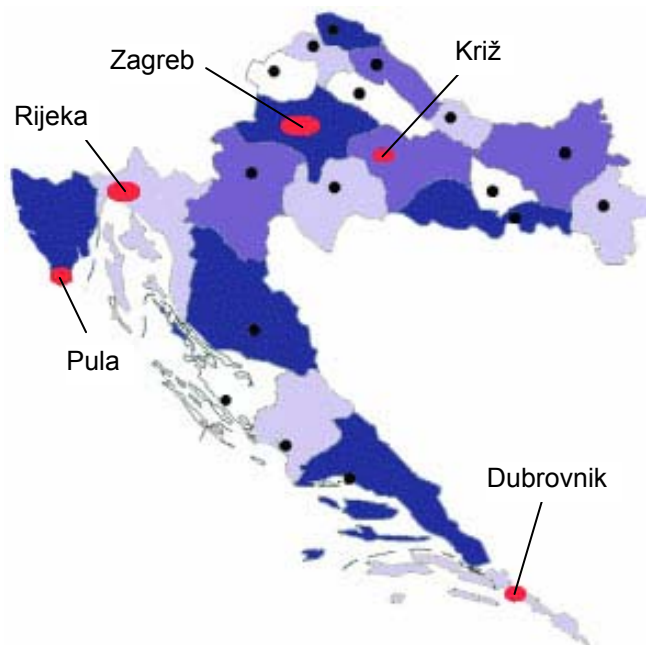
U 2001. godini stanje podataka razdjelne infrastrukture unijetih u sustav činilo je 70% stupova, 86% trafostanica, 89% vodova i 80% priključaka (potrošača). Potpuna pretvorba podataka trebala je završiti do kraja godine. Cijela pretvorba podataka je provedena u poduzeću, glavni razlozi takve odluke su smanjeni troškovi i veća sigurnost (Correa i dr.

---

2001). Posebnu pozornost u elektroenergetskoj kompaniji COPEL dali su na kvalitetno prikupljanje i unos podataka o infrastrukturi, te na osviještenost i educiranost kadrova. Tako danas imaju kvalitetnu i pouzdanu bazu podataka, te motivirane i produktivne kadrove, čime su u potpunosti postigli uspjeh uvođenjem geoinformacijskog sustava.

## 7. Analiza stanja u Hrvatskoj

U Republici Hrvatskoj distribuciju električne energije obavlja *HEP-Distribucija d.o.o.* kroz svoje 21 distribucijsko područje (DP). U većim distribucijskim područjima postoje osim sjedišta i više pogona po gradovima. Analiza stanja u hrvatskoj elektrodistribuciji provedena je kroz istraživanje u pet gradova različitih distribucijskih područja: Elektroistra–Pula, Elektroprimorje–Rijeka, Elektra–Zagreb, Elektrojug–Dubrovnik i Elektra–Križ (Slika 47).



Slika 47. Distribucijska područja uključena u istraživanje

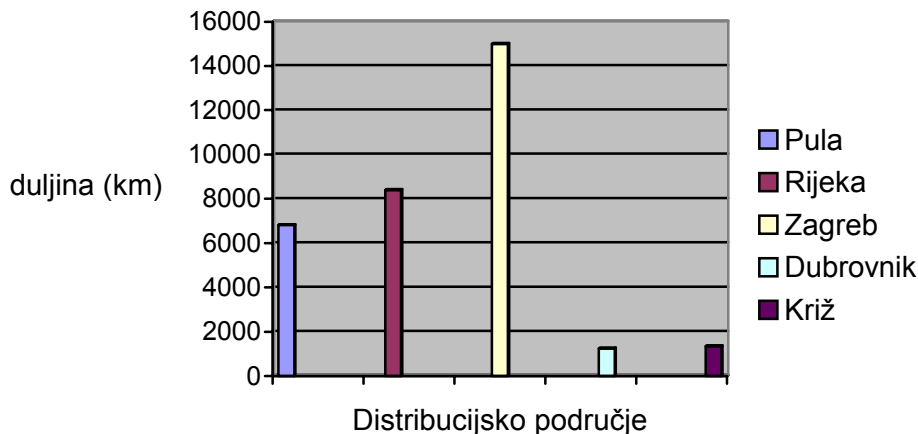
Pitanja za istraživanje djelomično su osmišljena na osnovi sličnog istraživanja koje organizacija GITA provodi u američkim elektrodistribucijskim (i ostalim komunalnim) poduzećima svake godine, te nakon toga izdaje «The Geospatial Technology Report» (URL 5). Distribucijska područja uključena u istraživanje različita su po površini, broju potrošača koje opskrbljuju i duljini vodova razdjelne mreže. Istraživanjem je obuhvaćeno područje površine 25 808 km<sup>2</sup>, ukupno 888 774 potrošača, te 32 801 km elektrodistribucijske mreže (Tablica 5).

Tablica 5. Opći podaci istraženih distribucijskih područja

DP	Elektroistra PULA	Elektroprimorje RIJEKA	Elektra ZAGREB	Elektrojug DUBROVNIK	Elektra KRIŽ
površina (km <sup>2</sup> )	2 820	8 000	12 600	1 358	1 030
broj potrošača	124 938	190 000	450 000	48 152	75 684
duljina vodova (SN i NN)	6 816 km	8 400 km	15 000 km	1 243 km	1 342 km
Odjel za GIS	Odjel za tehničku dokumentaciju	Odjel za tehničku dokumentaciju	Odjel za održavanje (Služba za teh. posl.)	Odjel za poslovnu informatiku	Odjel za tehničku dokumentaciju



Najveće distribucijsko područje, Elektra-Zagreb, najdulje je i po ukupnoj duljini vodova kojima upravljaju (Slika 48) kao i po broju potrošača. Najmanje distribucijsko područje uključeno u istraživanje je Elektra-Križ.



Slika 48. Ukupna duljina vodova po DP-u

Problemi koji su se na početku razmišljanja o pogonskom katastru podržanog geoinformacijskim sustavom očekivali, zapravo su se i dogodili. To su:

- nepotpunost podataka u dosadašnjem – klasičnom načinu vođenja dokumentacije
- veliki troškovi pretvorbe prostornih podataka u digitalni oblik
- shvaćanje «težine» problema unutar HEP-a
- financijska sredstva i nabavka informatičke opreme
- kadrovska ekipiranost i obučenost
- nekompatibilnost s tijelima državne uprave (DGU).

### 7.1. Uvođenje geoinformacijskog sustava

Prvi dio istraživanja odnosi se na: uvođenje (uspostavu) geoinformacijskog sustava, u kojoj je trenutno fazi, planirane rokove i trenutni princip funkcioniranja. Geoinformacijski sustav uglavnom je uveden, međutim njegova kompletna uspostava nigdje još nije dovršena (Tablica 6).

Tablica 6. Uvođenje i funkcioniranje geoinformacijskog sustava

DP	Elektroistra PULA	Elektroprimorje RIJEKA	Elektra ZAGREB	Elektrojug DUBROVNIK	Elektra KRIŽ
faza GIS-a	na početku	uveden	uveden	uveden	NIJE u planu
proveden pilot-projekt	DA, naselje Pomer	DA, idejni projekt	DA, (CADDiN)	DA	NE
predviđena/utrošena sredstva	/	4 milijuna kn do 2001.g.	/	/	/
godina uvođenja i planirani rok izrade	početak 1999, završetak 2007	početak 1993, dovršetak nepredvidiv	početak 2002, završetak 2007	početak 2003, dovršetak nepredvidiv	/
princip funkcioniranja GIS-a	odjelni	odjelni	odjelni	odjelni	nivo jedne službe
kako se CAD koristi	CAD program uz GIS alat	CAD program uz GIS alat	CAD program uz GIS alat	NE koriste CAD	samo CAD program
CAD program	AutoCAD Map 2000	AutoCAD R14, AutoCAD Map 2000	Auto CAD 2000	/	Auto CAD 2000

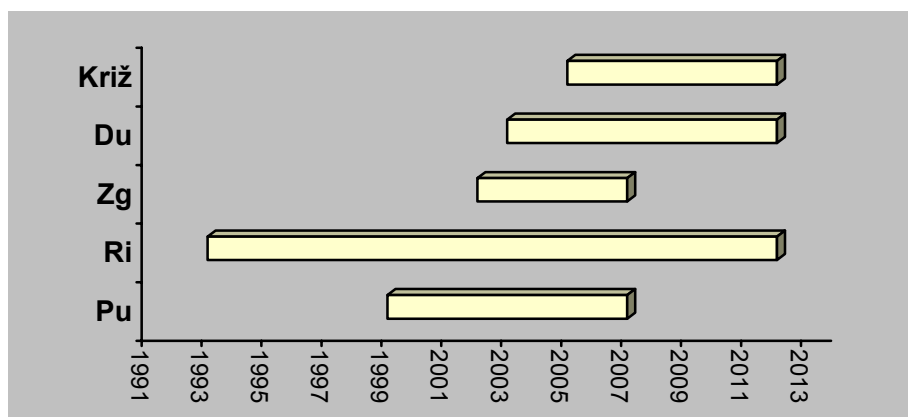
Vrlo je važno preliminarnim studijama analizirati dosadašnje aktivnosti, te pregledati tuđa iskustva i provesti pilot projekt. U hrvatskim elektrodistribucijama pilot projekti su se prije uvođenja geoinformacijskog sustava uglavnom provodali (Tablica 6). To su obično bili manji pilot projekti nekog određenog područja, koji su bili po nečemu specifični (pokrivenost geodetskim podlogama, dovršena digitalizacija podataka, prioriteta u sređivanju stanja evidencija, itd.). Provođenje pilot projekata je važno zbog toga što oni mogu:

- osigurati bolje temelje za izbor sustava
- ispitati različite metode
- pomoći pri verifikaciji analiza koristi i troškova (Cost-benefit analize)
- utvrditi organizacijske probleme
- procijeniti kadrovske potrebe za pretvorbu podataka iz konvencionalnog u digitalni oblik
- pomoći u razvitku pogonskih katastra i cijele organizacije.

Ovi važni koraci ne smiju se zanemariti bez obzira na troškove i vrijeme potrebno za njihovo provođenje. U protivnom će se u projektima uspostave geoinformacijskog sustava previše vremena utrošiti na definiranje, planiranje i uspostavu sustava zbog toga što nemaju dobro definirane ciljeve koji bi dali očekivane rezultate. S druge strane, poduzeća koja imaju dobro postavljene ciljeve mogu imati nerealno visoka očekivanja.

U ranim počecima uvođenja geoinformacijskih sustava u poduzeća, svaki odjel (npr. investicije, operativni, projektni) razvijao je GIS aplikacije za rješavanje svojih problema. Kako se sustav širio ostali odjeli spajali su se s bazom podataka i razvili vlastite aplikacije.

Počeci uvođenja geoinformacijskog sustava počinju od 1993. godine, ali ni jedan nije do sada dovršen. U jednom DP-u tek se planira s uvođenjem sustava (Elektra-Križ), a u dva DP-a ne može se točno odrediti kada će biti u potpunosti uveden (Slika 49).



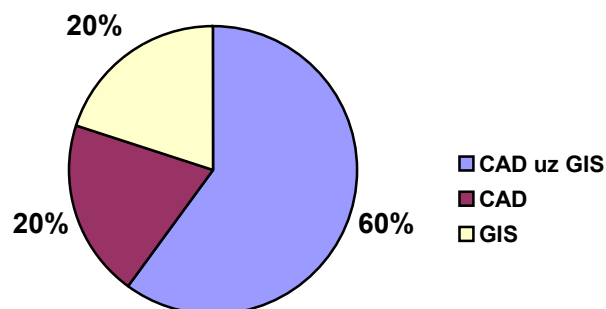
Slika 49. Godina uvođenja i planiranog dovršetka GIS-a

Geoinformacijski sustav pogonskih katastara razdjelnih elektroenergetskih sustava može funkcionirati u jednoj od sljedeće tri razine:

1. razina cijelog poduzeća
2. odjelni (više odjela zaduženi po zadacima)
3. razina jedne službe.

Nijedan centar HEP-Distribucije nema uspostavljen geoinformacijski sustav na razini cijelog poduzeća (Tablica 6), što bi prema iskustvima u razvijenim zemljama trebao biti cilj.

Korištenje CAD programa prati GIS alat u tri centra (Pula, Rijeka i Zagreb), dok se u ostala dva ti sustavi ne nadopunjuju (Slika 50).



Slika 50. Nadopunjavanje CAD s GIS alatima

U istraživanju je postavljen upit o predviđenim i utrošenim sredstvima za uspostavu geoinformacijskog sustava, međutim ti podaci nisu dostupni. Razlog tome je što se takvi podaci smatraju tajnim podacima poduzeća, ali i u tome što se dio osiguranih sredstva za taj

sustav ne troše strogo namjenski, pa je često teško odrediti koliko je sredstava utrošeno ili još potrebno.

## 7.2. Kadrovi

U Hrvatskim distribucijama općenito vlada nedovoljna kadrovska popunjenost za kompletan sustav (Tablica 7). Istraživanje je pokazalo da je u većini DP-a definiran broj djelatnika potrebnih za geoinformacijski sustav pogonskog katastra, međutim to još nije ostvareno, pa se takvim stanjem ne mogu planirati ni mnogi drugi vezani poslovi (primjerice prikupljanje podataka).

Tablica 7. Podaci o kadrovima i edukaciji

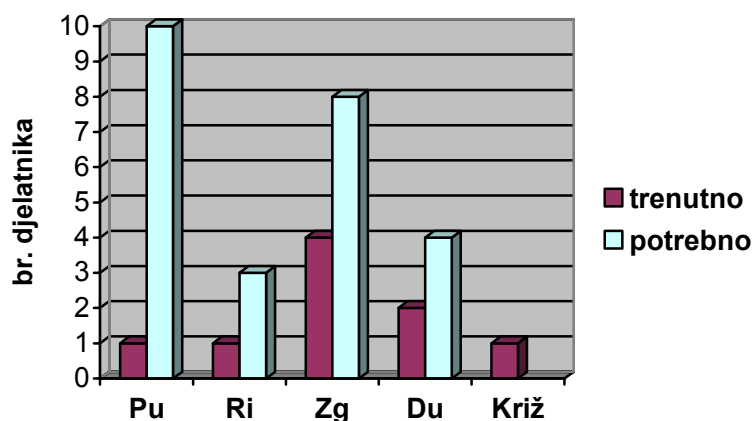
DP	Elektroistra PULA	Elektroprimorje RIJEKA	Elektra ZAGREB	Elektrojug DUBROVNIK	Elektra KRIŽ
broj djelatnika / broj optimalno potrebnih za GIS	1 / 10	1 / 3	4 / 8	2 / 4	1 / ?
potpun pristup / samo pregled	2 / ?	3 / svi (putem intraneta)	11 / svi (putem Web)	2 / 5	1 / ?
edukacija kadrova	DA, osnove	DA, kontinuirano	DA, kontinuirano	DA	NE

U više je prošlih istraživanja (Blagajac i dr. 1998, GISDATA 2001) naglašena potreba za kvalitetno i ciljano osposobljenim kadrovima, takvo je stanje i danas.

U skladu s time, Idejnim projektom uvođenja geoinformacijskog sustava u DP Elektroistra (GISDATA d.o.o. 2001) predloženo je stvaranje GIS odsjeka sa definiranim profilima GIS stručnjaka i pregled svih tečajeva edukacije za pojedine profile. Navedeni su profili stručnjaka sljedeći: voditelj GIS projekta, sistem administrator, administrator baze podataka, GIS analitičar, programer aplikacija, tehničar za unos podataka i krajnji korisnik.

U elektrodistribucijskim poduzećima postoje dvije zainteresirane strane za naprednijim upravljanjem. To su uprava (menadžeri) i kadrovi koji direktno upravljaju podacima. Uprava (menadžeri) promatraju ciljeve poduzeća u cjelini i imaju interes za boljim upravljanjem podacima na razini cijelog poduzeća. Podaci se promatraju kao važan resurs poduzeća, zato mora biti osigurani širok pristup i integracija svih podataka. Kadrovi koji upravljaju podacima traže unaprijeđivanje zadataka za koje su zaduženi. Jedna grupa djelatnika traži učinkovitije prikupljanje podataka, druga bolji pristup i reaktiviranje podataka, treći učinkovitije analize itd. Prema tome, procjenu potreba za podacima valja učiniti na dvije različite kadrovske razine: na razini poduzeća i pojedinih korisnika.

Broj djelatnika koji rade na geoinformacijskom sustavu pogonskih katastra ni u jednom distribucijskom području trenutno nije dovoljan. Iz više razloga (ustrojstvo poduzeća, financije, osposobljenost kadra) kadrovska popunjenost ukupno ne dostiže ni polovicu potrebnog broja (Slika 51).



Slika 51. Odnos trenutnog i potrebnog broja djelatnika

Čest je slučaj da djelatnici nisu zaduženi samo za održavanje podataka geoinformacijskog sustava, već im je to paralelni posao sa drugim zadacima u poduzeću. Također se može postaviti pitanje kvalitete prikupljanja i održavanja prostornih podataka (geodetskih podloga i izmjere vodova) u onim distribucijskim centrima koji nemaju zaposlenog geodetskog stručnjaka.

Kontinuirana edukacija je uglavnom predviđena, no često je slučaj da se ona ne ostvaruje. Ona mora biti obavezna jer bez nje se ne može upravljati novim alatima i dolazećim modernim tehnologijama.

### 7.3. Stanje podataka

Stanje digitaliziranih podataka u istraživanim hrvatskim elektrodistribucijama je nezadovoljavajuće (Tablica 8). Stanje se odnosi se na prostorne podatke (digitaliziranu geodetsku podlogu i podatke o infrastrukturi) i opisne podatke o elektroenergetskoj infrastrukturi. Također je istraženo i u tablicama prikazano koji se CAD i GIS alati za obradu tih podataka koriste u pojedinim DP-ima. Za trenutno stanje digitaliziranosti podataka općenito možemo reći da nije dostatno za uspostavu kompletnog pogonskog katastra podržanog geoinformacijskim sustavom.

Prostorni podaci koji su potrebni u upravljanju elektrodistribucijom, definirani i ovim istraživanjem, mogu se grupirati u šest grupa. To su prostorni podaci o:

1. elektroenergetskoj infrastrukturi
2. komunikacijskim uređajima
3. topografiji terena
4. prostornom planiranju
5. drugim infrastrukturama
6. katastru nekretnina.

Samo prve dvije grupe prostornih podataka imaju izvor unutar poduzeća, dok preostalih četiri dolaze iz vanjskih izvora. Upravo tu se očituje važnost uspostave Infrastrukture prostornih podataka.

### 7.3.1. Podaci o elektroenergetskoj infrastrukturi

Analiza istraživanja kazuje da su prostorni podaci infrastrukture (vodovi i objekti) pohranjeni u digitalnom obliku u prosjeku na razini od 55%, a opisni podaci o infrastrukturi na razini od 60% (Tablica 8).

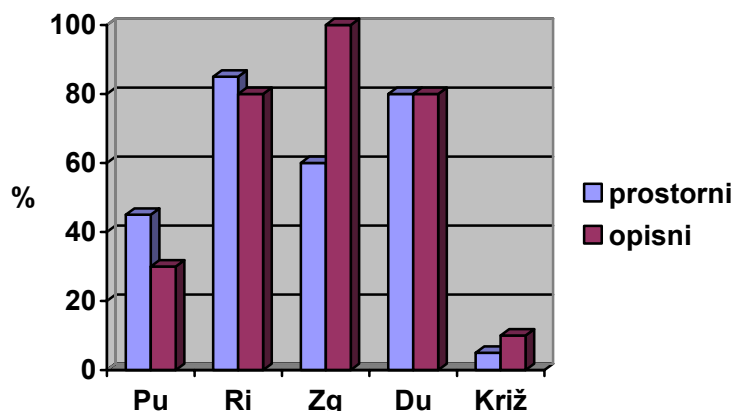
**Tablica 8. Podaci o elektroenergetskoj infrastrukturi po DP-ima**

DP	Elektroistra PULA	Elektroprimorje RIJEKA	Elektra ZAGREB	Elektrojug DUBROVNIK	Elektra KRIŽ
<b>PROSTORNI PODACI (vodovi i objekti)</b>					
dio pohranjen u digitalnom obliku	90% (SN), 0% (NN)	100% (SN), 70% (NN)	70% (SN), 50% (NN)	80 % (SN i NN)	5 % (SN i NN)
od toga:					
-geodetska izmjera	35 %		30 %	0 %	100 %
- digitalizirano s planova	65 %		70%	100 %	0 %
tko je proveo izmjeru	vanjski suradnici	vanjski suradnici	Geodetska grupa	/	Geodetski odjel
potrebna položajna točnost	do 30 cm	10-50 cm	do 10 cm	do 50 cm	do 50 cm
ciklus održavanja promjena u vodovima	1 tjedan*	duže od 1 mj.*	1 tjedan	1 tjedan	1 tjedan

\*nije geodetska izmjera

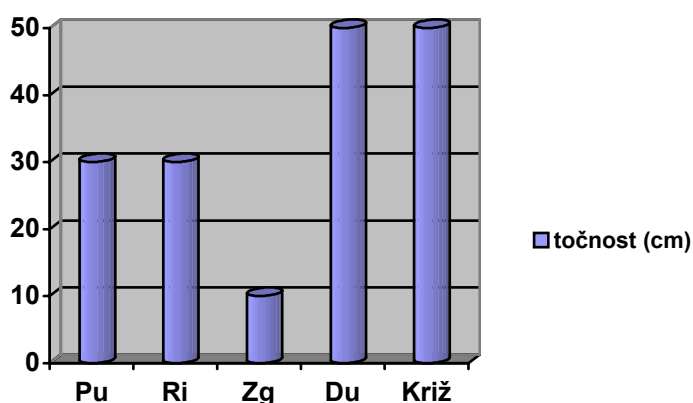
<b>OPISNI PODACI</b>					
dio u informatičkom sustavu	30 %	80 %	100 %	80 %	10 %
softver - program	Oracle	Oracle 7.3	Oracle	Oracle	Oracle 7.1, TOAD
postoje podaci o vlasništvu i pravu služnosti	NE	NE	NE	samo dijelom	NE

Prostorni podaci pohranjeni su u digitalnom obliku u rasponu od 5% (Križ) do 85% (Rijeka) podataka kompletne infrastrukture (SN i NN). Opisni su podaci o infrastrukturi pohranjeni od 10% (Elektra-Križ) do potpunog unosa (Elektra-Zagreb), a svugdje se sada kontinuirano unose (Slika 52).



Slika 52. Udio prikupljenih prostornih i opisnih podataka infrastrukture

Istraživanje je pokazalo da se položajna točnost vodova koju smatraju potrebnom razlikuje po distribucijskim područjima, od 10 cm do 50 cm (Slika 53). Time možemo zaključiti da ne postoji standardizirana potrebna točnost na razini svih DP-a, odnosno time nema standardizirane metode za prikupljanje i održavanje prostornih podataka o infrastrukturi koja bi zadovoljavala kvalitetom.



Slika 53. Potrebna položajna točnost vodova

Prostorni podaci većim su dijelom prikupljeni digitalizacijom planova (oko 60%), dok je manji dio (oko 40%) dobiveno geodetskom izmjerom (Tablica 8). Posebni su problem podaci o podzemnim (kabelskim) vodovima, jer mnogi prije zatrpavanja nisu geodetski snimljeni. O njima nema evidencije jer su u DP-ima koji nemaju geodetsku grupu ti poslovi izvedeni od strane vanjskih izvođača i preuzeti bez ikakve prateće dokumentacije (najveći problem su vodovi 0.4 kV i kućni priključci). Ovi bi se podaci o vodovima mogli otkriti instrumentima tragačima, međutim u urbanim dijelovima je to vrlo teško ili nemoguće jer se križaju s velikim brojem drugih vodova pa se oni ne mogu izdvojiti od ostalih.

Prostorni podaci o razdjelnoj elektroenergetskoj infrastrukturi održavaju se uglavnom u ciklusu između jednog do najviše četiri tjedna (Tablica 8), što bi prema stranim iskustvima (Sjedinjene Američke Države) bilo zadovoljavajuće. Međutim ovo se odnosi na općenito održavanje (bilo kakva mjerenja), a većim dijelom to nije održavanje geodetskom izmjerom novoizgrađene infrastrukture.

### 7.3.2. Podaci o topografiji terena i katastru nekretnina

Podatke o topografiji terena hrvatska elektrodistribucijska poduzeća prikupljaju s topografskih karata krupnijeg mjerila, kao što je HDK 1:5000, ili ako te karte ne zadovoljavaju prikazom detalja i sadržajem, geodetskom izmjerom područja od interesa. Niti jedno distribucijsko područje ne raspolaže nekim dodatnim digitalnim podacima o topografiji, kao što su primjerice digitalni ortofoto snimci (Tablica 9).

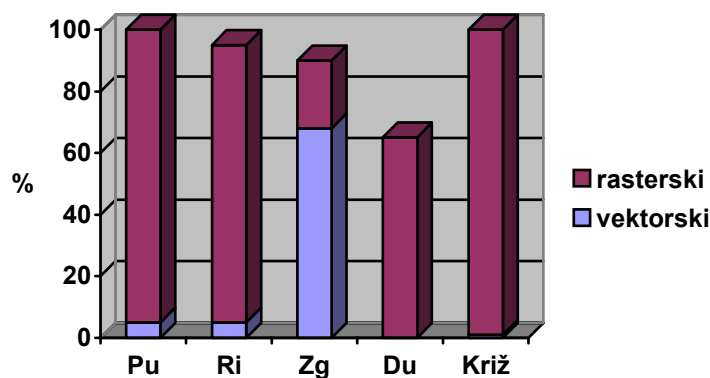
Prostorni podaci katastra nekretnina prikupljaju se sa katastarskih planova. Bez obzira što su geodetske podloge skoro u potpunosti digitalizirane (od 90% - 100%), njihovo je stanje vrlo loše. Podacima knjižnog dijela katastra nekretnina i EOP zemljišne knjige (opisni podaci) uopće se ne raspolaže.

**Tablica 9. Podaci o geodetskim podlogama**

	podloge	HDK 1:5000	digitalizirani katastarski plan	vektorski	rasterski	održavanje	dodatni dig. podaci (npr. ortofoto)
DP							
Elektroistra PULA		√	100%	5%	95%	ne	nema
Elektroprimorje RIJEKA		√	95%	5%	95%	po potrebi	nema
Elektra ZAGREB		√	90%	75%	25%	po potrebi	nema
Elektrojug DUBROVNIK		√	65%	0%	100%	ne	nema
Elektra KRIŽ		√	100%	1%	99%	ne	nema

Budući da ni za jedno područje ne postoji službeni digitalni katastarski plan (osim dijelom u Zagrebu), poduzeća su naručivala digitalizaciju katastarskih planova od vanjskih tvrtki ili je digitalizaciju proveo odjel unutar poduzeća. Digitalizirani katastarski planovi su uglavnom u rasterskom obliku, osim Zagreba gdje je katastarski plan vektoriziran u najvećem obimu od 75% (Slika 54).





Slika 54. Udio digitalizirane podloge

Dio vektoriziranih katastarskih planova koji se koriste su upitne kvalitete (sadržaj, položajna točnost, topologija), a povrh toga svi digitalizirani katastarski planovi ne služe osnovnoj svrsi jer nisu održavani od kada su digitalizirani. Zbog toga se i dalje mora naručivati i plaćati digitalizacija potrebnog sadržaja za potrebe pogonskih katastra.

Kvalitetno i učinkovito rješenje ovog problema će se postići kada se u Republici Hrvatskoj u potpunosti digitalizira katastar nekretnina, odnosno kada se ustroji Baza zemljišnih podataka (BZP).

### 7.3.3. Ostali podaci

Podaci o prostornom planiranju koji su potrebni za vođenje pogonskog katastra dobivaju se od nadležnih službi za prostorno planiranje. U novije doba prostorni planovi uglavnom su u digitalnom obliku, što olakšava prikupljanje potrebnih podataka.

Prostorni podaci o drugim infrastruktura (vodovod, plinovod, telekomunikacije itd.) dobivaju se od nadležnih komunalnih poduzeća, a mogu se dobiti i izvodom iz katastra vodova. Međutim, zbog neinformatiziranosti tih službi i neažurnog katastra vodova do tih se podataka dolazi teško ili su podaci upitne kvalitete.

Čest je slučaj da dio distribucijskih vodova komunalne infrastrukture, nisu uopće evidentirani ni u pogonskim katastrima vlasnika vodova niti u katastru vodova.

U Hrvatskoj nema grada/općine koja ima izgrađen komunalni informacijski sustav, što bi trebalo za učinkovitiju razmjenu podataka o komunalnoj infrastrukturi.

U analiziranim distribucijskim područjima koriste se CAD i GIS alati. Od CAD alata najčešće se radi o AutoCAD-u dok kod GIS aplikacija susrećemo tri različita (Tablica 10). U tri tvrtke izrađuju se i dopunske aplikacije koje su uglavnom podrška unosu i pregledu podataka.

Tablica 10. Pregled GIS i CAD alata u hrvatskim elektrodistribucijama

DP	Elektroistra PULA	Elektroprimorje RIJEKA	Elektra ZAGREB	Elektrojug DUBROVNIK	Elektra KRIŽ
GIS alat	AutoCAD Map 2000, ArcView 8.2	ArcInfo, ArcView, ArcSDE, ArcIMS	GE Smallworld 3.3	Geomedia Professional, Oracle 8i, IRASB,	ArcView 3.2
dobavljač softvera	Recro, GISDATA	GISDATA	Multisoft d.o.o.	HEP	GISDATA
CAD program	AutoCAD Map 2000	AutoCAD R14, AutoCAD Map 2000	Auto CAD 2000	/	Auto CAD 2000
postoji li intranet	DA	DA	DA	NE	DA
posebno izrađene aplikacije	/	aplikacija za unos podataka NN mreže i JR	Web preglednik GIS resursa	aplikacija za unos i održavanje SN i NN mreže	NE

## 8. Smjernice razvoja

Djelatnost distribucije električne energije u svijetu, a posebno u Europi danas oblikuju dva glavna gledišta: proces restrukturiranja te povećani zahtjevi na kvalitetu isporučene električne energije.

U Hrvatskoj je sve donedavno elektroenergetski sektor smatran prirodnim monopolom. Krajnji potrošač nije imao mogućnost izbora dobavljača niti pojedinih usluga. Na temelju iskustva reforme elektroenergetskog sektora u pojedinim europskim zemljama, i Hrvatsku očekuju promjene kroz postupke:

- restrukturiranja - promjena organizacije i ekonomskih odnosa u poslovanju
- deregulacije – uklanjanje elemenata državne regulacije i kontrole nacionalne ekonomije
- privatizacije – omogućuje konkurenciju i time doprinosi povećanju energetske učinkovitosti i smanjenju troškova i cijene
- liberalizacije – mogućnost izbora dobavljača od strane potrošača.

U tim budućim postupcima reforme u kojima će razdjelna infrastruktura biti ponuđena i drugim dobavljačima, te će se cijena energije određivati i prema duljini vodova do potrošača, potreba za njenom informatiziranom kompletnom evidencijom više je nego očigledna. Cilj restrukturiranja je promjena organizacije i ekonomskih odnosa radi povećanja učinkovitosti i smanjenja troškova poslovanja uz uvažavanje tržišnih trendova. Vođenje pogonskih katastra elektrodistribucije u tome igra vrlo važnu ulogu jer direktno utječe na učinkovitost cijelog elektroenergetskog sektora. Restrukturiranje je proces koji treba započeti odmah jer je i na razini državnog vlasništva potrebno znatno povećati učinkovitost poslovanja.

Ispunjenje ovih zahtjeva nepobitno vodi ka primjeni modernih informacijskih tehnologija kao podrška u upravljanju razdjelnih elektroenergetskih sustava. Pogonski katastri podržani geoinformacijskim sustavom trebali bi biti temelj integriranog informacijskog sustava poduzeća s obzirom na djelatnost i prostornu usmjerenost distribucijskog elektroenergetskog sustava.

### **8.1. Razlozi za informatizaciju pogonskog katastra elektrodistribucije**

Vođenje pogonskog katastra elektrodistribucije podržanog geoinformacijskim sustavom postiže se svepotrebna automatizacija razdjelnih elektroenergetskih sustava s tehničkih i komercijalnih gledišta te djelatnosti, te stvara tehnička i komercijalna dobit poduzeća.

Sva su pozitivna iskustva navedena u radu na neki način razlog za uvođenje geoinformacijskog sustava u upravljanju pogonskog katastra elektrodistribucije. U nastavku ovog poglavlja navode se prednosti odnosno razlozi za uvođenje geoinformacijskog sustava u pogonske katastre razdjelne elektroenergetske infrastrukture.

#### **8.1.1. Karakteristični zahtjevi elektrodistribucije**

Postoje dva glavna razloga za uvođenjem geoinformacijskih sustava u elektroenergetska poduzeća.

Prvi je razlog što uglavnom svi zadaci u tim poduzećima koriste prostorne podatke (od planiranja razdjelnih mreža do svakodnevnog održavanja niskonaponske mreže). Stvaranje, korištenje, pohranjivanje i održavanje prostornih podataka mogu se unaprijediti geoinformacijskim sustavima.

Drugi je razlog da se većina neprostornih podataka iz drugih baza podataka u poduzeću mogu povezati s prostornim podacima pohranjenih u ZIS-u (električne sheme, pravne suglasnosti, električna mjerenja). GIS alati mogu analizirati obje vrste podataka zajedno, i tako omogućiti integraciju podataka na razini cijelog poduzeća što smo iz istraživanja otkrili da u nas još ne funkcionira.

Karakteristični zahtjevi elektrodistribucijskog pogonskog katastra odražavaju potrebu za:

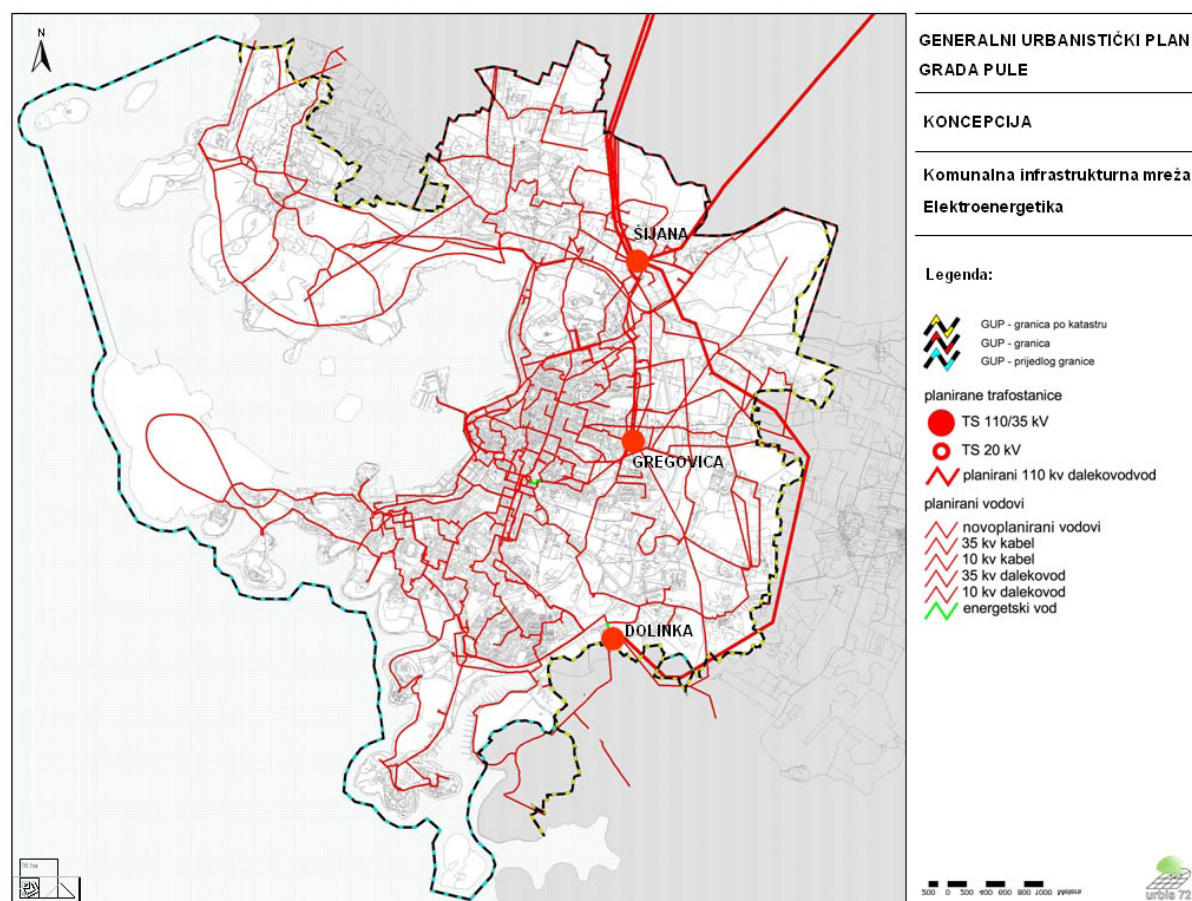
- ažurnom prostornom bazom podataka s projektiranim i izvedenim (*as built*) stanjem
- izradom standardnih i korisničkih planova
- integracijom CAD crteža sa GIS alatima
- integracijom s ostalim sustavima poduzeća kao što su *Work management* sustavi, *Outage management*, *Document management* sustavi i Potrošački informacijski sustavi
- analizom razdjelne mreže pri planiranju potrošnje i razvojnim projektima
- upravljanjem sustavima: napajanja, električnih vodova i nadzora
- održavanjem mreže i praćenje radnih naloga.

Budući da poduzeća počinju djelovati (u razvijenim zemljama već djeluju) više kao konkurentna poduzeća a manje kao monopolisti, elektrodistribucije počinju davati veći značaj kvaliteti usluge potrošačima (GIS sustavi u GIS-u). To se može postići korištenjem GIS funkcija koje nude brzi odgovor na upite potrošača, brzi prikaz lokacije kvara i područja kojim je zahvaćen i dodatno, ne manje važno, očekivano vrijeme popravka.

### 8.1.2. Podaci za prostorne planove

Prostorni planovi kao dokumenti prostornog uređenja u Hrvatskoj su: Prostorni plan županije i Grada Zagreba, Prostorni plan područja posebnih obilježja, prostorni plan uređenja općine i grada, Generalni urbanistički plan (GUP), Urbanistički plan uređenja (UPU) i Detaljni urbanistički plan (DPU).

Elektroenergetska infrastruktura je sastavni dio svih planova prostornog uređenja. Za izradu GUP-a, UPU-a i DPU-a potrebna je najveća točnost prostornih podataka zbog njihovog najdetaljnijeg prikaza, primjerice DPU bi trebao prikazivati i kućne priključke. Ti se planovi prikazuju na podlogama najkrupnijih mjerila od 1:500 do 1:5000 (Slika 55).



Slika 55. Elektroenergetika u GUP-u grada Pule

Podaci o razdjelnoj elektroenergetskoj infrastrukturi potrebni su u svrhu planiranja prostora odnosno definiranja načina uređivanja zemljišta komunalnom infrastrukturom. Iz tog razloga vrlo je važno posjedovati točne i održavane podatke u bazi podataka pogonskih katastrara za kvalitetno prostorno uređenje, a to se izuzetno olakšava podrškom geoinformacijskih sustava. Postojanje digitalnih podataka izrazito je važno za bržu i točniju izradu prostornih planova.

Na prostornim planovima mora biti prikazano postojeće stanje infrastrukture u prostoru i planirano stanje. Za to su zadužene službe u elektrodistribucijama koje te podatke dostavljaju prostornim planerima. Dakle, zakonska je obveza institucija koje upravljaju određenim podacima, pa tako i elektrodistribucije, da svoje podatke daju na korištenje u svrhu prostornog planiranja bez naknade. U praksi nastaju određeni problemi kako zbog plaćanja (porezi) tako i zbog neusklađenosti ili nepostojanja digitalne baze podataka. Uspostavom transparentne Infrastrukture prostornih podataka takvi bi se problemi smanjili.

## 8.2. Uključivanje u Infrastrukturu prostornih podataka

Za određene podatke koji su potrebni pogonskim katastrima elektrodistribucije postoje i više drugih organizacija koje koriste te iste podatke. Nekoordinirano, nekompletno, neažurno, nenormirano i nekompatibilno vođenje tih zajedničkih podataka čini ih netočnim ili neupotrebljivim.

Prostorni podaci razdjelne elektroenergetske infrastrukture integriraju se s ostalim skupovima podataka. Za takav okvir prostornih podataka treba postaviti odgovarajuće kriterije te

definirati sadržaj ovisno o potrebama svih korisnika u nacionalnoj Infrastrukturi prostornih podataka.

### 8.2.1. Važnost stvaranja IPP-a za elektrodistribuciju

U izgradnji i održavanju IPP moraju surađivati državne institucije, privatni i javni sektor, akademske zajednice, odnosno svi koji koriste, izrađuju ili distribuiraju prostorne podatke.

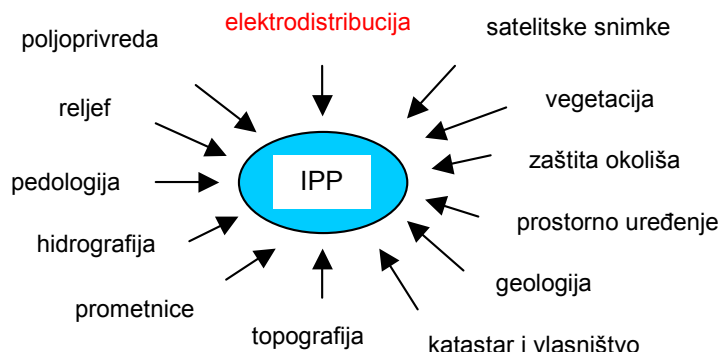
U kontekstu nacionalne Infrastrukture prostornih podataka HEP-distribucija predstavlja važnog korisnika i izvor prostornih podataka. Kao nacionalna tvrtka sa dobrim izvorom financiranja, HEP-distribucija se mora uključiti u razvoj nacionalnih projekata, normizacije, ukratko u razvoj IPP-a.

Izgradnja infrastrukture prostornih podataka sadrži sljedeće komponente:

- prostorni podaci
- politika
- tehnologija
- standardi i norme
- organizacijski okvir
- resursi i partnerstvo.

Definiranjem strategije za nacionalnu IPP pokrenulo bi se koordinirano evidentiranje komunalne infrastrukture svih vrsta, što je neophodno i za vođenje pogonskog katastra elektrodistribucije. Za zadovoljiti potrebne uvjete u izgradnji nacionalne IPP treba raspolagati podacima cjelokupne infrastrukture, odnosno «as-built» (kao izgrađeno) stanjem, a to znači velik obim posla u prikupljanju neevidentiranih podataka.

Time bi kompletna infrastruktura bila dostupna za sve zainteresirane korisnike u jednom normiranom okviru. Tako bi primjerice elektrodistribucija iz IPP-a raspolagala podacima o drugim vrstama vodova, imala pristup ažurnim katastarskim podacima, podacima o prostornom planiranju, odnosno svim za funkcioniranje potrebnim podacima koji dolaze iz vanjskih izvora (Slika 56).



Slika 56. Elektrodistribucija u okviru prostornih podataka IPP

S druge strane, elektrodistribucijska poduzeća bi, također kroz okvir IPP-a, iz svojih evidencija pogonskih katastra davala podatke potrebne za druge pogonske katastre i za službe prostornog planiranja.

Za početak izgradnje nacionalne IPP trebalo bi opisati sve podatke koje će ju činiti, tj. izraditi bazu metapodataka. U Hrvatskoj su određene inicijative u tom smjeru već pokrenute, izrađen je metakastarski portal (URL 7) na Zavodu za inženjersku geodeziju i upravljanje prostornim informacijama.

Što prije trebalo bi osnovati nacionalno tijelo za razvoj IPP-a, koje bi koordiniralo buduće zadatke na uspostavi i poboljšanju IPP-a, pogotovo se misli na edukaciju korisnika i proizvođača prostornih podataka te primjenu modernih tehnologija posebice Interneta. Jedna od ključnih aktivnosti u razvoju IPP-a je vrednovanje zahtjeva nad prostornim podacima na nacionalnoj razini. Za razvoj IPP-a u Hrvatskoj važno je određivanje zahtjeva nad prostornim podacima elektrodistribucijske djelatnosti kako bi se definiralo korištenje i stvaranje prostornih podataka i IPP-a.

### 8.2.2. Baza zemljišnih podataka

Kroz istraživanje u više država pokazalo se da su podaci katastra osnovni tip podataka za infrastrukturu prostornih podataka. Katastarski sustav je temelj za izgradnju pogonskog katastra podržanog geoinformacijskim sustavom, jer on sadrži podatke najkrupnijeg mjerila za neku državu.

Za stvaranje infrastrukture prostornih podataka potreban je digitalni katastar, a taj put obzirom na postojeće stanje u Hrvatskoj vodi kroz:

- ubrzanje stvaranja ažurnog katastra nekretnina
- integrirano vođenje digitalnog knjižnog dijela s digitalnim planovima
- stvaranje ažurnih topografskih karata i digitalnih baza podataka (višenamjenskog informacijskog sustava)
- pripremanje informacijskog sustava o zemljišnim česticama
- objedinjenje podataka zemljišne knjige s podacima katastra (BZP)
- stvaranje specifičnih administrativnih i tematskih grupa podataka
- promicanje proizvoda, usluga i svijesti o prostornim informacijama
- uspostava jakog koordinacijskog tijela za nacionalnu IPP.

Digitalizacija katastra i stvaranje Baze zemljišnih podataka dostupne putem Interneta za javni sektor (HEP- Distribucija) prioritetan je zadatak za osuvremenjivanje pogonskih katastra elektrodistribucije.

### 8.2.3. Katastar vodova i Komunalni informacijski sustav

Loše trenutno stanje u vođenju katastra vodova je dijelom i posljedica što u Hrvatskoj još nisu jedinice lokalne samouprave preuzele vođenje katastra vodova, što su po Zakonu o državnoj izmjeri i katastru nekretnina (NN 128/99) trebale učiniti. Trenutno je stanje takvo da se u ovom nekakvom prijelaznom razdoblju katastar vodova uopće sustavno ne vodi i održava, pa

se zaprimljeni elaborati za elektroenergetske vodove gomilaju u područnim uredima za katastar i uopće ne provadaju.

Vrlo često je i slučaj da snimljeni vodovi i ovjereni elaborati za katastar vodova nikada ne stignu do nadležne službe u HEP-u. Tako oni nemaju snimak novo postavljenih vodova za svoju evidenciju, pa pogonski katastri ne mogu biti kompletni.

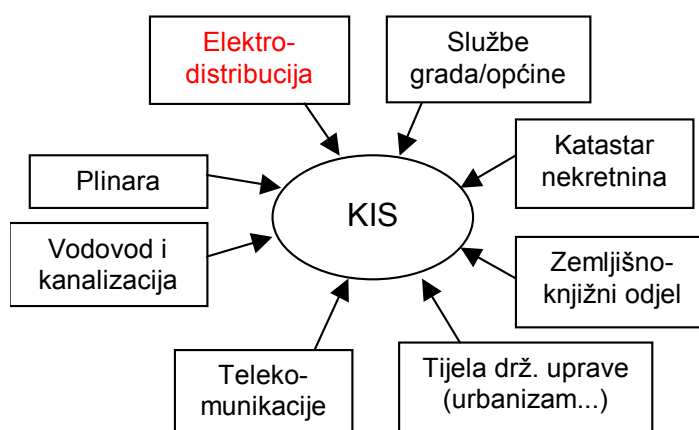
Sve navedeno upućuje na hitno rješavanje gorućeg problema oko provedbe svih izrađenih a neprovedenih geodetskih elaborata, te evidentiranja u katastar vodova i zatim tim podacima dopuniti pogonske katastre elektrodistribucijskih poduzeća. Poslovi izmjere sve neevidentirane infrastrukture, ako su ekonomski opravdani, mogu se ubrzati korištenjem modernih tehnologija u prikupljanju podataka, te zapošljavanjem kvalitetnih stručnih kadrova za koje je potrebna edukacija i trajno usavršavanje.

Potreba za izgradnjom nacionalne infrastrukture prostornih podataka dobro se očituje i kod planiranja izgradnje komunalnih informacijskih sustava (KIS). Ključni element u davanju jezgrovitih zemljišnih informacija je komunalni informacijski sustav, institucionalno i tehnički organiziran u svrhu dobivanja informacija o zemljištu i nekretninama grada.

Velika prepreka za uvođenjem KIS-a je u tome što veliki korisnici (elektrodistribucija, vodovod, telekomunikacije) razvijaju svoje vlastite geoinformacijske sustave izbjegavajući zajednički KIS na razini grada ili općine. Povrh toga, svako prikuplja, pohranjuje i vodi podatke na svoj način pa je upitna kvaliteta i konzistentnost takvih podataka.

Uključivanje privatnog sektora u KIS postoji kao mogućnost, kada je stručnost i iskustvo privatnog sektora na kvalitetnoj razini uz primjerenu opremljenost i mogućnost suradnje, no ipak javni sektor ima presudnu ulogu za uspjeh takvog zajedničkog projekta.

KIS u lokalnoj samoupravi ne mora biti vodeća tehnologija, važno je da su u njega uključeni svi krajnji korisnici i njihovi poslovi, a kroz životni ciklus KIS-a pronalazit će se optimalna i dugoročnija rješenja i raditi na usavršavanju sustava. Slika 57 prikazuje prijedlog strukture korisnika komunalnog informacijskog sustava.



Slika 57. Elektrodistribucija među ostalim korisnicima KIS-a

S institucionalnog gledišta gradski KIS projekti imaju podršku s vrha gradske vlasti kada postoji dobra komunikacijska strategija u politici i društvenoj komunikaciji, s definiranim



međusobnim interesima dobro usmjerenim u komunalnu informacijsku strategiju zajamčen je uspjeh i održivi razvoj lokalnih samouprava.

S gledišta pravnog okvira provođenje KIS-a će uspjeti ako su zadovoljeni sljedeći uvjeti:

- pravni okvir jamči vlasništvo intelektualnih prava ili vlasništvo podataka
- pravna zaštita osobnih podataka
- razumijevanje s nacionalne razine u ishod i pristup informacijama
- zakonski dopušten pristup komunalnim informacijama unutar države za potrebe svih korisnika.

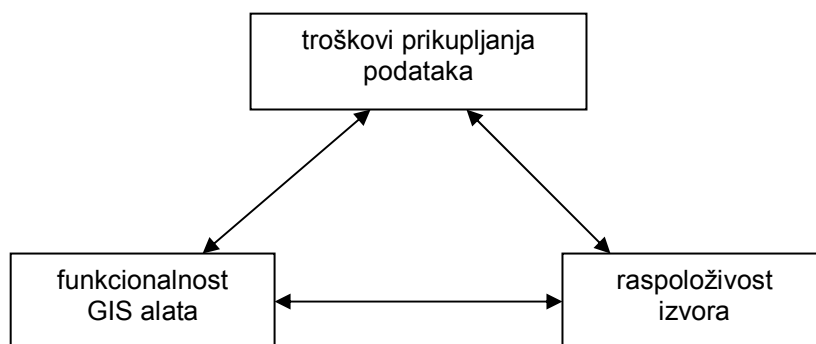
U Hrvatskoj nema grada ili općine koja ima izgrađen komunalni informacijski sustav. U Njemačkoj primjerice 30 % gradova/općina upotrebljavaju KIS, a gradovi sa više od 100.000 stanovnika koriste KIS u više od 90 % slučajeva.

### 8.3. Poboljšanje kvalitete prikupljanja i održavanja podataka

Analiza provedenog istraživanja u ovom radu pokazala je da se podaci prikupljaju iz različitih izvora i različite su kvalitete. Za učinkovit pogonski katastar valja precizno odrediti potrebnu kvalitetu podataka koji će se koristiti. Budući da u hrvatskim elektrodistribucijama nije uopće normirana kvaliteta prostornih podataka daju se neke preporuke koje bi se trebale uzeti u obzir.

Pri definiranju i specificiranju zahtjeva kvalitete podataka trebalo bi uravnotežiti tri glavna područja (Slika 58):

- troškove prikupljanja podataka
- raspoloživost izvora podataka
- funkcionalnost GIS alata (i drugih aplikacija).



Slika 58. Definiranje zahtjeva kvalitete podataka

Kvaliteta podataka pojavljuje se sada kao važan dio mnogih normi prostornih podataka. Iako je često ograničena na zahtjeve položajne točnosti, valja uzeti u obzir i ostale elemente (vidi poglavlje 5.4.2.).

U nastavku su dane preporuke za normizaciju kvalitete podataka u pogonskim katastrima za sljedeće komponente:

- međusobnu povezanost podataka
- prostornu točnost
- starost (održavanost) podataka
- potpunost podataka.

### 8.3.1. Međusobna povezanost podataka

Povezanost u smislu kvalitete prostornih podataka smatramo način na koji su, i da li jesu, objekti u geoinformacijskom sustavu međusobno povezani. To može biti topološka povezanost, veza opisnih podataka (baze podataka) s prostornim podacima (grafički dio), te povezanost potrošača na pojedine strujne krugove.

Naime, ako podaci koji moraju biti u vezi to nisu, ili ako su krivo povezani, sustav nam neće prikazivati stvarno stanje pa će to navoditi na krivo donošenja odluka i dovesti do gubitaka. Iz tog razloga međusobna povezanost za sve gore navedene kategorije mora biti na razini od 100%.

### 8.3.2. Prostorna točnost

Položajna točnost za distribucijsku infrastrukturu mora biti najviše razine točnosti zbog toga što prikazuje najdetaljnije podatke o prostoru. Preporuka je da apsolutna položajna točnost za razdjelnu infrastrukturu bude  $\pm 15$  do  $\pm 20$  cm. Preporučena apsolutna položajna točnost danas se dobiva bilo kojom modernom metodom izmjere: totalnom mjernom stanicom, GPS-om ili fotogrametrijskom metodom. Jedna od tih metoda izmjere trebali bi biti norma za izmjeru infrastrukture u svim distribucijskim poduzećima.

Problemi se pojavljuju kada je dio podataka točniji (prikupljen s plana krupnog mjerila) od drugog dijela (prikupljen s plana sitnijeg mjerila). U tom slučaju treba obratiti osobitu pozornost pri donošenju odluka na osnovu tih manje pouzdanih podataka.

Još je uvijek u praksi elektrodistribucijskih poduzeća, koji nemaju geodetsku grupu, da se kod izmjere (održavanja) novoizgrađene infrastrukture vrše relativna odmjeranja u odnosu na okolne objekte i to ucrtava (kotira) na nekakvu podlogu. Preporuka je da i kod takvih mjerenja točnost bude  $\pm 15$  do  $\pm 20$  cm.

### 8.3.3. Održavanost podataka

Velika količina podataka koja se koristi u pogonskim katastrima nije ažurna, a to znači da se takvi podaci uopće ne mogu koristiti za donošenje odluka u njihovom upravljanju. Zbog toga treba nastojati koristiti samo provjerene održavane podatke, odnosno podatke redovito održavati i održavati, a za područja gdje su nepotpuni valja ih prikupiti u što kraćem roku.

Razvoj tih aktivnosti treba biti usmjeren ka pronalaženju načina da se podaci unose i održavaju u sustav direktno iz digitalnih izvora mjerenja. Pod time se prije svega smatra uvođenje modernih postupaka izmjere (GPS, lasersko skaniranje) i integriranje sustava geodetske izmjere sa geoinformacijskim sustavom. Time bi se povećala kvaliteta, te ubrzao postupak prikupljanju podataka, a istakle bi se prednosti takvog integriranog sustava pri:

- unosu i upravljanju izmjerom,
- obradi terenskih podataka,

- COGO,
- povezanost opažanih točaka s objektima u GIS-u.

Kod nas se prostorni podaci o elektroenergetskoj infrastrukturi održavaju prosječno u sedam dana (međutim ne uvijek geodetskom izmjerom) Svi ostali prostorni podaci vanjskih izvora održavaju se uglavnom po potrebi (katastar, drugi komunalni vodovi). Preporuka je da svi podaci u pogonskom katastru budu održavani u vremenskom roku od najviše šest mjeseci.

#### 8.3.4. Potpunost podataka

Analizom stanja utvrdilo se da je prosječno veća nepotpunost prostornih podataka (55%) u odnosu na opisne (60%), s time da su u tri od pet DP-a opisni podaci na razini od 80-100%. To je iz razloga što dio prostornih podataka o infrastrukturi, poglavito niskonaponski vodovi, nisu uopće evidentirani niti u analognom niti u digitalnom obliku, a povrh toga njihovo je prikupljanje skuplje i dugotrajnije. U što kraćem roku treba krenuti s upotpunjavanjem tih podataka, a za to bi svako distribucijsko područje trebalo imati osnovanu geodetsku grupu i iz razloga položajne točnosti.

Često se zbog postojanja nekoliko informacijskih sustava u poduzeću (npr. TIS, CIS itd.) podaci dupliciraju ili ne poklapaju. Zato treba uspostaviti jedinstven geoinformacijski sustav na razini cijelog poduzeća koji će putem lokalne mreže biti dostupan svim odjelima.

Za kompletno uspostavljen geoinformacijski sustav, preporučuje se razina potpunosti podataka od najmanje 98%. Ispod te razine za sustav ne možemo reći da je uspostavljen u cijelosti, pa se stoga ne može na njega potpuno osloniti pri upravljanju pogonskim katastrom.

## 9. Zaključak

Pogonski katastri elektrodistribucije nisu više zasebni sustavi u individualnoj bazi podataka s funkcijama unosa, analize i izlaza. Moderni pogonski katastri podržani su geoinformacijskim sustavom na razini cijelog poduzeća, u kojem svaki odjel koristi i održava podatke iz jedinstvene, neredundantne prostorne baze podataka za svoje zadatke.

GIS tehnologija, uz pravilan odabir GIS alata i hardvera, unaprijeđuje sve glavne zadatke pogonskog katastra u elektrodistribucijama. U zajedničkoj prostornoj bazi podataka povezuju se mnogi podsustavi: SCADA, Tehnički informacijski sustav (TIS), potrošački informacijski sustav (CIS), sustav upravljanja ispadima (*Outage management*), planiranje razdjelne mreže (predviđanje opterećenja), sustav dojava kvarova itd.

Poznato je da su podaci najvažnija komponenta u pogonskim katastrima jer imaju najdulji vijek trajanja (50-100 godina), a na njih otpada i najveći dio troškova (80%) pri uspostavi geoinformacijskog sustava. Istraživanje provedeno u ovom radu pokazalo je da podaci o razdjelnoj infrastrukturi nisu u potpunosti prikupljeni, a postojeći podaci su različite kvalitete. Korištenjem modernih tehnologija u prikupljanju podataka (lasersko skaniranje, GPS) i njihovom upravljanju (objektnoorijentirano modeliranje, SDBMS sustavi, Internet) mogu se ti postupci ubrzati i dobiti kvalitetniji rezultati.

Istraživanje među hrvatskim elektrodistribucijama donosi podatak da su uglavnom svi pogonski katastri podržani nekim geoinformacijskim sustavom, međutim nigdje nije još u potpunosti uspostavljen i ne djeluje na razini cijelog poduzeća. To bi trebalo u što kraćem roku urediti, jer u razvijenim zemljama s reguliranim elektroenergetskim tržištem takvi sustavi već dulje vrijeme donose poslovni dobitak.

Na osnovi provedenog istraživanja mogu se zaključiti glavni razlozi koji onemogućavaju potpuno funkcioniranje pogonskih katastra. To su nepostojanje Baze zemljišnih podataka, time i ažurnog digitalnog katastra nekretnina kao najvažnijeg vanjskog izvora na kojem se temelje prostorni podaci elektrodistribucije, te nedefiniranost nacionalnih normi i standarda za vođenje pogonskih katastra. Kvalitetno i učinkovito rješenje vodi ka digitalizaciji katastra i razvoju nacionalne Infrastrukture prostornih podataka (IPP).

Za integriranje prostornih podataka elektrodistribucije s ostalim skupovima podataka u nacionalnu IPP treba postaviti odgovarajuće kriterije te definirati sadržaj ovisno o potrebama svih korisnika. U tom kontekstu HEP-Distribucija predstavlja važnog korisnika i izvor prostornih podataka, pa se kao nacionalna tvrtka sa dobrim izvorom financiranja mora uključiti u razvoj IPP-a.

Pokazalo se da je stanje evidencije prostornih podataka o infrastrukturi lošije u odnosu na opisne podatke. Razlozi su u tome što nisu u cijelosti prikupljeni i nema definirane kvalitete prostornih podataka, već svako distribucijsko područje upravlja i održava podatke na svoj način. Po tom pitanju nameće se obaveza korištenja uspostavljenih međunarodnih normi i standarda u svrhu kvalitetnog prikupljanja i održavanja prostornih podataka u pogonskim katastrima elektrodistribucije. Te norme trebale bi odrediti pitanja međusobne povezanosti podataka, njihove potpunosti, položajne točnosti i ažurnosti.

Zbog neinformatiziranosti i neažurnog vođenja svih vrsta komunalne infrastrukture, slaba je razmjena potrebnih podataka elektrodistribucije s drugim pogonskim katastrima, pa to

---

predstavlja jedan puno kompleksniji problem. Uspostavom komunalnog informacijskog sustava, kojeg u Hrvatskoj još nema ni jedna lokalna samuprava, poboljšala bi se međusobna razmjena podataka.

Unutar samih poduzeća nedostavno se financiraju projekti, nedostaje potpora menadžmenta i jasno određenih ciljeva, velik dio podataka je slabe kvalitete ili nepotpuno, postoji stručni kadrovski manjak, te općenito slaba komunikacija među odjelima.

U hrvatskim elektrodistribucijama nedostaje sustavno i profesionalno obrazovanih kadrova za potrebe uvođenja modernih pogonskih katastra. Djelatnici moraju biti usmjereni na svoje konkretne zadaće, a ne da održavanje geoinformacijskog sustava bude njihov usputan posao i počiva samo na njihovom entuzijazmu.

Modernizacija pogonskih katastra igra važnu ulogu u procesu restrukturiranja (i deregulacije) elektrodistribucijskih poduzeća, jer je upravo cilj tih procesa povećanje učinkovitosti i smanjenje troškova uz uvažavanje tržišnih trendova.

## 10. Literatura

- Balling, M., Stefanini, B. (1973): Električne mreže. Tehnička enciklopedija 4, Jugoslavenski leksikografski zavod, str. 20-50, Zagreb.
- Baučić, M. (1995): Spatial data for electric utilities. Master thesis, ITC, Enschede, Netherland.
- Baučić, M. (1997): Digitalni prostorni podaci u gospodarenju elektropostrojenjima za prijenos i distribuciju električne energije. Zbornik radova Prvog hrvatskog kongresa o katastru, Hrvatsko geodetsko društvo, str. 197-209, Zagreb.
- Blagajac, S., Krajcar, S., Škrlec, D. (1998): Pilot project of the Electric Utility of the City of Zagreb- Experiences. Proceedings of GIS Brno '98 Conference, p. B4-1-B4-10, Brno, Czech Republic.
- Buckley, D. (1997): The GIS Primer. Pacific Meridian Resources, USA.
- Cetl, V. (2003): Uloga katastra u Nacionalnoj infrastrukturi prostornih podataka. Magistarski rad, Geodetski fakultet, Zagreb.
- Cetl, V., Roić, M., Šiško, D. (2003): Towards a Spatial Data Infrastructure in Croatia. 2nd FIG Regional Conference, December 2-5, Marrakech, Morocco.
- Correa, G.C., Kojicowski, J.C., Gomide, A.C. (2001): Implementation of a company wide GIS system. Conference proceedings of GITA Conference 2001, August 27-30, Sydney, Australia.
- Cvitković, S. (2001): Katastar na Internetu. Diplomski rad, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- ESRI (2001): Electric Distribution. ArcGIS Data Models. ESRI, USA.
- Galić, Z (1994): Integracija GPS podataka u GIS. Geodetski list 4, str. 327-336, Zagreb.
- GISDATA d.o.o. (2001): Idejni projekt uvođenja geografskog informacijskog sustava u HEP DP Elektroistra – Pula. Skripta, GISDATA d.o.o., Rijeka.
- Geospatial Information & Technology Association–GITA (2002): Annual meeting – Industry Trends Analysis Group, March 18, Tampa, USA.
- Grundig, L., Gielsdorf, F. (2001): Utility lines and facility management – a task for the surveying engineer. International conference «New Technology for a New Century», FIG-Working week, May 6-11, Seoul, Korea.
- Harder, C. (1999): Enterprise GIS for Energy Companies. ESRI Press, USA.
- Karavidović, D., Miletić, S. (1998): Automatsko lociranje mjesta kvara, izdvajanje kvara i restauracija pogona SN mreže. Zbornik radova drugog simpozija o elektrodistributivnoj djelatnosti, str. 4-04, Hrvatski komitet CIGRE, Trogir.

- Kavanagh, B. (2003): *Surveying: principles and application*. Sixth Edition, Prentice Hall, USA.
- Kelemen, T. (1997): Transformator. Tehnička enciklopedija 13, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, str. 148-168, Zagreb.
- Krajcar, S., Škrlec, D., Blagajac, S. (1994): The Organizational Evolution of a GIS Implementation in the Electric Utility. 16th International Conference on Information Technology ITI 94, p. 474-477, Pula.
- Krajcar, S., Škrlec, D., Blagajac, S. (1996): Zemljopisni informacijski sustav (GIS) i planiranje razdjelnih mreža. Zbornik radova prvog savjetovanja o elektrodistributivnoj djelatnosti, str. 19-32, Hrvatski komitet CIGRE, Lovran.
- Krajcar, S. (2001): Distribucija električne energije od industrijskog doba do društva znanja. Energija, vol. 50, br. 2, str. 89-92, Zagreb.
- Krstulja, B. (1998): Temeljni zahtjevi na suvremeno vođenje elektroenergetskih mreža velikih DP-a. Zbornik radova drugog simpozija o elektrodistributivnoj djelatnosti, str. 4-07, Hrvatski komitet CIGRE, Trogir.
- Longley, P., Goodchild, M., Maguire, D. i Rhind, D. (2002): *Geographic Information Systems and Science*. John Wiley & Sons, England.
- Matijević, H., Roić, M. (2002): Terestrički laserski skaneri. Geodetski list 3, str. 171-187, Zagreb.
- Matijević, H. (2004): Modeliranje podataka katastra. Magistarski rad, Geodetski fakultet, Zagreb.
- Medak, D. (2002): Geodetske baze podataka. Skripta, Geodetski fakultet, Zagreb.
- Medak, D., Car, A. (2002): Geoinformacijska znanost danas i sutra. Zbornik Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu povodom 40. obljetnice samostalnog djelovanja 1962.-2002., Geodetski fakultet, Zagreb.
- Medić, V. (1976): Agrarne operacije – I dio. Skripta, Geodetski fakultet, Zagreb.
- Meehan, J. (1994): AM/FM/GIS – Enabling redesign of electric utility operations. Proceedings AM/FM International Annual Conference XVII, p. 139-148, Denver, USA.
- Mišković, D. (1999): Problematika tehničke dokumentacije u DP Elektroistra-Pula. Skripta prijedloga organizacije i vođenja tehničke dokumentacije u HEP DP Elektroistra-Pula uz postepeno uvođenje GIS-a, Pula.
- Narodne novine (1996a): Zakon o vlasništvu i drugim stvarnim pravima, 91.
- Narodne novine (1996b): Zakon o zemljišnoj knjizi, 91.
- Narodne novine (1998): Zakon o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu, 47.
- Narodne novine (1999): Zakon o državnoj izmjeri i katastru nekretnina, 128.

Ožegović, M. i K. (1996): Električne energetske mreže I. Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje, Split.

Rajabifard, A., Williamson, I.P. (2001): Spatial Data Infrastructures: Concept, SDI Hierarchy and Future directions. Proceedings of GEOMATICS '80 Conference, Tehran, Iran.

Roić, M., Medić, V., Fanton, I. (1999): Katastar zemljišta i zemljišna knjiga, skripta. Geodetski fakultet, Zagreb.

Roić, M., Zekušić, S. (1999): Normizacija digitalnih prostornih informacija. Geodetski list 3, str. 209-226, Zagreb.

Roić, M., Matijević, H., Cetl, V. (2002): Objektnoorijentirano modeliranje katastra. Zbornik Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu povodom 40. obljetnice samostalnog djelovanja 1962.-2002., Geodetski fakultet, Zagreb.

Roić, M. (2002a): Komunalni informacijski sustavi – folije s predavanja. Geodetski fakultet, Zagreb.

Roić, M. (2002b): Digitalni katastar – folije s predavanja. Geodetski fakultet, Zagreb.

Roić, M., Mastelić Ivić, S. (1993): Od katastra vodova prema komunalnom informacijskom sustavu. Geodetski list 4, str. 325-332, Zagreb.

Roić, M., Mastelić Ivić, S., Matijević, H., (2001): Moderni pogonski katastri - as built, Zbornik radova drugog hrvatskog kongresa o katastru, Roić, M. i Kapović, Z. (ur.), str. 161-170, Hrvatsko geodetsko društvo, Zagreb.

Schaller, J., Lohr, U., Mannheim, K., Hack, T. (2000) New GIS and Laserscanning Methods for Monitoring Powerline Utilities. 20th Annual International ESRI User Conference, June 26-30, San Diego, USA.

Slivarić, K. (1998): Informatički sustavi u automatizaciji DEES. Zbornik radova drugog simpozija o elektrodistributivnoj djelatnosti, str. 4-11, Hrvatski komitet CIGRE, Trogir.

Srb, V. (1973): Električni vodovi. Tehnička enciklopedija 4, Jugoslavenski leksikografski zavod, str. 226-263, Zagreb.

Srb, V. (1990): Električne instalacije i niskonaponske mreže. Tehnička knjiga, Zagreb.

Škrlec, D., Krajcar, S., Blagajac, S. (1994): Application of GIS technology in electrical distribution network optimization. Fifth European Conference and Exhibition on Geographical Information System EGIS/MARI '94, p. 1857-1865, Paris, France.

Škrlec, D. (2001): Razdjelne mreže i instalacije - folije s predavanja. Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb.

Tutić, D., Vučetić, N., Lapaine, M. (2002): Uvod u GIS. Skripta, Geodetski fakultet, Zagreb.

Weir, M. (2003): The Next Generation GIS/LIS – A Survey Information System Integrated within a GIS. FIG Working Week 2003, April 13-17, Paris, France.



Yehia, M., Ramadan, R. (1998): GIS: A technology for performance Improvement in Electricity Supply Systems. Proceedings of Eighteenth Annual ESRI User Conference, San Diego, USA.

Zmijarević, Z., Krajcar, S., Škrlec, D. (2002): GIS Enhanced Long-Term Planning of MV Distribution Networks. Proceedings of the IASTED International Conference on Power and Energy Systems (PES 2002), Smedley, Karady, Koval, Edris (ur.), 97-102, ACTA press, Anaheim, USA.

Žutobradić, S. (1998): Planiranje i razvitak distribucijske mreže HEP-a. Zbornik radova drugog simpozija o elektrodistributivnoj djelatnosti, str. 1-01, Hrvatski komitet CIGRE, Trogir.

URL adrese:

URL 1: Hrvatska elektroprivreda

<http://www.hep.hr> (27.04.2003.)

URL 2: NCGIA

<http://www.ncgia.ucsb.edu/giscc/units/u051/u051.html> (15.06.2003.)

URL 3: GIS com

[http://www.gis.com/data/data\\_types](http://www.gis.com/data/data_types) (5.10.2003.)

URL 4: University of Mississippi

[http://www.olemiss.edu/depts/geology/courses/ge470/gis\\_cont.htm](http://www.olemiss.edu/depts/geology/courses/ge470/gis_cont.htm) (27.06.2003.)

URL 5: The Geospatial Information & Technology Association

<http://www.gita.org> (12.06.2004.)

URL 6: Državna geodetska uprava

<http://www.dgu.hr> (17.06.2004.)

URL 7: Metakatastarski portal

<http://www.igupi.geof.hr/ipp> (17.06.2004.)

Popis slika:

Slika 1. Dijelovi zemljišne knjige

Slika 2. Kartografski znaci za vodove električne energije

Slika 3. Logička organizacija KIS-a

Slika 4. Hijerarhija infrastrukture prostornih podataka (Rajabifard i Williamson 2001)

Slika 5. Logička struktura IPP (Roić 2002a)

---

Slika 6. Proizvodnja, prijenos i distribucija električne energije

Slika 7. Shema elemenata mreža, sa tri (35, 10 i 0.4 kV) i dva (10 i 0.4 kV) napona (Ožegović 1996)

Slika 8. Pregledna karta napojnih točaka razdjelne mreže jednog dijela Hrvatske

Slika 9. Nadzemni vod

Slika 10. Utjecaji na predviđanje potrošnje (Škrlec 2001)

Slika 11. Osnovne komponente geoinformacijskog sustava (Longley i dr. 2002)

Slika 12. Terestrički laserski skaner

Slika 13. Prikaz 3D snimljenog rasklopnog postrojenja

Slika 14. Sustav prikupljanja i obrade podataka metodom laserskog skaniranja iz zraka (Schaller i dr. 2002)

Slika 15. Glavne komponente GIS softverskih paketa (Longley i dr.)

Slika 16. Klasifikacija GIS softverskih paketa (Longley i dr. 2002)

Slika 17. Promjene u tehnologiji GIS alata (Harder 1999)

Slika 18. Dodavanje objekata ArcFM-om

Slika 19. Održavanje atributa pogonskog katastra ArcFM-om

Slika 20. Praćenje funkcionalnosti elektroenergetske mreže

Slika 21. Procedura stvaranja ISO-normi

Slika 22. Preinaka podataka u informaciju u informacijskom sustavu (URL 2)

Slika 23. Sastavnice prostornih podataka

Slika 24. Pojavni oblici prostornih podataka (Longley i dr. 2002)

Slika 25. Točka, linija i poligon u rasterskom modelu (URL2)

Slika 26. Atributi, zapis i datoteka

Slika 27. Slika stupne TS u bazi podataka

Slika 28. Uloga modela podataka u geoinformacijskom sustavu (Longley i dr. 2002)

Slika 29. Razine apstrakcije u organizaciji informacija

Slika 30. Špageti model i struktura podataka

Slika 31. Hijerarhijski model i struktura podataka (URL 2)

- 
- Slika 32. Topološki model i struktura podataka (URL 2)
- Slika 33. Hijerarhijska struktura podataka
- Slika 34. Struktura mrežnog modela baze podataka
- Slika 35. Shema za podsustav Objekti infrastrukture (Structure)
- Slika 36. Shema za podsustav Vodovi (Circuit segment) (ESRI 2001)
- Slika 37. Shema podsustava Električnih uređaja (Electric devices)
- Slika 38. Shema za podsustav Korisnici i usluga (Customer and Service)
- Slika 39. Odnos između potpunosti podataka, potpunosti modela i pogodnosti za uporabu (Guptill i Morrison 2001)
- Slika 40. Početna stranica GITA (URL 5)
- Slika 41. Primjena GIS-a u elektrodistribucijskom poduzeću (Krajcar i dr. 1996)
- Slika 42. Struktura i razine DMS (Slivarić 1998)
- Slika 43. Postupak planiranja podržanog CADDiN-om
- Slika 44. Integracija SCADA i podataka iz AM/FM/GIS sustava
- Slika 45. Aplikacija «Responder» za dojave kvarova
- Slika 46. Aplikacija za pomoć naplate električne energije
- Slika 47. Distribucijska područja uključena u istraživanje
- Slika 48. Ukupna duljina vodova po DP-u
- Slika 49. Godina uvođenja i planiranog dovršetka GIS-a
- Slika 50. Nadopunjavanje CAD s GIS alatima
- Slika 51. Odnos trenutnog i potrebnog broja djelatnika
- Slika 52. Udio prikupljenih prostornih i opisnih podataka infrastrukture
- Slika 53. Potrebna položajna točnost vodova
- Slika 54. Udio digitalizirane podloge
- Slika 55. Elektroenergetika u GUP-u grada Pule
- Slika 56. Elektrodistribucija u okviru prostornih podataka IPP
- Slika 57. Elektrodistribucija među ostalim korisnicima KIS-a
- Slika 58. Definiranje zahtjeva kvalitete podataka

Popis tablica:

Tablica 1. Tipovi izvedbe kablskih i stupnih distribucijskih TS

Tablica 2. Podaci o postrojenjima i vodovima distribucijske mreže HEP-a

Tablica 3. Prateće GIS tehnologije

Tablica 4. Najvažnije aplikacije i tehnologije u razvoju modernih pogonskih katastra elektrodistribucije

Tablica 5. Opći podaci istraživanih distribucijskih područja

Tablica 6. Uvođenje i funkcioniranje geoinformacijskog sustava

Tablica 7. Podaci o kadrovima i edukaciji

Tablica 8. Podaci o elektroenergetskoj infrastrukturi po DP-ima

Tablica 9. Podaci o geodetskim podlogama

Tablica 10. Pregled GIS i CAD alata u hrvatskim elektrodistribucijama

## ŽIVOTOPIS

### OSOBNJE OBAVIJESTI

Ime	BLAGONIĆ, Boris
Adresa	Vinkuran, Cota 9, 52100 Pula, Hrvatska
Telefon (posao)	052 / 619-080
Mob.	098 / 95-98-299
E-mail	<a href="mailto:boris.blagonic@pu.htnet.hr">boris.blagonic@pu.htnet.hr</a>
Mjesto i datum rođenja	Pula, 17. veljače 1975.
Bračno stanje	oženjen, supruga Aleksandra (dr.med.), kćer Lucija

### RADNO ISKUSTVO

- Datum (od-do)	2003. -
- Naziv i sjedište tvrtke zaposlenja	DGU, Područni ured za Katastar Pazin
- Vrsta posla ili područje	Katastar nekretnina
- Zanimanje i položaj koji obnaša	Voditelj odsjeka
- Osnovne aktivnosti i odgovornosti	upravlja radom odsjeka, pregled parcelacijskih i drugih elaborata, organizira poslove tehničke dokumentacije državne izmjere i katastra nekretnin
- Datum (od-do)	1999. – 2003.
- Naziv i sjedište tvrtke zaposlenja	Geodet d.o.o. Pula
- Vrsta posla ili područje	geodetsko – katastarski poslovi
- Zanimanje i položaj koji obnaša	Ovlašteni inženjer
- Osnovne aktivnosti i odgovornosti	poslovi vezani za katastar nekretnina i inženjersku geodeziju

**ŠKOLOVANJE I IZOBRAZBA**

- |                                    |                                    |
|------------------------------------|------------------------------------|
| - Datum (od-do)                    | 1993. – 1998.                      |
| - Naziv i vrsta obrazovne ustanove | Geodetski fakultet Zagreb          |
| - Osnovni predmet / zanimanje      | geodezija                          |
| - Naslov postignut obrazovanjem    | dipl. ing. geodezije               |
|                                    |                                    |
| - Datum (od-do)                    | 1989. – 1993.                      |
| - Naziv i vrsta obrazovne ustanove | Gimnazija Pula                     |
| - Osnovni predmet / zanimanje      | matematičko – informatički smjer   |
| - Naslov postignut obrazovanjem    | prirodoslovno-matematički tehničar |

**OSOBNNE VJEŠTINE I SPOSOBNOSTI**

- |                         |                              |
|-------------------------|------------------------------|
| - Znanje stranih jezika | engleski i talijanski        |
| - Rad s računalima      | MS Office, Auto CAD, ArcView |