

Speleološki katastar u GIS tehnologiji : diplomski rad

Bedenicki, Nino

Master's thesis / Diplomski rad (sveučilišni)

2011

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:169:001403>

Rights / Prava: [Zaštićeno autorskim pravom.](#) / [In copyright.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2026-08-10**

Repository / Repozitorij:



Sveučilište u Zagrebu
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET

[Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering
Repository, University of Zagreb / Repozitorij Rudarsko-
geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu](#)



Dabar

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET
Diplomski studij geološkog inženjerstva

SPELEOLOŠKI KATASTAR
U GIS TEHNOLOGIJI

Diplomski rad

Nino Bedenicki
GI – 1

Zagreb, 2011.

Zahvaljujem prvenstveno mentoru, doc.dr.sc. Dariju Perkoviću na predloženoj temi, ukazanom povjerenju te pomoći pri izradi ovog diplomskog rada kao i kolegama iz speleološkog kluba "Ozren Lukić" bez čijeg dugogodišnjeg truda ne bi bilo moguće krenuti u izradu ovog diplomskog rada.

Zahvaljujem se, također, roditeljima, sestri i prijateljima na dugogodišnjoj podršci.

SPELEOLOŠKI KATASTAR U GIS TEHNOLOGIJI

Nino Bedenicki

Diplomski rad izrađen: Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za geologiju i geološko inženjerstvo
Pierottijeva 6, 10002 Zagreb

Sažetak

U ovom diplomskom radu prikazan je novi, suvremeni način izrade i vođenja speleološkog katastra. Prva faza u izradi katastra sastoji se od prikupljanja dokumentacije (terenskih zapisnika, nacрта, slika i dr.). Nakon što se prikupe svi potrebni dokumenti, potrebno je u drugoj fazi osmisлити strukturu baze podataka, te je zatim popuniti s podacima iz prikupljene dokumentacije. Svi objekti u bazi podataka imaju koordinate neophodne za prikaz u GIS-u. Treća faza je izrada GIS projekta, pomoću aplikacije ArcGIS Desktop. Zahvaljujući ugrađenim mogućnostima u softveru, uvezeni su svi zapisi o objektima iz baze podataka te je kao rezultat dobiven prikaz speleoloških objekata na digitaliziranim geološkim i topografskim kartama Republike Hrvatske. Osim toga, geotransformacijom podataka u WGS84 sustav, omogućen je i prikaz istih objekata u Google Earth-u i ArcGIS Explorer-u. Ovako kreiran speleološki katastar uvelike olakšava pristup podacima o istraženim speleološkim objektima nekog speleološkog kluba, udruge ili odsjeka, a time bi podaci o točnoj lokaciji nekog speleološkog objekta, njegovoj topografiji, dubini itd. postali dostupni svim članovima speleološkog kluba ili neke druge udruge koja se bavi sličnim istraživanjima.

Ključne riječi: Geografski informacijski sustav (GIS), speleološki objekti, baza podataka, speleološki katastar

Diplomski rad sadrži: 61 str., 41 sliku, 3 priloga i 24 reference

Jezik izvornika: hrvatski

Diplomski rad pohranjen: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta
Pierottijeva 6, Zagreb

Voditelj: Dr. sc. Dario Perković, docent RGNF

Ocjenjivači: Dr. sc. Dario Perković, docent RGNF
Dr. sc. Snježana Mihalić, docent RGNF
Dr. sc. Jelena Parlov, docent RGNF

Datum obrane: 07.srpanj 2011.

SPELEOLOGICAL CADASTRE IN GIS TECHNOLOGY

Nino Bedenicki

Thesis completed in: University of Zagreb
Faculty of Mining, Geology and Petroleum engineering
Department of Geology and Geological Engineering
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Abstract

This thesis presents a new, modern way of making and maintaining the speleological cadastre. The first stage in the development of cadastre consists of a collecting documents (field records, drawings, diagrams, etc.). After gathering of all the necessary documents, in the second phase is needed to design the database structure, and then to fill out the database with data from collected documents. All objects in the database have the necessary coordinates for display in GIS. The third phase is the creation of GIS project using ArcGIS Desktop applications. Thanks to the built-in features in the software, all of the records were imported from the database and the obtained results show caves on the digitalized geological and topographic maps of the Croatia. In addition, geographic transformation in WGS84 system enables the display of these objects in Google Earth and ArcGIS Explorer. Thus created Speleological Cadastre greatly facilitates access to information about investigated caves and all data on the exact location of a cave property, its topography, depth, etc. become available to all members of the caving club or other organization that deals with similar studies.

Keywords: Geographic information system (GIS), Caves, databases, caving Cadastre

Thesis contains: 61 pages, 41 figures, 3 enclosures and 24 references.

Original in: Croatian

Thesis deposited in: Library of Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering,
Pierottijeva 6, Zagreb

Supervisor: PhD Dario Perković, Assistant Professor

Reviewers: PhD Dario Perković, Assistant Profesor RGNF
PhD Snježana Mihalić, Assistant Profesor RGNF
PhD Jelena Parlov, Assistant Profesor RGNF

Date of defense: July 07, 2011.

SADRŽAJ:

1.	UVOD	1
2.	SPELEOLOGIJA	2
2.1.	Kratka povijest speleologije	2
2.2.	Speleološki objekti	3
2.3.	Zapisnik i tumač zapisnika speleološkog istraživanja.....	4
2.4.	Terenska speleološka istraživanja	4
2.5.	Topografsko snimanje speleoloških objekata	6
2.6.	Primjena računala pri izradi topografskih nacрта	8
3.	SPELEOLOŠKI KATASTAR	9
3.1.	Arhiviranje i dokumentiranje speleoloških istraživanja.....	9
3.2.	Vođenje katastra speleoloških istraživanja pomoću računala	9
4.	BAZA PODATAKA	12
4.1.	Osnovni pojmovi, definicije, struktura baze podataka	12
4.2.	Planiranje baze podataka	16
5.	GEOGRAFSKI INFORMACIJSKI SUSTAV (GIS)	18
5.1.	Definicija GIS-a	18
5.2.	Povijest GIS-a	18
5.3.	Dijelovi GIS-a	19
6.	ZEMLJA I KOORDINATNI SUSTAVI	23
7.	IZRADA GIS PROJEKTA	26
7.1.	Prikupljanje dokumentacije o speleološkim istraživanjima	26
7.2.	Prilagodba podataka	28
7.3.	Kreiranje relacijske baze podataka.....	31
7.3.1.	Izrada tablice i upita	32
7.3.2.	Izrada obrazaca.....	36
7.3.3.	Struktura baze podataka tj. tablice SPELEOOBJEKTI	39
7.4.	Organizacija i vizualizacija podataka u GIS-u	41
7.5.	Prikaz katastra u <i>Google Earth</i> -u i <i>ArcGIS Explorer</i> -u	53
8.	DISKUSIJA I ZAKLJUČAK.....	56
9.	LITERATURA.....	60

Popis slika:

Slika 2-1. Članovi speleološkog kluba "Ozren Lukić" rekognosciraju teren na otoku Krku	5
Slika 3-1. Jednostavno vođenje katastra pomoću računala	10
Slika 4-1. Shema baze podataka prema ANSI/SPARC standardu	16
Slika 5-1. Vektorski i rasterski model podataka	21
Slika 6-1. Kartografska (Mercatorova) projekcija.....	23
Slika 7-1. Podjela Hrvatske na zone.....	30
Slika 7-2. Geotransformer	30
Slika 7-3. Isječak iz tablice/baze podataka s objašnjenjem entiteta i atributa.	31
Slika 7-4. Tablica/baza podataka popunjena sa podacima iz zapisnika i ostale dokumentacije	33
Slika 7-5. Izrada upita (query) pomoću čarobnjaka (wizard).	34
Slika 7-6. Odabir tablice i polja iz tablice za izradu upita i postavljanje uvjeta.....	35
Slika 7-7. Postavljanje uvjeta za izdvajanje speleoloških objekata iz baze podataka čija je dubina jednaka ili veća od 20 m.	35
Slika 7-8. Speleološki objekti iz baze podataka čija je dubina jednaka ili veća od 20 m.....	36
Slika 7-9. Izrada obrasca pomoću čarobnjaka za izradu obrasca	37
Slika 7-10. Odabir tablice i polja iz tablice za izradu obrasca	37
Slika 7-11. Uređivanje obrasca	38
Slika 7-12. Obrazac s poljima iz baze podataka	38
Slika 7-13. Access Documenter	39
Slika 7-14. Odabir dijelova ili polja iz tablice za izradu izvješća	39
Slika 7-15. Prikaz prve stranice izvješća <i>Access Documenter</i> -a za tablicu SPELEOOBJEKTI	40
Slika 7-16. Simbologija speleoloških objekata	42
Slika 7-17. Kreiranje novog simbola u ArcMap-u	43
Slika 7-18. Importiranje novog simbola u ArcMap.....	44
Slika 7-19. Importirani simboli u ArcMap	44
Slika 7-20. Grafičko pretraživanje podataka pomoću opcije <i>Select Features</i>	45
Slika 7-21. <i>Select by location</i> pretraživanje	45
Slika 7-22. Grafičko pretraživanje – plavom bojom označeni su speleološki objekti u Ličko-senjskoj županiji	46
Slika 7-23. Atributna tablica s izdvojenim speleološkim objektima u Ličko-senjskoj županiji.....	46
Slika 7-24. <i>Select by Attributes</i> pretraživanje.....	47
Slika 7-25. Negrafičko pretraživanje – iz atributne tablice izdvojeni su objekti koji se nalaze u naslagama kredne starosti	48
Slika 7-26. Eksportiranje karte u PDF format	50
Slika 7-27. Odabir kvalitete boje za kartu u PDF formatu	50

Slika 7-28. Eksportirane karte u PDF format s ili bez slojeva i atributa	50
Slika 7-29. Polje HYPERLINK u atributnoj tablici s putanjom do topografskih snimaka speleoloških objekata.....	52
Slika 7-30. Ikona <i>Hyperlink</i> u alatnoj traci ArcMap-a	52
Slika 7-31. Prikaz tlocrta Kaverne u Pučišćima dobiven pomoću opcije <i>Hyperlink</i>	52
Slika 7-32. Prikaz speleoloških objekata u <i>Google Earth</i> -u.....	54
Slika 7-33. Prikaz speleoloških objekata u <i>ArcGIS Explorer</i> -u	55
Slika 8-1. Prikaz podataka o pojedinom speleološkom objektu klikom na objekt na karti.....	57
Slika 8-2. Prikaz speleoloških objekata na topografskoj podlozi	58
Slika 8-3. Prikaz speleoloških objekata na geološkoj podlozi.....	59

Popis priloga:

Prilog 1. Zapisnik speleoloških istraživanja

Prilog 2. Struktura tablice SPELEOOBJEKTI

Prilog 3. Karta Republike Hrvatske s prikazom speleoloških objekata

1. UVOD

U ovome radu prikazana je manipulacija prostornim podacima tj. podacima o speleološkim pojavama na području Republike Hrvatske na jedan novi suvremen način u svrhu što bržeg i jednostavnijeg prikupljanja, obrade i prezentacije podataka o speleološkim pojavama. Razvoj geografskog informacijskog sustava (GIS) u posljednjih nekoliko desetljeća doživio je pravi procvat te se ta tehnologija danas koristi u svakodnevnom životu, pogotovo u geodeziji, geologiji, građevinarstvu, kartografiji, prometu i drugdje za rješavanje svih problema koji su vezani uz prostorno planiranje. GIS je sustav koji prikuplja, pohranjuje, analizira i sređuje, te prikazuje prostorne podatke preko određene geografske lokacije. Speleološki katastar je evidencija svih speleoloških pojava za koje su već dostupni organizirani podatci ili postoje podatci koje je potrebno urediti. Kao polazna točka za izradu ovog rada korišteni su podatci iz arhive Speleološkog kluba "Ozren Lukić" koji djeluje u sklopu Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Kako je način dosadašnjeg vođenja katastra speleoloških pojava poprilično zastario, javila se potreba da se to promjeni i da se sva dosadašnja istraživanja objedine u jedinstvenu bazu podataka čime bi se dobila podloga za sva buduća istraživanja. Za izradu baze podataka korišten je Microsoft Office Access, a geoprostorni prikaz podataka proveden je pomoću ESRI-jevog softvera ArcGIS Desktop.

Izrada ovog rada odvijala se u nekoliko faza:

- prikupljanje postojeće dokumentacije o speleološkim istraživanjima tj. speleološkim objektima (terenski zapisnici, izvještaji, nacrti i tlocrti objekata),
- prikupljanje tematskih karata u digitalnom obliku (geološke i topografske karte),
- kreiranje odgovarajuće relacijske baze podataka te njezino popunjavanje podacima iz terenskih zapisnika,
- prenošenje speleoloških objekata na tematske karte u GIS projektu,
- organizacija, vizualizacija, interpretacija i uređivanje sveukupnih podataka u GIS projektu.

Krajnji rezultat je GIS sustav koji objedinjuje grafičke i negrafičke podatke o speleološkim objektima, tematske georeferencirane podloge i ostale dokumente u digitalnome obliku.

2. SPELEOLOGIJA

2.1. Kratka povijest speleologije

Riječ speleologija je složenica od starogrčkih riječi *spelaiion* koja označava prirodnu podzemnu šupljinu i *logos* koja označava znanost. Prema tome speleologija je znanost o prirodnim podzemnim šupljinama odnosno špiljama i jamama. Speleologija sadrži dvije osnovne djelatnosti - jednu vezanu uz prodiranje u podzemlje (fizička djelatnost), te drugu vezanu uz proučavanje podzemlja (umna djelatnost). Za prvu skupinu djelatnosti može se reći da je sportska, a za drugu da je znanstvena. Te su dvije djelatnosti, međutim, čvrsto povezane. Nezamislivo je baviti se proučavanjem podzemlja bez ulaženja u njega i nezamislivo je ulaziti u podzemlje, a ne uočavati i tumačiti ono što se tu nalazi (BOŽIĆ, 2000).

Još u dalekoj prošlosti naši su preci zalazili u špilje da bi ustanovili mogu li im poslužiti kao privremeni zaklon, stalna boravišta, mjesto za pokop mrtvih i slično. Morali su ih prethodno nekako istražiti. Izraz istraživanje primjenjuje se već više stoljeća u cijelom svijetu, a predstavlja ulaženje u špilje i jame te njihovo proučavanje. Taj se izraz koristio sve do kraja 19. stoljeća kao jedini, dok francuski paleontolog Edouard Alfred Martel nije stvorio riječ "*la spéléologie*" – speleologija. On je na geološkom kongresu u Besançonu 1893. godine tom riječju označio istraživanje prirodnih podzemnih šupljina – špilja i jama. Speleologijom je prozvao sve djelatnosti vezane uz istraživanje špilja i jama (ulaženje, proučavanje i tumačenje), a koje koriste pri tome sva moguća znanstvena i tehnička dostignuća. Taj se izraz uskoro proširio po cijelom svijetu. U Hrvatskoj su izraz speleologija i njezine izvedenice prvi put javno upotrijebljeni tek 1912. godine i to u vjesniku geološkog povjerenstva gdje je geolog Dragutin Gorjanović-Kramberger kao predsjednik dao "Izvještaj o radu speleološkog odbora".

2.2. Speleološki objekti

Speleološki objekti su prirodno oblikovani podzemni prostori dulji ili dublji od 5m, u koje može ući čovjek, a dimenzije ulaza su im manje od dubine ili duljine objekta. U Hrvatskoj se osnovna podjela speleoloških objekata temelji na prosječnom nagibu kanala. Razlikuju se dvije osnovne vrste objekata: špilje i jame. **Špilje** su speleološki objekti kod kojih je prosječan nagib kanala manji od 45° , a **jame** su speleološki objekti kod kojih je prosječan nagib kanala između 45° i 90° . Navedeni kriterij nije univerzalan niti isključiv jer postoje takvi oblici koje je teško definirati. Moguće je da se objekt s ulaznom vertikalom od 150 m na dnu nastavlja 300 m dugim horizontalnim kanalom. Dosljednom primjenom postavljenog kriterija trebalo bi ga svrstati u špilje. Međutim, s obzirom na tehniku istraživanja, te dojam koji ostavlja na istraživača, a na kraju i vjerojatan naziv kod lokalnog stanovništva, prihvatljivije je njegovo svrstavanje u jame. Naravno, moguće je i zamisliti obrnuti primjer. U takvim slučajevima speleolozi razvrstavaju objekte na osnovi vlastite prosudbe.

U terminologiji kojom se opisuje krš vrlo se često susrećemo s pojmom kaverne, a koji nije obuhvaćen niti jednom od postojećih klasifikacija te ga je nužno opisati. **Kaverne** su prirodne podzemne šupljine (prazne ili zapunjene) najrazličitijih dimenzija, u koje nema prirodnih ulaza s površine terena (ili nam nisu poznati). S aspekta speleologije značajne su kaverne većih dimenzija, odnosno one koje se mogu fizički istraživati. Otkrivanje ovakvih kaverni i otvaranje pristupa u njihovu unutrašnjost vezano je uz veće građevinske zahvate na krškim terenima, a posebno uz probijanje tunela i kamenolome. Načinom postanka i geomorfološkim osobinama takve kaverne se ne razlikuju od klasičnih speleoloških objekata (špilja i jama) samo što je ulaz u njih umjetno otvoren. **Ledenice** i **sniježnice** su špilje ili jame u kojima se tijekom većeg dijela ili čitavu godinu zadržava led ili snijeg, a obično se javljaju u planinskom dijelu krškog područja. **Ponori** su špilje ili jame u koje stalno ili povremeno ponire (utječe) voda. Vrlo su česti uz rubove krških polja. **Estavele** su specifični speleološki objekti također vezani uz krška polja. U kišnim razdobljima, kao posljedica podizanja razine podzemnih voda, iz njih izbija voda i plavi polje. Za vrijeme povlačenja vodnog vala, voda iz polja ponire kroz otvore istih objekata (KUHTA, 2000). Najveći broj danas poznatih speleoloških objekata više nije aktivan, jer se nalaze iznad utjecaja podzemnih i površinskih voda. Međutim, napretkom metoda istraživanja poznat je sve veći broj objekata u kojima je trajno ili povremeno prisutna podzemna voda.

Podjela speleoloških objekata prema različitim kriterijima detaljno je razrađena u Tumaču zapisnika speleoloških istraživanja (ČEPELAK & GARAŠIĆ, 1982).

2.3. Zapisnik i tumač zapisnika speleološkog istraživanja

Tumač zapisnika speleoloških istraživanja nam služi kao uputa za popunjavanje zapisnika speleoloških istraživanja. Dobro vođeni zapisnici speleoloških istraživanja su osnova za formiranje katastra speleoloških istraživanja. Prvi takav zapisnik zamišljen je prije više od 50 godina. Oni su u mnogome olakšali sređivanje podataka o pojedinim speleološkim objektima, međutim, tokom vremena je primijećeno da se pojedine rubrike u zapisnicima ne ispunjavaju točno ili ostaju neispunjene i da bi trebalo uvesti neke nove rubrike. Zapisnik speleološkog istraživanja (**prilog 1**) i tumač zapisnika speleološkog istraživanja kakav je danas, sadrži 50 rubrika i kad su one ispunjene pružaju osnovne podatke i temelj za daljnje proučavanje nekog speleološkog objekta. Neke rubrike sadrže elementarne podatke o objektu, neke su stručnog značaja, a neke su važne onima koji ga žele posjetiti ili nastaviti njegovo istraživanje. Zapisnik je prilagođen računalnoj obradi što je i provjereno na računalima Multimedijalnog centra Sveučilišta u Zagrebu 1974. godine i Sveučilišnog računskog centra (SRCE) u Zagrebu 1976. i 1979. godine.

Svrha ovog tumača i zapisnika je prvenstveno u sređivanju podataka i obradi speleoloških objekata koji su istraženi ili će biti istraženi, a koji bi jednog dana poslužili kao osnova jedinstvenog speleološkog katastra Hrvatske (ČEPELAK & GARAŠIĆ, 1982).

2.4. Terenska speleološka istraživanja

Svrha ovih istraživanja je pronalaženje i obrada novih speleoloških objekata ili daljnje istraživanje i obrada već poznatih objekata. Da bi se neki speleološki objekt mogao istražiti, potrebno je najprije doznati da on postoji, pronaći ga na terenu i prema karakteristikama njegova smještaja i oblika ulaza odabrati način istraživanja. Za taj dio posla najčešće se koristi termin rekognosciranje terena (**slika 2-1**). Zapravo se radi o pretraživanju, tj. više ili manje detaljnom istraživanju nekog područja s ciljem da se otkriju ulazi u podzemlje, ili barem nešto što upućuje na mogućnost njihova postojanja. Ovom poslu treba pristupiti s

puno pažnje i odgovornosti, jer o točnosti podataka koji će se prikupiti ovisi koliko će vremena trebati istraživaču za pristup objektu i hoće li sa sobom donijeti svu potrebnu opremu.



Slika 2-1. Članovi speleološkog kluba "Ozren Lukić" rekognosciraju teren na otoku Krku

Podatci koji se bilježe uz otkriveni objekt su:

- što točniji zemljopisni položaj, po mogućnosti s koordinatama određenim pomoću GPS uređaja ili označenim mjestom na karti (dovoljno je označiti mjesto na karti a koordinate odrediti gdje su uvjeti za to povoljniji),
- skica pristupa s detaljima kojih nema na specijalnim zemljovidima, a koji olakšavaju snalaženje na terenu,
- kratak opis ulaza, uz napomenu o karakteristikama objekta značajnima za buduće istraživanje (ako se radi o jami, procjena dubine se dobiva bacanjem kamena).

Ti podatci se daju na raspolaganje speleološkom odsjeku ili grupaciji kojoj pripada pojedinac koji je rekognoscirao. Rekognosciranje se često izvodi istovremeno s

istraživanjem, tj. ekipa speleologa nosi sa sobom nešto jednostavnije opreme, pa pronađene manje objekte, špilje i jame, odmah istražuje. Ponekad rade koordinirano dvije ekipe na terenu, od kojih jedna pretražuje okolicu, a druga odmah potom istražuje pronađene objekte. Svakako je prednost kada pronađeni objekt bude odmah djelomice istražen, jer se tako može bolje predvidjeti materijal potreban za daljnje istraživanje. Suprotno tome, prednost rekognosciranja bez istraživanja je u tome što istraživači nisu opterećeni teškom opremom i zato se puno brže kreću po terenu, a rezultat je veća površina terena koja se za isto vrijeme može pretražiti (ČEPELAK, 2000).

2.5. Topografsko snimanje speleoloških objekata

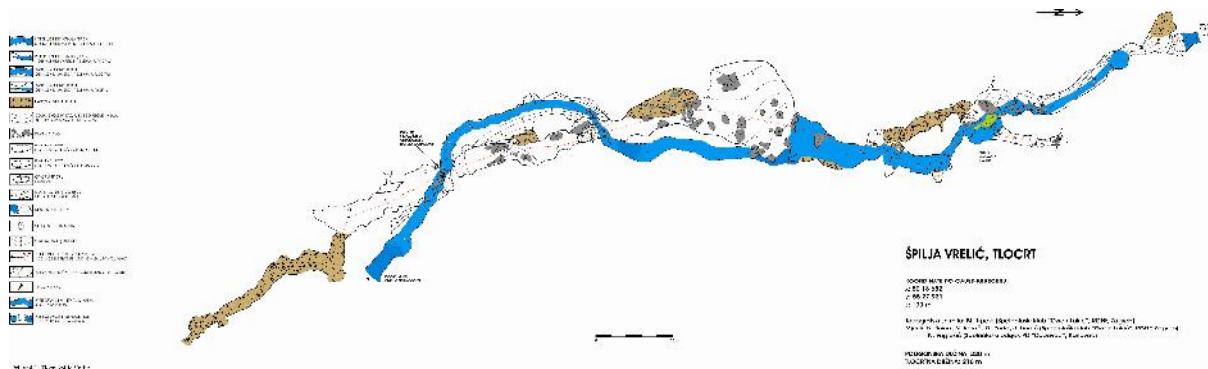
Ovo je dio speleološkog istraživanja kojemu je cilj da se speleološki objekt koji je trodimenzionalan prikaže u dvije dimenzije. Topografski snimak ili, kako se često naziva, nacrt speleološkog objekta može poslužiti za različite namjene. Kod ulazaka u speleološki objekt on služi za orijentaciju i pronalaženje neistraženih dijelova. Prilikom znanstvenih istraživanja koja se odnose na speleološki objekt, na snimak se mogu unositi podatci o mjerenjima (vlaga, temperatura, pojava vode, strujanje zraka itd.) ili označavati arheološki, paleontološki, geološki, biološki i drugi nalazi. Prilikom iskorištavanja objekta u turističke svrhe, topografski snimak se koristi kao promidžbeni materijal ili kao podloga za planiranje i izvođenje radova (KOVAČIĆ & ČEPELAK, 2000).

U odnosu na geodetsko snimanje, topografsko snimanje je nepreciznije i u mnogome ovisi o sposobnosti snimatelja da dobro uočava i prenosi na papir odnose u prostoru. Zbog toga se topografski snimci istog objekta različitih autora mogu razlikovati, no mjereni podatci, a to su udaljenosti te horizontalni i vertikalni kutevi, kod svih snimatelja moraju biti jednaki. Topografski snimak speleološkog objekta sastoji se od crteža i podataka.

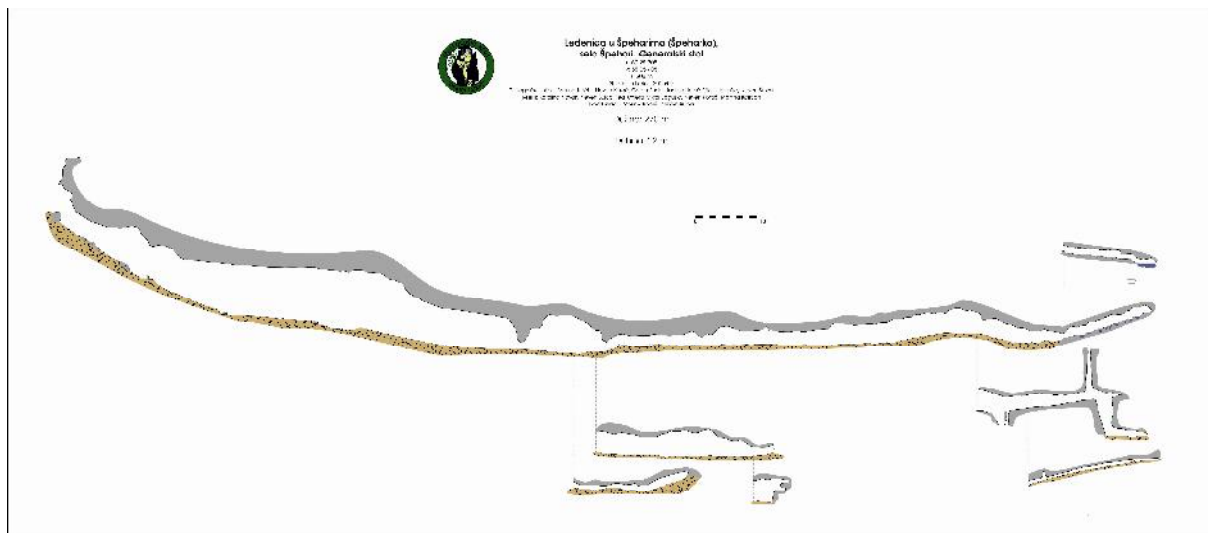
Crteži topografskog snimka mogu biti:

- **Tlocrt** je projekcija speleološkog objekta na horizontalnu ravninu (**slika 2-2**);
- **Profil** je projekcija objekta na vertikalne ravnine na kojima se prikazuju linije viziranja tj. kompasnog vlaka (**slika 2-3**);

- **Presjek** se crta samo na karakterističnim mjestima. On je također, kao i profil, projekcija objekta na vertikalne ravnine, ali su te ravnine uglavnom okomite na smjer pružanja glavnog kanala.



Slika 2-2. Tloct špilje Vrelić (preuzeto iz arhive speleološkog kluba "Ozren Lukić")



Slika 2-3. Profil Ledenice u Špeharima (preuzeto iz arhive speleološkog kluba "Ozren Lukić")

Podatci na topografskom snimku su:

- Naziv objekta,
- Lokacija objekta,
- Tko je i kada topografski snimao,
- Mjerilo,
- Oznaka smjera sjevera,
- Ukupna duljina, dubina i vertikalna razlika.

2.6. Primjena računala pri izradi topografskih nacрта

Crtanje topografskih snimaka odnosno nacрта speleoloških objekata (posebno velikih) standardnim načinom s ucrtavanjem poligonskog vlaka i kontura kanala, precrtavanjem na paus, ispisivanjem teksta uz pomoć šablona vrlo je mukotrpan i dugotrajan posao. Računala nam tu mogu pomoći, ali i dalje je najvažniji faktor čovjek. Izrada nacрта s računalom također je dugotrajan i složen posao, ali kada se objekt jednom nacrtat, može se izrađivati nebrojeno mnogo kopija, a mogućnosti uređivanja (boje, 3D, blok – dijagrami itd.) znatno su veće. Sastavni dio konfiguracije računala trebali bi biti skener i pisač, jer prvi omogućuje pretvaranje radnih nacрта u digitalni zapis, a drugi uređaj omogućuje ispis odnosno iscertavanje nacрта. Za izradu nacрта mogu se koristiti neki standardni grafički programi, npr. Corel Draw, Corel Xara, Freehand, AutoCad ili specijalizirani speleološki topografski programi kao Compas, Toporobot, WinKarst, On Station, Survex, CavePlot, Walls, Visual Topo i drugi. Rezultat mjerenja i topografskog snimanja u nekom speleološkom objektu je radni nacrt (najčešće na milimetarskom papiru) s ucrtanim poligonskim vlakom i konturama kanala. Takav radni nacrt skeniranjem se pretvara u digitalni zapis, odnosno u rastersku sliku. Za rad s rasterskim slikama mogu se koristiti Adobe Photoshop, Corel Photo – Paint, PhotoFiltre i drugi slični programi. Sljedeći je korak izrada poligonskog vlaka. U tu je svrhu najbolje koristiti neki od speleoloških topografskih programa. Pojednostavljeno rečeno, u datoteku programa upisuju se mjereni podatci: točka, dužina, azimut, nagib, a mogu se upisivati i udaljenosti od poligonskih točaka lijevo, desno, gore, dolje i napomena. Kada su upisani svi izmjereni podatci, jednostavnom naredbom se uključuje automatsko preračunavanje polarnih u kartezijske koordinate. Time su mjerne točke definirane u prostoru s koordinatama x, y, z, tj. poligonskim vlakom. Dobiveni nacrt poligonskog vlaka speleološkog objekta potrebno je uvesti kao rastersku sliku u neki drugi program, npr. Corel Draw, gdje se poligonski vlak može prekriti s radnim nacrtom (prethodno ga učinimo prozirnim) i može se početi s crtanjem kontura i mjernih točaka slično kako to činimo na paus papiru. Kao napomenu, valja spomenuti da primjena računala za izradu speleoloških nacрта zahtjeva prije svega poznavanje klasičnog načina crtanja, a tek onda i poznavanje računalnih programa. Mogućnosti računalne obrade su velike, a svaki autor može razviti svoj način izrade nacрта. Vrlo je zanimljiv podatak da postoji hrvatski speleološki topografski program "Cave" kojeg je izradio 1987. godine Zoran Stipetić. Program je bio vrlo napredan, ali je nažalost iznenadna smrt autora spriječila njegov napredak (BAKŠIĆ, 2000).

3. SPELEOLOŠKI KATASTAR

3.1. Arhiviranje i dokumentiranje speleoloških istraživanja

Radi sustavne obrade speleološkog objekta, tj. analize svih prirodnih pojava u njemu, od načina i vremena postanka do oblika života, te radi procjene njegove gospodarske vrijednosti, potrebno je svako novootkriveno stanje vezano uz taj objekt dokumentirati. To dokumentiranje obavlja se ispunjavanjem zapisnika speleološkog istraživanja, a ako je potrebno zapisniku se prilažu i drugi elaborati.

Temeljni podatak, koji je uvjet za otvaranje Zapisnika, jest točan položaj objekta. Od ključnog je značenja taj položaj odrediti što točnije, kako bi se objekt uvijek mogao ponovno pronaći i tako izbjeći nove "fantomske" jame. Najbolje je taj položaj odrediti pomoću GPS uređaja te ako je potrebno uz njega koristiti kartu za eventualnu korekciju lokacije prema pojedinostima na terenu. Prilikom upisivanja položaja objekta u zapisnik potrebno je naznačiti na koji je način položaj određen, a bez obzira da li je lokacija izražena u Gauss-Krügerovim ili geografskim koordinatama (ANDREIS, 2000).

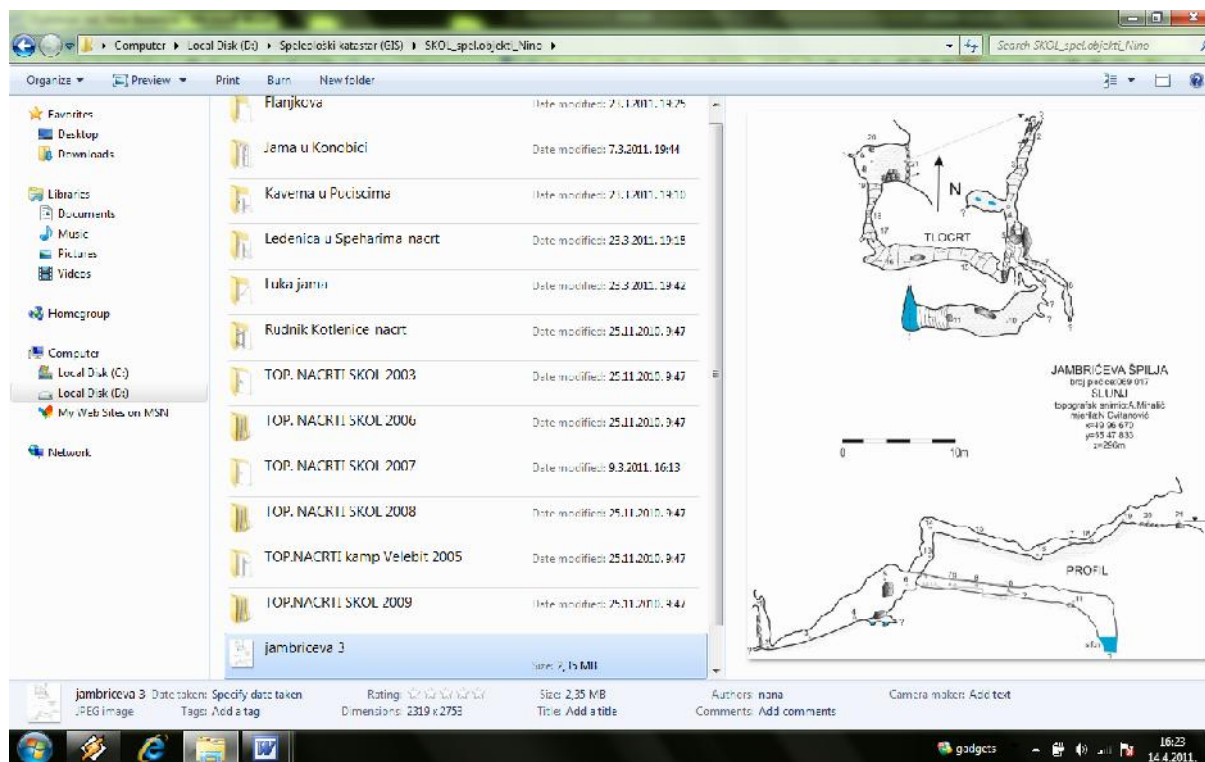
Za daljnje ispunjavanje zapisnika treba pročitati tumač zapisnika speleološkog istraživanja i u skladu s njim ispuniti zapisnik. Ispunjeni zapisnik predaje se arhivaru, koji ga razvrstava, ispunjava neispunjene rubrike i pohranjuje u arhivu društva ili kluba. Ispunjeni zapisnici trebali bi biti temelj za stvaranje zajedničkog katastra speleoloških objekata, u kojem bi se nalazili osnovni podatci o svim do sada poznatim objektima. Takav katastar u Hrvatskoj za sada ne postoji, ali se ulažu stalni naponi da se to promjeni.

3.2. Vođenje katastra speleoloških istraživanja pomoću računala

Nakon nekoliko godina istraživačkog rada neke speleološke udruge, u njezinu će katastru odnosno arhivi biti mnogo ispunjenih zapisnika, među kojima je vrlo teško naći upravo onaj koji nas zanima. Za ažurno vođenje arhive i brzo pronalaženje objekata, s točno određenim obilježjima, poželjna je, ako ne i nužna, upotreba računala. Danas mnogi članovi udruga, pa i same udruge, raspolažu računalima, pa bismo uskoro mogli očekivati i korisnu razmjenu

podataka među njima, što bi na kraju moglo dovesti i do zajedničkog speleološkog katastra cijele Hrvatske (ANDREIS, 2000).

Za razliku od jednostavnog vođenja speleološkog katastra pomoću računala (slika 3-1), danas postoji cijeli niz programa koji omogućuju bolju manipulaciju podacima i prikaz tih podataka na raznim kartama.



Slika 3-1. Jednostavno vođenje katastra pomoću računala

Dosadašnja iskustva u vođenju speleoloških katastarsa i njemu sličnih, kao npr. hidrogeološki

katastar, pomoću specijaliziranih računalnih programa veoma su pozitivna. Institut za geološka istraživanja je projektirao tzv. "bimorfni hidrogeološki katastar", prilagođen dvovrsnoj obradi podataka - konvencionalnoj i digitalnoj. Konvencionalna obrada se sastojala u upisivanju podataka na katastarske listove, a digitalna je obuhvaćala upis podataka u identične obrasce uz njihov prijenos na bušene kartice ili magnetske trake tadašnjih elektronskih računala. Ovaj katastar je primijenjen u Dalmaciji i dijelu Vojvodine (ŠARIN & URUMOVIĆ, 1980).

PERKOVIĆ (1998) u svom magistarskom radu pod nazivom "Hidrogeološki katastar kao dio geografskog informacijskog sustava" opisuje upotrebu GIS tehnologije za bolji prikaz hidrogeoloških objekata, a time i razumijevanje događaja u hidrogeološkim sustavima.

Speleološki odsjek PDS "Velebit" je pred više od 10 godina započeo s razvojem vlastitog računalnog programa za obradu podataka iz arhive odsjeka. Kontinuiranim razvijanjem programa došlo se do inačice koja danas zadovoljava sve uvjete koje iziskuju programi takve vrste. To znači da su na raspolaganju brojne mogućnosti pretraživanja arhive, mijenjanja podataka u njoj i unošenje podataka iz zapisnika speleološkog istraživanja (ANDREIS, 2000).

4. BAZA PODATAKA

4.1. Osnovni pojmovi, definicije, struktura baze podataka

Jedna od glavnih faza pri izradi ovog rada bila je kreiranje baze podataka koja bi podatke s katastarskih listova odnosno iz zapisnika speleoloških istraživanja objedinila na jednom mjestu radi brže i jednostavnije manipulacije s istim podacima u GIS-u.

Baza podataka je realizacija skupa podataka koji predstavljaju (opisuju) stanje sustava u jednom trenutku vremena, odnosno realizacija modela podataka koji opisuje stanje **entiteta** sustava, njihovih veza i **atributa** entiteta.

Entitet je objekt stvarnog svijeta o kojemu se informacije skupljaju i obrađuju. To je neka posebnost, nešto što ima neku bit. Da bi se neki pojam pri oblikovanju informacijskog sustava smatrao entitetom, mora biti važan za promatrani sustav i mora imati značajke koje ga jasno razlikuju od ostalih entiteta. Entitet može biti stvarni objekt (špilja, jama, literatura), osoba (speleolog, istraživač), apstraktni pojam (speleološka udruga ili klub), događaj (mjerenje, trasiranje, uzorkovanje). Entitet ima svojstva ili attribute koji ga opisuju i izdvajaju iz okružja. Entiteti istog tipa svrstavaju se u skupove - **tablice** (tables). Za entitete istog skupa promatraju se ista svojstva (PERKOVIĆ, 1998).

Atribut (osobina entiteta) je neko značajno (kvalitativno ili kvantitativno) svojstvo entiteta. U strukturi baze podataka atribut je predstavljen **poljem** (field, column). Atributi speleoloških objekata mogu biti: šifra objekta, šifra topografske karte na kojoj se nalazi objekt, koordinate objekta u prostoru (x, y i z) i dr. Svi atributi jedne instance entiteta zajedno čine jedan **redak** (slog, zapis) u tablici. Redak je osnovna jedinica informacije u tablici. Predstavlja skup povezanih informacija koje imaju specifičnu namjenu. (HUMPHREY & MELLONI, 1986).

Domena atributa je skup svih vrijednosti koje atribut može poprimiti. Neke domene imaju određenu, strogo definiranu vrijednost (npr. domena polja "Županija" može poprimiti jednu

od 21 vrijednosti-naziva županije), a neke neodređenu vrijednost (npr. polje "Naziv objekt" može poprimiti bilo koju znakovnu vrijednost) (JOHNSON, 1997).

Relacija (veza, relationship) je povezanost među vrijednostima atributa koja postoji u realnom svijetu. Ona je ovisna o entitetima sustava i ne može postojati sama za sebe, a predstavlja bilo koje znanje između dva ili više entiteta sustava. To je ujedno i temelj **relacijske baze podataka** (PERKOVIĆ, 1998).

Relacija je formalni izraz za tablicu s podacima. Preciznije, one nisu potpuno jednake jer tablica predstavlja bilo koji proizvoljni skup informacija unutar ili izvan bilo koje baze podataka, dok je relacija strogo definiran element relacijskog sustava (BRONZITE, 1989).

Ukoliko je baza podataka smještena u jednu datoteku, a prikaz se sastoji od jedne tablice, baza podataka je **flat file baza**. Jednostavna je za kreiranje i prikaz, ali je ograničenih mogućnosti, pa nam može poslužiti kod manjih količina podataka i kod velikog broja zapisa s malim brojem polja. Ipak, općenito se može reći da strukturu baze podataka čine tablice u kojima su slogovi koji se pak sastoje od polja. Podatke kojima se služimo bitno je dobro klasificirati prije njihovog pohranjivanja, pa je kreiranje strukture baza podataka najvažniji čin prilikom stvaranja baze podataka. Ovdje je važno istaći da je program za obradu baze manje bitan od strukture podataka.

Pod **strukturuom** se podrazumijevaju identifikacijska imena pojedinih podataka, njihov tip i međusobni odnosi. Obično se baza podataka sastoji od više datoteka, a podaci su smješteni u više tablica. Bazu podataka ne čine samo tablice, jer nam prikaz podataka u njima nije dovoljan. Zbog postojanja diakritičkih znakova u našem jeziku (ČčĆćĐđŠšŽž) i njihove nekompatibilnosti s većinom današnjih programa, prisiljeni smo imena polja izabirati iz alfanumeričkog seta engleskog jezičnog područja. Već zbog te činjenice javlja se potreba za unosom podataka u posebne **ekranske obrasce** (screen forms) u kojima se ispred polja za unos obično upiše puni opis polja. Na takvom obrascu primjerice umjesto polja SIF_OBJ piše ŠIFRA OBJEKTA. Osim pregleda podataka ponekad je potrebno dobiti izvještaj o našim podacima na pisaču. **Izvještaj** (report) je pregled cijele baze ili njezina dijela, pripremljen za ispis. Podaci se također mogu poredati redoslijedom koji nije jednak redoslijedu upisa. Sortiranje se može vršiti po brojčanim i alfanumeričkim poljima, a da bi sortiranje bilo brže, moguće je provesti indeksiranje baze (THOMAS, 1993). **Indeksiranje** je stvaranje skraćene verzije datoteke koja sadrži redoslijed zapisa poredanih po **ključu**

(key). Ključ je polje ili kombinacija polja po kojima se indeksira datoteka. Povećanjem broja slogova u tablici nije više jednostavno naći željeni podatak i potreban nam je neki postupak traženja. Za tu svrhu kreiramo tzv. **query** (upit). Sve ovo gore navedeno čini u cjelini jednu modernu bazu podataka. Ako još k tomu dodamo makro naredbe i module, dobivamo mogućnost izrade gotovih aplikacija koje služe za formiranje sučelja između korisnika i sustava za upravljanje baze podataka (PAULIĆ, 1993).

Iako svaka stvar ili događaj - tekstualni, slikovni ili zvučni može biti dio baze podataka, najčešći tipovi podataka koje pohranjujemo su sljedeći:

- tekstualni tip - brojevi i tekst (oznaka C);
- memo - brojevi i slova, rečenice i odlomci (oznaka memo);
- brojčani - brojčani podatci (oznaka N);
- datum/vrijeme - datumi i vremena (oznaka D);
- da/ne - logički tip podatka (oznaka L).

Postoje i drugi tipovi podataka kao npr. currency (novčani iznosi), brojač, OLE objekt (slike, grafikoni i ostali objekti iz Windows aplikacija), bit itd.

Model podataka predstavlja osnovu za razvoj sustava za upravljanje bazama podataka. Neovisan je o implementaciji, stoga bi pravila definirana za model trebala biti primjenjiva na svim sustavima baziranim na tom modelu. Model podataka je način prezentiranja podataka i obuhvaća (VUJNOVIĆ, 1995):

- definiranje podataka;
- definiranje pravila integriteta podataka;
- definiranje pravila manipulacije podacima, uključujući i definiranje jezika za manipulaciju podacima.

Postoji pet tipova modela podataka i nad svakim od njih je razvijeno mnoštvo sustava za upravljanje bazama podataka. To su, redoslijedom pojavljivanja (JOHNSON, 1997):

- hijerarhijski (hierarchical);
- mrežni (network);
- relacijski (relational);
- objektno-orijentirani (object-oriented);

- deduktivni (deductive).

Prije ovih modela podataka nastao je **flat file model** (jedna tablica, jedna baza). Flat file baza je prva kompjuterizirana baza podataka i izgledala je kao katalog kartica u biblioteci. Hijerarhijski model se pojavio ranih šezdesetih godina u IBM-u i ponekad se naziva još i stablo (tree). Ovaj model je bio vodeći do pojave mrežnog modela kojega je izdala kompanija CODASYL 1971. godine. Godinu dana prije pojave ovog modela, matematičar E. F. Codd iznio je osnovne principe i strukturu novog **relacijskog modela podataka** (CODD, 1970; iz MARTIN, 1977).

Razvoju baza podataka prethode metode projektiranja. Stvaraju se dijagrami koji logički opisuju bazu, tokove podataka i odnose među njima. Najpoznatiji su:

- data structure diagram - opisuje entitete i naznačuje relacije;
- entity relationship (E-R) - opisuje relacije između dva entiteta;
- data flow diagram - opisuje tijek podataka u bazi.

Sustav baze podataka (database system) objedinjuje bazu podataka i sustav za upravljanje baze podataka. **Sustav za upravljanje baze podataka (database management system - DBMS)** je softver koji upravlja korištenjem baze podataka, odnosno ima ulogu posrednika između korisnika i same baze podataka (JOHNSON, 1997). DBMS se sastoji uglavnom od tri komponente:

- opisni jezik (data description language, DDL) - služi za definiranje polja, zapisa i odnosa među zapisima;
- manipulacijski jezik (data manipulation language, DML) - omogućava pohranu zapisa u bazu i čitanje iz nje;
- kontrolni jezik (data control language, DCL) - brine o sigurnosti podataka.

Ovakav sustav baze podataka je prisutan kod malih baza podataka koje se nalaze na osobnim računalima. Kod velikih baza podataka sustav baze podataka se sastoji od:

- baze podataka;
- administratora baze podataka;
- sustava za upravljanje baze podataka;
- aplikacija;
- korisnika;

- hardvera.

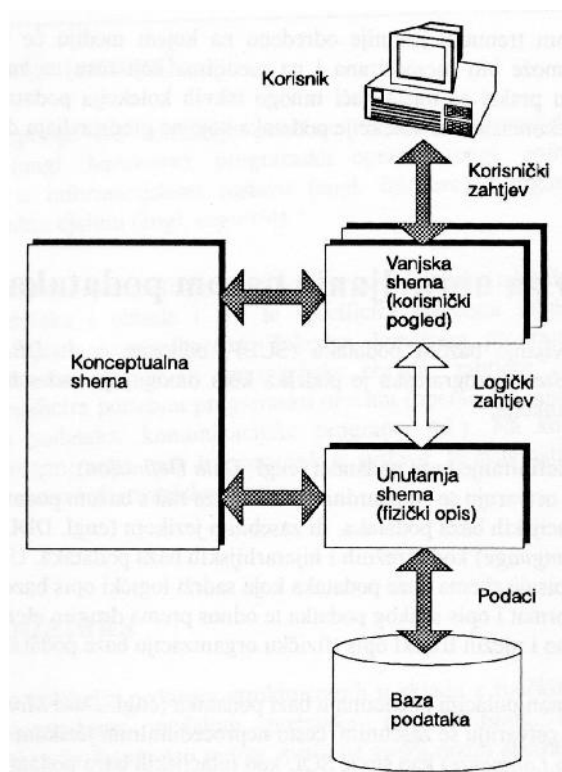
Nazivi programskih paketa (sustava) koji se danas najčešće koriste kao DBMS su: *Oracle*, *Informix*, *SyBase*, *Ingres*, *dBASE*, *Access*, *Microsoft SQL Server*, *Progress*, *Paradox* i dr.

4.2. Planiranje baze podataka

Modeliranje podataka proces je koji počinje analiziranjem zahtjeva na informacijski sustav, a završava izgradnjom baze podataka.

Baza podataka se može prikazati ANSI/SPARC (American National Standard Institute/Standards Planning and Requirement Committee) standardom (**slika 4-1**), kojim su definirane:

- konceptualna shema;
- vanjska shema (korisnički pogled);
- unutarnja (fizička) shema.



Slika 4-1. Shema baze podataka prema ANSI/SPARC standardu

Osnova dobro oblikovane baze podataka su dobro razrađeni konceptualni, logički i fizički model podataka. Ti modeli sadrže metapodatke (podatke o podacima) kojima je opisana struktura stvarnih podataka.

Postupak modeliranja podataka je sljedeći:

1. Opis objekata, njihovih atributa i odnosa **konceptualni model podataka**;
2. Zatim treba, u skladu s izrađenim konceptualnim opisom, odrediti raspored podataka u datotekama odnosno tablicama – **logički ili implementacijski model podataka**;
3. Konačno, mora se odrediti gdje će se podaci nalaziti na fizičkom mediju i kako ćemo im pristupiti – **fizički model podataka**.

5. GEOGRAFSKI INFORMACIJSKI SUSTAV (GIS)

5.1. Definicija GIS-a

GIS upravlja s prostornim informacijama - zbirom prostornih podataka, neprostornih atributa i topoloških odrednica. Svi objekti smješteni u prostoru imaju pridružene različite opisne podatke i to upravo preko geodetskih koordinata. Grafička baza podataka s poznatim koordinatama zove se **geokodirana baza podataka** (KRAKAR, 1994).

Prema često citiranoj definiciji, GIS je "sustav za prikupljanje, spremanje, provjeru, integraciju, upravljanje, analiziranje i prikaz podataka koji su prostorno povezani sa Zemljom. U taj sustav obično je uključena baza prostornih podataka i odgovarajući programi."

GIS je jedna od najatraktivnijih informatičkih disciplina današnjice. Kao mlada, multidisciplinarna informatička tehnologija u zadnjih desetak godina je u snažnom razvoju i ekspanziji. To je sustav o cjelokupnom zemljinom prostoru s ciljem uspješnijeg gospodarenja. Obuhvaća litosferu, hidrosferu, biosferu i atmosferu. Zadire u geodeziju, geologiju, poljoprivredu, šumarstvo, vodoprivredu, promet i prometnice, ekologiju, oceanografiju, meteorologiju, itd. Koristi se i u daljinskim istraživanjima, raznim vojnim primjenama, istraživanju nafte, lokalnoj upravi i zaštiti okoliša (PERKOVIĆ, 1998).

5.2. Povijest GIS-a

Prvi počeci geografskih informacijskih sustava datiraju iz 1960. godine kada je nastao prvi pravi GIS pod nazivom CGIS (Canadian GIS). Njegov začetnik je bio R. Tomlinson. Predlagao je računalske metode u analizi velikog broja zemljovida za pronalaženje povoljnih lokacija za plantaže u istočnoj Africi te za inventarizaciju zemljišta čitave Kanade. Drugi prijedlog Tomlinsona je prihvaćen, a istraživanja su rezultirala izumima kao što su valjkasti skener za brzu digitalizaciju zemljovida i topološko kodiranje granica prema konceptu čvorova i linija. Godine 1968. osnovana je Komisija za prikupljanje i obradu

geografskih podataka pri Međunarodnoj geografskoj uniji, a Tomlinson je postao njezin prvi predsjednik.

Na području Sjedinjenih Američkih Država je 1965. godine arhitekt Howard Fisher na Harwardskom sveučilištu osnovao laboratorij za digitalnu grafiku i prostorne analize. Ubrzo je izrađen programski paket SYMAP za izradu tematskih zemljovida pomoću brzih pisaa. Zavod za statistiku započeo je s obradom prostornih podataka 1967. godine, a ubrzo su stvorene baze podataka TIGER i GBF. GBF je bila jedna od topološki strukturiranih baza prostornih podataka i sadržavala je prikaz cestovne mreže jezgre metropolitanskog područja. Nakon ovog pilot područja brzo se krenulo s digitalizacijom geografskih zemljovida SAD-a s kojih su digitalizirani ili skenirani sadržaji: ceste, željeznice, vode i ostali linijski objekti. Taj posao je završen 1987. godine, a baza podataka pod nazivom Digital Line Graph (DLG) smatra se najvećim civilnim GIS projektom do sada (PERKOVIĆ, 1998).

Jack Dangermond je 1969. godine osnovao tvrtku ESRI koja se bavila digitalnom grafikom i konzaltingom na području zaštite okoliša. Godine 1982. pojavila se na tržištu prva verzija programa ARC/INFO. Tvrtka INTERGRAPH zajedno s osnivačem Jimom Medlockom je također dala veliki doprinos razvoju GIS-a. Nastala je 1969. godine i razvijala je rješenja u kompjuterskoj grafici za gospodarske grane, infrastrukturne sustave i sva područja gdje je potreban kartografski proizvod na računalu.

Prvi počeci organizirane primjene GIS-a kod nas bili su 1988. godine, kada je nekoliko institucija iz Hrvatske i Slovenije koordiniranih sektorom INA-INFO-a započelo rad na tom projektu. GIS je prisutan kod mnogih institucija svih profila, a Rudarsko-geološko-naftni fakultet primjenjuje GIS tehnologiju od 1992. godine (PERKOVIĆ, 1998).

5.3. Dijelovi GIS-a

Najvažniji dijelovi GIS-a su:

- **Korisnici:** GIS tehnologija je ograničenih mogućnosti bez pravih korisnika koji upravljaju sustavom i razvijaju planove za primjenu u realnim problemima. Korisnici GIS-a su raznovrsnih zanimanja – od stručnjaka koji dizajniraju i održavaju sustav do onih koji koriste GIS kao pomoć u izvođenju svakodnevnih

zadataka. U razvoju GIS-a često se zanemari ovaj ključni dio. Važno je napomenuti da prilikom razvoja GIS-a u većim institucijama/tvrtkama često dođe do problema, jer se razvoj dodijeli geodetu, zbog slova G u riječi GIS. Međutim G u riječi GIS ne znači "geodetski" nego "geografski". Sljedeći problem je što se razvoj GIS-a dodijeli informatičkoj službi zbog neznanja i slova I u riječi GIS. Međutim slovo I ne znači "informatički" nego "informatički". Informatičari/informatičke službe nisu prikladni za razvoj GIS-a jer se ne bave prostornim podacima. Pravi razvoj GIS-a moguć je samo pod uvjetom da ga razvijaju korisnici, odnosno ljudi koji upravljaju prostornim podacima. Samo u rukama korisnika GIS može ispuniti sve svoje funkcije: unos podataka, pohranjivanje podataka, upravljanje podacima, analizu podataka i ispis rezultata.

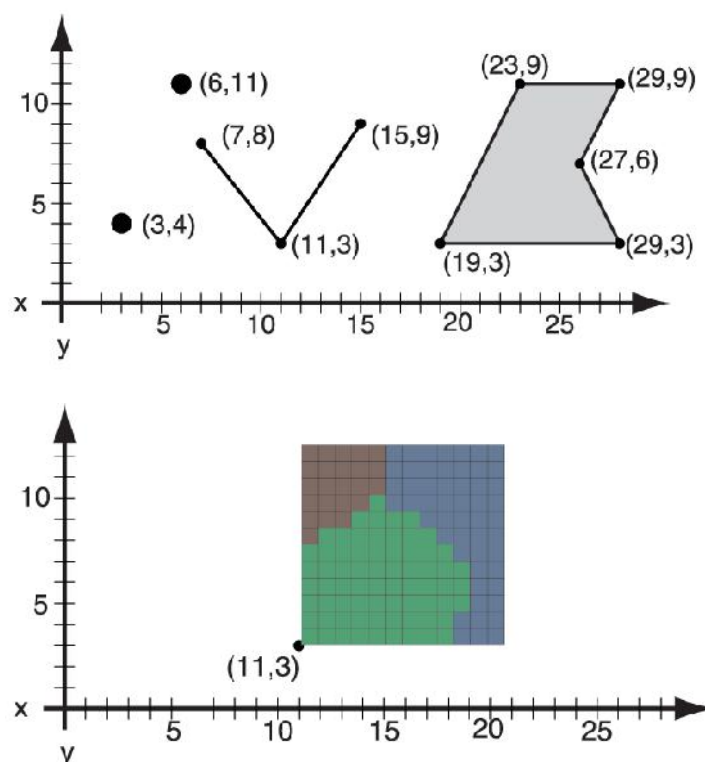
- **Računalna podrška – «hardver»:** to je računalo na kojem je instaliran GIS programski paket. Danas su GIS programski paketi kompatibilni s nizom hardverskih konfiguracija, od centraliziranih servera do osobnog računala.
- **Programska podrška – «softver»:** GIS softver osigurava funkcije i alate neophodne za prikupljanje, analizu i prikazivanje prostornih podataka. Ključne softverske komponente su:
 - alati za unos i obradu prostornih informacija;
 - sustavi za upravljanje bazama podataka;
 - alati koji podržavaju prostorne upite, analize i vizualizaciju;
 - korisničko grafičko sučelje za lak pristup alatima.

Neki od GIS softvera su: ArcGIS Desktop, AutoCAD Map, MapInfo, GeoMedia i dr. U ovom radu korišten je ESRI-jev ArcGIS Desktop i to verzija ArcGIS 9.3.1.

- **Podatci:** su najvažnija komponenta GIS-a. Podatci koji se koriste u GIS-u imaju prostornu i informacijsku komponentu. Prostorni podatak bez obje komponente je nepotpun i, može se reći, neupotrebljiv. Pod prostornom komponentom podrazumijeva se položaj (geografska širina, geografska dužina, visina... i/ili razni drugi podatci koji definiraju lokaciju objekta o kojem se radi). Pod informacijskom komponentom podrazumijevaju se atributi (npr. ime, opis, dubina, funkcija...), odnosno dodatne informacije o objektu koji se nalazi na toj lokaciji. Samo kombinacijom obje komponente može se reći da imamo kvalitetan prostorni podatak koji će omogućiti izradu dodatnih prostornih analiza, tj. od kojeg će se moći stvoriti

dodatna vrijednost. Važno je još jednom naglasiti da lokacija bez atributa ne znači ništa kao ni atributi bez lokacije.

Prostorni podatci mogu se nalaziti u raznim oblicima, koji se na kraju svode na dva oblika: raster i vektor (**slika 5-1**). **Raster** je površina koja je podijeljena na manje površine (najčešće kvadratiće) i svaki taj kvadratić posjeduje vlastite attribute. Položaj u rasteru definira se kao položaj ruba kvadratića u odnosu na ishodište rastera. Tipični primjeri rastera su slike koje se sastoje od piksela, a svaki piksel ima svoj atribut (boju). **Vektori** su drugi oblik prikaza prostornih podataka. Mogu biti predloženi točkama, linijama i poligonima. Položaji vektora definiraju se najčešće preko x, y i z koordinata od ishodišta.



Slika 5-1. Vektorski i rasterski model podataka (BOOTH & MITCHELL, 2001).

I jedan i drugi oblik za prikaz prostornih podataka imaju i prednosti i nedostatke. I vektorski i rasterski podatci mogu imati attribute. Atributi se mogu čuvati ili kao dio rastera/vektora ili u tablici. Budući da je za izradu prostornih podataka u ovom diplomskom radu korišten ArcGIS Desktop alat, bit će opisano kako je moguće u njemu kreirati i organizirati podatke. ArcGIS Desktop omogućava skladištenje prostornih

podataka na dva načina: kao *stand-alone file* ili kao dio *Geodatabase-a*. *Shapefile* se koristi za *stand-alone* pohranu vektorskih podataka, tj. za pohranu podataka bilo gdje na računalu. Podatci se na taj način mogu spremiti kao *point*, *polyline*, *polygon*, *multipoint* i *multipatch*.

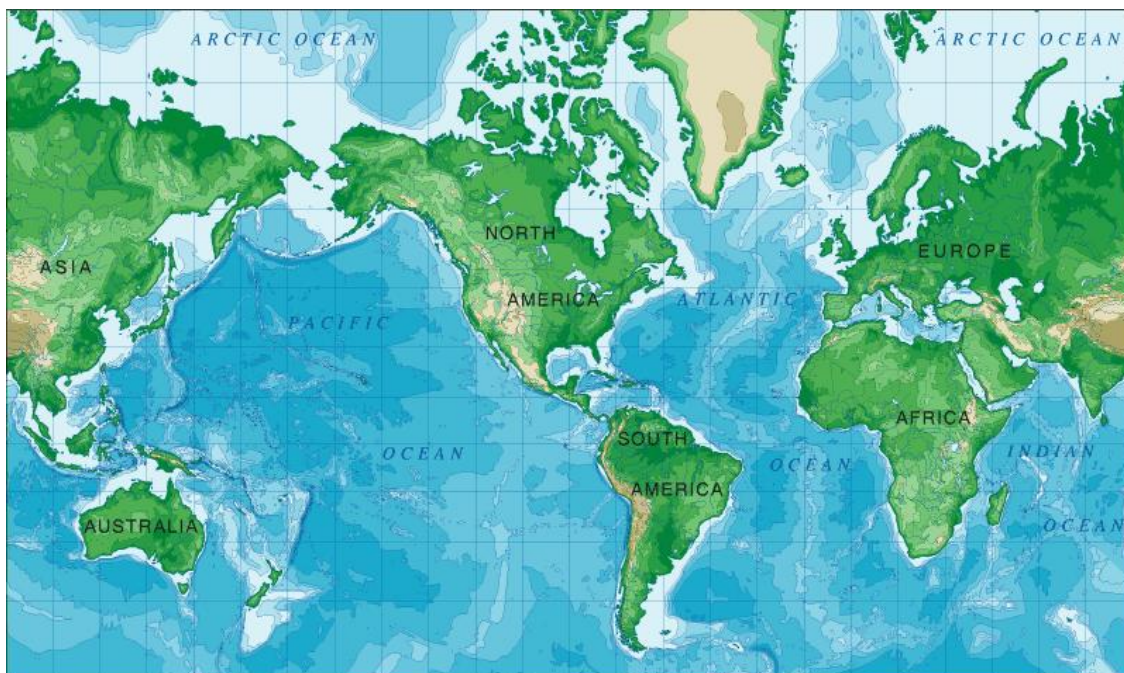
6. ZEMLJA I KOORDINATNI SUSTAVI

Svi objekti koji su predmet razmatranja u GIS-u, definirani su u prostoru pomoću koordinata. Apsolutna lokacija na Zemlji u matematičkom smislu opisuje se korištenjem:

- geografskih (globalnih) koordinata,
- planarnih koordinata koje se temelje na nekoj projekciji.

Geografski koordinatni sustav određuje položaj točke na zakrivljenoj površini, a taj položaj se izražava pomoću kuteva geografske širine i geografske dužine. Moguće je unutar GIS-a sve podatke spremati i manipulirati korištenjem geografskih koordinata, međutim prije ili kasnije te podatke željet ćemo prikazati unutar jedne ravnine, u obliku iscrtane karte ili GIS karte na ekranu.

Kartografska projekcija je metoda preslikavanja zakrivljene površine sfere ili nekog drugog oblika na ravninu (**slika 6-1**). Cilj izučavanja kartografskih projekcija je stvaranje matematičke osnove za izradbu karata i rješavanje teorijskih i praktičnih zadataka u kartografiji, geodeziji, geografiji, geologiji, astronomiji, navigaciji i ostalim srodnim znanostima (FRANČULA, 2000).



Slika 6-1. Kartografska (Mercatorova) projekcija (<http://www.mapsanddirections.us/projections.htm>).

Međutim, zakrivljene plohe sfere ili elipsoida nije moguće preslikati na ravninu bez deformacija. Potrebno je za svaku kartografsku projekciju uspostaviti funkcionalnu vezu između točaka na plohi elipsoida i u ravnini projekcije. Ta se funkcionalna ovisnost izražava osnovnim kartografskim jednadžbama. Osnovne kartografske jednadžbe omogućuju računanje i izučavanje deformacija u kartografskim projekcijama. Naime, pri preslikavanju plohe elipsoida ili sfere u ravninu nastaju deformacije dužina, površina i kutova. Na osnovi veličine i rasporeda deformacija na kartama, u pojedinim je projekcijama moguće uspoređivanje projekcija i biranje najpovoljnijih. Na izbor projekcije, međutim, ne utječu samo deformacije, nego i veći broj drugih činitelja. Uzimajući sve to u obzir, potrebno je za karte određenog područja i određene namjene odabrati najpovoljniju projekciju (FRANČULA, 2000).

Podjela kartografskih projekcija može se napraviti na osnovi tri kriterija i to prema:

1. vrsti deformacija,
2. položaju pola normalne kartografske mreže,
3. obliku normalne kartografske mreže.

Međutim, niti jedna od postojećih projekcija nije savršena tj. nije moguće izraditi savršenu kartu svijeta.

Danas geoinformacijski sustavi (GIS) omogućuju da se neki zadaci koji su se do sada gotovo isključivo rješavali na geografskim kartama (razni kartometrijski zadaci) sada rješavaju izravno iz baza podataka. Na temelju te činjenice moglo bi se zaključiti da geoinformacijski sustavi umanjuju važnost geografskih karata. Ako se to promatra s navedenog stajališta, onda to i jest točno, no s druge su strane geografske karte vrlo važne za svaki GIS. One imaju vrlo važnu ulogu pri stvaranju baza podataka, ali i kao jedan od oblika prezentacije izlaznih podataka (SIJMONS, 1992).

Iz definicije GIS-a vidi se da se on odnosi na Zemljin prostor pa se koristimo zemaljskim koordinatama. Moramo pretpostaviti sljedeće pretpostavke koje nam služe za definiciju geografskih objekata u Republici Hrvatskoj:

- zemlja je nebesko tijelo,
- zemlja je matematički aproksimirana rotacijskim elipsoidom (GEOIDOM),
- utvrđene su zemljovidne projekcije za preslikavanje dijelova Zemljine površine,

- utvrđen je pravokutni koordinatni sustav.

U Hrvatskoj se do 2010. godine koristio Besselov elipsoid s dimenzijama poluosi:

$a = 6\,377\,397,155\text{ m}$ i $b = 6\,356\,078,963\text{ m}$.

Za određivanje položaja točke na elipsoidu služe geografske koordinate u kutnoj mjeri i to: geografska širina φ (nula je na ekvatoru) i geografska dužina λ , a za nulti se meridijan koristi meridijan koji prolazi kroz Greenwich. Za praktične potrebe i uglavnom zbog rada na kompjuteru poželjne su pravokutne koordinate. Zbog toga se dijelovi zemljine površine preslikavaju na ravnine. Za prikaz površine koriste se različite zemljovidne projekcije, pri kojima dolazi do deformacija duljina, površina i kutova. Kod nas je, za potrebe državne izmjere, za izradu katastarskih planova i topografskih zemljovida, u upotrebi Gauss-Krügerova projekcija (*Transverse Mercator Projection*). To je **konformna poprečna cilindrična projekcija geoida u ravninu**, a koristi se za izradu zemljovida u mjerilima krupnijim od 1:500.000. Kod ove projekcije cilj je postići što manje deformacije srednjeg meridijana područja jednog sustava. Zbog povećanja deformacija udaljavanjem od srednjeg meridijana, širina područja ovisi o točnosti preslikavanja. Uz minimalne pogreške, širina jednog koordinatnog sustava (zone) iznosi 3° po geografskoj duljini, tj. $1,5^\circ$ istočno i zapadno od srednjeg meridijana. U Hrvatskoj su dodirni meridijani (x-osi) $\lambda = 15^\circ$ i $\lambda = 18^\circ$, a ekvator predstavlja y-os. Ova dva meridijana predstavljaju dva koordinatna sustava, peti i šesti u odnosu na Greenwich. Ipak, da bi se izbjegle negativne vrijednosti Y-koordinate, dodaje im se konstanta 500.000, a da se obilježi koordinatni sustav dodaju se Y-koordinati konstante i to u petom sustavu 5.000.000, a u šestom 6.000.000 (MACAROL, 1977).

Hrvatska je 2004. odlukom vlade RH prešla na **GRS80** (Odluka o utvrđivanju službenih geodetskih datuma i ravninskih kartografskih projekcija Republike Hrvatske, NN 110/2004). U 2. stavku 1. članka Odluke izričito stoji: "Elipsoid GRS80 s veličinom velike poluosi $a = 6378137,00\text{ m}$ i spljoštenošću $\mu = 1/298,257222101$ određuje se službenim matematičkim modelom za Zemljino tijelo u Republici Hrvatskoj". Od 1.1.2010. u Hrvatskoj je i službeno u upotrebi GRS80 (<http://listovi.cgi.hr/htrs96tm.html>).

7. IZRADA GIS PROJEKTA

Speleološki klub "Ozren Lukić" osnovan je 2003. godine u sklopu Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Kroz osam godina djelovanja, odnosno speleoloških istraživanja, u klupskoj arhivi nastao je pozamašan broj zapisnika speleoloških istraživanja, nacrti objekata, slika i ostale dokumentacije o provedenim istraživanjima. Kako bi se što brže došlo do podataka o objektu koji nas zanimaju, predloženo je da netko od članova kluba napravi digitalni speleološki katastar. Na taj način bi vođenje katastra doveo na jednu novu i višu razinu i time svim sadašnjim i budućim članovima kluba olakšao pristup podacima o speleološkim istraživanjima. Kako se GIS danas koristi u gotovo svim djelatnostima koje se tiču prostornog planiranja odnosno prezentacije prostornih podataka, a ta tehnologija se predaje u okviru nekoliko kolegija na preddiplomskom i diplomskom studiju na RGN fakultetu, bilo je logično odabrati GIS odnosno ESRI-jev ArcGIS 9.3 za izradu speleološkog katastra.

Izrada ovog projekta odvijala se u 5 faza:

- I.** prikupljanje postojeće dokumentacije o speleološkim istraživanjima
- II.** prilagodba podataka našim potrebama
- III.** kreiranje relacijske baze podataka
- IV.** prenošenje podataka iz baze podataka u GIS projekt
- V.** prezentacija, interpretacija i uređivanje sveukupnih podataka u GIS-u

7.1. Prikupljanje dokumentacije o speleološkim istraživanjima

Još u samom početku, tj. tijekom planiranja ovog rada, lako je bilo zaključiti da će u ovu fazu biti potrebno uložiti najmanje truda i vremena, jer ipak, radi se o jednostavnom prikupljanju sve dostupne dokumentacije (papira, slika, crteža). U praksi se ispostavilo suprotno, što dodatno ukazuje na potrebu izrade digitalnog speleološkog katastra. Naime, dio zapisnika speleoloških istraživanja, nacrti objekata i ostale dokumentacije nije se nalazio u prostorijama kluba (arhivi) već se to nalazilo u privatnim zbirkama članova kluba ili se nalazilo u nesređenom digitalnom obliku na računalu kluba. Od približno pedesetak objekata tj. zapisnika koji su odmah bili dostupni u klubu, konačno je prikupljeno nešto

manje od dvjestotinjak objekata. Podatci koji se ovdje spominju mogu se podijeliti u dvije skupine:

I. Negrafički podatci (podatci iz Zapisnika speleoloških istraživanja)

Zapisnik speleološkog istraživanja sadrži 50 rubrika, koje nam daju osnovne informacije o istraženom speleološkom objektu. Kao što je već ranije spomenuto, ključni podatak nužan za otvaranje zapisnika, su koordinate speleološkog objekta (x, y, z), koje su temelj za prikaz objekata u GIS-u na raznim tematskim kartama. Valja napomenuti da je većina koordinata dobivena na terenu pomoću GPS uređaja, što je i najlakši i najbrži način određivanja točne lokacije speleološkog objekta. Međutim, nisu svi zapisnici speleoloških istraživanja bili jednako kvalitetno ispunjeni. Većina zapisnika imala je rubriku koordinate objekta ispunjenu, ali kod dijela njih, ta rubrika je bila prazna.

Uz pretpostavku da znamo gdje se objekt nalazi na karti, vrlo je lako doći do njegovih koordinata. Postupak je vrlo jednostavan, a sve što je potrebno je topografska karta ili list topografske karte područja u kojem se nalazi objekt te trokuti ili ravnalo. Kao pomoć mogu se koristiti neke rubrike iz zapisnika, kao na primjer, rubrika topografski položaj, koja opisuje topografiju terena na kojem se nalazi speleološki objekt ili rubrika pristup objektu. Neke od koordinata određene su pomoću Digitalnog atlasa Hrvatske, pretraživanjem po toponimima. Toponimi su imena ili nazivi objekata po kojima se objekti međusobno razlikuju, čine kartografski prikaz informativnijim, a mogu biti imena zaseoka, livada, voda, cesta, imena pojedinih oblika reljefa itd. Primjer je Jama u Demišjoj ogradi na otoku Braču, koja nema dostupne točne koordinate. Pretraživanjem toponima u Digitalnom atlasu Hrvatske, potrebno je bilo pronaći zaselak "Demišja ograda" na otoku Braču. Iz zapisnika tj. rubrike topografski položaj vidi se da je jama u samom zaselku, pa je potrebno bilo još samo očitati koordinate s karte. Koordinate određene na ova dva načina možda i nisu sasvim točne, ali i takav podatak ima vrijednost. Časopis "Speleosfera" kojeg izdaje Speleološki klub "Ozren Lukić" također se pokazao kao iscrpan izvor podataka, jer su u dosadašnja četiri broja tog časopisa obrađeni i opisani deseci speleoloških objekata s raznih kampova i ostalih speleoloških istraživanja.

II. Grafički podatci

Ovdje se radi o prikupljanju digitaliziranih tematskih karata i ostalog digitaliziranog sadržaja koji će nam poslužiti kao podloge u GIS-u. Korištene podloge podijeljene su u nekoliko skupina:

Skenirane podloge (rasteri)

a) listovi topografskih karata (TK), mjerila 1:25000

- iz ovih karata dobit ćemo uvid na kakvom terenu se nalazi objekt - da li je on smješten na livadi, na padini brda, na vrhu brda, u vrtači itd.

b) listovi Osnovne geološke karte (OGK), mjerila 1:100000

- iz ovih karata dobit ćemo uvid u kojim se stratigrafskim jedinicama nalaze naši speleološki objekti

Vektorizirane podloge (vektori)

a) mreža karata OGK 100000 i TK 25000;

b) karta svih naselja Republike Hrvatske;

c) meridijan 16°30' (granica između 5. i 6. Gauss-Krüger-ove zone);

d) granica države;

e) obala i otoci.

7.2. Prilagodba podataka

Postupnim prikupljanjem dokumentacije, uočeno je da dio prikupljenih podataka nije pogodan za GIS analizu, tj. bilo je potrebno:

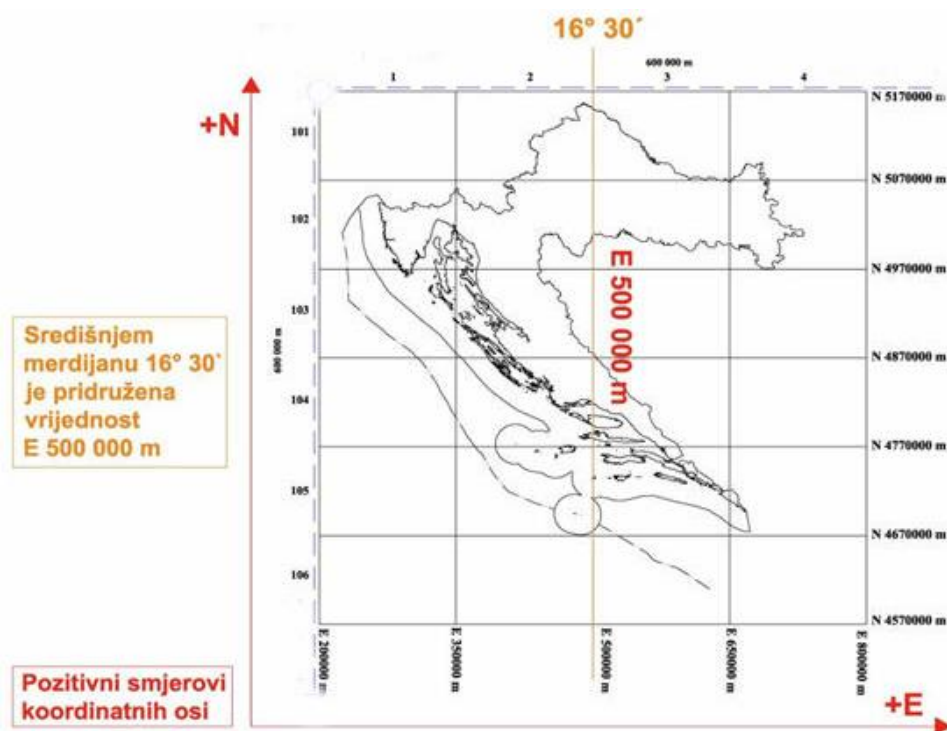
- georeferencirati list OGK Jajce,
- skenirati i georeferencirati nacрте objekata,
- transformirati koordinate speleoloških objekata iz 6. u 5. zonu,
- izvršiti kontrolu i korekciju točnosti podataka, posebice koordinata.

Georeferenciranje je postupak prevođenja piksela iz koordinatnog sustava slike u koordinatni sustav Zemlje. Dakle, ako smo kartu skenirali ili imamo satelitski snimak

određenog područja, tek nakon georeferenciranja tu „sliku“ možemo nazvati kartom. Da bismo georeferencirali neku sliku potrebno je odrediti barem tri točke na slici i pridružiti im odgovarajuće koordinate. Digitalne karte se u principu sastoje od dva dijela odnosno slikovnog (*.jpeg, *.tif) i dijela koji pozicionira slike u kordinatnom sistemu (*.jfw, *.tfw).

Digitalizacija je najčešći oblik prikupljanja ulaznih grafičkih podataka. Postoje dvije vrste digitalizacije - vektorska i rasterska. Kod **vektorske** digitalizacije, digitalizira se točka po točka, pa se nakon transformacije koordinata u zemaljski koordinatni sustav dobiva vektorski model podataka. **Rasterska** (točkasta) digitalizacija se odnosi na skeniranje karte, na posebnom rasterskom digitalizatoru, skeneru (*scanner*). Poželjna rezolucija u GIS-u je 300 točaka po inču (DPI), broj boja je najčešće 256 (8-bit) a format datoteke je nekompromirani TIF. Ovi parametri su dovoljni za većinu starih tiskanih karata, jer u slučaju satelitskih i ortofoto karata najčešće niti nema digitalizacije. Broj boja nije veći od 256, jer se na ovaj način omogućuje uklanjanje rubova u slučaju rezanih karata i izrade mozaika susjednih karata.

Transformacija koordinata iz 6. u 5. zonu. Ukoliko nam digitalizirano područje Republike Hrvatske (npr. Dalmacija) sadrži grafičke podatke istočno i zapadno od meridijana 16°30', potrebno je napraviti transformaciju koordinata ukoliko želimo da se objekti pravilno prikažu tj. točno lociraju na tematskim kartama. Naime, objekti koji se nalaze istočno od spomenutog meridijana nalaze se u 6. zoni, dok se objekti zapadno od spomenutog meridijana nalaze u 5. zoni (**slika 7-1**). Pošto su sve karte koje su korištene u ovom radu georeferencirane u 5. zoni, radi lakšeg spajanja listova karata, potrebno je speleološke objekte iz 6. zone, tj. njihove koordinate prebaciti u 5. zonu. Ovaj postupak je moguće obaviti pomoću raznih konverzijskih modula, a moramo se jedino odlučiti za pravokutne koordinate ili koordinate u kutnoj mjeri. Program koji je korišten u ovome radu za transformaciju koordinata iz 6. u 5. zonu zove se Geotransformer (**slika 7-2**), pomoću kojeg se unosom naziva tablice u Microsoft Access-u koordinate mogu transformirati iz 5. u 6. zonu i obrnuto (PERKOVIĆ, 1998).



Slika 7-1. Podjela Hrvatske na zone (<http://geol.pmf.hr/~sabistrmic/rpug.html>)



Slika 7-2. Geotransformer

Kontrola i korekcija točnosti podataka. Prilikom digitalizacije postojećih karata moguća je vizualna kontrola usporedbom karte dobivene iz digitaliziranih podataka, a iscrtane na pisaču na prozirnomo papiru s originalnim zemljovidom. Ali ipak, puno brži način kontrole je preko računala. Pri tome mogu nastati sljedeći problemi: manjak linija, linija je dvostruko digitalizirana, linija nije vezana na druge linije, poligon nije zatvoren, poligon nema referentne točke ili ih ima više od jedne, korisnički identifikator nije jednoznačan, i dr.

7.3. Kreiranje relacijske baze podataka

Danas postoje mnogi programi koji omogućuju izradu, održavanje i rad sa bazama podataka. Sustav za izradu baze podataka (*Database Management System, DBMS*) koji je korišten za potrebe ovog rada je *Microsoft Office Access 2003*. Takav sustav nam omogućuje:

- održivost podataka,
- ažuriranje podataka,
- omogućuje upite o podacima.

Najčešći tip baza podataka koji se danas koristi je relacijski tip baze podataka, gdje se podatci nalaze unutar tablica tj. relacija (**slika 7-3**). Takav tip baze korišten je u ovome radu. Pojedina relacija sastoji se od: stupaca (atributa), i redaka (entiteta).

Microsoft Access - [SPELEOOBJEKTI : Table]

File Edit View Insert Format Records Tools Window Help



	ID_SPELEO	BR_SP_OBJ	IME	TK25	OGK100	TC
▶	1	J-1	JAMA VELIKA PLIŠIVICA	572-1-4	Jelsa	GPS
	2	J-2	JAMA U BUČINOM DOLCU	572-1-4	Omiš	GPS
	3	J-3	JAMA NA JESENOVOM BRDI	572-1-4	Omiš	GPS
	4	J-4	JAMA ZA MAHRINCEM	572-1-4	Omiš	GPS
	5	J-5	JAM POD STRIOVIM REDO	572-1-4	Jelsa	
	6	J-6	JAMA U ŠIŠTRI	572-1-4	Jelsa	
	7	J-7	JAMA U DEMIŠJOJ OGRADI	572-1-4	Jelsa	KAR
	8	J-8	JAMA U ČELU	572-1-4	Omiš	GPS
	10	J-10	JAMA BRESTOVICA	368-3-2	Crikvenica	GPS

STUPAC ATRIBUT

REDAK ENTITET

Slika 7-3. Isječak iz tablice/baze podataka s objašnjenjem entiteta i atributa.

Osnovne značajke pojedine relacije su:

- ne postoje dva jednaka retka, niti stupca,
- redoslijed redaka i stupaca nije bitan,
- pojedine vrijednosti atributa moraju biti jedinstvene, što znači da jedna ćelija u tablici može sadržavati samo jednu vrijednost .

Prilikom planiranja odnosno projektiranja baze podataka, važno je postaviti si tri pitanja: 1) što želim?; 2) što imam?; i 3) što trebam učiniti?. Najprije je potrebno odrediti za što će

se baza podataka koristiti i što od nje možemo očekivati. Znajući što želimo, lakše je gledati na ono što imamo, te donositi odluke kako bi trebala izgledati struktura baze podataka. Treće pitanje se odnosi na razmatranje svih postupaka koje trebamo učiniti kako bi se dobili što kvalitetniji izlazni podatci.

Pokretanjem programa MS Access i pri otvaranju nove ili postojeće baze podataka u lijevoj strani dijalog prozora baze podataka ponuđeni su sljedeći objekti baze podataka:

1. **tablice (Tables)** - osnovni objekti svake baze, služe za pohranu podataka; sastoje se od stupaca koji pamte podatke određenog tipa i puno redova s podacima
2. **upiti (Queries)** - objekti koji omogućuju korisnički pregled jedne ili više tablica, dodavanje podataka u tablicu, brisanje, promjenu podataka
3. **obrasci (Forms)** - objekti koji služe za efikasniji unos ili za prilagodbu prikaza podataka iz tablice ili upita.
4. **izvješća (Reports)** - objekti koji služe za oblikovanje, izračun i ispis izabranih podataka iz tablice ili upita
5. **makro naredbe (Macros)** - objekti koji predstavljaju strukturiranu definiciju jedne ili više akcija koje treba izvršiti kao odgovor za određeni događaj.
6. **moduli (Modules)** - objekti koji osiguravaju diskretniji tijek akcija i omogućuju praćenje pogrešaka.

7.3.1. Izrada tablice i upita

a) Izrada tablice

Prvi korak je kreiranje prazne baze podataka, te izbor ponuđenog objekata *Table*, odnosno kreiranje tablice koja će se popunjavati s podacima iz zapisnika i ostale dokumentacije. Sljedeći korak je imenovanje odnosno unos polja u prozoru *Table*. U prozoru *Table* redom se upisuju nazivi i svojstva polja prema strukturi tablice određenoj u dizajnu baze podataka. U polje **Field Name** upisuje se naziv polja (polja iz zapisnika speleoloških istraživanja), u polju **Data Type** iz padajućeg izbornika izabere se tip polja (text, number, date/time, autonumber itd.), a u polje **Description** upisuje se dodatni opis (detaljnije objašnjenje

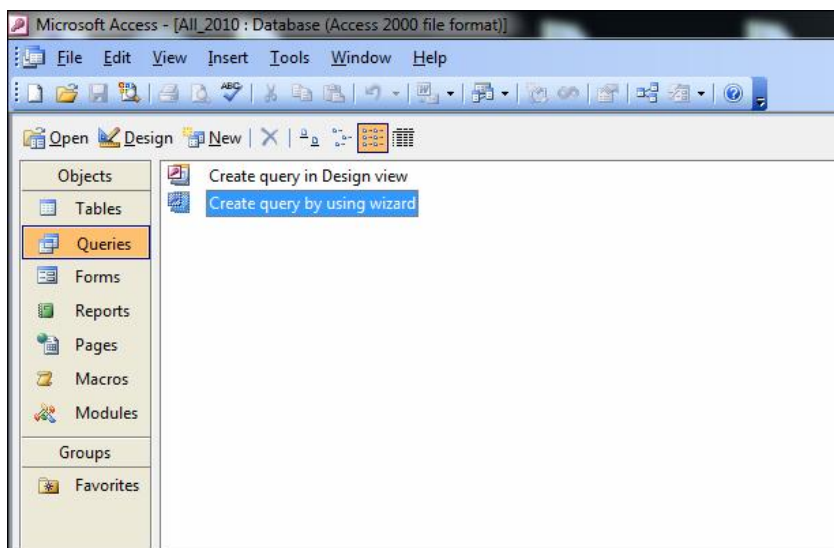
svakog polja iz tumača zapisnika speleoloških istraživanja). Nakon upisa svih polja i njihovih svojstava potrebno je pohraniti načinjeno naredbom *Save* u alatnoj liniji aplikacije. Sljedeće što je vrlo važno je definirati koje je polje Primarni ključ (*Primary key*). **Primarni ključ** osigurava jedinstvenost zapisa u tablici, tj. onemogućuje ponavljanje istog zapisa. Možemo ga odrediti prilikom stvaranja nove tablice ili bilo kada u kasnijem radu. Nakon što su definirana sva polja u bazi podataka, koja su dakle preuzeta iz zapisnika speleoloških istraživanja, može se početi s popunjavanjem polja u tablici s podacima iz dokumentacije (zapisnici, časopisi "Speleosfera", privatne zbirke, nacrti objekata itd.). Na **slici 7-4** prikazana je tablica, odnosno baza podataka popunjena sa podacima iz zapisnika i ostale dokumentacije. Baza podataka speleoloških objekata u konačnici sadrži podatke za 189 objekata). Podatci za prvih pedesetak speleoloških objekata prikupljeni su iz arhive speleološkog kluba "Ozren Lukić", a ostatak je prikupljen također od članova kluba, ali iz njihovih privatnih zbirki, sa istraživanja gdje su isti sudjelovali u istraživanjima s drugim speleološkim udrugama.

ID	SPILLO	LR	SP	OLU	IVL	K25	OSK100	TOCNOŠI	X_GLO	Y_GLO	Z	X_matematički	Y_matematički
1	J-1				JAMA VILKA PUŠVICA	572-14	Jelsa	GPS	479724.00	539631.00	395.00	5339625.75	479769.91
2	J-2				JAMA U RUČNICI	572-14	Omš	GPS	480040.00	539610.00	135.00	5339313.38	4801086.47
3	J-3				JAMA NA JESENOVOM BRDU	572-14	Omš	GPS	4799322.00	5398563.00	145.00	5341794.04	4800647.26
4	J-4				JAMA ZA MAHRINCEM	572-14	Omš	GPS	4800772.00	5398320.00	51.00	5341620.52	4801488.08
5	J-5				JAMA POD SIHOMI RLUČOM	572-14	Jelsa	GPS	4797429.00	5393501.00	501.00	5339890.32	4797574.97
6	J-6				JAMA U ŠESTRI	572-14	Jelsa	GPS	4796159.00	5395381.00	435.00	5338721.11	4797601.58
7	J-7				JAMA U DEMIŠJOJ OGRADI	572-14	Jeloa	KARTA	4797326.00	5392273.00	623.00	5335611.50	4797226.86
8	J-8				JAMA U ČELU	572-14	Omš	GPS	4800352.00	5397270.00	125.00	5340464.71	4801630.25
9	J-9				JAMA U RILŠTOVICA	355-32	Orkvenica	GPS	4990450.00	5470901.00	152.00	5470905.00	4990400.00
10	J-10				JAMA U RILŠTOVICA	415-31	Črnomelj	GPS	4944378.00	5508535.00	1514.00	5508535.00	4944378.00
11	J-11				JAMA U RILŠTOVICA	415-34	Črnomelj	GPS	4942112.00	5511772.00	755.00	5511772.00	4942112.00
12	J-12				JAMA TAMTAV	355-21	Črnomelj	GPS	5026701.00	5526785.00	151.00	5526785.00	5026701.00
13	J-13				JAMA VOĐEČINA	415-31	Črnomelj	GPS	4944425.00	5508594.00	1452.00	5508594.00	4944425.00
14	J-14				JAMA U LILUČICA	415-31	Črnomelj	GPS	4944478.00	5508507.00	1452.00	5508507.00	4944478.00
15	J-15				JAMA DO RIVKA	415-34	Črnomelj	GPS	4941034.00	5511851.00	845.00	5511851.00	4941034.00
16	J-16				JAMA NORVALNOFOBUJA	355-22	Jajce	GPS	4911452.00	5451561.00	0.00	5451561.00	4911452.00
17	J-17				JAMA ZVEKETUŠA	355-23	Črnomelj	GPS	5020454.00	5523265.00	0.00	5523265.00	5020454.00
18	J-18				PUŠKAVICA	572-14	Omš	GPS	4803100.00	5397800.00	100.00	5335593.33	4803164.45
19	J-19				KAVERINA NA LATEŠO BRDU	572-14	Omš	KARTA	4800300.00	5397850.00	120.00	5341067.33	4800999.44
20	J-20				LUKA JAMA	572-14	Omš	GPS	4900100.00	5392567.00	157.00	5336701.57	4900577.49
21	J-21				ŠPILJA VRELIČ	355-23	Črnomelj	GPS	5010570.00	5527917.00	150.00	5527917.00	5010570.00
22	J-22				ŠPILJA U ŠOFARIMA	355-23	Črnomelj	GPS	5025305.00	5525305.00	205.00	5525305.00	5025305.00
23	J-23				JAMA LUCIMURKA	415-31	Črnomelj	GPS	4944377.00	5508535.00	1454.00	5508535.00	4944377.00
24	K-2				KAVLHNA U PUČIŠĆIMA	572-14	Omš	GPS	4900351.00	5398053.00	11.00	5341829.07	4901621.27
25	S-4				ŠPILJA KOD TRUPKOVIĆ MILINA	355-22	Črnomelj	GPS	5035352.00	5534293.00	157.00	5534293.00	5035352.00
26	J-25				JAPAGINA ?	415-31	Črnomelj	KARTA	4944545.00	5508901.00	1255.00	5508901.00	4944545.00
27	J-30				LOZA JAVA	355-23	Črnomelj	GPS	5021315.00	5525011.00	0.00	5525011.00	5021315.00
28	J-31				ILLUČJA JAMA	355-23	Črnomelj	GPS	5023519.00	5526202.00	0.00	5526202.00	5023519.00
29	S-7				ŠPILJA U PODŠPILJAMA	572-14	Jelsa	GPS	4798248.00	5397245.00	340.00	5340537.55	4798026.83
30	J-34				JAMA NA LATEŠO BRDU	572-14	Omš	GPS	4800450.00	5397780.00	51.00	5340990.48	4801146.84
31	J-35				JAMA NA DUČACU	572-14	Omš	GPS	4803725.00	5393369.00	20.00	5336166.15	4801261.50
32	K-3				KAVLHNA KOD GOSPL. LUKUŠKI	572-14	Omš	GPS	4801300.00	5396974.00	55.00	5340165.34	4801117.56
33	J-36				JAMA TOVNIKOVICA	572-14	Omš	GPS	4800111.00	5395460.00	120.00	5338656.44	4801544.21
34	S-8				ŠPILJA U KOPLANAM (POD SMRIČEVCEM)	572-14	Jeloa	GPS	4799310.00	5393113.00	457.00	5336379.75	4799539.93
35	J-37				IVINA BEZDAN	370-33	Slunji	GPS	4991352.00	5546393.00	371.00	5546393.00	4991662.00

Slika 7-4. Tablica/baza podataka popunjena sa podacima iz zapisnika i ostale dokumentacije.

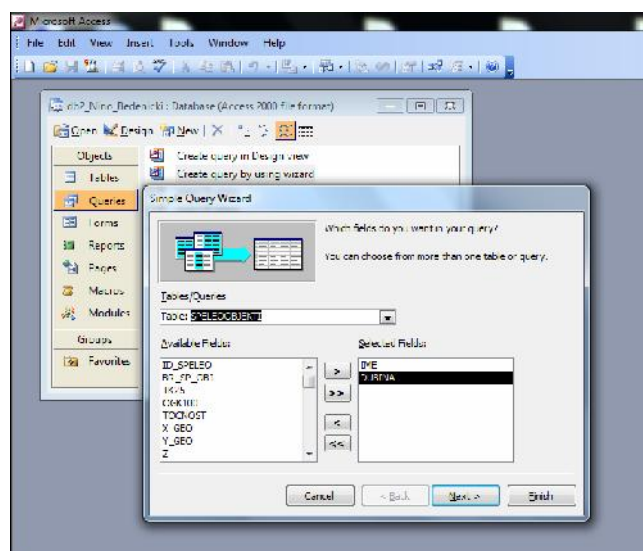
b) Izrada upita

Upiti (*queries*) su objekti u bazi podataka koji nam omogućavaju slaganje podataka iz jedne ili više tablica istovremeno, zadavanje uvjeta koje oni trebaju zadovoljavati i određivanje oblika kako će biti prikazani. Na primjer, moguće je postaviti upit koliko speleoloških objekata iz baze podataka ima dubinu jednaku 20 m ili veću. Umjesto da u bazi podatka koja sadrži preko 180 speleoloških objekata, ručno listamo i tražimo jame koje imaju tu dubinu, možemo odrediti uvjet u upitu da nam izdvoji samo one objekte čija dubina je veća ili jednaka 20 m. To radimo tako da najprije na lijevoj strani dijalog prozora baze podataka od ponuđenih objekata baze podataka odaberemo *Queries* (**slika 7-5**).



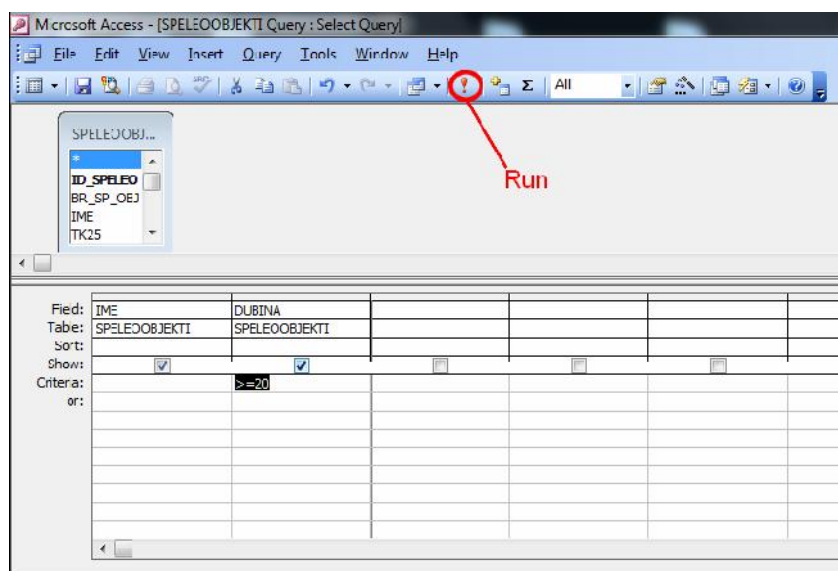
Slika 7-5. Izrada upita (*query*) pomoću čarobnjaka (*wizard*).

Zatim s desne strane dijalog prozora odabremo *Create query by using wizard*. Otvara nam se novi prozor gdje iz padajućeg izbornika izabiremo tablicu iz koje želimo izdvojiti određene podatke (tablica *Speleoobjekti*), te odabiremo tj. prenosimo polja tablice *SPELEOOBJEKTI* iz kojih nam trebaju podatci (polje *IME* i polje *DUBINA*) u sljedeći prozor (**slika 7-6**).



Slika 7-6. Odabir tablice i polja iz tablice za izradu upita i postavljanje uvjeta.

Izbor podataka nastavljamo tipkom *Next*, a dovršavamo s *Finish*. Upit je sada stvoren, ali još nismo postavili uvjete, što ćemo napraviti u pogledu *Design* (slika 7-7). Redak *Criteria* služi za upisivanje uvjeta, pa u polju za upis iz tog redka a u stupcu *DUBINA* utipkamo ≥ 20 (veće ili jednako 20) te pokrećemo odabirom tipke *Run* u alatnoj traci. Vidimo da nam je program izdvojio 45 speleoloških objekata koji zadovoljavaju postavljeni uvjet, tj. objekte dublje od 20 m (slika 7-8).



Slika 7-7. Postavljanje uvjeta za izdvajanje speleoloških objekata iz baze podataka čija je dubina jednaka ili veća od 20 m.

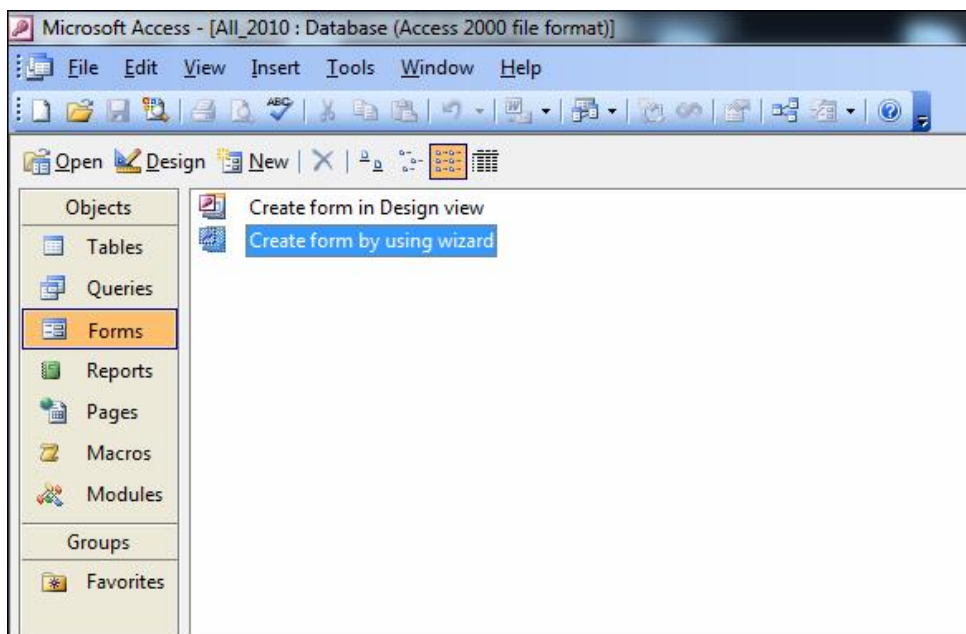
IME	DUBINA
JAMA VELIKA PLISIVICA	51
JAMA U BUČINOM DOLCU	26
JAMA NA JARNOVOM HRTU	65
JAMA ZA MAJURINOM	26
JAMA POD STRANOM REDOM	52
JAMA BRESTOVICA	40
JAMA TAM TAM	30
JAMA VODUŠČINA	26
JAMA ZVEKETUSA	30
LJUBA JAMA	74
JARNOVA 2	61
JAMA NA LATEŠU BRDU	22
JAMA NA DUČACU	23
JAMA TONČINOVICA	31
JAMA PLAVINKA	32
JAMA HRVATICA	30
MILČINA JAMA	26
JAMA KOTARI	20
JAMA NA ČISTI	26
POKONJANIK	20
POČENJEVKA	90
JAMA DAVLOVICA	42
LALIĆA JAMA	20
JAMA JAMURU MILINČU	30
ŠKOLJA PROVALA	60
JAMA ŠKOLJANOVA	24
JAMA POD CRADOM	22
JAMA HRISČICA	38
FRANIČA	61
ZDENČAJKA 1	23
ZDENČAJKA 2	30
POČ	42
JAMA UZ ELAIN PUT	28
VATRENA JAMA, MALI DOT	46
LJUBA JAMA	29

Slika 7-8. Speleološki objekti iz baze podataka čija je dubina jednaka ili veća od 20 m

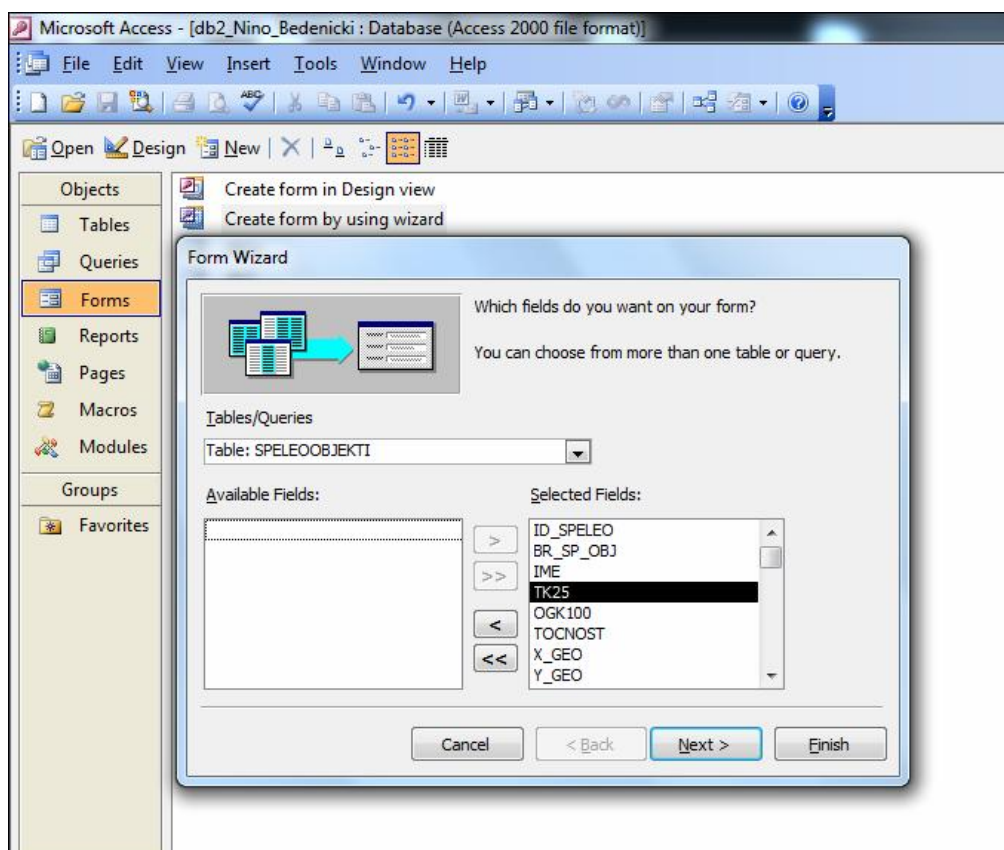
7.3.2. Izrada obrazaca

Obrazac je objekt baze podataka koji se koristi za unos, uređivanje ili prikazivanje podataka iz tablice ili upita. Obrasci se mogu koristiti za kontrolu pristupa podacima, primjerice, za određivanje polja ili redaka koji se prikazuju. Na primjer, određenim korisnicima može biti potrebno prikazati samo nekoliko polja u tablici s mnogo polja što olakšava korištenje baze podataka. Vizualno atraktivan obrazac čini rad s bazom podataka ugodnijim i učinkovitijim, a također može spriječiti i unos neispravnih podataka. Obrasce možemo kreirati pomoću čarobnjaka za kreiranje obrazaca (*Form Wizard-a*) ili pomoću opcije *Design View*.

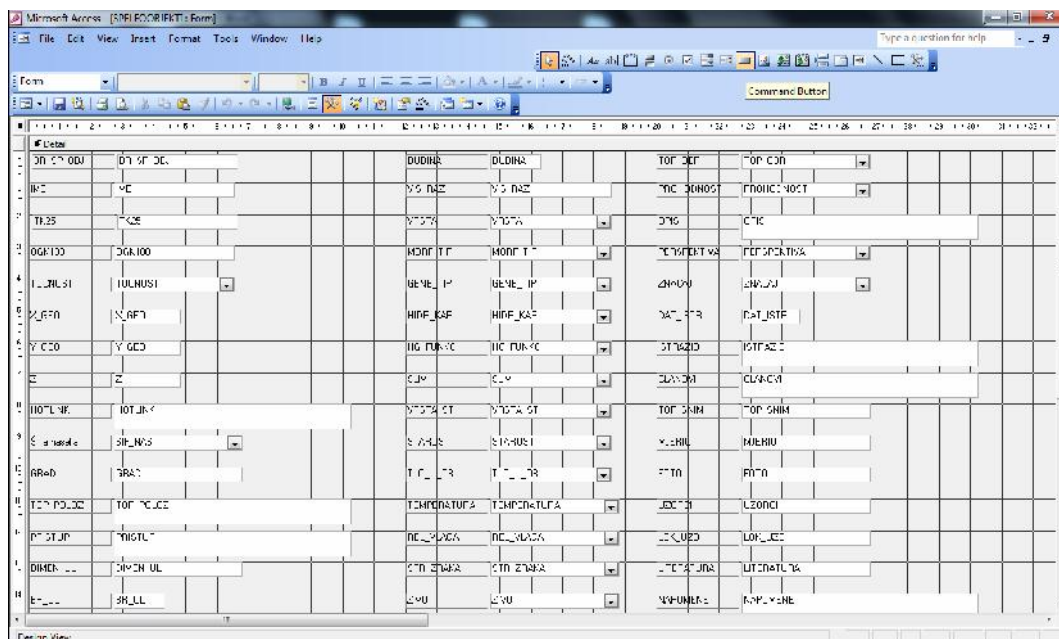
S lijeve strane dijalog prozora baze podataka od ponuđenih objekata baze podataka odabiremo opciju *Forms*, te u desnom prozoru kliknemo na *Create form by using wizard* (slika 7-9). Nakon toga otvara se prozor u kojem odabiremo iz koje tablice želimo napraviti obrazac te koja polja iz tablice želimo prikazati u obrascu (slika 7-10). Dvaput kliknemo na tipku *Next* i *Finish*. Obrazac je sada formiran, a preostaje nam samo njegovo uređivanje u *Design View*-u. Polja iz tablice moguće je urediti na razne načine, mijenjati njihovu veličinu, mijenjati raspored polja itd. (slika 7-11).



Slika 7-9. Izrada obrasca pomoću čarobnjaka za izradu obrasca

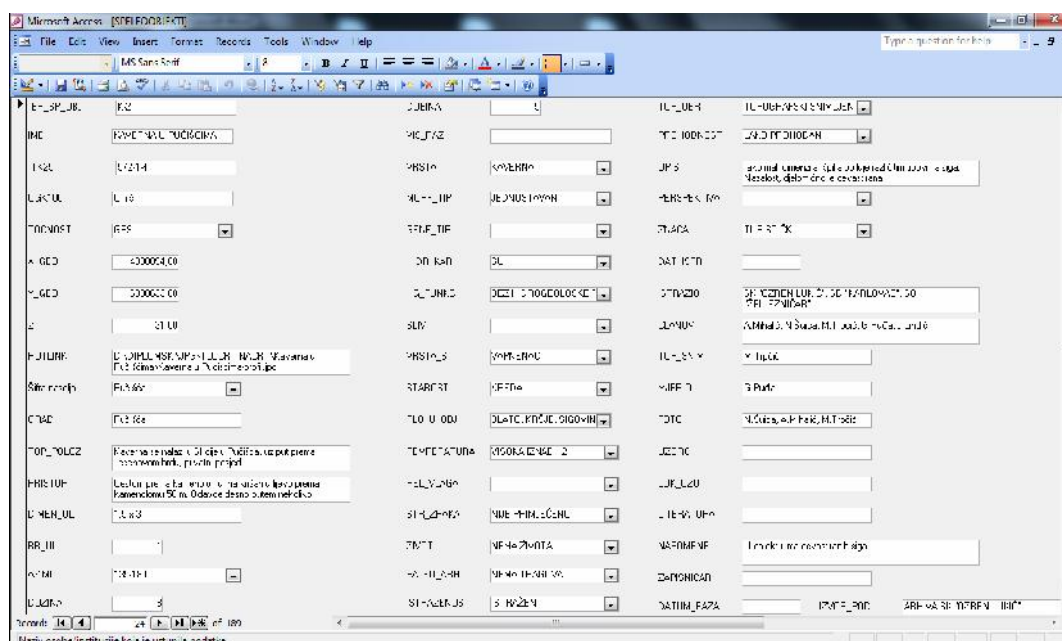


Slika 7-10. Odabir tablice i polja iz tablice za izradu obrasca



Slika 7-11. Uređivanje obrasca

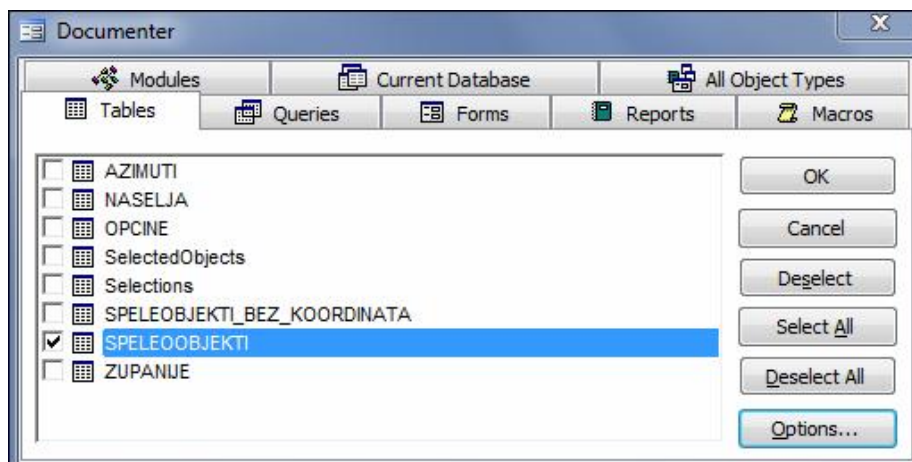
Kad u *Design View* -u uredimo obrazac po našim željama, uključimo opciju *Form View*, te je ovime naš obrazac završen (slika 7-12). Ovako pripremljen obrazac omogućava lakši i pregledniji unos podataka nego u samoj tablici, ali pošto su vezani uz strukturu tablice, potrebno je nakon bilo kakve promjene u *Design*-u tablice napraviti novi obrazac.



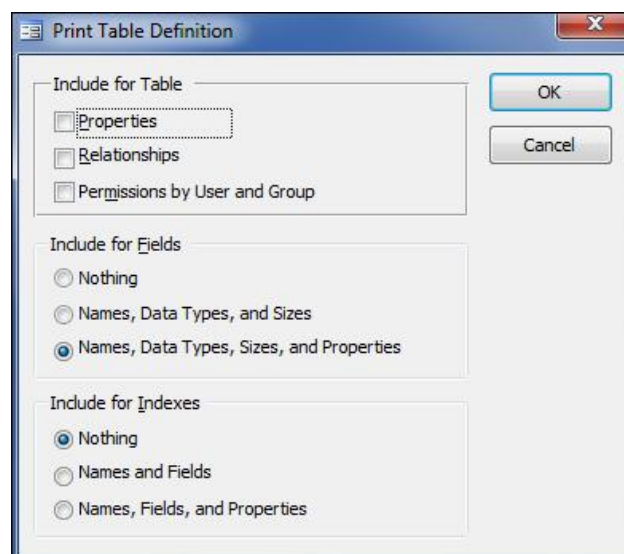
Slika 7-12. Obrazac s poljima iz baze podataka

7.3.3. Struktura baze podataka tj. tablice SPELEOOBJEKTI

Jedan od najboljih načina za učenje o određenoj bazi podataka jest korištenje alata za dokumentiranje baze podataka (*Access Documenter*). Alat za dokumentiranje baze podataka se koristi kako bi smo izradili izvješće koje sadrži detaljne informacije o objektima u bazi podataka. Alat *Access Documenter* nalazi se u izborniku *Tools\Analyze\Documenter*. U dijaloškom okviru *Documenter* (slika 7-13) najprije odaberemo iz kojeg objekta baze podataka želimo napraviti izvješće (tablice, upita, obrasca...). Ovdje odabiremo *Tables*, te nam sada *Documenter* daje na odabir iz koje tablice želimo napraviti izvješće, odabiremo tablicu *SPELEOOBJEKTI*. Klikom na *Options* otvara nam se dijaloški okvir *Print Table Definitions* (slika 7-14) gdje odabiremo koje dijelove ili polja iz tablice želimo prikazati u izvješću.



Slika 7-13. Access Documenter



Slika 7-14. Odabir dijelova ili polja iz tablice za izradu izvješća

Kliknemo dvaput na *OK* i *Access* nam u novom prozoru prikazuje gotovo izvješće u kojem se vidi detaljniji opis svakog polja iz tablice SPELEOOBJEKTI tj. ime polja, tip i veličina polja, opis polja itd. (slika 7-15).

Columns		
Name	Type	Size
ID_SPELEO	Long Integer	4
AllowZeroLength:	False	
Attributes:	Fixed Size; Auto-Increment	
CollatingOrder:	1050	
ColumnHidden:	False	
ColumnOrder:	1	
ColumnWidth:	1260	
DataUpdatable:	False	
Description:	Primarni ključ	
GUID:	{guid {5B25864E-0713-4EB7-8221-3D2E2322D7D6}}	
OrdinalPosition:	0	
Required:	False	
SourceField:	ID_SPELEO	
SourceTable:	SPELEOOBJEKTI	
BR_SP_OBJ	Text	50
AllowZeroLength:	True	
Attributes:	Variable Length	
CollatingOrder:	1050	
ColumnHidden:	False	
ColumnOrder:	Default	
ColumnWidth:	885	
DataUpdatable:	False	
Description:	Oznaka speleološkog objekta (P-1, S-1, J-1)	
DisplayControl:	TextBox	
GUID:	{guid {92891779-9CCE-4A9B-9687-48EAF9683E5}}	
IMEMode:	0	
IMESentenceMode:	3	
OrdinalPosition:	1	
Required:	False	
SourceField:	BR_SP_OBJ	
SourceTable:	SPELEOOBJEKTI	
UnicodeCompression:	False	
IME	Text	50
AllowZeroLength:	True	
Attributes:	Variable Length	

Slika 7-15. Prikaz prve stranice izvješća *Access Documenter*-a za tablicu SPELEOOBJEKTI

Kao što je ranije navedeno *Access Documenter* koristimo kako bi dobili detaljnije informacije o podacima i poljima iz naše baze podataka odnosno tablice SPELEOOBJEKTI. Dakle, iz izvješća napravljenog pomoću *Access Documentera* dobivamo uvid u strukturu baze podataka tj. tablice SPELEOOBJEKTI (prilog 2).

7.4. Organizacija i vizualizacija podataka u GIS-u

Sljedeći zadatak izrade GIS projekta je podatke iz baze podataka (grafičke i negrafičke) prikazati na podlogama tj. digitaliziranim kartama u GIS-u, koje su i krajnji rezultat ovog projekta. Ova faza uključuje:

- a) povezivanje i unos podataka iz baze/tablice podataka u GIS,
- b) dodavanje grafičkih podloga (rasterskih i vektorskih karata) u GIS,
- c) kreiranje biblioteke simbola speleoloških objekata,
- d) pretraživanje podataka u GIS projektu,
- e) izvoz karata u druge aplikacije,
- f) ispis karata tj. izrada *Layout*-a
- g) stvaranje veze (*Hyperlink*) između baze/tablice podataka i GIS-a

a) Povezivanje i unos podataka iz baze/tablice podataka u GIS

Ovdje se radi o povezivanju točkastih baza podataka (polja koordinate X i Y) s grafičkim podlogama. Kod točkaste baze podataka svaki objekt u bazi podataka je povezan s jedinstvenom geografskom X,Y lokacijom na karti. Prilikom povezivanja baze/tablice sa GIS-om, polje *Field* traži upravo X,Y polja u tablici, a svaka tablica ima u strukturi geodetske i matematičke koordinate. Svaka tablica dobiva podrazumijevani simbol osim ako ga mi ne kreiramo posebno za pojedine objekte (tablice). Pomoću programa Geotransformer transformirane su koordinate objekata iz 6. zone u 5. zonu zbog prikazivanja na grafičkoj podlozi Dalmacije. Tako učitani objekti iz tablica pojavljuju se na podlogama u GIS-u, i klikom na jedan objekt (špilju, jamu, kavernu...) dobivamo podatke o tome objektu.

b) Dodavanje grafičkih podloga (rasterskih i vektorskih karata) te nacrti speleoloških objekata u GIS

Speleološki objekti u GIS-u prikazani su na 35 topografskih karata u mjerilu 1:25000 i 12 listova Osnovne geološke karte u mjerilu 1:100000. Te karte su geotransformirane u 5. zonu, radi spajanja karata istočno i zapadno od meridijana 16°30' u mozaik karata. Zatim, u GIS su dodani i sljedeći digitalizirani podatci: granica države, mreža topografskih i geoloških karata, karta svih naselja RH i meridijan 16°30'. ArcMap nam nudi mogućnost

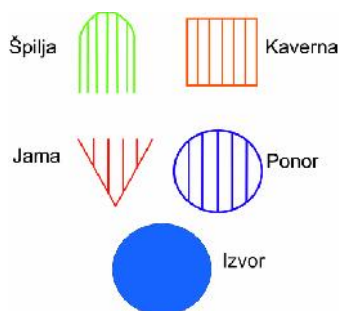
dodavanja neograničenog broja crteža (layera) na podloge (karte). Posebno efektno izgleda kada tlocrt nekog speleološkog objekta, koji prethodno treba georeferencirati tj. odrediti njegovu točnu lokaciju na karti, prikažemo na topografskoj karti područja na kojem se nalazi taj objekt. Tako možemo vidjeti kakva je topografija terena na kojoj se nalazi speleološki objekt, da li iznad objekta prolazi kakva prometnica, ili se iznad njega nalazi neka građevina, kakav je pristup do objekta itd. Prikazivanjem speleoloških objekata na listovima Osnovnih geoloških karata RH vidi se u kojim stratigrafskim jedinicama se nalazi pojedini speleološki objekt.

c) Kreiranje biblioteke simbola speleoloških objekata

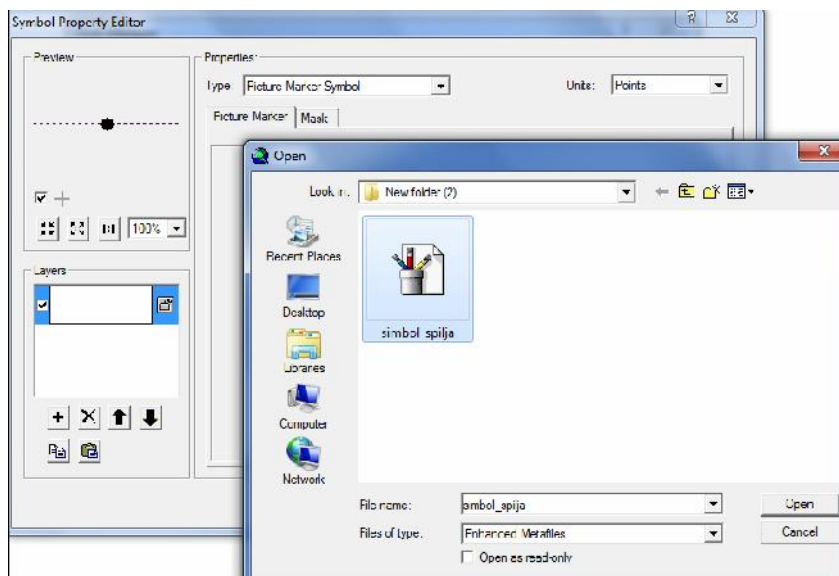
U bazi podataka nalazi se 189 speleoloških objekata, koji su podijeljeni na:

- 128 jama,
- 56 špilja,
- 3 kaverne,
- 1 ponor,
- 1 izvor.

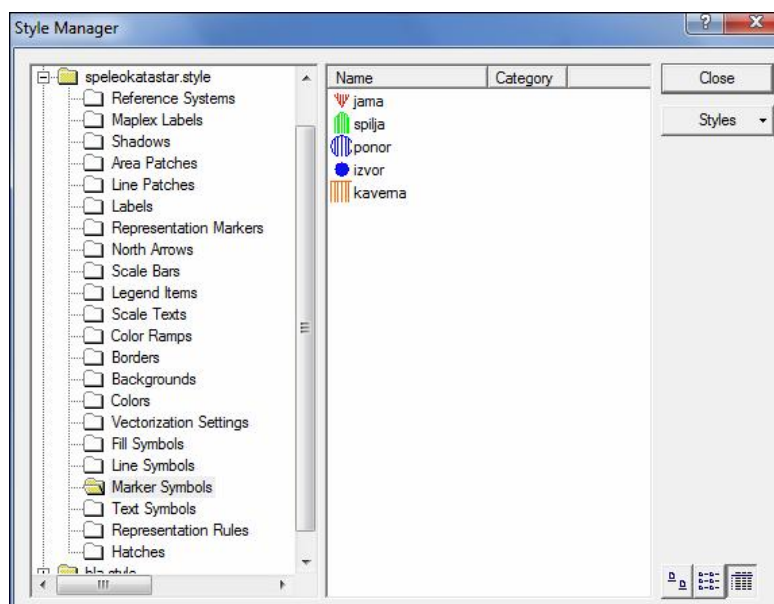
U ArcMap-u postoji veoma velik broj simbola za razne tipove prostornih podataka koje želimo prikazati na kartama. Međutim, može se dogoditi da ponuđeni simboli ne odgovaraju našim potrebama, te želimo kreirati vlastitu simbologiju. To radimo tako da najprije u jednome od grafičkih programa npr. *Corel Draw*, izradimo vlastite simbole te ih importiramo u GIS. Kako bi postupak importiranja simbola u GIS bio uspješan, važno je simbole nakon što smo ih izradili u *Corel Draw*-u spremiti sa ekstenzijom .emf (Enhanced Metafile). U *Corelu Draw*-u izrađeno je 5 vrsta simbola (**slika 7-16**) koji su korišteni za prikaz speleoloških objekata na tematskim kartama.



Slika 7-16. Simbologija speleoloških objekata



Slika 7-18. Importiranje novog simbola u ArcMap

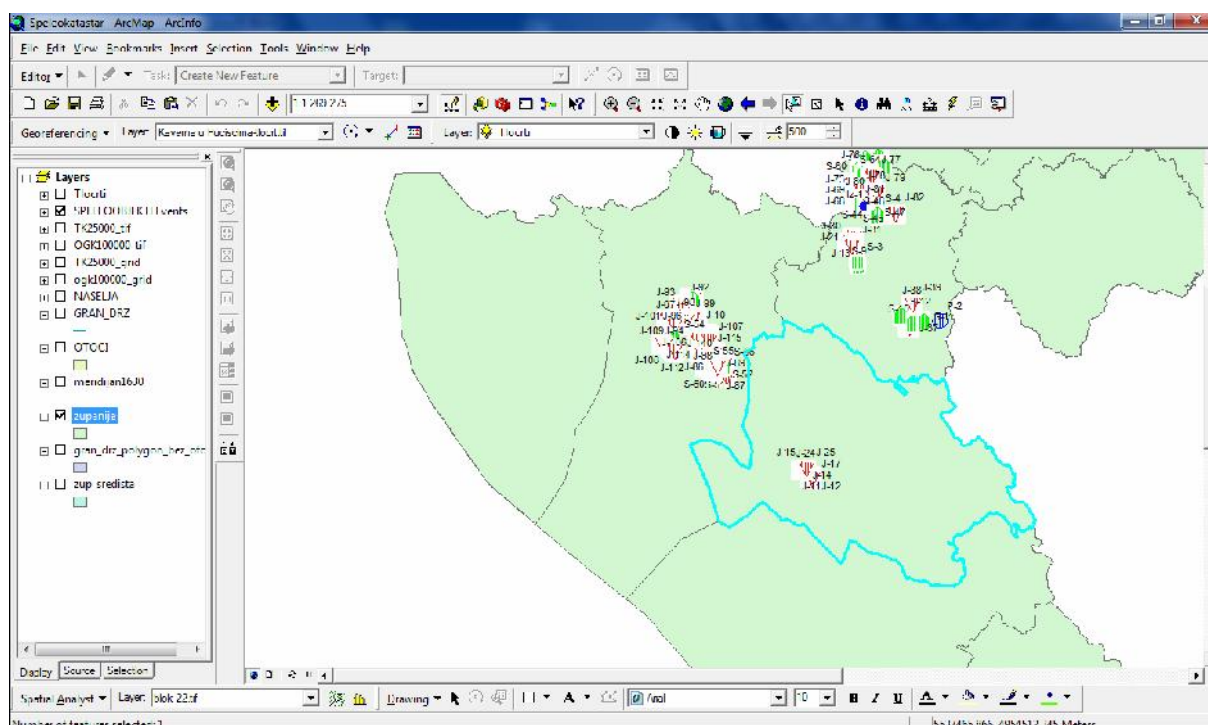


Slika 7-19. Importirani simboli u ArcMap

d) Pretraživanje podataka u GIS projektu

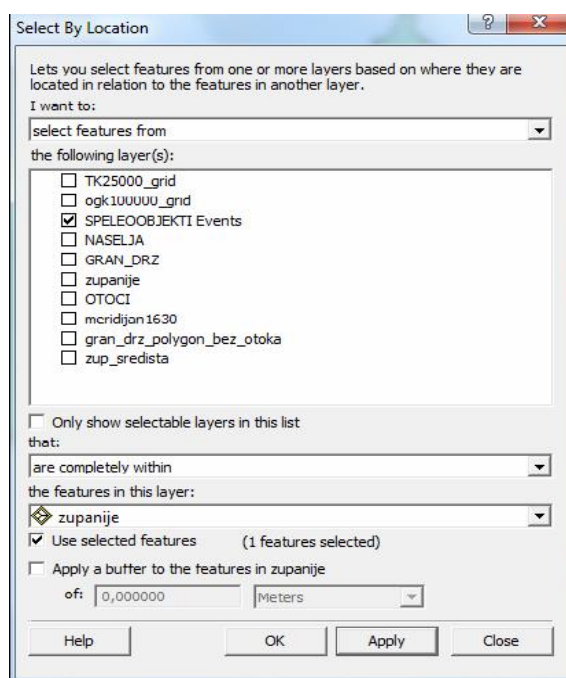
Ova faza uključuje sljedeće tipove pretraživanja:

- grafičko pretraživanje – omogućuje pretraživanje značajki (*Features*) na temelju njihovog položaja u odnosu na neke druge značajke na karti. Pretpostavimo da želimo saznati koliko se speleoloških objekata iz naše baze podataka nalazi u Ličko-senjskoj županiji. Najprije aktiviramo temu *županije* te iz nje tipkom *Select Features* u alatnoj traci selektiramo Ličko-senjsku županiju (slika 7-20).



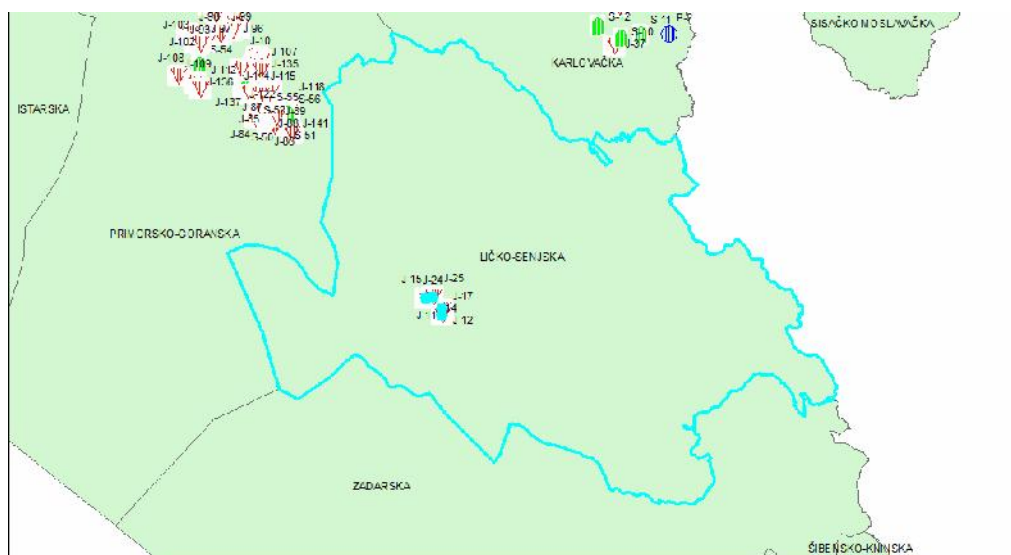
Slika 7-20. Grafičko pretraživanje podataka pomoću opcije *Select Features*

Iz izbornika *Selection* odabiremo *Select by location*, pa iz padajućeg izbornika izaberemo metodu odabira, zatim sloj (layer) čije značajke želimo odabrati (*SPELEOOBJEKTI Events*) te na kraju sloj (*zupanije*) koji će se koristiti za pretraživanje značajki koje nas interesiraju (slika 7-21).



Slika 7-21. *Select by location* pretraživanje

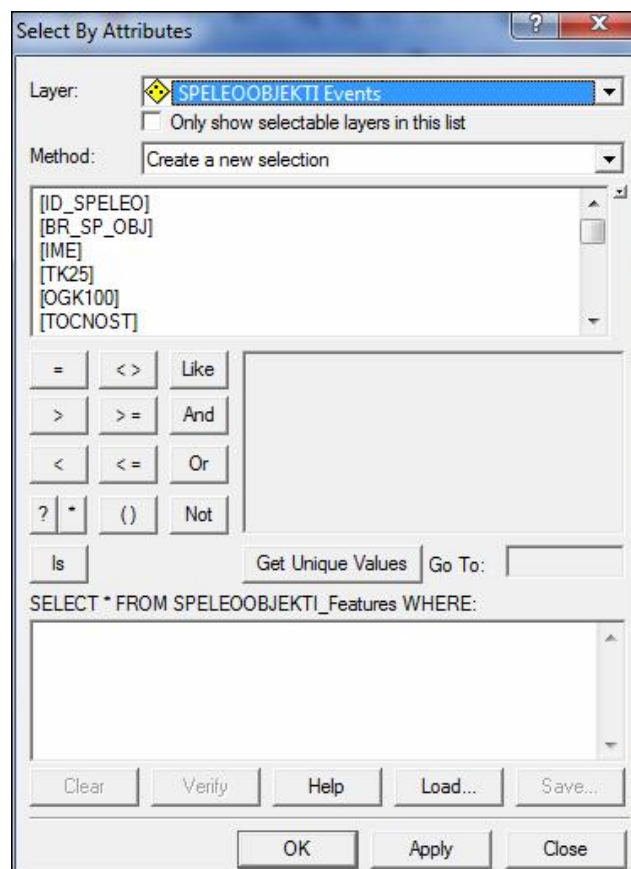
Klikom na tipku **OK**, ArcMap odabire speleoobjekte na karti koji su unutar Ličko-senjske županije (**slika 7-22**). Na kraju, uobičajeno je otići u tablicu teme koja je rezultat pretraživanja. Dakle, aktiviramo temu **SPELEOOBJEKTI** Events, kliknemo na **Open Attribute Table** te pogledamo koji su to speleološki objekti u Ličko-senjskoj županiji (**slika 7-23**). Ako imamo veliku bazu podataka, poželjno je kliknuti na **Show: Selected** kako bi se u tablici izdvojili samo oni podatci koji nas zanimaju.



Slika 7-22. Grafičko pretraživanje – plavom bojom označeni su speleološki objekti u Ličko-senjskoj županiji

Atlas of SPELEO OBJEKTI Events														
ID SPELEO	BR. SP. OBJ.	IME	VRSTA	TK25	OGK100	TOČNOST	X GEO	Y GEO	Z	X	Y	HCTLINK	GKZONA	GRAD
1	J-1	JAMA VTIKA PIČIČICA	JAMA	572-4	Jelica	GPS	479712	016701	390	5638745,77008	4797763,513386	<val>	6	Prahača
2	J-2	JAMA U BUCINJIM ULCU	JAMA	572-4	Umč	GPS	480046	029210	390	5639275,378124	4801085,459347	<val>	6	Pl.Šibice
3	J-3	JAMA NA JESENOVOM BRDU	JAMA	572-4	Omč	GPS	479696	039356	386	5641780,037837	4796961,256766	<val>	6	Pl.Šibice
4	J-4	JAMA ZA ULAŠIČI	JAMA	572-4	Omč	GPS	430077	039302	34	5641200,018708	4301480,030308	<val>	6	Pl.Šibice
5	J-5	JAMA U SIHUVIM REJUM	JAMA	572-4	Jelica	GPS	479742	039356	333	5638558,038803	4797421,039356	<val>	6	Prahača
6	J-6	JAMA U SIHUVIM REJUM	JAMA	572-4	Jelica	GPS	479696	039356	336	5638721,06682	4797661,551252	<val>	6	Prahača
7	J-7	JAMA U DEMIŠOJ OGRADI	JAMA	572-4	Jelica	KARTA	479702	039227	523	5635811,455834	4797528,664324	<val>	6	Prahača
8	J-8	JAMA U SIHUVIM REJUM	JAMA	572-4	Omč	GPS	480046	039356	336	5641200,018708	4801085,459347	<val>	6	Pl.Šibice
10	J-10	JAMA BRESTOVICA	JAMA	363-2	Orlovac	GPS	480046	039356	32	5641200,018708	4801085,459347	<val>	5	Kik
11	J-11	JAMA LUKOVICA	JAMA	419-3	Gosulič	GPS	494432	050853	15	5508535	4944327,599902	<val>	5	Gosulič
12	J-12	JAMA TAI-TAV	JAMA	419-3	Gosulič	GPS	494432	050853	15	5508535	4944327,599902	<val>	5	Gosulič
13	J-13	JAMA VODOTECINA	JAMA	363-2	Orlovac	GPS	494432	050853	15	5508535	4944327,599902	<val>	5	Gosulič
14	J-14	JAMA OBEJICA	JAMA	419-3	Gosulič	GPS	494432	050853	15	5508535	4944327,599902	<val>	5	Gosulič
15	J-15	JAMA OBEJICA	JAMA	419-3	Gosulič	GPS	494432	050853	15	5508535	4944327,599902	<val>	5	Gosulič
16	J-16	JAMA OBEJICA	JAMA	419-3	Gosulič	GPS	494432	050853	15	5508535	4944327,599902	<val>	5	Gosulič
17	J-17	JAMA OBEJICA	JAMA	419-3	Gosulič	GPS	494432	050853	15	5508535	4944327,599902	<val>	5	Gosulič
18	J-18	JAMA ZVEKETUSA	JAMA	419-3	Gosulič	GPS	494432	050853	15	5508535	4944327,599902	<val>	5	Gosulič
19	J-19	JAMA ZVEKETUSA	JAMA	419-3	Gosulič	GPS	494432	050853	15	5508535	4944327,599902	<val>	5	Gosulič
20	J-20	JAMA ZVEKETUSA	JAMA	419-3	Gosulič	GPS	494432	050853	15	5508535	4944327,599902	<val>	5	Gosulič
21	J-21	JAMA ZVEKETUSA	JAMA	419-3	Gosulič	GPS	494432	050853	15	5508535	4944327,599902	<val>	5	Gosulič
22	K-1	KAVERNIČKI LATEŠO BRDU	KAVERNIČKI	572-4	Omč	KARTA	430033	039378	30	5641200,018708	4301480,030308	<val>	6	Pl.Šibice
24	J-20	LUKA JAMA	JAMA	572-4	Omč	GPS	480046	039356	37	5635761,673199	4800977,454075	<val>	6	Prahača
26	J-26	JAMA U SIHUVIM REJUM	JAMA	572-4	Jelica	GPS	479742	039356	333	5638558,038803	4797421,039356	<val>	6	Prahača
28	J-2	LEDENICA U ŠEŠEVARIMA	JAMA	363-2	Orlovac	GPS	502630	050330	238	5626305	5026301,699962	<val>	5	Gosulič
29	J-24	JAMA JUKURICA	JAMA	419-3	Gosulič	GPS	494432	050853	49	5508535	4944327,599902	<val>	5	Gosulič
30	K-2	KAVERNIČKI PIČIČIČICA	KAVERNIČKI	572-4	Omč	GPS	480046	039356	11	5641200,018708	4801085,459347	<val>	6	Pl.Šibice
31	J-3	JAMA KOD TRUPČI												

- negrafičko pretraživanje – omogućava pretraživanje po nekom podatku (polju) iz tablice. Na primjer, zanima nas koliko je speleoloških objekata u naslagama kredne starosti. Iz izbornika *Selection* u ArcMapu odabere se *Select by Attributes* (slika 7-24). Zatim iz padajućeg izbornika izabiremo sloj koji sadrži značajke koje se traže - *SPELEOOBJEKTI Events*. Iz sljedećeg izbornika odabiremo metodu odabira tj. starost stijena, te u izborniku *Get Unique Values* kliknemo na kredu. ArcMap je odabrao je speleološke objekte unutar naslaga kredne starosti, i klikom na atributnu tablicu layera speleoobjekti vidimo koji su to objekti (slika 7-25).



Slika 7-24. *Select by Attributes* pretraživanje

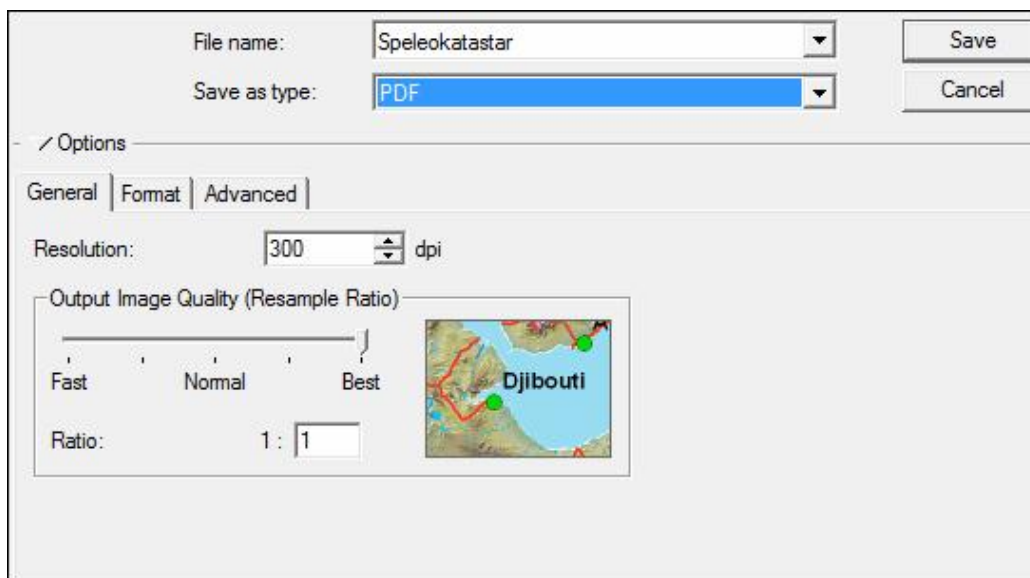
biti generirani s "*world file*" datotekom, pa se tako mogu koristiti kao georeferencirane rasterske karte. JPEG-ovi bez "*world file*" datoteke se često koriste za prikaz podataka na Web-u ili za prikaz podataka u nekim drugim dokumentima. Postupak eksportiranja GIS karte u JPEG je sljedeći. U izborniku *File* kliknemo na *Export Map*. Otvara nam se prozor *Export Map* u kojem u prozoru *File name* dajemo ime novoj karti, a u prozoru *Save as type* odabiremo JPEG. U prozoru *Resolution* vrijednost ostavimo na 300 dpi-a, a u ukoliko želimo da nova karta bude georeferencirana, kliknemo na *Write World File*. U prozoru *Save in* odredimo mjesto na računalu gdje će karta biti spremljena te kliknemo na *Save*.

2. eksportiranje karte u TIFF format

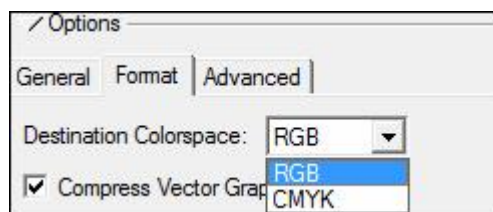
TIFF (*Tagged Image File Format*) je najsvestraniji rasterski format. TIFF format je najbolji izbor kada želimo karte importirati u aplikacije za uređivanje slika. Međutim, ovaj format nije pogodan ukoliko želimo karte prikazati na Web-u jer su datoteke prevelike. TIFF-ovi također imaju mogućnost eksporta u georeferencirane rasterske datoteke. Postupak eksportiranja GIS karte u TIFF je jednak kao i postupak eksportiranja karte u JPEG, samo što u prozoru *Save as type* odabiremo TIFF.

3. eksportiranje karte u PDF format

PDF (*Portable Document Format*) je format koji je danas standard za distribuciju dokumenata na Web-u kao i standardni format za razmjenu podataka među korisnicima. Ovaj format se može i editirati u nekim grafičkim aplikacijama, a jedna od njegovih glavnih prednosti je u tome što omogućuje spremanje karte sa slojevima iz ArcMap-a. Postupak eksportiranja GIS karte u PDF format je sljedeći. Iz izbornika *File* odabiremo *Export Map*, otvara se prozor *Export Map* (**slika 7-26**), iz padajućeg izbornika *Save as type* odabiremo PDF. U izborniku *Format* (**slika 7-27**) možemo birati kakav tip boje želimo, RGB (red-green-blue) ili CMYK (cyan-magenta-yellow-key). Razlika između ova dva tipa boje je u tome što se RGB boja uglavnom koristi za karte koje će se prikazivati na ekranu, dok se CMYK boja koristi za karte koje će se printati.

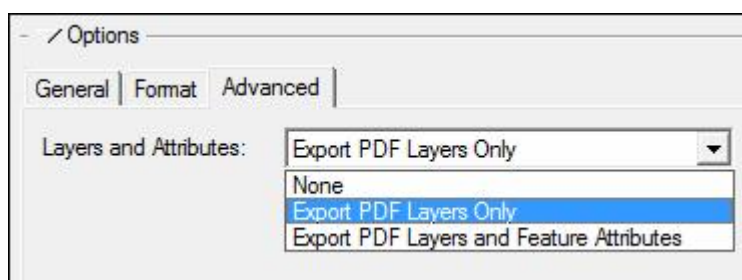


Slika 7-26. Eksportiranje karte u PDF format



Slika 7-27. Odabir kvalitete boje za kartu u PDF formatu

Karte eksportirane iz ArcMap-a u PDF formatu imaju dodatne prednosti jer osim što služe kao standard za grafičku razmjenu među korisnicima, PDF-ovi imaju mogućnost prikaza slojeva iz ArcMap-ovog TOC-a (*Table of Contents*). Tako korisnici mogu uključivati i isključivati vidljivost pojedinih slojeva odnosno slojeve koje žele ili ne žele prikazati. Program koji koristimo za pregled karata po slojevima je *Adobe Reader*. Izvoz GIS karte u PDF format sa slojevima radi se tako da se uključi opcija *Export PDF Layers Only* u padajućem izborniku *Layers and Attributes* u dijaloškom okviru *Advanced* (**slika 7-28**). Moguće je napraviti izvoz GIS karte sa slojevima i atributima iz atributne tablice, a to radimo tako u padajućem izborniku *Layers and Attributes* uključimo opciju *Export PDF Layers and Feature Attributes*.



Slika 7-28. Eksportirane karte u PDF format s ili bez slojeva i atributa

f) Ispis karata tj. izrada *layout*-a

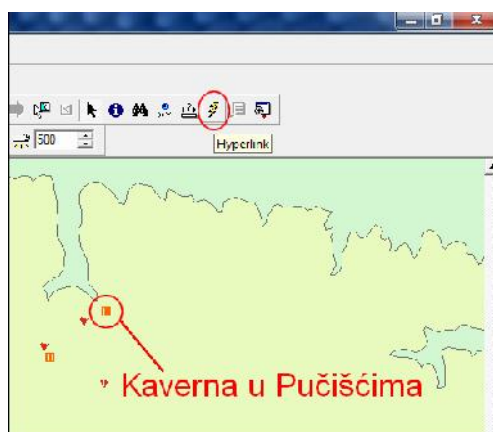
Layout je željeni dio sadržaja ekrana u ArcMap-u tj. list koji će se printati ili eksportirati u nekom formatu za korištenje u drugim aplikacijama. Prije nego li počnemo sa pripremom karte za ispis tj. izradom *layout*-a, trebamo razmisliti kako će karta izgledati odnosno što ćemo sve na njoj prikazati, te ćemo u skladu s time urediti kartu. Svaka karta se sastoji od nekoliko dijelova odnosno elemenata: okvira s grafičkim sadržajem karte (*map body*), naslova karte, legende, simbola za smjer sjevera, mjerila karte (grafičko i negrafičko mjerilo) i još nekih elementa koji mogu ali ne moraju biti prikazani na karti (**prilog 3**). Postupak izrade *layout*-a izgleda ovako: iz izbornika *View* odaberemo *Layout View*. ArcMap nam je sada čitav sadržaj karte iz *Data View*-a prebacio na jedan list na ekranu – to je *layout*. Sada je potrebno urediti kartu sa svim onim elementima koje smo maloprije spomenuli. To se radi iz izbornika *Insert* u kojem se nalaze svi elementi koji su potrebni za uređivanje karte. Na kraju preostaje nam još samo namjestiti postavke iz izbornika *Page and Print Setup*, u kojem biramo uređaj za printanje, veličinu papira na koji će se karta printati (A1, A2, A3, A4 itd.), orijentaciju karte (*landscape* ili *portrait*), itd.

g) Stvaranje veze (*Hyperlink*) između baze/tablice podataka i GIS-a

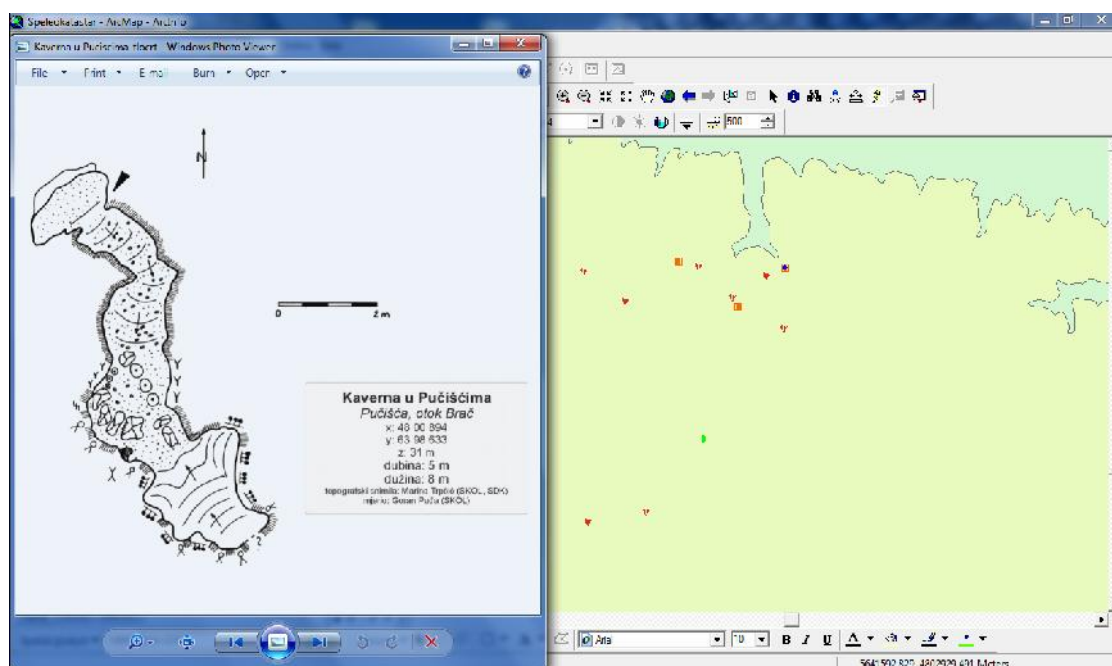
Budući da dio podataka o istraženim speleološkim objektima nije moguće prikazati u bazama podataka, korišteni su *hyperlink*-ovi za prikaz takvih podataka, kao npr. tlocrti i nacrti speleoloških objekata, slike ulaza, okoline ili unutrašnjosti speleološkog objekta ili druge dodatne informacije. *Hyperlink* je opcija kod koje se mora predvidjeti jedno novo polje u atributnoj tablici u koje se upisuje apsolutna putanja do datoteke na disku npr. *D:\DIPLOMSKI\JPG\TLOCRT,NACRT\Kaverna u Pučišćima\Kaverna u Puciscima-profil.jpg* (**slika 7-29**). Speleološki objekti koji u atributnoj tablici u polju *Hyperlink* imaju putanju do nekog dokumenta na računalu, klikom na ikonu *Hyperlink* (**slika 7-30**), ikonica u alatnoj traci u obliku munje u ArcMap-u te klikom na simbol tog objekta na karti, poziva se dokument (profil, tlocrt, slika, detaljniji opis i sl.) te se dobiva njegov prikaz u nekom od programa (*Windows* preglednik slika, *Microsoft Office Word*) (**slika 7-31**).

Attributes of SPELEOOBJEKTI Events				
	X	Y	GKZONA	HYPERLINK
	5641067,830009	4800999,440008	6	<Null>
	5635781,673199	4800977,494575	6	D:\DIPLOMSKIJPG\TLOCRT_NACRT\Luka jama\Luka jama-profil.jpg
	5527917	5018669,999977	5	<Null>
	5525305	5025304,999962	5	<Null>
	5508539	4944376,999902	5	<Null>
	5641829,069412	4801621,267119	6	D:\DIPLOMSKIJPG\TLOCRT_NACRT\Kaverna u Pučišćima\Kaverna u Puciscima-profil.jpg
	5534293	5035881,999931	5	<Null>

Slika 7-29. Polje HYPERLINK u atributnoj tablici s putanjom do topografskih snimaka speleoloških objekata



Slika 7-30. Ikona *Hyperlink* u alatnoj traci ArcMap-a



Slika 7-31. Prikaz tlocrta Kaverne u Pučišćima dobiven pomoću opcije *Hyperlink*

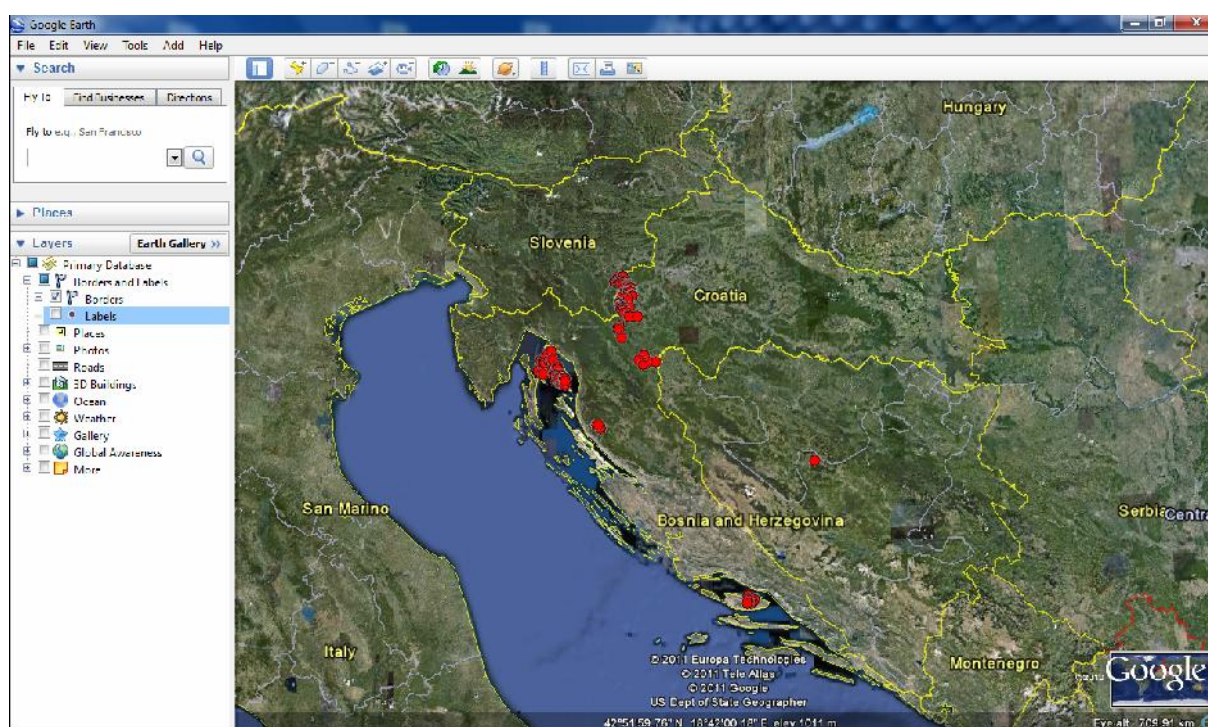
7.5. Prikaz katastra u *Google Earth-u* i *ArcGIS Explorer-u*

Kao što je već ranije spomenuto, podatke iz GIS projekta moguće je eksportirati u razne aplikacije, koje imaju mogućnost prikazivanja tih podataka na različitim tematskim kartama. Posebice je vizualno atraktivno to učiniti u nekim od aplikacija koje su danas besplatne na *web-u*, kao što su *Google Earth* i *ArcGIS Explorer*. To su aplikacije koje prikazuju virtualnu površinu Zemlje sačinjenu od mnogo spojenih satelitskih snimaka, a odabrani dio Zemljine površine moguće je uvećavati i otkrivati najsitnije detalje, ovisno o stupnju izoštrenosti slike tog područja. Kako bi se speleološki objekti iz GIS projekta točno prikazali u *Google Earth-u* i *GIS Explorer-u*, potrebno je napraviti transformaciju između koordinatnih sustava, tj. sloj *SPELEOOBJEKTI Events* iz GK5 projekcije prebaciti u WGS84 projekciju, pomoću Arc Map-a.

a) Prikaz katastra u *Google Earth-u*

Najprije je potrebno sloj *SPELEOOBJEKTI Events* koji je u geokodiran u 5. zoni pretvoriti u novi *shape file* također u 5. zoni. To radimo tako da desnim klikom odaberemo sloj *SPELEOOBJEKTI Events* te iz padajućeg izbornika odaberemo *Data\Export data* te u polju *Output* upišemo putanju gdje će se *shape file* spremiti na računalu i njegovo ime (*speleoobjekti_gk5*). Vidimo da je ArcMap kreirao novi sloj u TOC-u (*speleoobjekti_gk5*). Zbog korištenja gotovih geotransformacija unutar ArcMap-a, temu *speleoobjekti_gk5* potrebno je "prebaciti" u koordinatni sustav *MGI_Balkans_5* pomoću *ArcToolbox-a*. Pokrenemo *ArcToolbox* i pronađemo *Data Management\Projections and Transformations\Define Projection*. U *Input Dataset* pokupimo *speleoobjekti_gk5* a u polju *Coordinate Systems* pronađemo *MGI_Balkans_5* koordinatni sustav. Nakon toga prelazimo na *Data Management Tools\Projections and Transformations\Feature\Project*. U novom prozoru u polju *Input Dataset* pokupimo *speleoobjekti_gk5* a u polju *Output Dataset or...* napišemo naziv datoteke koju ćemo kreirati u WGS84 sustavu (*speleoobjekti_wgs84*). U polju *Output Coordinate System* pronađemo WGS84 u izborniku *Select\Geographic Coordinate Systems\World\WGS 1984*, a polju *Geographic Transformations* odaberemo *MGI to WGS 1984_4* koja je trenutno najpreciznija i predviđena za Hrvatsku.

Prije nego li importiramo sloj *speleoobjekti_wgs84* u *Google Earth* potrebno je isti sloj pretvoriti u KML format (Keyhole Markup Language). Odaberemo u *Toolbox*-u *Conversion Tools\To KML\Layer to KML*. U polju *Layer* odaberemo *speleoobjekti_wgs84*, u polju *Output file* napišemo putanju do KML datoteke i naziv KML datoteke (*speleoobjekti_wgs84*), a u polju *Scale* napišemo 1, jer u ArcMap-u radimo u mjerilu 1:1. Time smo napravili svu pripremu za uvoz podataka u *Google Earth*. Otvaramo *Google Earth*, iz izbornika *Open* pronađemo novo stvorenu KML datoteku te kliknemo na *Open*. Rezultat je prikaz speleoloških objekata iz baze podataka na satelitskom snimku u *Google Earth*-u (slika 7-32).



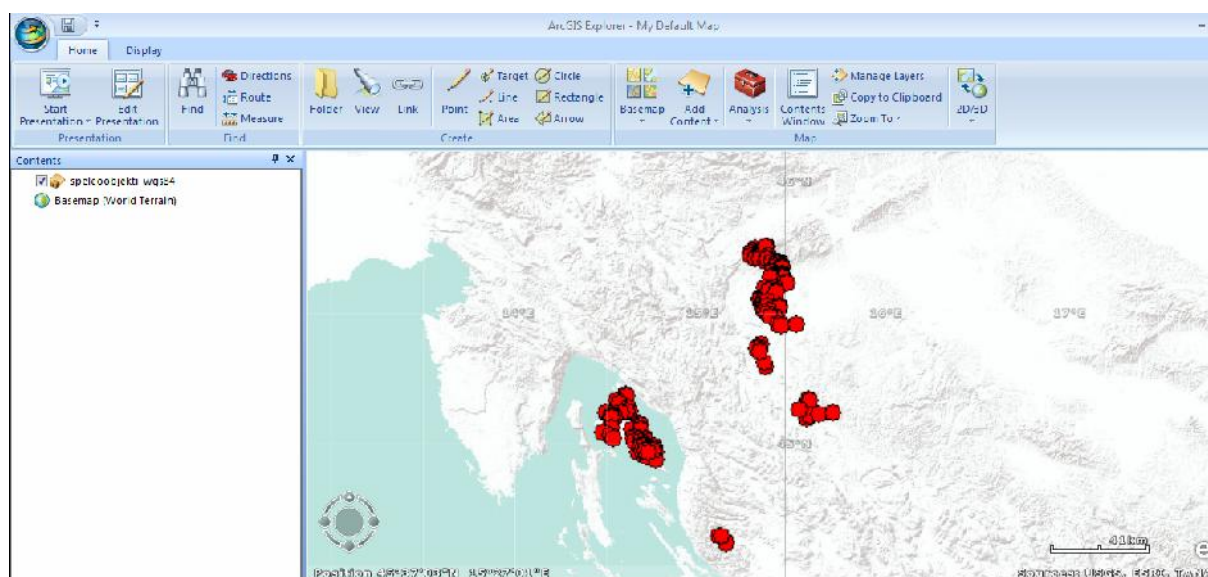
Slika 7-32. Prikaz speleoloških objekata u *Google Earth*-u

b) Prikaz katastra u *ArcGIS Explorer*-u

ArcGIS Explorer je besplatan GIS preglednik, koji na jednostavan način omogućava istraživanje, vizualiziranje i dijeljenje GIS informacija. On omogućuje:

- otvaranje online GIS karata i slojeva,
- prikazivanje prostornih podataka na različitim tematskim kartama,
- dodavanje slika, videa, izvještaja i ostalih informacija uz karte,
- izvođenje prostornih analiza (npr. vidljivost, modeliranje...).

Kako bi dobili prikaz speleoloških objekata u *ArcGIS Explorer*-u potrebno je najprije u ArcMapu desnim tipkom miša kliknuti na sloj *speleoobjekti_wgs84* te odabrati opciju *Save As Layer File* te spremiti novi sloj na računalo. Zatim otvaramo *ArcGIS Explorer* i iz alatne trake odabiremo opciju *Add Content* te otvorimo sloj koji smo prethodno spremili. *ArcGIS Explorer* nam nudi na odabir nekoliko tematskih podloga odnosno karata na kojima se mogu prikazati naši speleološki objekti, a u ovom radu speleološki objekti u *ArcGIS Explorer*-u prikazani su na digitalnom modelu reljefa (**slika 7-33**).



Slika 7-33. Prikaz speleoloških objekata u *ArcGIS Explorer*-u

8. DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

U ovom diplomskom radu prikazan je jedan novi, suvremeni način kreiranja i vođenja speleološkog katastra uz pomoć računala. Uz današnju tehnologiju moguće je potpuno otkloniti probleme poput dugog pretraživanja speleološke arhive u potrazi za jednom informacijom kao i mogućnost nestanka nekih podataka zbog zastarjelog i neorganiziranog vođenja katastra. Upravo zbog ovakvih problema odlučeno je da je potrebno izraditi digitalni speleološki katastar, koji bi pristup informacijama o bilo kojem speleološkom objektu učinio vrlo lakim i brzim. U izradu digitalnog speleološkog katastra krenulo se s podacima i dokumentacijom iz arhive speleološkog kluba "Ozren Lukić". Izrada ovog diplomskog rada odnosno digitalnog speleološkog katastra odvijala se kroz nekoliko faza, i to:

1. faza – prikupljanje dokumentacije o speleološkim objektima
2. faza – izrada baze podataka speleoloških objekata
3. faza – organizacija i vizualizacija podataka u GIS-u

Prilikom prikupljanja dokumentacije brzo se uvidjelo koliko je zapravo dosadašnji način vođenja katastra zastario, tj. kako bi došli do neke informacije o određenom speleološkom objektu potrebno je pretražiti prilično veliki broj papira, da bi ponekad nakon dugog pretraživanja tih papira uvidjeli da tog podatka ni nema. Pod prikupljanjem dokumentacije podrazumijeva se prikupljanje svih zapisnika speleoloških istraživanja koji se nalaze u arhivi kluba, prikupljanje topografskih snimaka speleoloških objekata, postojeće literature (časopis "Speleosfera") i ostalo. Tijekom te faze, uočeno je da neki od podataka koji su prikupljeni nisu pogodni za GIS analizu, pa je bilo potrebno napraviti prilagodbu podataka tj. bilo je potrebno:

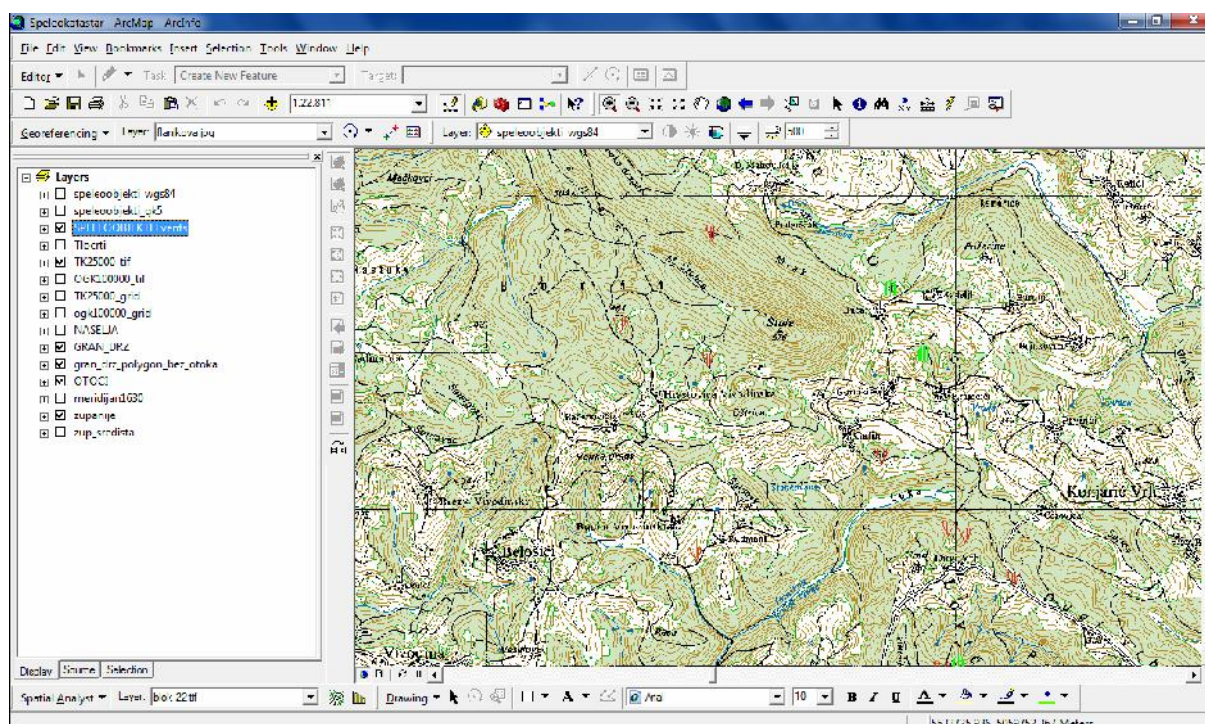
- georeferencirati list OGK Jajce,
- skenirati i georeferencirati nacрте objekata,
- transformirati koordinate speleoloških objekata iz 6. u 5. zonu,
- izvršiti kontrolu i korekciju točnosti podataka, posebice koordinata.

Sljedeći korak u izradi ovog projekta bilo je kreiranje baze podataka, koja bi se nakon što se popuni s podacima iz prikupljene dokumentacije, povezala s GIS-om radi prikaza

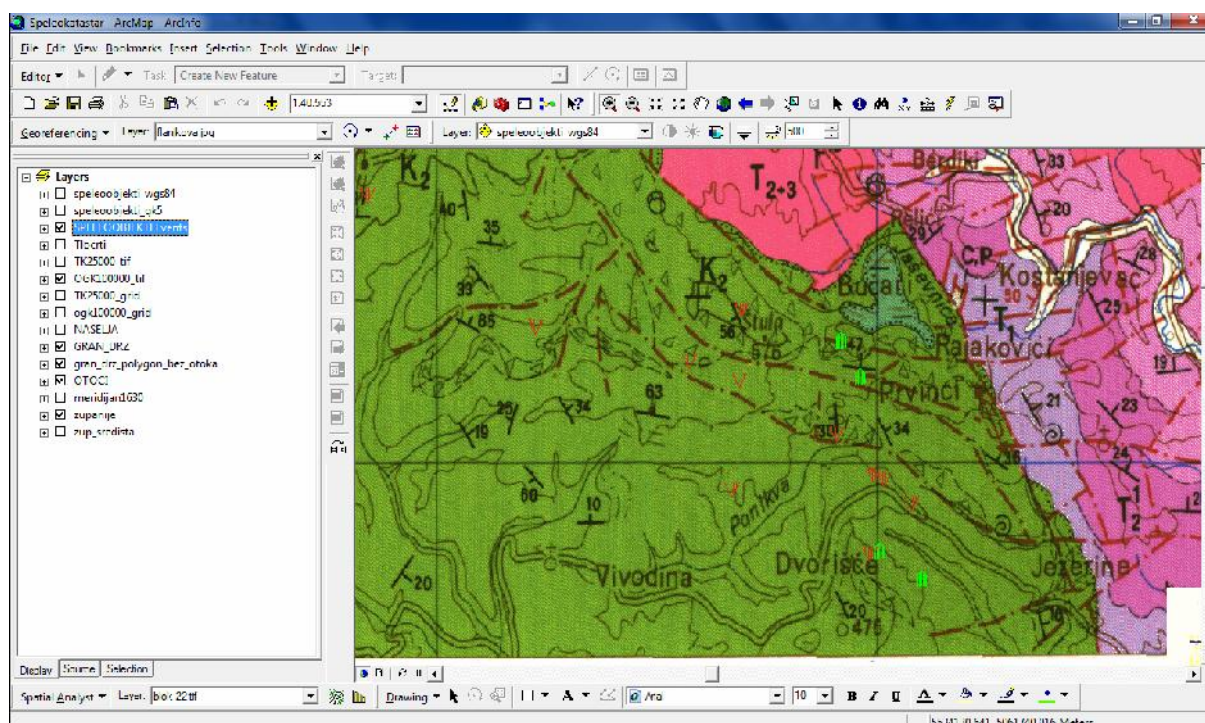
Nakon što smo popunili bazu podataka s prikupljenom dokumentacijom, sljedeći zadatak izrade GIS projekta je podatke iz baze podataka (grafičke i negrafičke) prikazati na podlogama tj. digitaliziranim kartama u GIS-u, koje su i krajnji rezultat ovog projekta. Prilikom povezivanja i unosa podataka iz baze/tablice podataka u GIS glavni zadatak je povezati točkaste baze podataka (polja koordinate X i Y) s grafičkim podlogama. Kod točkaste baze podataka svaki objekt u bazi podataka je povezan s jedinstvenom geografskom X,Y lokacijom na karti. Pomoću programa Geotransformer transformirane su koordinate objekata iz 6. zone u 5. zonu zbog prikazivanja na grafičkoj podlozi Dalmacije. Tako učitani objekti iz tablica pojavljuju se na podlogama u GIS-u, i klikom na jedan objekt (špilju, jamu, kavernu i sl.) dobivamo podatke o tome objektu (**slika 8-1**).



U *Corelu Draw*-u izrađeno je 5 vrsta simbola koji su korišteni za prikaz speleoloških objekata na tematskim kartama. Nakon toga kreirani simboli su uvezeni (importirani) u ArcMap. Speleološki objekti u GIS-u prikazani su na 35 topografskih karata (**slika 8-2**) u mjerilu 1:25000 i 12 listova Osnovne geološke karte (**slika 8-3**) u mjerilu 1:100000. Te karte su geotransformirane u 5. zonu, radi spajanja karata istočno i zapadno od meridijana 16°30' u mozaik karata. Zatim, u GIS su dodani i sljedeći digitalizirani podatci: granica države, mreža topografskih i geoloških karata, karta svih naselja RH i meridijan 16°30'.



Slika 8-2. Prikaz speleoloških objekata na topografskoj podlozi



Slika 8-3. Prikaz speleoloških objekata na geološkoj podlozi

Rezultat jednog ovakvog projekta je da su svi podatci o speleološkim objektima dokumentirani i sadržani u sređenom obliku u sklopu digitalne baze podataka koja se može mijenjati ako je potrebno i nadopunjavati s novim speleološkim objektima tj. ažurirati. Ovakav digitalni speleološki katastar dovodi i sam speleološki klub ili neku drugu organizaciju koja se bavi sličnim istraživanjima na višu razinu, jer je katastar prikaz svega onoga što su članovi tog kluba ili organizacije radili od trenutka kada su počeli dokumentirati i arhivirati svoja istraživanja u nekom jednostavnijem obliku. U razvijenijim zemljama svijeta ovakav se način dokumentiranja i prikazivanja rezultata speleoloških istraživanja primjenjuje već godinama, te su oni otišli i korak dalje te kreirali jedinstveni državni speleološki katastar. Kod nas se trenutno ulažu naponi da se i taj projekt ostvari, ali nailazi se na neke probleme koji se neće ovdje spominjati, jer ipak nisu ni tema ovog diplomskog rada. Ostvari li se taj projekt, koristi od njega neće imati samo hrvatski speleolozi, već i mnoge druge struke kao npr. geologija, hidrogeologija, zaštita prirode, građevinarstvo tj. sve struke koje se bave proučavanjem i istraživanjem tla ili provedbom nekih konkretnih zahvata u tlu.

9. LITERATURA

- ANDREIS, M. (2000): *Arhiviranje i dokumentiranje speleoloških objekata i istraživanja*, u: *Speleologija*, Planinarsko društvo Sveučilišta Velebit, str. 235-237, Zagreb
- BAKŠIĆ, D. (2000): *Primjena računala pri crtanju topografskih nacрта*, u: *Speleologija*, Planinarsko društvo Sveučilišta Velebit, str. 219-221, Zagreb
- BOOTH, B. & MITCHELL, A. (2001): *Getting started with ArcGIS*, Environmental System Research Institute, Redlands, Calif
- BOŽIĆ, V. (2000): *Što je speleologija*, u: *Speleologija*, Planinarsko društvo Sveučilišta Velebit, str. 13-22, Zagreb
- BRONZITE, M. (1989): *Introduction to Oracle*, McGraw-Hill Book Company, 342 p., London
- CODD, E. F. (1970): *A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks*, Communications of the ACM, Vol. 13, No. 6, pp. 377-387, New York, London & Amsterdam
- ČEPELAK, M. (2000): *Otkrivanje speleoloških objekata i kretanje u podzemlju*, u: *Speleologija*, Planinarsko društvo Sveučilišta Velebit, str. 71-72, Zagreb
- ČEPELAK, R. & GARAŠIĆ, M., (1982): *Tumač "zapisnika speleološkog istraživanja"*. Zagreb
- FRANČULA, N. (2000): *Kartografske projekcije*, interna skripta. Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Zagreb
- HUMPHREY, S. M. & MELLONI, B. J. (1986): *Databases: A Primer For Retrieving Information By Computer*, Prentice-Hall, 384 p., New Jersey
- JOHNSON, J. J. (1997): *Database: models, languages, design*, Oxford University Press, 918 p., New York
- KOVAČIĆ, M., & ČEPELAK, M. (2000): *Topografsko snimanje speleoloških objekata*, u: *Speleologija*, Planinarsko društvo Sveučilišta Velebit, str. 207-208, Zagreb
- KRAKAR, Z. (1994): *GIS - Geografski informacijski sustavi*, INFOTREND br. 23, str. 36-39, Zagreb
- KUHTA, M. (2000): *Geološke osnove speleologije*, u: *Speleologija*, Planinarsko društvo Sveučilišta Velebit, str. 272-273, Zagreb
- MACAROL, S. (1977): *Praktična geodezija*, Tehnička knjiga, 723 str., Zagreb

- MARTIN, J. (1977): *Computer Data-Base Organization*, 713 p., Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey
- PAULIĆ, A. (1993): *Svi smo mi brojevi*, BUG br. 5, str. 19-26, Zagreb
- PERKOVIĆ, D. (1998): *Hidrogeološki katastar kao dio geografskog informacijskog sustava*, Magistarski rad, RGN, Sveučilište u Zagrebu
- SIJMONS, K. (1992): *Cartographic representation and production of GIS data*, Proceedings of the First International Conference on Surveying and Mapping, Vol.2., 117-125., Tehran
- ŠARIN, A. & URUMOVIĆ, K. (1980): *Bimorfni hidrogeološki katastar*, Zbornik referatov 6. Jugoslovanskoga simpozija o hidrogeologiji in inženirski geologiji, Knjiga 1 - hidrogeologija, str. 79-87, Portorož
- THOMAS, M. (1993): *Getting to grips with data basics*, PC Today, December, pp. 143-145
- VUJNOVIĆ, R. (1995): *SQL i relacijski model podataka*, Znak, 450 str., Zagreb

Internet izvori:

<http://www.mapsanddirections.us/projections.htm>

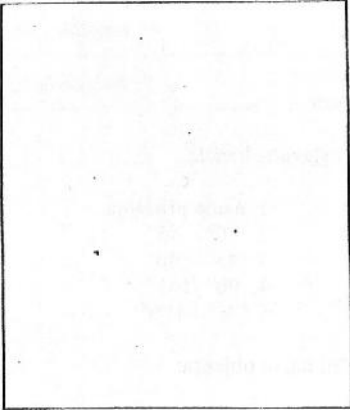
<http://geol.pmf.hr/~sabistrmic/rpug.html>

PRILOZI

br. _____

ZAPISNIK SPELEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA

(Prije ispunjavanja detaljno pročitati TUMAČ ZAPISNIKA SPELEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA)

1. Broj spel. objekta: _____		
2. Ime spel. objekta: _____		
3. Karta: _____		
4. Točnost položaja objekta: _____		
5. Koordinata x: _____		
6. Koordinata y: _____		
7. Apsolutna visina z: _____		
8. Grad: _____		
9. Mjesto: _____		
10. Selo: _____		
11. Zaselak: _____		
12. Azimut poznatih kota:		
a) Kota _____ m, oznaka: _____, smjer: _____		
b) Kota _____ m, oznaka: _____, smjer: _____		
c) Kota _____ m, oznaka: _____, smjer: _____		
13. Topografski položaj: _____		

14. Pristup objektu: _____		

15. Dimenzije i karakteristike ulaza: _____ m, _____

16. Broj ulaza: _____

17. Azimut glavnog kanala:

1. nema pružanja	6. 180° – 225°
2. 0° – 45°	7. 225° – 270°
3. 45° – 90°	8. 270° – 315°
4. 90° – 135°	9. 315° – 360°
5. 135° – 180°	

18. Prosječni nagib objekta:

0. nedefinirano	
pad	uspon
– 1. 0° – 10°	+1. 0° – 10°
– 2. 10° – 20°	+2. 10° – 20°
– 3. 20° – 45°	+3. 20° – 45°
– 4. 45° – 70°	+4. 45° – 70°
– 5. 70° – 90°	+5. 70° – 90°

19. Dužina objekta: _____ m

20. Dubina objekta: _____ m

21. Vertikalna (visinska) razlika: _____ m

22. Vrsta objekta:

1. Špilja
2. Jama

23. Morfološki tip:

1. Jednostavan
2. Razgranat
3. Etažni
4. Koljenasti
5. Sistem

24. Genetski tip:

1. Tektonski	5. Vulkanogeni
2. Abrazijski	6. Umjetni
3. Erozijski	7. Poligenetski
4. Korozijski	

25. Hidrološka karakteristika:

1. Suh
2. S nakapnicom ili prokapnicom
3. S povremeno stajaćom vodom
4. Sa stajaćom vodom
5. S povremenim tokom
6. Sa stalnim tokom
7. Povremeno potopljen
8. Potopljen

26. Hidrogeološka funkcija:	1. Povremeni izvor 2. Stalni izvor 3. Povremeni ponor 4. Stalni ponor	5. Estavela 6. Vrulja 7. Protočan 8. Bez hidrogeološke funkcije	
27. Rječni odnosno morski sliv:	0. Neutvrđena granica sliva 1. Crnomorski sliv 2. Jadranski sliv 3. Egejski sliv		
28. Vrsta stijene:	1. Eruptivne stijene 2. Metamorfne stijene 3. Sedimentne stijene 4. Vapnenac	5. Dolomit 6. Vapnenac – dolomit 7. Lapor 8. Breče, konglomerati	
29. Geološka starost stijene:	1. Paleozoik 2. Trijas 3. Jura 4. Kreda	5. Paleogen 6. Neogen 7. Kvartar	
30. Karakteristike tla u objektu:	1. Blato 2. Glina 3. Pijesak 4. Šljunak 5. Kršje	6. Snijeg 7. Led 8. Sigovina 9. Stijene	
31. Temperatura u objektu: (na dan istraživanja)	1. Niska do 5° C 2. Srednja od 5°– 12° C 3. Visoka iznad 12° C	4. Promjenljiva 5. Kombinirana	
32. Relativna vlaga u objektu: (na dan istraživanja)	1. do 60% 2. od 60 – 90% 3. od 90 –100%	4. Promjenljiva 5. Kombinirana	
33. Strujanje zraka:	1. Postoji 2. Ne postoji 3. Nije primjećeno		
34. Život u objektu:	1. Nema života 2. Terestički troglokseni 3. Vodeni troglokseni 4. Terestički troglofili	5. Vodeni troglofili 6. Terestički troglobijonti 7. Vodeni troglobijonti 8. Biljni svijet	
35. Paleontološko arheološki značaj:	1. Nema tragova 2. Paleontološki tragovi 3. Antropološki tragovi 4. Arheološki tragovi	5. Prethistorija 6. Stari vijek 7. Srednji vijek 8. Novi vijek	
36. Kategorija istraženosti:	1. Spomenut u literaturi 2. Obraden u literaturi 3. Rekognosciran 4. Savladan ili prođen	5. Djelomično istražen 6. Istražen 7. Istražen i sistematski obrađen	
37. Topografska obrada:	1. Nema nacрта 2. Skiciran po sjećanju 3. Skiciran na terenu	4. Topografski snimljen 5. Geodetski snimljen	

38. Ocjena teškoće:

1. Lako prohodan
2. Teže prohodan
3. Teško prohodan

4. Vrlo teško prohodan
5. Izvanredno teško prohodan
6. Ekstremno težak

39. Opis objekta:

40. Perspektiva daljnjeg istraživanja:

1. Nastaviti dalje
2. Spustiti se
3. Popeti se
4. Provući se
5. Kopati, klesati

6. Minirati
7. Prijeći vodenu prepreku
8. Roniti sifon
9. Ukloniti eksplozivnu prepreku

41. Značaj objekta:

0. Bez upotrebe
1. Privredni
2. Vodoprivredni
3. Turistički

4. Medicinski
5. Znanstveni
6. Speleološki

42. Datum istraživanja: _____

43. Istražio (SO/ organizacija) _____

44. Članovi ekipe: _____

45. Topografski snimio: _____

46. Mjerio: _____

47. Fotografski (filmski) snimio _____

48. Skupljao geološki, biološki, arheološki, i dr. materijal: _____

49. Gdje se nalazi materijal: _____

50. Literatura: _____

Napomene: _____

U _____, dne _____ 19 _____ Zapisničar: _____

IME	TIP	VELIČINA	OPIS
ID_SPELEO	AutoNumber	Long Integer	Primarni ključ
BR_SP_OBJ	Text	50	Oznaka speleološkog objekta (P-1, S-1, J-1)
IME	Text	50	Ime speleološkog objekta
TK25	Text	50	List karte TK25000
OGK100	Text	50	List karte OGK100000
TOCNOST	Text	50	GPS, KARTA
X_GEO	Number	Double Fixed	Koordinata objekta
Y_GEO	Number	Double Fixed	Koordinata objekta
Z	Number	Double Fixed	Nadmorska visina
X	Number	Double Fixed	X matematički
Y	Number	Double Fixed	Y matematički
HYPERLINK	Text	150	Pregled topografskih snimaka speleoloških objekata
GKZONA	Number	Long Integer	Gauss-Krügger zona
SIF_NAS	Number	Integer	Šifra naselja
GRAD	Text	50	Lokacija objekta
TOP_POLOZ	Text	255	Topografski položaj speleološkog objekta
PRISTUP	Text	255	Blizina grada, mjesta, zaselka, crkve, osamljene kuće, mosta itd.
DIMEN_UL	Text	50	Dimenzije ulaza u metrima
BR_UL	Number	Long Integer	Broj ulaza u speleološki objekt
AZIMUT	Text	50	Osnovni azimut pružanja speleološkog objekta
DUZINA	Number	Long Integer	Ukupna dužina svih kanala
DUBINA	Number	Long Integer	Najveća vertikalna razlika između kote ulaza i najnižeg dijela objekta (u metrima)
VIS_RAZ	Text	50	Razlika između najviše i najniže kote dotičnog speleološkog objekta, bez obzira na ulaznu kotu
VRSTA	Text	50	Vrsta objekta
MORF_TIP	Text	50	Morfološki tip
GENE_TIP	Text	50	Genetski tip
HIDR_KAR	Text	50	Hidrogeološka karakteristika
HG_FUNKC	Text	50	Hidrogeološka funkcija
SLIV	Text	50	Tip sliva kojem pripada speleološki objekt
VRSTA_ST	Text	50	Vrsta stijena u speleološkom objektu
STAROST	Text	50	Starost stijena u speleološkom objektu
TLO_U_OBJ	Text	50	Vrsta tla u objektu

Prilog 2. Struktura tablice SPELEOOBJEKTI

TEMPERATURA	Text	50	Temperatura u objektu u stupnjevima
REL_VLAGA	Text	50	Relativna vlažnost zraka u objektu
STR_ZRAKA	Text	50	Strujanje zraka u objektu
ZIVOT	Text	50	Život u objektu
PALEO_ARH	Text	50	Paleontološko arheološki značaj
ISTRAZENOST	Text	50	Kategorija istraženosti
TOP_OBR	Text	50	Topografska obrada
PROHODNOST	Text	50	Ocjena teškoće prohodnosti
OPIS	Text	255	Opis objekta
PERSPEKTIVA	Text	100	Perspektiva daljnog istraživanja
ZNACAJ	Text	50	Značaj objekta
DAT_ISTR	Date/Time	Short Date	Datum istraživanja
ISTRAZIO	Text	100	Istražio (SO/organizacija)
CLANOVI	Text	150	Članovi ekipe koji su istraživali
TOP_SNIM	Text	50	Osoba koja je topografski snimila objekt
MJERIO	Text	50	Osoba koja je obavila mjerenja
FOTO	Text	50	Osoba koja je fotografski ili filmski snimila objekt
UZORCI	Text	50	Osoba koja je skupljala geol., biol., arheol. uzorke
LOK_UZO	Text	50	Mjesto pohrane uzoraka
LITERATURA	Text	50	Domaća i strana literatura o speleološkom objektu
NAPOMENE	Text	255	Svi oni podaci koji nisu mogli biti uvršteni ni u jednu od rubrika
ZAPISNICAR	Text	50	Osoba koja je ispunila terenski zapisnik
DATUM_BAZA	Date/Time	Short Date	Datum pohrane u bazu podataka
IZVOR_POD	Text	100	Naziv osobe/institucije koja je ustupila podatke

Prilog 2. Struktura tablice SPELEOOBJEKTI (nastavak)

