Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
za gradbeništvo
in geodezijo

Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
http://www3.fgg.uni-lj.si/

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
http://drugg.fgg.uni-lj.si/

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujte na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Črček, M. 2012. Geološka karta v geografskem informacijskem sistemu. Diplomska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Ferlan, M., somentor Herlec, U.): 64 str.

University
of Ljubljana
Faculty of
Civil and Geodetic
Engineering

Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
http://www3.fgg.uni-lj.si/en/

DRUGG – The Digital Repository
http://drugg.fgg.uni-lj.si/

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Črček, M. 2012. Geološka karta v geografskem informacijskem sistemu. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Ferlan, M., co-supervisor Herlec, U.): 64 pp.

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
gradbeništvo in
geodezijo

Jamova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si

VISOKOŠOLSKI ŠTUDIJ
PRVE STOPNJE
TEHNIČNEGA
UPRAVLJANJA
NEPREMIČNIN

Kandidatka:

MARTINA ČRČEK

GEOLOŠKA KARTA V GEOGRAFSKEM INFORMACIJSKEM SISTEMU

Diplomska naloga št.: 11/TUN

GEOLOGICAL MAP IN GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM

Graduation thesis No.: 11/TUN

Mentor:
viš. pred. dr. Miran Ferlan

Somentor:
asist.dr. Uroš Herlec

Član komisije:
prof. dr. Bojan Stopar

Predsednik komisije:
viš. pred. mag. Samo Drobne

Ljubljana, 20. 09. 2012

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA

Stran z napako	Vrstica z napako	Namesto	Naj bo

IZJAVE

Podpisana **Martina Črček** izjavljam, da sem avtorica diplomske naloge z naslovom **»Geološka karta v geografskem informacijskem sistemu.«**

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v repozitoriju UL FGG.

Ljubljana, 03. september 2012 Martina Črček

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	**004.6:659.2:91:55(043.2)**
Avtorica:	**Martina Črček**
Mentor:	**Viš. pred. dr. Miran Ferlan, univ. dipl. inž. geod.**
Somentor:	**Asist. dr. Uroš Herlec, univ. dipl. inž. geol.**
Naslov:	**Geološka karta v geografskem informacijskem sistemu**
Tip dokumenta:	**Diplomska naloga – visokošolski strokovni študij**
Obseg in oprema:	**64 str., 12 sl., 1 pregl., 1 pril.**
Ključne besede:	**Geološka karta, geografski informacijski sistem, kartografski znaki, linijski simboli, točkovni simboli**

Izvleček

Diplomska naloga prikazuje, na podlagi vektorsko zajetih geoloških kart, izgradnjo geografskega informacijskega sistema za geologijo. Geološke karte so narejene na osnovi daljinskega zaznavanja, opisnih informacij terenskega stanja ter laboratorijskih proučevanj na terenu pridobljenih opazovanj in analiz vzorcev kamnin. Sodijo med tematske karte in nosijo izjemno veliko informacij, kar je poseben izziv za njihovo ustrezno grafično predstavitev. Postopek priprave in izdelave geološke karte je dolgotrajen in zapleten, saj je izdelava zelo zahtevna z vsebinskega, oblikovnega in tehnološkega vidika. Poleg predstavitve geoloških kart in izgradnje geografskega informacijskega sistema smo kot praktični del naloge izdelali standardne kartografske znake in linijske simbole za njihovo uporabo v digitalni obliki. Zajeti in v geografskem informacijskem sistemu so prikazani tudi tekstualni podatki stratigrafskih enot in prelomov.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC:	**004.6:659.2:91:55(043.2)**
Author:	**Martina Črček**
Supervisor:	**Sen. Lect. Miran Ferlan, Ph. D.**
Co-advisor:	**Assist. Prof. Uroš Herlec, Ph. D.**
Title:	**Geological map in Geographical Information System**
Document type:	**Graduation Thesis – Higher professional studies**
Notes:	**64 p., 12 fig., 1 tab., 1 ann.**
Keywords:	**Geological map, Geographical Information System, Cartographic symbols, Line symbols, Point symbols**

Abstract

The graduation thesis describes, on the basis of vectorised geological maps, creation of Geographic Information System for Geology. Geological maps are made on the basis of remote sensing, descriptive information of the situation in the field and laboratory studies of the ground obtained rock samples. They are thematic maps and are most burdened maps with the cartographic symbols. This is why the process of preparation and production of geological maps is time-consuming and complicated. As a practical part of the graduation thesis the production of cartographic symbols for point and line symbols is presented. In the geographic information system is also added textual information of stratigraphic units and faults.

ZAHVALA

Pri izdelavi diplomske naloge se za strokovno vodenje in usmerjanje ter številne nasvete zahvaljujem mentorju viš. pred. dr. Miranu Ferlan ter somentorju asist. dr. Urošu Herlec.

Posebna zahvala moji družini ter Tadeju, ki so mi stali ob strani in me potrpežljivo podpirali vsa študijska leta.

Hvala tudi vsem ostalim za pomoč in podporo pri študiju.

KAZALO VSEBINE

1 UVOD 1
2 GEOLOŠKE KARTE 3
2.1 ZGODOVINA 3
2.2 VRSTE GEOLOŠKIH KART V SLOVENIJI 4
2.3 INTERPRETACIJA GEOLOŠKIH KART 7
2.3.1 Oznake površin – ploskovni znaki 7
2.3.2 Barve 7
2.3.3 Simboli v barvnih površinah 8
2.3.4 Ploskovne oznake 8
2.3.5 Linije na karti 9
2.3.6 Meje litostratigrafskih enot 9
2.3.7 Prelomi 9
2.3.8 Točkovni simboli 9
2.3.9 Tolmač 9
2.4 PRETVORBA ANALOGNE V DIGITALNO GEOLOŠKO KARTO 10
2.5 STANDARD ZA ZAJEMANJE PODATKOV 13
2.5.1 Velikost in meje kartiranih enot 13
2.5.2 Kartiranje sedimentnih kamnin, nahajališč fosilov in sedimentacijskih okolij 13
2.5.3 Kartiranje kvartarnih sedimentov 14
2.5.4 Kartiranje globočin magmatskih kamnin 14
2.5.5 Kartiranje vulkanskih kamnin, žilnin, piroklastitov in hidrotermalno spremenjenih kamnin 15
2.5.6 Kartiranje metamorfnih kamnin 15
2.5.7 Tektonika 16
2.5.8 Mineralne surovine 18
2.5.9 Hidrogeološki in inženirskogeološki objekti 19
2.5.10 Geomorfološka opazovanja 19
2.6 ZAJEMANJE GEOLOŠKIH ELEMENTOV 20
2.6.1 Barvno skeniranje in »razpačenje« 20
2.6.2 Zajem točkovnih znakov in simbolov 20
2.6.3 Zajem linijskih elementov 20
2.6.4 Zajem ploskovnih elementov 21
2.7 VZPOSTAVITEV GIS ZA GEOLOGIJO 21
3 IZGRADNJA GEOGRAFSKEGA INFORMACIJSKEGA SISTEMA ZA GEOLOGIJO 22

3.1 ZAČETKI GEOGRAFSKEGA INFORMACIJSKEGA SISTEMA 23
3.2 PROGRAMSKA OPREMA ZA SISTEM GIS 26
3.3 ZAJEM PODATKOV 28
3.4 PROSTORSKI PODATKI 28
3.4.1 Prostorski podatki na kartah 29
3.4.2 Značilnosti podatkov 30
3.4.3 Podatki o prostorskih podatkih - metapodatki 30
3.4.3.1 Metastandard in metabaza 31
3.4.4 Kakovost prostorskih podatkov 31
3.4.5 Podatkovni modeli GIS 32
3.4.5.1 Kartografski podatkovni model 33
3.4.5.2 Baza podatkov 33
3.5 PROSTORSKE ANALIZE 35
3.5.1 Razvoj analiz 35
3.5.2 Razdelitev prostorskih analiz 36
3.5.3 Skupine operatorjev 37
3.5.4 Prostorske analize v orodjih GIS 39
4 GIS IN GEOLOŠKI PODATKI 40
4.1 GRUPIRANJE PODATKOV PO POJAVIH 40
4.1.1 Točkovni simboli 41
4.1.2 Linijski simboli 50
4.2 OPIS DELA 51
4.2.1 Programska oprema 51
4.2.2 Prikazovanje z GIS orodjem 52
4.2.2.1 Prenos podatkov v podatkovno bazo 53
4.2.2.2 Obdelava podatkov v podatkovni bazi 54
4.2.3 Izdelava znakov 55
4.2.2 Izdelava linij 55
4.2.3 Izdelava ploskev 56
4.2.4 Izdelava geološke karte s prikazom točkovnih in linijskih simbolov 57
6 ZAKLJUČEK 59
7 VIRI 60

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Pregled in opis razvojnih faz in dejavnosti v procesu razvojno-življenjskega ciklusa IS (Šumrada, 2005a: str 38) 24

KAZALO SLIK

Slika 1: Geološka karta Slovenije v merilu 1 : 250 000 6

Slika 2: Primer pregledne geološke karte 1 : 100 000 lista Novo mesto 8

Slika 3: Del barvno skenirane geološke karte Bohinjska Bistrica v merilu 1 : 25 000 10

(Vidmar, 2012) 10

Slika 4: Del skenirane črno-bele obhodne karte Ravne v merilu 1 : 25 000 (Vidmar, 2012) 11

Slika 5: Območje Slovenije in njenega obmejnega pasu pokrivajo listi Osnovne geološke karte SFRJ 1 : 100 000 12

Slika 6: Prikaz točkovnih simbolov lista Celje na karti merila 1 : 200 000 49

Slika 7: Prikaz posameznih točkovnih simbolov – primer fosili - lista Beljak v merilu 1 : 100 000 49

Slika 8: Prikaz linijskih simbolov (prelomi) lista Črnomelj na karti merila 1 : 200 000 51

Slika 9: Primer tolmača lista Beljak v MS Access Forms 57

Slika 10: Končni izdelek geološke karte s prikazanimi točkovnimi, linijskimi in ploskovnimi simboli (karta Beljak) v merilu 1 : 200 000..... 57

Slika 11: Končni izdelek geološke karte s prikazanimi točkovnimi in linijskimi simboli (karta Beljak) v merilu 1 : 200 000 58

Slika 12: Končni izdelek geološke karte s prikazanimi točkovnimi, linijskimi, ploskovnimi simboli ter rastersko sliko (karta Beljak) v merilu 1 : 200 000 58

KAZALO PRILOG

PRILOGA A: SEZNAM GEOLOŠKIH ZNAKOV PRI ZAJEMU V PROGRAM MicroStation . A1

KRATICE, OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

CAC	Computer Assisted Cartography - Računalniško podprta kartografija
CAD	Computer Aided Design - Računalniško podprto načrtovanje
DBMS	DataBase Management System - Sistem za upravljanje baze podatkov
ESRI	Environmental System research Institute - Servisno orientirano podjetje, ki razvija programsko opremo s področja geografskih informacijskih sistemov in aplikacije za področje upravljanja geoDBMS.
FIG	Federation Internationale des Geometres – Mednarodna zveza geodetov
GIS	Geographical Information System - Geografski informacijski sistem
ICA	International Cartographic Association – Mednarodna kartografska organizacija
INSPIRE	Infrastructure for Spatial Information in the European Community - Infrastruktura za prostorske informacije v EU
ISO	Internationat Standards Organization - Mednarodna organizacija za splošne standarde, ki je nevladna ustanova za formalno standardizacijo.
ODBC	Open Database Connectivity Overview – Odprta podatkovna povezljivost
OGK1	Osnovna geološka karta 1 : 100 000
SFRJ	Socialistična federativna republika Jugoslavija
SQL	Structured Query Language - Strukturni poizvedovalni jezik
ZRC-SAZU	Raziskovalna in izobraževalna ustanova v Sloveniji

SLOVAR STROKOVNIH BESED IN TUJK

Baza podatkov je avtomatizirana, mehanizirana, deljiva, formalno opredeljena in osrednje nadzorovana zbirka podatkov, ki so shranjeni na računalniških medijih.

Digitalizacija – pretvorba grafičnih elementov analognega dokumenta v digitalno vektorsko obliko.

Facije (Facies) je celota lastnosti sedimentne kamnine (petrografska sestava).

Geografski informacijski sistem služi za zajemanje, shranjevanje, vzdrževanje, obdelavo, povezovanje, analiziranje in predstavitev prostorskih geokodiranih podatkov. Osrednji poudarek je na raznih podatkovnih analizah.

Geologija je naravoslovna veda o zgodovini Zemlje in o njenem razvoju skozi davnine v današnje dni. Spremlja vsa dogajanja, ki so pripeljala do današnje sestave, zgradbe in oblike zemeljske skorje. Geologi se ukvarjajo predvsem s tistimi deli zemeljske skorje, ki so dostopni neposredemu raziskovanju.

Geološko kartiranje je proces, ki je sestavljen iz:

- raziskave kamnin ali tal,
- sistematičnega evidentiranja podatkov,
- analize in interpretacije teh podatkov.

Interpolacija – z metodami prostorske interpolacije ocenjujemo vrednosti med danimi točkovnimi objekti.

Karta je pomanjšan in posplošen prikaz Zemlje ali pa samo dela zemeljske površine v določenem merilu in kartografski projekciji.

Litografija je nauk o kameninah.

Litostratigrafija je veja stratigrafije, ki zaporedja kamnin razvršča na osnovi njihovih lastnosti.

Reambulacija pomeni predvsem dopolnjevanje. Podatek o reambulaciji je na kartah izjemno pomemben, saj nam pove, kdaj je bila določena karte zadnjič dopolnjena. Reambulacija pomeni tudi vnašanje sprememb, ki jih na terenu naredi človek.

Skeniranje – pretvorba grafičnih elementov analognega dokumenta v digitalno rastrsko obliko.

Stratigrafija je veja geologije, ki proučuje zaporedje plasti v Zemeljski skorji, njihovo starost in medsebojne odnose ter dogodke, ki so povzročili njihov nastanek.

Tolmač je besedilo opredeljeno s slikovnim gradivom, ki daje osnovne podatke o geološki zgradbi, strukturi in zgodovini terena. V njem je zbran opis geološke zgradbe in zgodovine preučevanega območja, ki ga zajema list karte.

Stran je namenoma prazna.

1 UVOD

Le malokdo v današnjem času vzame karto v roke in si ogleda njeno stanje. Ljudje, zlasti mladostniki, raje sedejo pred računalnik in si, s pomočjo programa, ogledajo karto kar na zaslonu. Poleg računalnika, po zaslugi današnje tehnologije, je mogoče karte pregledovati tudi na mobilnih telefonih, tabličnih računalnikih, GPS napravah in še kje. Zato je bilo potrebno karte digitalizirati. Ta digitalizacija pa omogoča ažuriranje geoloških podatkov in prikazov na zaslonu. Zato je naš poglavitni namen, da prikazane pojave zajamemo v GIS okolje, in tako omogočimo prikaz karte na zaslonu. Izgradnja geografskega informacijskega sistema, poleg zadovoljitve potreb po sodobnem prikazu in hitrem vrednotenju geoloških podatkov, predstavlja tudi vir za nadaljnjo obdelavo in dopolnjevanje podatkov.

Vendar imajo digitalne karte, poleg prednosti, tudi svoje slabosti. Predvsem glede starejše populacije prebivalcev, katerim ni omogočen tehnični dostop do podatkov. Ter tudi na tistih območjih, kjer je slaba dostopnost do interneta in ni pretočnosti potrebnih podatkov.

Visokošolsko diplomsko delo smo razdelili na teoretični in praktični sklop. V prvem delu teoretičnega sklopa prikazujemo pot od začetkov prvih geoloških kart do vzpostavitve geografskega informacijskega sistema geoloških podatkov. Namen tega je predvsem nazorno prikazati pomen geoloških podatkov, interpretacije kart ter vrednotenja le-teh. Ker geološke karte prikazujejo geološke značilnosti, sodijo med tematske karte. Grafično prikazujejo geološko sestavo, zgradbo in pojave, to pa predstavlja obsežen podatkovni vir pri raziskavah na področju geologije in ostalih ved. Geološki podatki pomembno vplivajo na načrtovanje sonaravne rabe zalog mineralnih surovin, podzemnih vod in energetskih virov. Za izhodišče smo uporabili predhodno zajete rastrske podobe štiriindvajsetih listov Osnovne geološke karte SFRJ v merilu 1 : 100 000 ter pripadajoče tolmače, izdelane na osnovi Navodil za izdelavo Osnovne geološke karte SFRJ (1964). Geološka interpretacija je izvedena na osnovi interpolacije med opazovanimi točkami in linijami na terenu. Interpolacija je izdelana na osnovi predhodno pridobljenih in uporabljenih podatkov iz strokovne literature, poznavanja terena in interpolacijske metode. Na področju pretvorbe analognih geoloških kart v digitalno obliko so podrobnejše predstavljene analogne in digitalne karte. Povezane so s pripravo standarda za zajem, samim zajemom geoloških elementov ter vzpostavitvijo GIS sistema.

V drugem delu teoretičnega sklopa predstavljamo geografski informacijski sistem v celoti. GIS pomeni predvsem upravljanje z velikimi bazami prostorskih podatkov, ki povezujejo lokacijske in opisne podatke ter poleg tega podpirajo razne prostorske analize. Poglavitna namena geografskih informacijskih sistemov sta podatkovna in tehnološka podpora, ki zagotavljata kakovostne

prostorske informacije. Te informacije so ključne pri odločanju o uporabi in posegih v prostor ter varovanju okolja. Namen izgradnje GIS je predvsem zadovoljitev nujnih potreb po ustreznejšem sodobnem prikazu in vrednotenju življenjsko pomembnih geoloških podatkov za potrebe inženirjev naravoslovne stroke. Pri izgradnji GIS so pomembni predvsem začetki, saj so bile karte na začetku precej enostavne, kasneje pa so postajale zahtevnejše in bolj natančne. Ko so karto digitalizirali so za to uporabili ustrezno programsko opremo. Slednja pa se je skozi čas izpopolnjevala in posodabljala. Orodja GIS obdelujejo prostorske podatke, ki imajo posebne značilnosti in odražajo stanje pojavov v stvarnem prostoru. V bazah GIS so opisni podatki velikokrat pomembnejši od grafične upodobitve, zato je potrebna izgradnja baze podatkov.

V praktičnem delu smo grupirali podatke po pojavih. Najprej točkovne simbole, nato še linijske simbole, ki smo jih prevedli v ustrezen digitalni format. Pri prikazovanju z GIS orodjem smo uporabili program ArcGIS. Pri delu s podatki smo izbrali format relacijske baze podatkov MS Access, ker ga orodje ArcGIS Desktop dobro podpira. Ker je ta format enouporabniški ima omejitev velikosti pri 2 GB podatkov. Prednost formata je predvsem v enostavnem shranjevanju in upravljanju s podatki. Za enote v bazi podatkov posameznega lista smo uporabili ustrezne tolmače Osnovne geološke karte SFRJ. Kot naš zaključek in cilj smo na osnovi vektoriziranih osnovnih geoloških kart Slovenije merila 1 : 100 000 izdelali digitalno geološko karto, opremljeno z digitalnimi točkovnimi in linijskimi simboli.

Vir podatkov za teoretični del so učbeniki, študijska gradiva, zborniki in spletne povezave. Raziskali smo predvsem že izdelane geološke karte in njihovo vsebino. Spoznali smo katere vrste geoloških kart obstajajo, kako se le-te interpretirajo in kako poteka zajemanje geoloških elementov. V nadaljevanju smo proučili tudi geografski informacijski sistem, njihov začetek, programsko opremo ter na kakšen način se tukaj zajema podatke. Raziskali smo značilnosti in kakovost prostorskih podatkov, podatkovne modele ter prostorske analize. Vir podatkov za praktično izvedbo geološke karte so bili digitalizirani podatki Osnovne geološke karte 1 : 100 000. Atributni podatki so bili prevzeti iz kart in Tolmačev za posamezne karte.

2 GEOLOŠKE KARTE

Geološke karte so tematske karte, ki prikazujejo geološke značilnosti. So grafični prikaz skupka vseh spoznanj o geološki strukturi in pojavih na določenem ozemlju, s čimer so podatkovni vir za različne študije in raziskave s področja geologije in drugih naravoslovnih ved, hkrati pa so nujne za različne dejavnosti, povezane z upravljanjem, nadzorovanjem in sonaravnim razvojem okolja. Geološki podatki so pomembni pri načrtovanju sonaravne rabe zalog mineralnih surovin, podzemnih vod in energetskih virov, oceni vpliva na okolje zaradi najrazličnejših posegov v prostor, ocenjevanja geološko pogojene nevarnosti za objekte, kot so ceste, cevovodi, daljnovodi, odlagališča odpadkov vključno z odlagališči nevarnih in radioaktivnih odpadkov ter ocenjevanja geotermalne potencialnosti območij za načrtovanje raziskav geotermalnih vodonosnikov (Petrovič et al., 2010).

Geološka karta je grafični prikaz geološke zgradbe, starosti, litološke sestave in drugih pomembnih pojavov na topografski osnovi. Do podatkov za interpretacijo geološke zgradbe pridemo z geološkim kartiranjem, ki predstavlja reševanje regionalnih problemov starosti in sestave kamnin, tektonike in zgodovinskega razvoja geoloških tvorb na določenem terenu ter njihovo nanašanje na topografsko osnovo. Pri geološkem kartiranju moramo najprej poznati regionalno relativno ali radiometrično starost kamnin (Pavšič, 2000). Geološko kartiranje je zelo zahtevno strokovno delo, zato mora imeti geolog, ki izvaja kartiranje, za samostojno delo poleg ustreznega znanja tudi ustrezne izkušnje.

2.1 ZGODOVINA

Predzgodovina geološkega kartiranja se prične s prvimi nanosi lege nahajališč mineralnih surovin na karte, ki prikazujejo zemeljsko površje. Eden prvih tovrstnih zapisov je bil najden v grobnici faraona Seta I – Turinski papirus iz 13. stoletja pred Kristusom. Na karti je označen položaj rudnikov zlata na polotoku Sinaj (Dimitrijevič, 1978).

Zgodovina nastajanja geoloških kart slovenskega ozemlja

Prvo načrtno geološko kartiranje, na slovenskem ozemlju, se je pričelo leta 1849 z ustanovitvijo Dunajskega geološkega zavoda. Prvi slovenski geolog je bil M. V. Lipold. Sledila so sistematična geološka kartiranja, katera so bila v rokopisu izdelana na Dunajskem geološkem zavodu in barvana z akvarelnimi barvami. Prve so bile izdelane geološke karte listov Beljak in Celovec, Krško, Brežice in Samobor, Ljubljana, Lož in Čabar, Kočevje in Črnomelj, Maribor, Novo mesto, Ptuj in Vinica, Radgona in Ljutomer, Rogatec in Kozje, Radovljica, Sežana in Št. Peter, Tolmin, Trbiž, Velikovec, Višnja Gora in Cerknica ter nekatere druge, v merilu 1 : 75 000. Zaradi nerazvitosti

geološke znanosti tudi karte nimajo posebne vrednosti. V 80. letih prejšnjega stoletja je naslednja generacija geologov Dunajskega geološkega zavoda pričela s ponovnim geološkim kartiranjem posameznih listov v merilu 1 : 75 000 in nadaljevala delo do prejšnjega stoletja. Tokrat so izdelali tiskane geološke karte listov Ajdovščina in Postojna, Celje in Radeče, Maribor, Mozirje, Rogatec in Kozje, Škofja Loka in Idrija, Pragersko in Slovenska Bistrica, Ptuj in Vinica, Železna Kapla in Kokra, Tolmin, Gorica in Gradiška, Trst, Velikovec in Spodnji Dravograd (slednja le deloma). Tolmači so bili izdelani za vse karte, razen Celje in Radeče, Tolmin ter Trst. Vse te karte so predstavljale velik napredek v geologiji, saj so bile izdelane dokaj dobro, natančno in do tega časa se je prepoznal velik napredek. Vendar je poleg pozitivne strani tudi nekaj negativnih. Opazi se netočnosti v geoloških mejah, v neustreznih kronostratigrafskih enotah in pomanjkljivih tektonskih elementih.

Izdelava geoloških kart po drugi svetovni vojni

Po drugi svetovni vojni se je sistematično geološko kartiranje Geološkega zavoda Ljubljana, za osnovno geološko karto Jugoslavije, usmerilo predvsem na tista območja, za katera so že imeli stare rokopisne geološke karte. Nato so izšle vse nove geološke karte listov v merilu 1 : 100 000 – Ribnica, Ilirska Bistrica, Postojna, Gorica, Trst, Goričko, Kranj, Novo mesto, Celje, Celovec, Slovenj Gradec ter Ravne, Maribor, Goričko Nađkanjiža, Beljak, Tolmin, Čakovec. Na novejših geoloških kartah so prikazani tudi geološki profili, ki ponazarjajo tektonsko zgradbo ozemlja in stratigrafska lestvica, ki grafično kaže stratigrafski razvoj nastopajočih kronostratigrafskih enot skupaj z različnimi facijami. Kot velik napredek so na kartah označeni tudi tektonski elementi: prelomi, narivi, pokrovi, tektonska okna in krpe. Vsaka geološka karta ima tolmač z vsebino. Po uvodu je ponazorjen geografski pregled območja karte, nato sledi kratek pregled prejšnjih raziskovanj. V splošnem prikazu zgradbe ozemlja je predstavljena pregledna geološka karta lista. Nato je v najširšem delu prikazan opis kartirnih enot. Podrobneje je opisan stratigrafski razvoj, litološke značilnosti in paleontološka vsebina. V naslednjem poglavju je predstavljena tektonska zgradba ozemlja, vsebuje pregledno tektonsko karto lista. Sledi opis mineralnih surovin s pregledno karto in nato poglavje o zgodovini nastajanja ozemlja. Tolmačenje končujeta literatura in povzetek v angleškem in ruskem jeziku.

2.2 VRSTE GEOLOŠKIH KART V SLOVENIJI

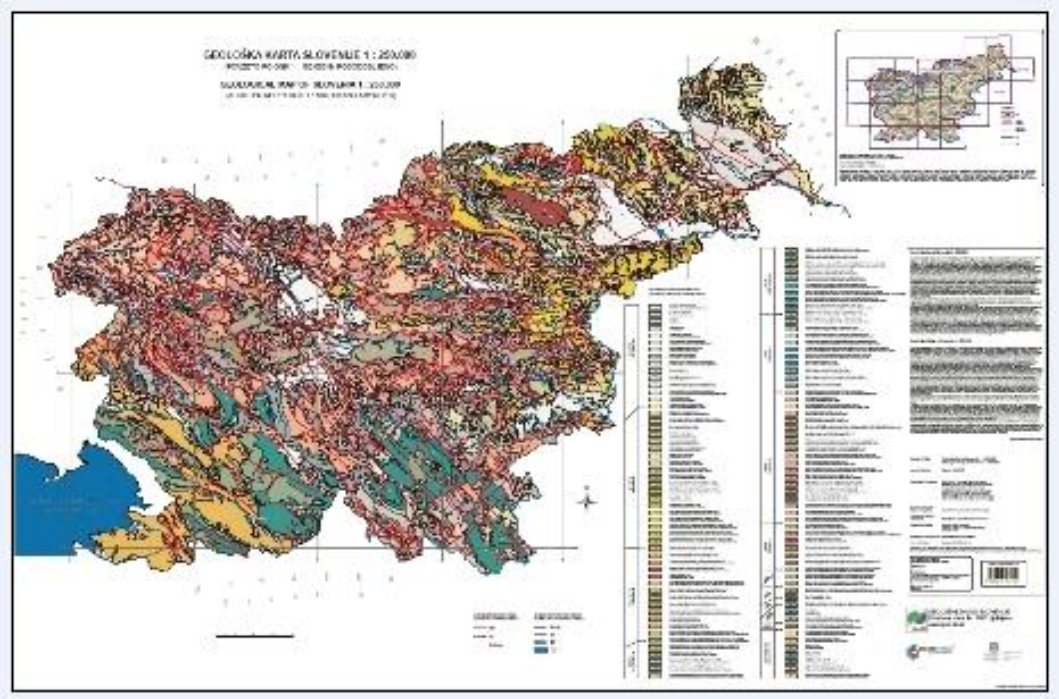
Delovna verzija Osnovne geološke karte Slovenije je bila izdelana v merilu 1 : 25 000 (Savezni geološki zavod, 1964). V skladu s standardom obstajata le dva rokopisna originala narisana preko standardne topografske karte (po eden v arhivih današnjega Geološkega zavoda Slovenije in naslednika Saveznega geološkega zavoda v Beogradu). Kartiranje so izvajali predvsem geologi današnjega Geološkega zavoda, ki so pri reševanju nekaterih detajlnih problemov sodelovali z

vrsto geologov Oddelka za geologijo na predhodnici Univerze v Ljubljani ali ZRC-SAZU, rudniškimi geologi na območju Mežice, Idrije, Velenja, Zasavja itd. Glede na sočasni razvoj raziskovalnih metod, novih podatkov in s tem novih izhodišč pri interpretaciji izhodišč, je potrebno poudariti, da je osnovna geološka karta v bistvu še vedno v fazi dopolnjevanja, saj je nujno potrebno čimprej reinterpretirati in reambulirati najzgodnejše karte v skladu s trenutnim nivojem znanja, da bi temeljila na enakih izhodiščih in bila enotno interpretirana (Ferlan et al., 2000a).

Pri delitvi geoloških kart sta pomembna dva osnovna kriterija, to sta vsebina in merilo.
Geološke karte po kriteriju vsebine ločimo na:

- **Splošne geološke karte**

Splošne geološke karte vsebujejo podatke glede starosti in sestave geoloških tvorb. Tako karto imenujemo tudi pregledna geološka karta. Slednja karta, merila 1 : 100 000, je nastala z generalizacijo Osnovne geološke karte 1 : 25 000. Sestavlja jo 16 listov in vsebuje grafično predstavljivi del vseh podatkov, ki so predstavljeni na osnovni geološki karti (skladno z merilom, pomenom in namenom karte). Geološka vsebina je predstavljena na topografski osnovi, ki je tiskana z bledimi barvami. Pregledna geološka karta Jugoslavije vsebuje tudi del Slovenske pregledne karte 1 : 100 000. Ta karta je razdeljena na 24 listov v merilu 1 : 100 000. Vzroka za nekatere razlike med tiskanimi listi pregledne geološke karte sta nekoliko različna interpretativna izhodišča avtorjev in časovna razlika v zajemu podatkov in tisku kart (vpliv je predvsem različna stopnja poznavanja geološke zgodovine in litostratigrafskega razvoja). Slovenija ima zelo zapleteno geološko sestavo in zgradbo, zato se je reševalo z omejenimi sredstvi in omejenimi kadri postopno več kot 35 let. Definiranje posamezne litostratigrafske enote je bilo izvedeno na podlagi terenskih opazovanj, merjenj in laboratorijskih raziskav. Več informacij kot jih bilo zbranih na posameznem področju, bolj natančno je bilo le-to definirano. Ker so lahko informacije zbrane skozi daljše časovno obdobje in od različnih geologov, so bila lahko na posameznem področju definirana, dopolnjena drugačna izhodišča, predvsem pri starostni opredelitvi kamnin, ki rezultirajo v določenih nesoglasjih na mejah sosednjih kart tiskanih z večjim časovnim razmikom. Poznati in upoštevati moramo avtorjeva izhodišča in datum tiska. Dopolnitve v bistvu pomenijo napredek in potrebo po nadaljnjih raziskavah na ostalih terenih, ki so bili predstavljeni pred tem. Težave pri nekaterih zgodnejših listih predstavlja tudi natančnost lociranja podatkov na posameznem področju, saj so bile v začetku na razpolago za nekatera območja mnogo slabše topografske osnove (le topografske karte v merilu 1 : 50 000), kot jih imamo na voljo danes. Vsaka od kart ima lahko za isti litostratigrafski člen nekoliko različno legendo, kar lahko povzroča težave predvsem za nestrokovnjake. Tiskanje v različnih časovnih obdobjih, z razvojem tiskarske tehnologije in grafičnih pristopov, se kaže tudi v manjših barvnih in oblikovnih razlikah za identične elemente med različnimi listi kart.



Slika 1: Geološka karta Slovenije v merilu 1 : 250 000

Geološka karta Slovenije v merilu 1 : 250 000 je nastala na podlagi podatkov Osnovne geološke karte 1 : 100 000. Izdelava je trajala več kot 20 let. Zaradi neskladja med posameznimi listi je bilo potrebno opraviti temeljito terensko reambulacijo. Terensko delo je bilo spremljano s številnimi analizami fosilov (konodonti, nanoplankton, radiolariji in mikrofavna ter mikroflora). Na karti je izdvojenih 114 litostratigrafskih enot. Prikazane so tudi pomembne geološke strukture in regionalni prelomi. Vsi podatki so zajeti v GIS okolju, kar omogoča njihovo enostavno nadaljnjo uporabo. Pri reambulacijskih delih so bili pridobljeni številni novi podatki, ki so prvič prikazani na geološki karti (Geološki zavod Slovenije, 2012).

- **Specialne geološke karte**

Specialne geološke karte prikazujejo teren za potrebe enega geološkega področja. To pomeni, da hidrogeološka karta prikazuje višine gladine podtalnice, itd.

Geološke karte po kriteriju merila ločimo na:

- Karte majhnega merila – obsegajo razmerja 1 : 100 000 in manj. Te karte imenujemo pregledne geološke karte.
- Karte srednjega merila – obsegajo razmerja od 1 : 100 000 do 1 : 10 000. Na teh kartah so že razvidne nekatere podrobnosti.
- Karte velikega merila – obsegajo razmerja od 1 : 10 000 do 1 : 100. Takšna merila predstavljajo načrti.

2.3 INTERPRETACIJA GEOLOŠKIH KART

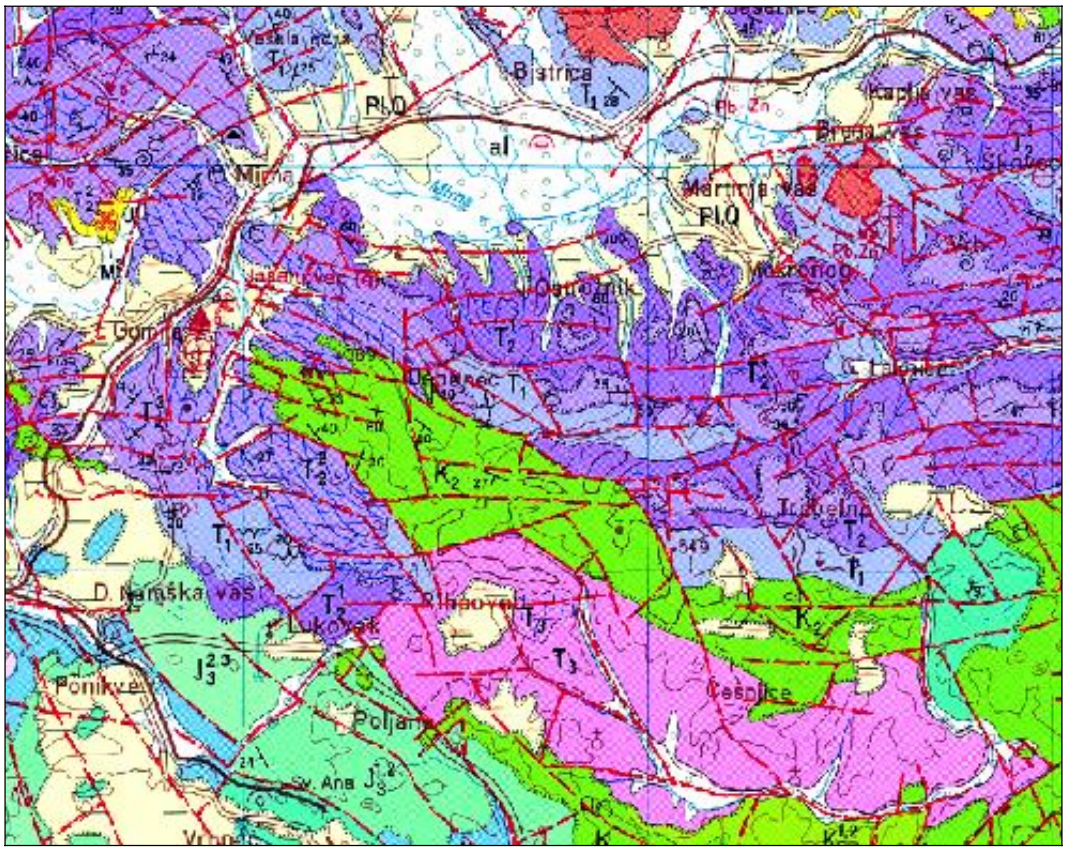
Geološke karte prikazujejo lastnosti neživega zgornjega dela Zemeljske skorje. Narejene so na osnovi daljinskega zaznavanja, opisnih informacij terenskega stanja ter laboratorijskih proučevanj na terenu pridobljenih vzorcev kamnin. Geološko kartiranje ni le grafični opis kamnin in vzorcev na terenu. So tudi interpretacija izdelana na osnovi pridobljenih in uporabljenih predhodnih literaturnih podatkov, poznavanja terena, laboratorijskih analiz, uporabljenih interpolacijskih metod in znanja interpretatorja. Geološka interpretacija je izvedena na osnovi interpolacije med opazovanimi točkami in linijami na terenu, ki so lahko predvsem na geološko zelo zapletenih terenih med seboj preveč oddaljene, kar zmanjšuje njeno natančnost. Standard »Osnovne geološke karte SFRJ« je predpisoval šest do dvanajst točk na kvadratni kilometer ter povprečno oddaljenost med točkami od 200 do 400 metrov, kar je bistveno premalo za reševanje zapletene geološke zgradbe večjega dela Slovenije. Pri izdelavi vsake geološke karte je zato bila potrebna večja ali manjša generalizacija. Osnovne predvsem pa specialne geološke karte predstavljajo interpretacijo terenskih in laboratorijskih rezultatov analiz izvedenih na kamninah in ovrednotenih z ustreznimi numeričnimi metodami (Ferlan et al., 2000a). Pri branju geoloških kart moramo razumeti, kaj pomenijo oznake površin, barve, linije na karti in posamezni točkovni simboli.

2.3.1 Oznake površin – ploskovni znaki

Vse litološke enote se označujejo z barvo, šrafuro, ter črkovno-številčnimi simboli.
Pri kartirnih enotah sedimentnih kamnin (to so litostratigrafske enote), velja, da ustrezajo določeni starosti in sestavi kamnin. Enote magmatskih kamnin ločimo po sestavi, teksturi, starosti in kasnejših spremembah. Metamorfne kamnine ločimo samo po sestavi, teksturi in starosti. Vsaka od enot je na kratko opisana glede na vrsto kamnin, ki jo vsebuje, v legendi in tekstualno podrobno v ustreznem tolmaču.

2.3.2 Barve

Največ pozornosti na osnovnih geoloških kartah pritegnejo barvne površine, ki nosijo ploskovne atribute. Vsaka barva predstavlja posebno homogeno geološko enoto. Pri sedimentnih kamninah velja, da barva predstavlja njihovo starost. Znotraj posameznih dolgotrajnejših obdobij geološke zgodovine so posamezne dobe po starosti ločene z različno jakostjo barve. Starejše kamnine vsebujejo bolj močne barvne odtenke, mlajše pa bolj blede. V splošnem vsebujejo sedimentne kamnine bledejše barve kakor metamorfne, kjer so uporabljene intenzivnejši odtenki. Najintenzivnejše barvne odtenke imajo magmatske kamnine. Barve slednjih dveh kamnin kažejo na njihovo sestavo.



Slika 2: Primer pregledne geološke karte 1 : 100 000 lista Novo mesto

2.3.3 Simboli v barvnih površinah

Pri sedimentnih kamninah predstavljajo velike črke, s kombinacijo številk, kratico za starost. Pri metamorfnih kamninah predstavljajo velike začetnice splošni tip kamnine (na primer S – skrilavec), kombinirani z malimi črkami pa predstavljajo simbole za ostale značilne kamninotvorne minerale najdene na določenem območju. Simboli z velikimi grškimi črkami predstavljajo splošen tip magmatske kamnine, male grške črke predstavljajo uvrstitev in se kombinirajo z malimi črkami latinice, ki predstavljajo simbole za značilne kamninotvorne minerale. Simboli za starost se uporabljajo tudi na površinah magmatskih in metamorfnih kamnin, ko je le-ta znana in se postavlja za simbolom, ki kaže na vrsto kamnine. Pri kvartarnih sedimentih predstavljajo genetski tip in starost.

2.3.4 Ploskovne oznake

Ploskovne oznake predstavljajo sestavo kamnin. Lahko jih uporabljamo samostojno ali kot dopolnitev barv, pri označevanju sestave sedimentnih kamnin ter sestave in teksture magmatskih in sedimentnih kamnin. Kadar imajo oznake linearne elemente jih izvlečemo vzporedno plastovitosti terena.

2.3.5 Linije na karti

Linijski geološki elementi predstavljajo stik dveh različnih litoloških in/ali starostnih enot kartiranja. Vse homogene kamnine so omejene z mejami in/ali prelomi. Lastnosti pa so predstavljene s simbolom, določeno barvo in oznako. Po zanesljivosti in/ali metodi določitve vrste stika so predstavljene z različnimi tipi linij.

2.3.6 Meje litostratigrafskih enot

Poznamo različne vrste meje litostratigrafskih enot (normalne in diskordantne) glede na zanesljivost določanja, kontinuiranost sedimentacije oziroma tektonsko – erozijsko, efuzijske in intruzivne stike z magmatskimi kamninami, ki se lahko kombinirajo z različnimi simboli. Označujemo jih s črno barvo.

2.3.7 Prelomi

Na tektonsko aktivnih področjih so zaradi mehanskih napetosti kamnine prelomljene (običajno ob spremljajoči potresni dejavnosti). V coni porušitve so oblikovane prevladujoče prelomne ploskve, ob katerih lahko pride do obsežnih zamikov. Presek prelomne ploskve s površino imenujemo prelom. Obstoj preloma ne pomeni, da je le-ta tudi recentno aktiven. Lahko je posledica starejših tektonskih procesov, ki so pomembni le za geološko interpretacijo, nimajo pa seizmične aktivnosti. Vse grafične elemente prelomov označujemo z rdečo barvo.

2.3.8 Točkovni simboli

Točkovni simboli predstavljajo nahajališča fosilne favne in flore, oznake za foliacijo in lineacijo magmatskih in metamorfnih kamnin, prostorsko lego plasti – vpad, strukturni elementi velikih in majhnih gub, elementi klivaža, razpok, vpad prelomnih ploskev, rudniška dejavnost itd.

2.3.9 Tolmač

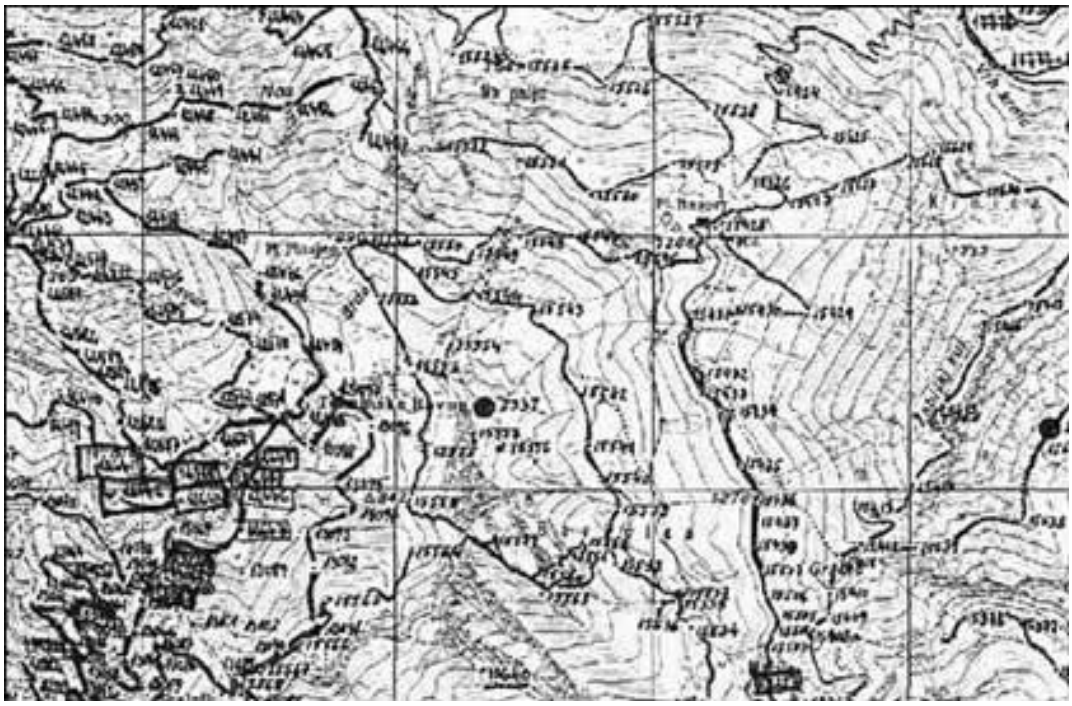
Tolmač je besedilo opremljeno s slikovnim gradivom, ki daje osnovne podatke o geološki zgradbi, strukturi in zgodovini terena. V tolmaču je zbran opis geološke zgradbe in zgodovine preučevanega območja, ki ga zajema list karte. Je dopolnilni vir informacij za vsa dejstva in ideje, ki se ne morejo prikazati grafično na karti, v stolpcih ali profilih. Vsebuje sintezo geoloških odnosov obravnavanega območja z jasno razmejitvijo dejstev in hipotez. Tolmač obsega do 100 strani in sicer: uvod, pregled dosedanjih raziskovanj, pregledno geološko karto območja, opis kartiranih enot, tektoniko, pregled mineralnih surovin, zgodovino nastanka območja (Dimitrijevič, 1978).

2.4 PRETVORBA ANALOGNE V DIGITALNO GEOLOŠKO KARTO

Analogne geološke karte

Geološke karte so interpretacijske tematske karte. Razumevanje geoloških kartografskih simbolov omogoča razumevanje nastanka in lastnosti kamnin, njihove lege v prostoru, tektonskih deformacij in vrste procesov in lastnosti, ki so bili in so še vedno pomembni za geološko zgodovino in razvoj ter, kar je bistvenega pomena, za kvaliteto človekovega življenja in nadaljnji gospodarski razvoj določenega ozemlja. Analogne geološke karte so učinkovit medij za kartografsko predstavitev in v večini primerov tudi edini analogni medij za shranjevanje geoloških prostorskih sistemov. Analogna geološka karta je statična, pomanjšana in posplošena upodobitev realnega prostora. Na njej so upodobljeni geološki prostorski podatki statično, zato jih je težko zajemati, spreminjati in posodabljati (obnavljati) (Vidmar, 2012).

Slika 3: Del barvno skenirane geološke karte Bohinjska Bistrica v merilu 1 : 25 000 (Vidmar, 2012)

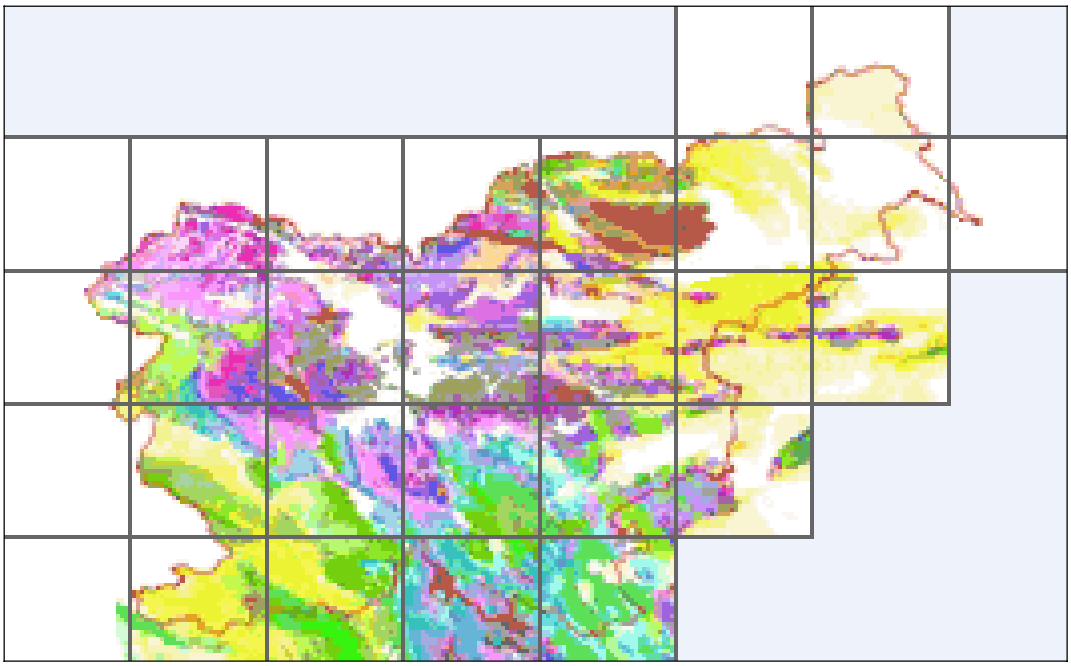


Slika 4: Del skenirane črno-bele obhodne karte Ravne v merilu 1 : 25 000 (Vidmar, 2012)

Digitalne geološke karte

Digitalni prostorski geološki podatki se lahko prikažejo v poljubnih merilih, kakovost shranjevanja podatkov je boljša in zanesljivejša, izboljša se povezljivost, logična usklajenost, popolnost, uporabnost, dostopnost, vrednost in časovna doslednost shranjenih podatkov. Prav tako je digitalne podatke ceneje in lažje vzdrževati, urejati, obdelovati ter analizirati/interpretirati. Lažje izvedljiv je tudi fizični dostop do podatkov in tudi njihovo namensko porazdeljevanje (Vidmar, 2012).

Digitalna Osnovna geološka karta Slovenije v merilu 1 : 100 000 je temeljni dokument in osnova za razumevanje geološke zgradbe ozemlja Republike Slovenije. Opisuje litološke značilnosti kamnin, njihove medsebojne odnose, starost in druge pomembne geološke pojave. Na osnovi kartiranja celotnega ozemlja in številnih analitičnih podatkov je nastala v letih 1962 – 1998 v okviru izredno obsežnega projekta izdelave Osnovne geološke karte SFRJ (OGK1). Vsak od 24 listov OGK1, ki pokrivajo Slovenijo, je avtorsko delo in zaključena celota, zato robovi listov niso nujno usklajeni. Karto gradi 24 avtoriziranih listov v merilu 1 : 100 000. Geološke meje in tektonski elementi so zajeti kot linije, litostratigrafske enote kot zaključeni poligoni. Litološki tip in starost enote sta atributa, točkovni strukturni elementi in drugi geološki pojavi (fosili, mineralne surovine, hidrogeološki pojavi, ipd.) so zajeti kot točke (Geološki zavod Slovenije, 2012).



Slika 5: Območje Slovenije in njenega obmejnega pasu pokrivajo listi Osnovne geološke karte SFRJ 1 : 100 000

Iz analize geoloških kart moramo vedeti, da so karte nastajale v različnem obdobju (v razponu 35 let). Karte interpretirajo dejansko stanje na terenu. Z zajemanjem večjega obsega opazovanih točk na terenu in ostalimi raziskavami se znanja na določenih mestih razhajajo, s tem pa pride posledično do sprememb na osnovni geološki karti. Takšne razlike odstranimo s pomočjo pretvorbe osnovne geološke karte v digitalno obliko, katero na podlagi ustrezne osnove, s časovnimi razmiki ažuriramo.

Pretvorba iz analogne karte v digitalno je bila za sistem najpomembnejša karta merila 1 : 100 000. Zajem je bil izveden s programskim orodjem MicroStation. Predhodno so zajemali barvno skeniranje geoloških kart in pripravo standarda za prikaz posameznih elementov. Pripravili so scenarij zajemanja oziroma pretvorbe v digitalno obliko. Za karte 1 : 25 000 in 1 : 100 000 so pripravili risalne ravnine za zajem posameznih vrst podatkov. Programsko orodje MicroStation so izbrali, ker lahko zajete podatke prenesemo v druga programska okolja (ArcInfo, ArcView, ACad). Zajem je bil razdeljen na:

- Priprava standarda za zajem podatkov,
- Zajem podatkov,
- Vzpostavitev GIS sistema.

2.5 STANDARD ZA ZAJEMANJE PODATKOV

Standard za geološko karto je bil v celoti prevzet iz Navodil za izdelavo geoloških kart ("Uputstvo za izradu osnovne geološke karte SFRJ", 1964, 1-100) in predstavlja osnovo za digitalni standard zajema pregledne geološke karte.

2.5.1 Velikost in meje kartiranih enot

Posamezne površine kartiranih enot (litostratigrafski členi) so omejene z linijami, ki predstavljajo s svojim izgledom mejo, ki ima lahko različen geološki pomen. Ker imamo različne vrste meje litostratigrafskih enot, se te lahko kombinirajo z različnimi simboli. Glede na zanesljivost terenske določitve posameznega stika enot so lahko linije predstavljene kot polne črte, črtkane ali predstavljene s pikami. Polne črte predstavljajo najzanesljivejšo določitev stika, pike pa približno ali najbolj nezanesljivo določeno mejo. Pripravljeno je 14 različnih linijskih simbolov, ki so na karti označene s črno barvo. Pomembna je omejitev dolžine linijskih enot na karti, ki naj ne bodo krajše od 0,8 mm niti površine manjše od 2-3 mm^2. Če so posamezne enote pomembne za predstavitev na karti, jih lahko tudi ustrezno povečamo – generaliziramo. Meje kartiranih enot se izrisujejo na ravnino MEJA (Ferlan et al., 2000a).

IME	OZNAKA/KRAJŠAVA	SIMBOL
Ugotovljena normalna meja, odkrita in sledena na vsej dolžini	1.NORM.ODKRITA/SLEDENA	———
Ugotovljena normalna meja, pokrita ali približno locirana (praviloma se ne izvleče pod označenimi kvartarnimi sedimenti)	2.NORM.POKRITA/PRIBLIZNA	- - - - - -

2.5.2 Kartiranje sedimentnih kamnin, nahajališč fosilov in sedimentacijskih okolij

Starost sedimentnih kamnin je določena na podlagi nahajališč fosilne favne in flore. Če ni organskih ostankov se starost določi na osnovi superpozicije in/ali z drugimi metodami (na osnovi radiometrične starosti diskordantnih in/ali konkordantnih magmatskih kamnin). Pri zajemu podatkov so to točkovni simboli, ki jih kartiramo na ravnino FOSILI. Vseh simbolov je 9. Kasneje je bila dodana še oznaka za pelod (Ferlan et al., 2000a).

IME	OZNAKA/KRAJŠAVA	SIMBOL
Morska mikrofauna	1.MAKROFAVNA/MORSKA	⊙
Brakična mikrofauna	2.MAKROFAVNA/BRAKICNA	♡

Sestava sedimentnih kamnin je določena s terenskimi makroskopskimi določitvami in spremljajočimi laboratorijskimi analizami in se na karti predstavijo kot ploskovne oznake, ki jih je 25 in so omejene z linijami (meje kartirnih enot, prelomi) in so na ravnini SEDIMENTI (Ferlan et al., 2000a).

IME	OZNAKA/KRAJŠAVA	SIMBOL
Tla, preperina	1.TLA/PREPERINA	
Pesek	2.PESEK	

2.5.3 Kartiranje kvartarnih sedimentov

Kvartarni sedimenti, ki jih predstavlja 17 standardnih oznak in 2, ki jih lahko prilagajamo po potrebi, se kartirajo samo, če je njihova debelina večja kot 5 m, ali so posebnega pomena značaja (mineralne surovine, erozija, voda) in se kartirajo na ravnino SEDIMENTI/KVARTARNI. Zrnatost kvartarnih sedimentov je označena tudi s petimi črkovnimi simboli (Ferlan et al., 2000a).

IME	OZNAKA/KRAJŠAVA	SIMBOL
m morski sedimenti	1.MORSKI	
B vulkanogeni sedimenti	2.VULKANOGENI	

2.5.4 Kartiranje globočin magmatskih kamnin

Globočnine ločujemo po sestavi, teksturi in starosti in jih prikazujemo z različnimi ploskovnimi znaki, barvami in simboli. Uporabljajo se štirje osnovni ploskovni znaki za osnovne skupine kamnin, ki jih kombiniramo z barvami in črkovnimi simboli (velike grške črke) ki predstavljajo splošen tip globočnine, male grške črke podajajo podrobno uvrstitev (14 različnih) in so lahko kombinirani z malimi črkovnimi simboli v latinici, ki predstavljajo simbole za značilne kamninotvorne minerale. Simboli za starost se uporabljajo kadar je le-ta znana in se postavlja za simbolom, ki kaže na vrsto kamnine. Kartirajo se na ravnino GLOBOČNINE/MAGM. KAMNINE (Ferlan et al., 2000a).

IME	OZNAKA/KRAJŠAVA	SIMBOL
Γ Kisle kamnine (karmin)	1.KISLE GLOBOCNINE	
Γ Nevtralne kamnine (karmin)	2.NEVTRALNE GLOBOCNINE	

2.5.5 Kartiranje vulkanskih kamnin, žilnin, piroklastitov in hidrotermalno spremenjenih kamnin

Vulkanske kamnine, žilnine, piroklastite in hidrotermalno spremenjenih kamnin ločujemo po sestavi, teksturi in starosti in jih prikazujemo z različnimi ploskovnimi znaki, barvami in simboli.

Za osnovne skupine vulkanskih kamnin se uporabljajo osnovne barve, ki jih kombiniramo s štirimi osnovnimi ploskovnimi znaki, ter s črkovnimi simboli (velike grške črke) in predstavljajo splošen tip globočnine, male grške črke podajajo podrobno uvrstitev (16 različnih) in so lahko kombinirani z malimi črkovnimi simboli v latinici, ki predstavljajo simbole za značilne kamninotvorne minerale. Simboli za starost se uporabljajo kadar je le-ta znana in se postavlja za simbolom, ki kaže na vrsto kamnine. Za žilnine se uporabljajo štirje osnovni ploskovni znaki za osnovne skupine vulkanskih kamnin, ki jih kombiniramo s črkovnimi simboli (4 - grške črke).

Piroklastične kamnine uporabljajo barve ter dva ploskovna znaka, ki sta kombinirana s črkovnimi simboli (4, grške črke), ki ločujejo tufe/tufite in vulkanske aglomerate od breč. Za hidrotermalno in kontaktnometamorfno spremenjene kamnine uporabljamo šest ploskovnih znakov. Kartirajo se na ravnino VULK/ZILN/PIROKL/SPRE (Ferlan et al., 2000a).

IME	OZNAKA/KRAJŠAVA	SIMBOL
X Kisle vulkanske (oranžno)	1.KISLE/PREDORNINE	
X Nevtralne vulkanske (oranžno)	2.NEVTRALNE/PREDORNINE	

2.5.6 Kartiranje metamorfnih kamnin

Kartirane enote metamorfnih kamnin ločujemo po sestavi, teksturi in starosti. Za osnovne skupine metamorfnih kamnin se uporabljajo barve, ki jih kombiniramo z osnovnimi ploskovnimi znaki, od katerih nekateri kažejo tudi teksturne značilnosti. Skupaj s črkovnimi simboli (velika črka latinice, ki je dvakrat kombinirana z malo črko) predstavljajo splošen tip metamorfne kamnine.

Lahko imamo kombinacijo praviloma z enim, izjemoma z dvema malima črkovnima simboloma v latinici, ki predstavljajo simbole za značilne kamninotvorne minerale. Simboli za starost se uporabljajo kadar je le-ta znana in se postavlja za simbolom, ki kaže na vrsto kamnine.

Teksturo metamorfnih kamnin se označuje s ploskovnimi oznakami. Kartiranje skupno 17 ploskovnih elementov metamorfnih kamnin vršimo na ravnino METAMORFNE KAMNINE (Ferlan et al., 2000a).

IME	OZNAKA/KRAJŠAVA	SIMBOL
S Metamorfni skrilavci na splošno	1.SKRILAVEC	
M Marmor – s foliacijo (svetlo plavo)	4.MARMOR S FOLIACIJO	

Merljive teksturne značilnosti metamorfnih kamnin – foliacijo in lineacijo, ki odražajo genezo in jih lahko merimo, so točkovni elementi, ki ji prikazujemo na ravnino FOLIACIJA/LINEACIJA (Ferlan et al., 2000a).

IME	OZNAKA/KRAJŠAVA	SIMBOL
Vpad foliacije, posamezno merjenje	1.FOLIACIJA POSAMEZNO	
Vpad inverzne foliacije, posamezno merjenje	3.INVERZ.FOLIAC.POSAMEZNA	

2.5.7 Tektonika

Strukturo ozemlja podajajo:

- vpadi, ki kažejo prostorsko lego plasti;
- gube velikih in majhnih dimenzij, ki odražajo smer napetosti in posledice plastičnih deformacij kamnin;
- razpoke, klivaž - sistem vzporednih razpok, velike razpoke ob katerih ni bilo premikanja, ter dislokacijske ploskve, ki so rezultat prelomnih togih deformacij, in se odražajo glede na relativno gibanje blokov kot prelomi ali narivi.

Vrsto vpada plasti slojnih površin označujemo s točkovnimi simboli. Lego plasti (slemenitev) prikazuje daljša stranica simbola. Vse vpade, razen normalnih in vzporednih ravnini, kvantificiramo glede na horizontalo v stopinjah. Trase reprezentativne plastnatosti predstavljajo linijski simboli ter ležijo na ravnini TEKT./VPAD PLASTI (Ferlan et al., 2000a).

IME	OZNAKA/KRAJŠAVA	SIMBOL
Vpad inverznih plasti, posamezno merjenje	4.INVERZ./POSAMEZNI	
Vpad plasti z odlitki v normalni legi	6.Z ODLITKI	

Elementi gub kot so: osna ravnina in vpadi kril gube, oblika in simetrija, vpad osi v navpični ravnini podaja 27 točkovnih elementov, katerih velikosti se lahko spreminjajo v določeni smeri ali pa njih velikost s standardom sploh ni določena in jih vnesemo na karto v velikosti, ki jo predstavljajo terenska opazovanja. Nekatere lahko kvantificiramo enako kot vpade. Vrisujemo jih na ravnino TEKTONIKA/VELIKE GUBE. Vseh simbolov je 20 (Ferlan et al., 2000a).

IME	OZNAKA/KRAJŠAVA	SIMBOL
Os sinklinale, pokončne ali poševne	1.OS SIN-ALE/POKON.-POSEVNE	
Os sinklinale, prevrnjene ali polegle	2.OS SIN-ALE/PREV.-POLEGLE	

Kadar karta ni preveč grafično obremenjena ali je ta element zelo pomemben za genetsko interpretacijo, vrisujemo tudi manjše gube - nabori na ravnino TEKTONIKA/MALE GUBE. Vseh znakov je 7 (Ferlan et al., 2000a).

IME	OZNAKA/KRAJŠAVA	SIMBOL
Sinklinala z vodoravno osjo	1.SIN-ALA Z VODOR.OSJO	
Sinklinala s tonečo osjo	2.SIN-ALA Z OSJO, KI TONE	

S točkovnimi elementi prikazujemo toge deformacije kamnin (klivaže, razpoke in trase razpok). Kombiniramo jih s številkami, ki podajajo odstopanje od horizontale. Vse označujemo z rdečo barvo. Vrisujemo jih na ravnino TEKT/KLIVAZ RAZPOKE/VPAD (Ferlan et al., 2000a).

IME	OZNAKA/KRAJŠAVA	SIMBOL
Horizontalni klivaž	3.VODORAVEN KLIVAZ	
Vpad razpoke, posamezno merjenje	4.RAZPOKE/POSAMEZNE	

Prelome ločujemo glede na vpad prelomne ploskve, glede na relativni premik krila, glede na vpad in osi deformiranih blokov. Glede na način geologove določitve ločimo viden, pokrit, domneven in

fotogrametrično določen prelom ter lahko tudi lego v prostoru ter smer relativnega premikanja posameznega krila, kakor tudi obseg tektonsko porušene cone). Vsi grafični elementi prelomov so označeni z rdečo barvo. Uporabljamo 16 linijskih in 3 točkovne simbole, ki so na ravnini TEKTONIKA/PRELOMI (Ferlan et al., 2000a).

IME	**OZNAKA/KRAJŠAVA**	**SIMBOL**
Prelom brez oznake značaja, opazovan	1.OPAZOVAN	
Prelom brez oznake značaja, pokrit ali nejasno lociran	2.POKRIT/NEJASNO LOCIRAN	

2.5.8 Mineralne surovine

Rudišča in rudni pojavi kovinskih in nekovinskih mineralnih surovin, so predstavljeni kot točkovni simboli in se delijo na:

- premogišča (črno) in rudišča kovinskih in nekovinskih min. surovin (rdeče) z ugotovljenimi zalogami (poln simbol). V zaklepaju se ob znaku poda z isto barvo črkovni simbol mineralne surovine. Posebej označujemo žilne pojave mineralnih surovin (linijski simbol) in izdanek rude, oksidiranega rudnega telesa - »železnatega klobuka« ali izdanka premoga (ploskovni simboli). Vsi na ravnini MINER/SUROV/PREMOGI (6 simbolov).
- Nahajališča gradbenega materiala (rdeče), ki ležijo na ravnini GRADBENI MATERIAL in obsega 6 točkovnih simbolov.
- Eksploatacija gradbenega materiala (rdeče), ki ležijo na ravnini GRADBENI MATERIAL obsega 6 točkovnih simbolov.
- Znaki za rudarsko dejavnost, ki ležijo na rudnih ležiščih so na ravnini RUDARSTVO in obsega 15 točkovnih simbolov.

Nahajališča fosilnih goriv dodatno pojasnimo s črkovnim simbolom (1-2 črki) (Ferlan et al., 2000a).

Ležišče gradbenega materiala

IME	**OZNAKA/KRAJŠAVA**	**SIMBOL**
Nahajališče gradbenega kamna	1.NAH.GRADBENEGA KAMNA	
Nahajališče okrasnega kamna	2.NAH.OKRASNEGA KAMNA	

Eksploatacija gradbenega materiala

IME	OZNAKA/KRAJŠAVA	SIMBOL
Pomembnejši kamnolom gradbenega kamna	7.KAMNOLOM GRADB.KAMNA	
Kamnolom okrasnega kamna	8.KAMNOLOM OKRAS.KAMNA	

Rudarska dejavnost

IME	OZNAKA/KRAJŠAVA	SIMBOL
Jalovišče	3.JALOVISCE	
Skupina jalovišč	4.SKUPINA JALOVISC	

2.5.9 Hidrogeološki in inženirskogeološki objekti

Od hidrogeoloških pojavov označujemo na kartah pomembne izvire ter izvire, ki so pomembni kot indikatorji geoloških struktur (lahko so tudi že na topografski karti). Simboli so točkovni, modre barve in so na ravnini HIDRO/INZ/GEOLOGIJA. Od inženirskogeoloških podatkov je tej ravnini dodan črn ploskovni simbol za večje zemeljske plazove z nakazano smerjo premikanja (Ferlan et al., 2000a).

IME	OZNAKA/KRAJŠAVA	SIMBOL
Večji zemeljski plaz	1.PLAZ/ZEMELJSKI	
Izvir	2.IZVIR	

2.5.10 Geomorfološka opazovanja

Tu se nahajajo samo nekatere oblike, ki pomembno vplivajo na razumevanje nastanka določenih tipov reliefa ali so dopolnitev prikaza kvartarnih sedimentov. Linijske simbole uporabljamo za terase, čelne morene in krnice, sipine ter barhane. Za lego kraške jame uporabljamo točkovne simbole.

2.6 ZAJEMANJE GEOLOŠKIH ELEMENTOV

Ker je na preglednih in osnovnih kartah predstavljen tudi topografski načrt (blede barve), je kot najprej potrebno ustrezno ločiti predstavitev topografije od geologije. Pri zajemu mora operater poznati metode izdelave geološke karte in natančnost predstavitve. Razen prvih treh alinej zajema geološke vsebine (ki so navedene v nadaljevanju) bi moral preostali zajem opraviti geolog ali dober poznavalec geologije, ki razume problematiko. Zajem geološke vsebine karte je potekalo v sledečem zaporedju (Ferlan et al., 2000a):

- barvno skeniranje geoloških kart,
- »razpačenje« skenirane slike,
- zajem točkovnih znakov in simbolov,
- zajem linijskih elementov in
- zajem ploskovnih elementov.

2.6.1 Barvno skeniranje in »razpačenje«

Barvno skeniranje je bilo izvršeno z ločljivostjo 300 dpi (format *.tif), to pa na podlagi izkušenj predstavlja ustrezno ločljivost slike za ekransko digitalizacijo in hkrati primerno velikost slike (povprečno 5,5 MB), da jo lahko obdelujemo na manjših računalnikih. Vseh 24 skeniranih slik smo na podlagi Gauss Krugerjevih koordinat na karti afino transformirali.

2.6.2 Zajem točkovnih znakov in simbolov

Točkovni znaki in simboli predstavljajo najlažji način zajema podatkov. Vsi znaki so zajeti v ustreznih knjižnicah in se nam vizualno prikazujejo na ekran. Z miško moramo le ustrezno določiti lokacijo posameznega znaka na karti. Simboli (to so črke in številke) pa se kot tekst vstavijo na ustrezno lokacijo.

2.6.3 Zajem linijskih elementov

Zajem linijskih elementov predstavlja najtežji del zajema podatkov. Na ekranu (s pomočjo tiskane karte) je potrebno ustrezno interpretirati linijske elemente (meje kartirnih enot, vpadi, gube) ter jih kontinuirano povezati, tako da tvorijo zaprte poligone. Za ustrezno interpretacijo množičnih linijskih elementov je potreben geolog in dobro poznavanje načina zajema.

2.6.4 Zajem ploskovnih elementov

Pri pravilnem zajemu linijskih elementov se posameznim zaprtim poligonom dodajo ustrezni vzorci (pattern), simboli in barve, ki določajo vrsto ter starost kamnin (potreben geolog). Vzorci, ki predstavljajo vrsto kamnine so lahko različnih barv, ki pa niso standardizirane. Podan je le tiskan primerjalni standard za barve, medtem ko numerično barve niso določene. Zato se bodo barve določile kasneje. Kljub obsežnim »Navodilom za izdelavo osnovne geološke karte SFRJ« lahko vidimo da standard ni popoln in pri zajemu naletimo na neljuba presenečenja (rezultati kompromisov avtorskih kartografskih in geoloških zahtev), ki pa so glede na izbrano orodje zajema uspešno rešljiva (MicroStation). Z enako programsko platformo so izredno uspešni v Estoniji in na Češkem. Glede na enake simbole za osnovno geološko karto v merilu 1 : 25 000 in pregledno geološko karto v merilu 1 : 100 000 je izbrano orodje in »knjižnica« simbolov prirejena tako, da se lahko zajemata obe merili (Ferlan et al., 2002).

2.7 VZPOSTAVITEV GIS ZA GEOLOGIJO

V Sloveniji ni geoloških baz podatkov za karte izdelane v merilih 1 : 25 000 in 1 : 100 000, ki pokrivajo celotno ozemlje. Pilotski projekt je bil izveden, a ga niso dogradili.

S. Buser s sodelavci je izdelal litološko karto Slovenije 1 : 250 000, ki je narejena s precejšno generalizacijo “Pregledne geol. karte 1 : 100 000”. Pomemben napredek je nova interpretacija litostratigrafske razdelitve in vnos novih podatkov regionalnogeoloških raziskav avtorja. Na njeni osnovi so bile izdelane hidrogeološka in inženirsko geološka karta istega merila ter “Karta prelomov in drugih struktur” istega merila, ki so zaenkrat internega značaja. Izdelane so bile po naročilu Agencije za radioaktivne odpadke. Čeprav geologi že celo stoletje zbirajo terenske podatke, jih analizirajo v laboratorijih in dopolnjujejo s slikovnimi materiali pa so le-ti dostopni samo v tipkopisni obliki ali na obrazcih za zajem. Pozicije točk zajema osnovne geološke karte so ustrezno predstavljene na kartah 1 : 25 000, le redko pa na fotografsko povečanih kartah večjih meril. Zaradi večkrat omenjene nepregledne vsebine (majhnost posameznih litostratigrafskih enot z njihovimi opisi), otežkočenega razlikovanja barv je primerno opisati posamezne elemente (linije, ploskve) z atributnimi podatki. Posamezni atributni podatki se bodo vnesli na podlagi ustreznih “Tolmačev”, ki so sestavni del posamezne pregledne karte in dopolnjeni z novimi spoznanji zgoraj omenjenih avtorjev. Vpis atributnih podatkov je izključno delo geologa. Osnova za atributne podatke je deloma privzeta iz programskega paketa GSC FIELDLOG v 3.0. Za dopolnitev grafičnih podatkov z atributnimi smo se odločili le za linijske elemente, ki ponazarjajo vdore ter ploskovne elemente (Ferlan et al., 2000a).

3 IZGRADNJA GEOGRAFSKEGA INFORMACIJSKEGA SISTEMA ZA GEOLOGIJO

Definicija po FIG – Federation Internationale des Geometres: Geografski infromacijski sistem (GIS) je poseben prostorski informacijski sistem, v katerem je baza podatkov sestavljena iz opazovanj prostorsko razporejenih pojavov, dejavnosti in dogodkov, ki so opredeljeni kot točke, linije in območja. Geografski informacijski sistem upravlja te osnovne topološke elemente, jih shranjuje, analizira, prikazuje in odgovarja na morebitna vprašanja in naključna poizvedovanja. (Šumrada, 2005a)

Poglavitna namena geografskih informacijskih sistemov sta podatkovna in tehnološka podpora, ki zagotavljata kakovostne prostorske informacije. Te informacije so ključne pri odločanju o uporabi ter posegov v prostor in varovanju okolja. GIS pomeni predvsem upravljanje z velikimi bazami prostorskih podatkov, ki povezujejo lokacijske in opisne podatke ter poleg tega podpirajo razne prostorske analize.

Geografski informacijski sistem, kot ga definira Marble (1984), vsebuje naslednje sestavine (Kvamme et al, 1997):

- Sistem za vnos podatkov, ki omogoča upoštevanje prostorske komponente, pridobljene na različne načine: iz tematskih in topografskih kart, daljinskega zaznavanja ali fotografij;
- Sistem za shranjevanje in iskanje podatkov, urejenih na podlagi geografskih položajev; torej sistem, ki omogoča hiter dostop do podatkov za analizo ali prikaz in obenem dovoljuje popravljanje podatkov;
- Sistem za analizo podatkov, ki omogoča pretvorbe, zbiranje in združevanje podatkov, ustvarjanje novih podatkov, statistične obdelave, ovrednotenje in modeliranje;
- Sistem za prikaz podatkov, ki je zmožen prikazati dele baze podatkov ali pa informacije, pridobljene pri obdelavah in modeliranju. Prikazi so lahko v obliki računalniških tematskih kart, tabel in grafov.

Sistem za vnos podatkov dobro poznamo že od računalniško podprtega kartiranja in daljinskega zaznavanja. Tudi druga omenjena sestavina, to je sistem za shranjevanje in iskanje podatkov, je silno pomembna značilnost GIS. Še posebej pomemben pa je sistem za analizo, saj omogoča prostorsko analizirane podatke in s tem pridobivanje novih informacij. Nič od tega bi seveda ne bilo izvedljivo brez sistema za vnos podatkov, nazadnje pa moramo rezultate analiz prikazati človeku dojemljivo, kar omogoča sistem za prikaz podatkov (Kvamme et al, 1997).

3.1 ZAČETKI GEOGRAFSKEGA INFORMACIJSKEGA SISTEMA

Prvi geološki podatki so bili prikazani analogno, v obliki geološkega prikaza. Niso še poznali računalnikov, zato se je vse delo opravljali ročno. Po terenu so snemali točke in si zapisovali podatke, nato pa te podatke upodobili kot prikaze na kartah. Prve karte so bile enostavne, nato pa so z razvojem postajala zahtevnejša in bolj natančna. Ko so se pojavili računalniki so bile stvari precej enostavnejše. Prostorske podatke so vnesli v računalnike, tam so se shranjevali in obdelali. Tako pridemo do razvoja geografskega informacijskega sistema. Nastali so za hitrejše in učinkovitejše obdelovanje in prikazovanje prostorskih podatkov.

Informacijski sistem se skozi čas spreminja, tako sestava kakor tudi vzdrževanje. Zato vzdrževanje in dopolnjevanje sistema odpravljata pomanjkljivosti in napake.

V razvojno-življenjski ciklus sistema sodi vse, kar je povezano z informacijskim sistemom. Predvsem so to dejavnosti, ki so potrebne za razvoj, izvedbo in delovanje sistema. Razvojni ciklus sistema je predvsem procesni razvoj novega sistema ali postopnih sprememb obstoječega stanja zaradi novih ali spremenjenih uporabniških zahtev, poslovnih možnosti, sistemskih odgovornosti, tehnoloških rešitev ter problemskega področja. Vsi postopki in dejavnosti se sklicujejo na ustrezno opredeljene metode, katere temeljijo na izbrani metodologiji.

Metodologija je niz načel, pravil, metod, praktičnih napotkov in postopkov, ki jih uporabljajo v specifični znanosti ali določeni tehnološki veji. Metodologijo sestavlja integrirani niz metod, ki so v razvojnem poteku informacijskega sistema tesno povezane. Dobra metodologija vsebuje predvsem dvoje: izdelano teoretično zamisel in metode za njeno izvedbo. Metodologijo sestavlja torej teorija, ki pove, kako bi morali biti postopki izvedeni v idealnem okolju, in praksa, ki govori o tem, kako naj bodo dejavnosti dejansko procesno izvedene v stvarnem okolju (Šumrada, 2005a).

Razvojni proces je tudi dolgoročen investicijski poseg, ki je obremenjen s sorazmerno velikim poslovnim tveganjem. Razvoj informacijskega sistema namreč ne poteka v izolaciji. V idealnem okolju je mogoče razviti nov informacijski sistem od začetka do konca, brez omejitev, ki jih pogojujejo nekatere objektivne zakonitosti, poslovne in investicijske zahteve ter obstoječe stanje oziroma zatečene razmere. V stvarnem okolju to seveda ni mogoče. V procesu razvoja informacijskega sistema je treba upoštevati številne objektivne stvarne danosti in omejitve, ki so predvsem naslednje (Kvamme et al.,1997):

- Značilnosti in lastnosti celotnega problemskega področja,
- Uporabniške potrebe po podatkih in njihove zahteve po informacijah,
- Rezultati analize stroškov in koristi za nove naložbe,

- Danosti, splošna investicijska politika in poslovne funkcije informacijskega sistema.

Informacijski sistemi so osnova sodobnega poslovanja, upravljanja, odločanja in vodilo raznovrstnih družbenih povezav. Tehnologija omogoča razvoj in obreženje vedno bolj zapletenih, obsežnih in porazdeljenih sistemov. Sodobni omrežni sistemi proizvajajo ter omogočajo dostop do podatkov in informacij na do nedavnega nemogoče in nepredstavljive načine. Družbene zahteve pogojujejo sprotne in kakovostne prostorske podatke. Hiter razvoj in povezovanje informacijskih sistemov uravnavata pretok podatkov ter omogočata povezovanje gospodarstev in globalizacijo ekonomije (Šumrada, 2005a).

Strukturna analiza in načrtovanje, procesno modeliranje in informacijsko inženirstvo so glavni postopki v tradicionalnih razvojnih pristopih. Sodoben objektni pristop je smiselno mnogo enostavnejši. Temelji predvsem na objektno usmerjeni analizi in načrtovanju. Sleherni razvojni proces informacijskega sistema je lahko delno ali v celoti avtomatiziran, kar omogoča uporaba ustrezne metodologije in orodij CASE. Ne glede na izbrani metodološki pristop, sestavlja razvojno življenjski ciklus informacijskega sistema šest glavnih razvojnih faz, ki so naslednje (Kvamme et al., 1997):

- Strateško načrtovanje,
- Sistemska analiza,
- Sistemsko načrtovanje,
- Izgradnja sistema,
- Izvedba, zagon in testiranje,
- Delovanje in vzdrževanje.

Vsako razvojno fazo sestavlja niz dejavnosti. Vsaka izvedena faza mora dati določene standardne rezultate, ki lahko predstavljajo neki končen učinek inženirskega procesa na določeni stopnji razvoja ali pa so potrebni za izvedbo naslednje razvojne faze (Kvamme et al., 1997).

Preglednica 1: Pregled in opis razvojnih faz in dejavnosti v procesu razvojno-življenjskega ciklusa IS (Šumrada, 2005a: str 38)

Razvojna faza	Razvojni cilji	Razvojne dejavnosti
Strateško načrtovanje	Poslovne potrebe in gospodarnost Ocenitev danosti in zmožnosti Razvojni cilji in poslanstvo Poslovna vizija in projektni cilji Uporabniki in sistemske odgovornosti	Poslovna vizija in načrti Razvojni načrt in omejitve Študija izvedljivosti Ocena stroškov in koristi Možne arhitekture sistema

Sistemska analiza	Uporabniške zahteve in poslovne možnosti Problemsko področje Sistemske odgovornosti Podatkovne in procesne potrebe	Podatkovni model Procesni model Model podatkovne in procesne integracije
Sistemsko načrtovanje	Avtomatizacija obdelave podatkov in predstavitve informacij (*baza podatkov, vmesniki, nadzor, združevanje v domene itd.)*	Logični model sistema (DBMS) Fizični model sistema Omrežni model sistema
Izgradnja	Izvedba baze podatkov in omreženje Polnjenje s (*testnimi*) podatki Izvedba uporabniških programov in dokumentacije	Logična in fizična struktura Izvedba baze podatkov Sestava uporabniških programov in aplikacij
Izvedba, zagon in tesitranje	Polnjenje baze podatkov s celotnim volumnom podatkov Dodelava uporabniških aplikacij Testiranje sestavin in celotnega sistema Prehod na novi sistem	Zagon operativnega sistema Privajanje in šolanje osebja Uporabniško šolanje in podpora Testiranje in odpravljanje napak
Delovanje in vzdrževanje	Vzdrževanje, odpravljanje napak in izboljšave v bazi podatkov in uporabniških programih	Ocenitev in sprotno testiranje Načrtovanje novih različic in potrebnih izboljšav sistema

Navadno so geografski podatki prikazani na kartah v pomanjšanem merilu, posplošeno in z uporabo geoloških znakov, ki so opredeljeni z grafičnimi elementi in geološkimi spremenljivkami. Večina analognih kart ima posebne legende, ki pojasnjujejo uporabljene geološke znake ter izbrano načelo upodobitve prostorskih pojavov. Če so potrebni dodatni znaki, uporabljamo kartografske ključe. Različne vsebine geoloških prikazov lahko po potrebi prekrivamo in povezujemo na podlagi skupnega koordinatnega sistema. Tradicionalna karta je učinkovit medij za kartografsko predstavitev in hkrati tudi edini analogni medij za shranjevanje prostorskih podatkov. Iz take tradicionalne tehnološke rešitve izhajajo tudi znane težave. Na kartah shranjeni podatki so prikazani posplošeno, v projekciji, v merilu in na določen način, ki je ponavadi pogojen tudi z izbranim načinom uporabe. Uporaba takih kart za nov ali poseben način uporabe je pogosto zelo težavna. Karta je statična in posplošena upodobitev stvarnega prostora. Taka upodobitev je skoraj vedno kompromis med različnimi uporabniškimi potrebami in stroški za izdelavo karte. Zaradi statične upodobitve podatkov na kartah prihaja tudi do dodatnih težav. Na kartah upodobljene prostorske podatke je namreč zelo težko spreminjati in ažurirati. Tradicionalne topografske karte načeloma pojmujemo kot javno dobrino in so namenjene širokemu krogu uporabnikov (Kvamme et al., 1997).

Geografski informacijski sistemi so nastali kot rezultat povezovanja sistemov za računalniško kartografijo (CAC) in splošno tehnologijo poslovnih baz podatkov (DBMS). V primerjavi s tradicionalnimi analognimi kartami ima pristop GIS izrazito prednost, ker je tehnologija shranjevanja prostorskih podatkov ločena od postopkov za njihovo predstavitev. V sistemu GIS zbrani lokacijski in opisni podatki so praktično neodvisni od načinov njihove uporabe. Rezultat takega pristopa je, da lahko iste podatke predstavljamo in uporabljamo na različne načine. S tehnološkega stališča so načini posodabljanja digitalnih podatkov tudi mnogo hitrejši in cenejši od klasičnih metod za posodabljanje kart. Pomemben izrazito organizacijski problem ostaja zajemanje, pretvorba ali digitalizacija analognih prostorskih podatkov v računalniško sprejemljivo obliko oziroma vektorsko, rastrsko ali hibridno organizacijo geometričnih in posebnih podatkov (Šumrada, 2005a).

3.2 PROGRAMSKA OPREMA ZA SISTEM GIS

V računalniškem okolju je programska oprema program, ki upravlja delovanje računalnika oziroma izvaja ukaze (navodila) kaj naj računalnik izvaja. Poleg programske opreme moramo omeniti pri računalniških osnovah za GIS še strojno opremo. Ta je sestavljen iz raznih delov, skupaj pa tvorijo enoten sistem.

Strojna oprema so:

- centralna procesna enota,
- pomnilne enote,
- vhodne naprave ter
- izhodne naprave.

Programska oprema določa, kako mora računalnik sprejeti nove vhodne informacije, kako obdelati podatke in nato prikazati izhodne informacije.

Računalniško programsko opremo delimo na tri temeljne razrede (Kvamme at al.,1997):

- operacijske sisteme,
- programske jezike in
- uporabne programe.

GIS je uporabni program za predvsem določene naloge.

Operacijski sistem je program, ki nadzoruje vse delovanje računalnika. Nadzira vhod in izhod, obenem pa tudi vnos in iskanje podatkov v pomnilnih enotah. Prav tako skrbi za izvajanje vseh drugih programov. V večuporabniških sistemih operacijski sistem določa tudi uporabnikov dostop

do centralne procesne enote in priključenih vhodno-izhodnih enot. Operacijski sistem hkrati omogoča dostop do zapisanih podatkov in poenostavlja uporabo računalnika. Uporabnik se tako manj ukvarja s podrobnostmi in posebnostmi strojne opreme, saj poti do zunanjih enot oskrbuje in nadzira operacijski sistem. Računalnik krmilimo s sorazmerno enostavnimi navodili, ki pa izvršujejo dokaj zahtevne operacije (na strojni ravni), na primer iskanje določenih podatkov na disku (Kvamme at al., 1997).

Programski jeziki: Računalniška navodila centralni procesni enoti morajo biti podana v obliki dvojiške ali strojne kode. Ta je sestavljena zgolj iz ničel in enk in je za človeka neberljiva. Zato je večina programov napisanih v višjih programskih jezikih. Najbolj razširjeni programski jeziki so bili do nedavnega FORTRAN, pascal, BASIC in podobni, danes pa večino dela postorijo sodobni predmetni programski jeziki, ki bistveno olajšajo delo programerjev. Višji programski jeziki omogočajo programiranje s človeku razumljivimi besedami in ukazi, posebni računalniški programi, imenovani prevajalniki, pa napisani program pretvorijo v strojno kodo, ki jo »govori« računalnik. Napotki na višji ravni, imenovani tudi »izvorna koda«, so pri različnih operacijskih sistemih podobni, kljub temu pa moramo za njihovo izvršitev izvesti prevajanje za vsak operacijski sistem posebej. Tako, na primer, program, ki smo ga prevedli za računalnik, ki temelji na operacijskem sistemu MS-DOS, ne bo deloval v računalniku, ki deluje v operacijskem sistemu Unix (Kvamme at al., 1997).

Uporabni programi so računalniški programski paketi, ustvarjeni za čim lažje opravljanje posameznih opravil (različnih od tistih, ki jih dosegamo z operacijskimi sistemi, prevajalniki in interpretatorji). Večino uporabnih programov lahko razporedimo v nekaj kategorij, vendar se z razvojem računalniške tehnologije vseskozi odpirajo nova in nova področja tovrstnih programov.

Glavne kategorije so:

- urejevalniki besedil – programi, ki so oblikovani za vnos, shranjevanje in popravljanje, oblikovanje, tiskanje in pregledovanje besedil;
- statistični in matematični paketi – programi za statistično analizo in matematično obdelavo množic številčnih podatkov;
- preglednice – programi za prikaz tabel števil in delo z njimi,
- upravljalniki baz podatkov – programi, ki omogočajo ureditev, obdelavo, shranjevanje, iskanje in posredovanje informacij iz kompleksne množice podatkov;
- grafični program – programi, ki so izdelani za prikaz informacije v grafični obliki. Na voljo so različni programi, ki omogočajo izdelavo in obdelavo slik, kart in grafov;
- večpredstavni programi – programi za pregledovanje in ustvarjanje »dokumentov«, ki vsebujejo negibne slike, videoposnetke in zvok;

- komunikacijski programi – programi za povezovanje v krajevna in svetovna omrežja, kot je Internet.

Tudi GIS sodijo v skupine uporabnih programov. Čeprav bi lahko rekli, da ima GIS prav posebno namembnost, je obenem res, da je zaradi svoje široke zasnove v bistvu nekakšna vsota vseh naštetih kategorij uporabne opreme. GIS namreč vključuje izdelavo kart, toda omogoča tudi prikaz grafov, za povrh pa mora znati upravljati kompleksne in velike baze podatkov. Obenem sta v okviru GIS nekaj vsakdanjega tudi statistična analiza in matematično modeliranje, prav tako pa tudi funkcije za vnos in obdelavo podatkov. Vedno teže si lahko uspešne analize zamišljamo tudi brez uspešnih komunikacij, predvsem pri prikazu podatkov pa imamo vse pogosteje opraviti tudi z večpredstavnostjo. Iz povedanega lahko povzamemo, da je GIS svojevrstna kombinacija uporabnih programov (Kvamme at al., 1997).

3.3 ZAJEM PODATKOV

Karte so glavni vir vhodnih podatkov za GIS, poleg tega pa tudi po obdelavi in analizi prostorskih informacij rezultate skoraj vedno prikažemo v obliki tematskih kart. Karte lahko opredelimo kot poenostavljeno in pomanjšano predstavitev realnega sveta, kjer so določeni pojavi upodobljeni v medsebojni odvisnosti. Na njih so praviloma prikazani samo izbrani pojavi realnega sveta – tisti pač, ki posameznega uporabnika zanimajo. Pomembnejše pojave razdelimo v skupine (na primer železnice, ceste, reke...) in definiramo ustrezne kartografske znake, ki te pojave predstavljajo na karti. Vse elemente, ki so premajhni, da bi jih mogli v ustreznem merilu upodobiti na karti, lahko prikažemo v pretirani velikosti (lep zgled so pomembnejše ceste na karti države, ki so vedno prikazane pretirano široke). Druge manj pomembne pojave pa lahko na karti poenostavimo (na primer črta obale) ali jih celo izpustimo (Kvamme et al, 1997).

3.4 PROSTORSKI PODATKI

Geografski informacijski sistemi vsebujejo in obdelujejo mnogo več vrst podatkov kakor večina primerljivih računalniških sistemov. Orodja GIS obdelujejo prostorske podatke, ki imajo posebne značilnosti in odražajo stanje pojavov v stvarnem prostoru. V bazah GIS so opisani podatki pogosto pomembnejši od grafične upodobitve. Zato je za podporo sistemu GIS potrebna posebna zgradba baze podatkov, posebne obdelovalne in dodatne pomnilniške zmogljivosti. Sistema GIS tudi ni mogoče v celoti kupiti na ključ. Mogoč je nakup samo nekaterih njegovih osnovnih sestavnih delov. Tehnološki pristop GIS je uspešen le, če imajo upravljalci in uporabniki ustrezno znanje, ko so digitalizirani potrebni podatki, opredeljen poslovni model in so izdelani dodatni uporabniški programi (Šumrada, 2005a).

Prostorski podatki so podatki o pojavih in dogodkih in vsebujejo prostorsko referenco, s katero je mogoče pojav prikazati v prostoru, ter izbrani opis dodatnih lastnosti pojava ali objekta. Podatek o objektu tvori več sestavin, ki ponazarjajo tri glavne vidike prostora:

- prostorska oziroma lokacijska sestavina ponazori nahajališče objekta,
- opisne sestavine ponazorijo kaj in kakšen je objekt,
- časovne lastnosti ponazorijo obstoj objekta.

Prostorska sestavina (referenca) je lahko neposredna (koordinate x,y,z) ali posredna (naslov, parcelna številka itd.).
Načelno vsi prostorski podatki sodijo v skupno zasnovo, vendar jih lahko vsebinsko oziroma namensko razdelimo v dve skupini (Šumrada, 2005a):

- prostorski (*ali geografski*) podatki,
- metapodatki (*interpretacija*).

Pregled vsebine prostorskih podatkov najlaže opredelimo tako, da sestavimo ustrezen celovit seznam vseh možnih uporabnikov prostorskih podatkov. Sestavine, ki so skupne večini načinov uporabe, lahko pojmujemo kot osnovno vsebino prostorskih podatkov. Take osnovne zbirke podatkov lahko obravnavamo kot temeljne, iz katerih lahko izpeljemo ali kombinirano izvedemo mnoge posredne zbirke podatkov. Osnovna vsebina prostorskih podatkov je tako predvsem naslednja (Šumrada, 2005a):

- geodetska kontrolna mreža (*geodetski datum in koordinatni sistem*),
- katastri nepremičnin (*zemljišča in zgradbe*),
- vrednotenje in gospodarjenje z nepremičninami,
- register nepremičnin (*lastništvo, bremena in omejitve*),
- geološke, seizmološke in pedološke (*prst*) podatkovne zbirke,
- topografska baza podatkov (*kartografske baze podatkov*),
- infrastrukturno omrežje (*komunalna oprema in promet*),
- upravne in administrativne enote,
- naravna in kulturna dediščina,
- varstvo okolja in naravne biološke raznolikosti (*rastlinstvo in živalstvo*).

3.4.1 Prostorski podatki na kartah

Geografski pojavi (objekti) so na analognih kartah shranjeni in prikazani statično, v merilu, posplošeno, kodirano in z uporabo kartografskih znakov, ki so opredeljeni z grafičnimi elementi, kartografskimi znaki in spremenljivkami.
Podatek o prostoru v popolnosti opišemo s tremi dejstvi:

- Lega, lokacija (KJE?) – učinkovit način, vendar pri opisu ni dovolj, da podamo le lego in lokacijo.
- Opis, lastnosti, pomen (KAJ?)
- Čas, na katerega se podatek nanaša (KDAJ?)

3.4.2 Značilnosti podatkov

Podatki so ključna sestavina vseh informacijskih sistemov. Če imajo vsebovani podatki o pojavih opredeljeno tudi prostorsko lokacijo v stvarnem prostoru, se tak informacijski sistem imenuje prostorski. Osnovna značilnost prostorskih podatkov je ta, da imajo poleg opisnih lastnosti tudi posebne kartografske značilnosti. Prostorske ali geografske pojave določajo izbrani opisni atributi in značilni kartografski podatki, ki podajajo njihovo lokacijo v geografskem prostoru. Geografski pojav (stvarni fenomen) lahko pojmujemo kot prostorski objekt ali kot dogodek. Oba se nanašata, oziroma ju lahko postavimo na površje Zemlje. Geografski objekt je lahko naravni objekt ali pa del umetno preoblikovanega oziroma zgrajenega okolja (Kvamme et al., 1997).

3.4.3 Podatki o prostorskih podatkih - metapodatki

Metapodatki ali podatki o podatkih so izpeljani podatki in posredno informacije o pomenu, sestavi, obsegu, kakovosti, poreklu, zgodovini, dostopnosti in vrednosti shranjenih podatkov v podatkovnem nizu, ki je osnovna enota takšnega opisa (Šumrada, 2005a). Da uspešno uporabimo podatek nujno rabimo pojavni in tipski nivo. Pojavni nivo predstavljajo dejanska dejstva, tipski nivo pa interpretacijo pomena.

Sestavine metapodatkov

Metapodatki podajajo tehnične in poslovne vidike prostorskih podatkov. Razdelimo jih lahko na različne kategorije, ki opisujejo:

- istovetnost (identifikacijo), izvor, zgodovino in lastništvo podatkov,
- vsebino in podrobno strukturo podatkov (formalna opredelitev podatkovnega modela – sheme),
- tehnične značilnosti kot sistem geokodiranja (georeferenčni oziroma koordinatni in časovni sistem), klasifikacijo, pregled kakovosti, odgovornost, vrednost in cenovna ocena,
- dostopnost (pravne omejitve) in distribucijo podatkov (omrežje, mediji).

3.4.3.1 Metastandard in metabaza

Metastandard za prostorske podatke opredeljuje vsebinska in formalna pravila za poenoten opis prostorskih podatkov.

Metastandard služi za poenotenje sestave metapodatkov oziroma za standardizacijo njihove vsebine in predstavitve. Takšen pristop posredno omogoča digitalizacijo samih metapodatkov in s tem njihovo računalniško obdelavo. Namen metastandarda je torej poenotenje metapodatkovnih opisov s ciljem informiranja uporabnikov pri izbiri, uporabi in obdelavi prostorskih podatkovnih nizov, ki je hkrati osnovna enota takšnega opisa. Metabaza je podatkovna zbirka, ki vsebuje metapodatke in posreduje informacije o drugih podatkovnih nizih. Namen metabaze je, da potencialnim uporabnikom podatkov posreduje pregled razpoložljivih zbirk podatkov, njihovo vsebino in sestavo. Metabaza je neka vrsta »rumenih strani« ali metakatalog o razpoložljivih nizih prostorskih podatkov (Šumrada, 2005a).

3.4.4 Kakovost prostorskih podatkov

Najpomembnejša prednost geografskih informacijskih sistemov je ta, da lahko na podlagi vzpostavljene zbirke podatkov izvajamo analize in ustvarjamo nove informacije. Ustvarjanje novih informacij je smiselno le na osnovi poznavanja kakovosti podatkov. Brez poglavitnih elementov, ki označujejo kakovost podatkov, lahko dajejo podatki vtis, da so absolutno natančni in popolni ter s tem zavedejo uporabnika teh podatkov. Resnična vrednost zbirke prostorskih podatkov je tako odvisna od kakovosti vseh vrst vsebovanih podatkov, ki jih predstavljajo opisne, grafične in dinamične relacije med njimi.

Kakovost prostorskih podatkov tvori niz sestavin ali elementov in nadalje podelementov, kot so razne natančnosti, popolnost in usklajenost, ki morajo biti poenoteno opredeljene s pokazatelji v standardnem modelu kvalitete. Vsaka sestavina ali element kakovosti prostorskih podatkov se lahko ocenjuje glede na prostorske, časovne ali opisne značilnosti, ki tvorijo tri osnovne vidike prostorskih podatkov. Osnovna enota pri ocenjevanju prostorskih podatkov je navadno podatkovni niz. Za ocenjevanje kakovosti podatkov se lahko uporabljajo razne metode ločenega ali kombiniranega testiranja. Rezultati testiranja kakovosti se podajajo v standardnem poročilu o kakovosti (Šumrada, 2005b).

Skladno s standardom ISO 19113 lahko kakovost prostorskega podatkovnega niza, ki je osnovna enota za opredelitev kvalitete, podamo z dvema osnovnima sestavinama standardnega modela, ki sta naslednji (Šumrada, 2005b):

- Kvalitativni opis (trije pregledni elementi: namen, poreklo in uporaba):
  - Namen podaja osnovni namen sestave in izdelave podatkovnega niza.
  - Uporaba podaja pregled izkušenj iz predhodne uporabe podatkovnega niza.
  - Poreklo podaja vire, izvor in zgodovino predelav podatkovnega niza.

Kakovost prostorskih podatkov v poročilu ICA (International Cartographic Association) opredeljuje naslednjih sedem med seboj tesno povezanih in soodvisnih pokazateljev (Kvamme et al., 1997):

- izvor podatkov (vir in tehnologija),
- položajna natančnost (georeferenčna ali lokacijska) grafičnih podatkov,
- atributna natančnost (zanesljivost opisnih podatkov),
- popolnost podatkov (podatkovni model in atributi),
- logična usklajenost podatkov (doslednost različnih povezav med geometričnimi in opisnimi podatki),
- semantična natančnost podatkov (odnos med podatkovnim modelom in stvarnostjo),
- ažurnost podatkov (časovne značilnosti in sistem noveliranja).

3.4.5 Podatkovni modeli GIS

Podatkovni model predstavlja zaznavo, interpretacijo, abstrakcijo in formalni opis stvarnega sveta. Geografski informacijski sistem mora biti sposoben podajati informacije o lokaciji, geometriji, topologiji, opisnih lastnostih in časovni obstojnosti geografskih objektov v modelu stvarnega prostora. Treba je izbrati ustrezno razvojno metodologijo za sistemsko analizo, načrtovanje in izvedbo z namenom, da ustrezno pojasnimo podatkovni model in predvideno arhitekturo sistema. Podatkovno modeliranje je postopek, katerega rezultat je predstavitev poenostavljenih stvarnih objektov v bazi podatkov. Podatkovni model predstavlja ustrezni nivo podatkovne abstrakcije stvarnega sveta za določeno uporabo (Kvamme et al., 1997).

Prostorski model predstavlja posplošeno in poenostavljeno stvarnost. Vedno ga poskušamo čimbolj približati realnosti, zato model ustvarimo čimbolj pravilno in natančno.

Podatkovni model predstavlja in opredeljuje ustrezni nivo podatkovne abstrakcije stvarnega sveta za določeno uporabo. Formulacija podatkovnega modela zahteva kot prvi korak določitev vseh potrebnih prostorskih objektnih tipov, njihovih lastnosti in vedenja. Podatkovni model v sistemih GIS je dinamičen, zapleten, hierarhičen in ima pogosto slabo opredeljeno prostorsko strukturo. Naslednja pomembna stopnja je izdelava ustrezne konceptualne in logične zgradbe baze podatkov GIS, ki mora vsebovati kartografske in tematske podatke. Kartografski podatki določajo lokacijske

lastnosti, prostorske značilnosti in geometrijo prostorskih objektov. Lokacijski podatki so geokode objektov, ki so večinoma podane s koordinatami. Geometrične značilnosti prostorskih objektov so na primer oblika, velikost, dolžina in površina. Prostorske značilnosti objektov, ki ponazarjajo relativne odnose med prostorskimi objekti v prostoru, kot sta denimo povezljivost in sosedstvo, podaja topologija (Šumrada, 2005a).

3.4.5.1 Kartografski podatkovni model

V sodobnih sistemih GIS prevladuje tako imenovani kartografski podatkovni model, ki je izveden prevladujoče kot sestavljena relacijska baza podatkov. To je tradicionalni dvorazsežni (2D) vektorski podatkovni model baze GIS, ki izhaja iz kartografskega načina izdelave topografskih kart velikih in srednjih meril. Zamisel o modelu so razvili vzporedno z digitalizacijo velikih količin tradicionalnih kartografskih gradiv. Zato se je tudi uveljavilo prvotno pojmovanje sistemov GIS kot skladišče digitaliziranih kartografskih materialov (Šumrada, 2005a). Analogne topografske karte so bile dolgo poglavitni vir za digitalizacijo prostorskih podatkov (CAD → CAC → GIS).

Kartografski podatkovni model se je prenesel, priredil in uporabil tudi za organizacijo prostorskih podatkov v podatkovnih bazah GIS. Osnovno načelo je razdelitev izbranega področja obravnave na tematske plasti ali podatkovne sloje. Vsak podatkovni sloj obravnava določen vidik ali značilnost območja obravnave, ki je poenostavljen in opredeljen model dela stvarnosti. Ena tematska plast se objekti po grafičnih gradnikih lahko razdelijo na točkovne, linijske in površinske sloje.

Dvojna arhitektura baz podatkov

Kartografski podatkovni model se pogosto navaja za osnovo t.i. dvojni arhitekturi baze podatkov. Sistemi GIS, ki temeljijo na tem principu, so običajno tehnološko sestavljeni iz dveh ločenih, sicer pa povezanih baz podatkov. Za opisne podatke je praviloma uporabljena relacijska baza podatkov, ki so namenjene predvsem poslovni rabi. Druga, navadno vektorsko urejena baza podatkov skrbi za zajemanje in vzdrževanje grafičnih podatkov, ki so lahko kartografsko prikazani in shranjeni v skladu z načeli in zahtevami kartografskega oblikovanja. Danes gre razvoj v smeri integracije modelov razširjene relacijske baze (Šumrada, 2005a).

3.4.5.2 Baza podatkov

Digitalna baza podatkov je avtomatizirana, mehanizirana, deljiva, formalno opredeljena in centralno vodena zbirka podatkov.

Geografski informacijski sistemi vsebujejo in obdelujejo mnogo več podatkov kakor večina promerljivih računalniških sistemov. GIS delajo s prostorskimi podatki, ki imajo svoje posebne značilnosti in odražajo stanje pojavov v stvarnem prostoru. V sistemih GIS so opisni podatki pogosto pomembnejši od njihove grafične upodobitve. Zato je za podporo sistemu GIS pogosto potrebna posebna struktura baze podatkov in posebne obdelovalne in pomnilniške zmogljivosti. Sistema GIS tudi ni mogoče v celoti kupiti na ključ. Mogoč je nakup samo nekaterih njegovih osnovnih sestavnih delov. GIS lahko uspešno deluje samo, ko je osvojeno določeno znanje upravljavcev in uporabnikov, ko so digitalizirani potrebni podatki in so izdelani dodatni uporabniški programi (Kvamme et al., 1997).

Prostorske podatke opredelimo kot podatke o opisnih in kartografskih lastnostih, ter odnosih med geografskimi objekti, katerih lokacija je podana v enotnem georeferenčnem sistemu. Vsebovani podatki so shranjeni v povezani podatkovni bazi GIS, ki ju navadno (izvedbeno) tvorita:

- splošna baza za tematske (opisne, časovne in binarne) podatke,
- posebna grafična podatkovna baza za lokacijske podatke.

Prostorski podatki so (fizično) pogosto zbrani v podatkovnih nizih na eni ali več datotekah. Geografski podatkovni niz je imenovana zbirka podatkov, ki je lahko nadalje sestavljena iz raznih vsebinskih podnizov.

Zbirka podatkov

Pojem baza podatkov v splošnem uporabljamo za označevanje kakršnekoli zbirke podatkov. V računalniškem okolju z njim označujemo v računalniškem sistemu na poseben način shranjene podatke. V računalniškem pomenu je baza podatkov poseben, večnamenski sistem za zajemanje, vzdrževanje in obdelavo podatkov (Kvamme et al., 1997).

Izgradnja baze podatkov

Osrednji del sistema GIS je posebna grafična podatkovna baza, v kateri so shranjeni (razni) lokacijski in topološki podatki. Grafični (kartografski) podatki podajajo položaj, povezljivost, obliko in sosedstvo geografskih objektov. Opis in pomen geografskih objektov podajajo tematski podatki, ki jih lahko hranimo tudi ločeno v splošni poslovni, imenovani »atributna« podatkovna baza. Obe podatkovni bazi sta (integralno) povezani s skupnimi identifikatorji geografskih objektov (dvojna arhitektura DBMS). Povezava je fizično omogočena z uporabo izvornih in standardnih vmesnikov, kot je denimo ODBC.

3.5 PROSTORSKE ANALIZE

Prostorske analize so temeljne in najbolj pomembne operacije v sistemih GIS. Osrednji namen zbiranja, urejanja, vzdrževanja, hranjenja in obnavljanja prostorskih (geografskih) podatkov v GIS-podatkovnih bazah je poleg posredovanja in izmenjave podatkov med raznimi uporabniki, zlasti analitična izraba v podatkih akumuliranega vedenja o izbranem področju obravnave. Cilj je s pomočjo analitičnih postopkov nad podatki ustvariti novo predstavitev, interpretacijo in znanje, ki ga podajajo prostorske informacije. Splošna definicija prostorskih analiz je sledeča. Prostorske analize opredelimo kot postopke, s pomočjo katerih obdelujemo prostorske podatke in ustvarjamo nove podatke oziroma posredno informacijo. (Šumrada, 2005b).

V prostorskih analizah tako predvsem iščemo vsebinske in pomenske povezave ali pa poizkušamo ugotoviti različne strukturne in vzorčne povezave med prostorskimi podatki na obravnavanem področju. Tradicionalni GIS-tehnološki pristop k prostorskim analizam temelji predvsem na dveh dopolnjujočih se pristopih, ki sta naslednja:

- Prepoznavanje prostorskih vzorcev in struktur (sestava in odnosi med podatki),
- Kvantitativno proučevanje in nadalje vrednotenje prostorskih podatkov (ugotavljanje vrednosti, povezav in odnosov med prostorskimi vzorci). (Šumrada, 2005b).

Temeljna funkcionalna namembnost tehnologije GIS so predvsem prostorske analize. Poleg analitičnih operacij s prostorskimi podatki se orodja GIS pogosto uporabljajo tudi za različna poizvedovanja po opisnih ali lokacijskih podatkih, izdelavo kartografskih oziroma tematskih prikazov, prostorske statistične analize, razne podatkovne preglede, posodabljanje in predelave podatkov itd. Vendar pa so glede na posebno organizacijo prostorskih podatkov v bazah GIS analitične sposobnosti glavna odlika tovrstne informacijske tehnologije, kar v povezavi z ustrezno metodologijo omogoča iskanje odgovorov na zahtevna prostorska vprašanja (Šumrada, 2005b).

3.5.1 Razvoj analiz

Prostorske analize izvirajo iz kvantitativnih in statičnih metod geografije v 50. letih prejšnjega stoletja, od koder jim tudi ime. V 70. letih, ko so z uporabo računalnikov prvotnim statističnim metodam dodali še postopke matematičnega modeliranja in druge statistične raziskovalne metode, sta se pomenljivost in obsežnost prostorskih analiz povečala. V 90. letih je na podlagi digitalne tehnologije in omrežij privedlo do povezovanja med področjem GIS, daljinskim zaznavanjem in področji prostorskih statističnih in matematičnih analiz ter matematičnega modeliranja ploskev. Na področju tega povezovanja in pristopom je omogočen sodoben razvoj, funkcionalnost ter predvsem tudi postopna standardizacija prostorskih analiz.

3.5.2 Razdelitev prostorskih analiz

V orodju GIS tvorijo prostorske analize predvsem različne obdelave prostorskih podatkov. Rezultat takšnih analitičnih obdelav so lahko razna poizvedovanja in predstavitve opisnih in lokacijskih podatkov, številne predelave in pretvorbe podatkov, iskanje različnih povezav in vzorcev v prostorskih podatkih, modeliranje časovnih sprememb dela stvarnosti itd., kar vse omogoča ustrezno podporo pri prostorskih odločitvah in posegih v prostor. Prostorske analize morajo temeljiti na ustrezni metodologiji, ki omogoča zanesljivo pretvorbo prostorskih podatkov v prostorske informacije. Postopki prostorskih analiz lahko po obsegu variirajo od različnih poizvedovanj po prostorskih objektih do postopkovno zelo zapletenih analitičnih in statističnih obdelav. Zaradi raznovrstne uporabnosti, pomena in izrazoslovja obstajajo tudi številni opisi in pregledne členitve prostorskih analiz (Šumrada, 2005b).

Prostorske analize so opredeljene v smislu več vrst opravil, ki jih izvajajo prostorski podatki:

- Poizvedovanja po opisnih podatkih,
- Poizvedovanja po lokacijskih podatkih,
- Povezana poizvedovanja po lokacijskih in opisnih podatkih,
- Predelava izvornih nizov podatkov v nove podatkovne sloje.

Izvedbeno ločimo povezovanja po opisnih, lokacijskih in časovnih podatkih.

Poizvedovanja po opisnih (tematskih) podatkih delimo na:

- Enostavna (Denimo kaj je to?),
- Domenska (izbor določenih lastnosti/vrednosti),
- Postopkovna (odnosi med raznimi objekti).

Povezovanje tvori niz navodil o izboru, ki določajo pogoje za iskanje želenih podatkov v bazi GIS. Poizvedovanja po opisnih podatkih predstavljajo od lokacijskih podatkov neodvisna iskanja in obdelave tematskih podatkov. To so denimo pogoste operacije poizvedovanj in iskanj izbranih podatkov v splošno namenskih DBMS ali pa posebnih internih bazah v orodjih GIS. Takšna poizvedovanja, ki standardno temeljijo na uporabi jezika SQL, se lahko izvedejo brez uporabe kartografskega prikaza (Šumrada, 2005b).

Poizvedovanja po lokacijskih podatkih delimo na:

- Enostavna (Denimo kaj je to?),
- Sestavo (izbor geometričnih ali topoloških lastnosti),
- Postopkovna (odnosi med raznimi objekti na isti lokaciji).

V sodobnih orodjih GIS so tudi lokacijski in topološki podatki shranjeni v ustreznih normaliziranih in povezanih tabelah. Pogosto potrebujemo opisne in lokacijske podatke hkrati, in sicer v ustreznem izboru in obravnavani povezavi. GIS orodja omogočajo tudi takšna kombinirana poizvedovanja, kjer lahko poizvedujemo po ustreznih lokacijskih podatkih na podlagi opisnega izbora ali pa obratno (Šumrada, 2005b).

Poizvedovanja po časovnih podatkih delimo na:

- Enostavna (Denimo kaj je to?),
- Intervalna (izbor v obdobjih ali obstojnost),
- Postopkovna (odnosi med dogodki in časovna razvrščanja).

Poizvedovanja po opisnih in lokacijskih podatkih ne spreminjajo obstoječih podatkovnih vrednosti in ne proizvedejo novih podatkov. Takšna poizvedovanj se zato pojmujejo kot enostavne operacije iskanja v podatkovni bazi GIS. Prostorske analize pa lahko na podlagi uporabljenih podatkov proizvedejo nove podatkovne sestave. Postopkovno lahko prostorske analize tvorijo, poleg potrebnih poizvedovanj po opisnih in lokacijskih podatkih, zelo zapletene operacije, katerih rezultat je navadno sprememba ali predelava izvornih podatkov v nov podatkovni sloj (Šumrada, 2005b).

3.5.3 Skupine operatorjev

Operacije prostorskih analiz se izvedbeno razlikujejo glede na grafični podatkovni model (vektorski ali rastrski). Hkratna uporaba rastrskih in vektorskih (aktivnih) podatkovnih slojev v prostorskih analizah je redka.

Pri izvajanju operacij prostorskih analiz uporabljamo razne analitične in statistične funkcije oziroma ustrezne skupine operatorjev. Operatorje, ki jih uporabljamo v prostorskih analizah, delimo na (Šumrada, 2005b):

- Operatorje logičnih postopkov,
- Aritmetične operatorje in aritmetične postopke,
- Geometrične operacije in postopke,
- Statistične postopke.

V poizvedovanjih po prostorskih podatkih temelje logični postopki na teoriji algebraičnih množic in uporabi operatorjev Boolove algebre. Pri izvajanju logičnih operacij uporabljamo naslednje štiri skupine operatorjev in njihove kombinacije (Šumrada, 2010):

- Enakostna operatorja: enako = in neenako !=

- Relacijski operatorji: večje od >, manjše od <, večje ali enako >= in manjše ali enako <=,
- Logična negacija ! (not),
- Logični operatorji: konjukcija (logični in), disjunkcija (logični ali), implikacija in izključujoči (ekskluzivni) ali (xali).

Aritmetični operatorji so v orodju GIS analitično najbolj pomembni in jih lahko izvajamo v enem ali na več slojih podatkov. Pri vektorskih slojih so najbolj pogosti razni koordinatni izračuni, kot so transformacije, translacije, izračuni obsegov, razdalj, površin, volumnov itd. Pri aritmetičnih funkcijah enega rastrskega podatkovnega sloja gre navadno za preproste operacije (množenje, deljenje sloja s skalarjem itd.) ali translacijske operacije (logaritemska, potenčna, eksponentna itd.). zgledi funkcij več slojev, kjer sta A in B vhodna ter X izhodni podatkovni sloj, so denimo:

$X = A + B$, $X = A- B$, $X = A* B$, $X = A / B$, $X = A^{B}$, $X = \max(A, B)$ itd.

Ustreznim kombinacijam aritmetičnih operacij v rastrsko organizirani bazi GIS pravimo tudi algebra karte, kjer osnovna celica rastrskega modela stvarnosti dejansko predstavlja točkovni podatek. Operacije so poenotene ter se delijo na več skupin in sicer glede na dva pristopa, kot sta operacije z enim ali več podatkovnimi sloji. (Šumrada, 2005b).

Geometrične operacije nad prostorskimi podatki predstavljajo predvsem obdelave lokacijskih in topoloških atributov. V vektorski organizaciji grafičnih podatkov ti postopki izhajajo iz koordinat in logičnih odnosov med grafičnimi gradniki. Značilen primer je razvrščanje segmentov (1D) ter formiranje in zapiranje zaključenih poligonov okoli območij (2D-topologija). Za rastrske grafične podatke je enota izračuna velikost celice ali njena diagonala ter njena lega v mreži. Takšni postopki so denimo izračuni (Šumrada, 2005b):

- Razdalj (časovnih ali fizičnih – gridne ali evklidske),
- Površin (pogosto že avtomatično kot atribut),
- Profilov, prostornin, smeri, naklona, ukrivljenosti itd.

Statični operatorji so izvedbena osnova statističnih postopkov. Orodje GIS podpira niz možnosti za statistične obdelave, kot so (Šumrada, 2005b):

- Mere srednje vrednosti, kot je denimo izvedba novega atributa s povprečno vrednostjo prejšnjih;
- Mere razpršenosti, kot je na primer standardno odstopanje;
- Razne frekvenčne porazdelitve in interpolacije vrednosti (kriging),
- Eno- ter več parametrična primerjava, kot so denimo analize gruč (cluster analysis) pri analizah posnetkov itd.

3.5.4 Prostorske analize v orodjih GIS

Zaradi intenzivne uporabe tehnologije GIS in zlasti prostorskih analiz v mnogih strokah, v zelo raznovrstnih okoljih, v raznovrstne namene, ob uporabi različne terminologije, tudi ni poenotene opredelitve in klasifikacije številnih metod prostorske analize. Mnogi avtorji delijo prostorske analize v sistem GIS tudi glede na namembnost oziroma glede na postopkovni pristop na šest temeljnih sklopov, ki so pregledno nasledji (Šumrada, 2005b):

- Obdelave enega podatkovnega sloja,

  Obdelave enega podakovnega sloja so analitične operacije, ki vključujejo opisna in lokacijska poizvedovanja ter razne predelave podatkov na enem mestu. Vendar hkrati ne obstaja jasna opredelitev o tem, kdaj obdelati podatkovni sloj denimo postane »nov« podatkovni sloj.
- Topološko prekrivanje več podatkovnih slojev,

  Prekrivanje dveh ali več podatkovnih slojev je zelo uporabna oblika prostorskih analiz v orodjih GIS. S prekrivanjem več vektorskih in/ali rastrskih podatkovnih slojev lahko izdelamo nov prikaz, ki predstavlja drugačno kombinacijo in videnje vpliva raznih podatkovnih slojev.
- Iskanje točkovnih vplivov in vzorcev,

  Analitične operacije pri iskanju točkovnih vplivov iz raznih prostorskih vzorcev obravnavajo razvoj in delovanje različnih točkovnih virov.
- Ploskovno modeliranje,

  Ploskovne analize se ukvarjajo s sestavo trirazsežnih ploskev iz raznih podatkovnih virov, njihovo analitično obdelavo in razne načine (2,5-3D) prikazovanja.
- Mrežne (linearne) analize,

  Mrežne analize so namenjene za obdelavo linijskih elementov (robovi in spoji), ki so povezani v sklenjeno omrežje (2D). Tovrstne analize se tipično ukvarjajo s prometnimi problemi, linijskimi komunalnimi omrežji, distribucijo virov po omrežjih, iskanjem optimalnih poti, propustnostjo, porazdelitvijo točkovnih virov in ovir itd.
- Rastrske analize (kartografska algebra).

  Podatkovne analize z uporabo tehnike prekrivanja podatkovnih plasti so enostavnejše v rastrski kot v vektorski podatkovni organizaciji. Rastrske analize temeljijo na obdelavi celične organizacije ravninskih podatkovnih slojev (2D), ki ponazarjajo variacijo opazovane lastnosti na področju obravnave. Možnosti uporabe in analitične sposobnosti tehnologije GIS z rastrsko podatkovno organizacijo so teoretično in praktično neomejene.

4 GIS IN GEOLOŠKI PODATKI

Smisel geografskega informacijskega sistema je predvsem zajemanje, urejanje, obdelava in pretvorba podatkov, shranjevanje, posodabljanje in spreminjanje podatkov, analize in kombinacije podatkov, kakor tudi upravljanje prostorskega podatkovnega sistema ter trženje izdelkov in storitev. Pri izgradnji GIS so najpomembnejši in najširše opredeljeni prostorski podatki, ker predstavljajo največji delež, lahko pa tudi dober tržni proizvod. Podatki imajo poleg opisnih lastnosti tudi značilnosti, ki podajajo njihovo lego v geografskem prostoru.

Uporaba geoloških podatkov

Geološki podatki se uporabljajo na različnih področjih, povezanih s podzemno znanostjo: odkrivanje geoloških nevarnosti, zagotavljanje varnega odlaganja jedrskih odpadkov, nuklearnih odpadkov, zajemanje in skladiščenje ogljikovega dioksida; zagotavljanje varne gradnje objektov; zagotavljanje podatkov za okoljsko načrtovanje; zagotavljanje informacij za naravno raziskovanje virov; dostopnost podzemlja do onesnaženosti; pomoč pri prikazovanju kazalnikov za podnebne spremembe; zagotavljanje gradbenega materiala in mineralov ter za podtalno vodo in vodonosnike: oskrba z vodo (odvzem vode); podzemnih virov (vodna razpoložljivost); zagotavljanje osnovnega pretoka za reke, mokrišča; zaščita ekosistemov je odvisna od podtalnice; kakovost podzemne vode in kvaliteta ocene; čezmejno upravljanje podzemne vode (Povzeto po INSPIRE Data Specification on *Geology* – Draft Guidelines, 2011).

Digitalna baza podatkov

Pri geografskem informacijskem sistemu v geologiji, za celotno območje Slovenije, ni prosto dostopnih geoloških baz podatkov za karte v merilih 1 : 25 000 in 1 : 100 000. Litološka karta Slovenije 1 : 250 000 je bila narejena s precejšnjo generalizacijo pregledne Osnovne geološke karte 1 : 100 000.

4.1 GRUPIRANJE PODATKOV PO POJAVIH

Litološke enote označujemo z barvo, šrafuro in črkovno-številčnimi simboli. Vsaka barva predstavlja posebno homogeno geološko enoto.

Za kartirne enote sedimentnih kamnin (litostratigrafske enote) velja, da ustrezajo določeni starosti in sestavi kamnin. Barva predstavlja njihovo starost. Enote magmatskih kamnin so ločene po sestavi, teksturi, starosti in kasnejših spremembah. Barva predstavlja njihovo sestavo. Metamorfne kamnine so ločene po sestavi, teksturi in starosti. Barva predstavlja njihovo sestavo.

4.1.1 Točkovni simboli

Točkovni simboli predstavljajo nahajališča fosilov, oznake za foliacijo in lineacijo magmatskih in metamorfnih kamnin, prostorsko lego plasti – vpad, strukturni elementi velikih in majhnih gub, elementi klavaža, razpok, vpad prelomnih ploskev, rudniška dejavnost itd.

Nahajališča fosilov:
Starost sedimentalnih kamnin je določena na podlagi nahajališč fosilne flavne in flore. Pri zajemu podatkov so to točkovni simboli, ki jih kartiramo na ravnino FOSILI. Vseh simbolov je 10:

IME	IME V BAZI	SIMBOL
Morska mikrofauna	f_moma	
Brakična mikrofauna	f_bma	
Sladkovodna makrofauna	f_smi	
Mikrofauna	f_mm	
Mikroflora	f_mf	
Makroflora	f_maf	
Pelod	f_pel	
Ribe	f_ribe	
Sesalci	f_ses	
Nahajališča sledov fosilnega človeka	f_sfc	

Foliacije – lineacije

Merljive teksturne značilnosti metamorfnih kamnin – foliacijo in linearizacijo, ki odražajo genezo. Prikazujejo ravnino FOLIACIJA/LINEACIJA. Vseh simbolov je 16:

IME	IME V BAZI	SIMBOL
Vpad foliacije, posamezno merjenje	FL_VFP	

Vpad foliacije, statistično	FL_VFS	
Vpad inverzne foliacije, posamezno merjenje	FL_VIP	
Vpad inverzne foliacije, statistično	FL_IFS	
Navpična foliacija, posamezno merjenje	FL_NFP	
Navpična foliacija, statistično	FL_NFS	
Vodoravna foliacija, posamezno merjenje	FL_NFL	
Vodoravna foliacija, statistično	FL_VFOS	
Vpad v plasteh z nagubano foliacijo	FL_VPNF	
Vpad lineacije	FL_VL	
Navpična lineacija	FL_NL	
Vodoravna lineacija	FL_VOL	
Vpad lineacije, statistično	FL_VLST	
Vodoravna lineacija, statistično	FL_VLST	
Kombinirane oznake za foliacijo in lineacijo	FL_VLF	
Kombinirane oznake za foliacijo in dve lineaciji (mlajša nima puščice)	FL_KOFL	

Tektonika

Vrsto vpada plasti slojnih površin označujemo s točkovnimi simboli. Ležijo na ravnini TEKT./VPAD PLASTI. Vseh simbolov je 14:

IME	**IME V BAZI**	**SIMBOL**
Vpad plasti, posamezno merjenje	T_VP	

Vpad plasti, statistično	T_VPS	
Vpad valovitih plasti	T_VVP	
Vpad inverznih plasti, posamezno merjenje	T_VIPP	
Vpad inverznih plasti, statistično	T_VIPS	
Vpad plasti z odlitki v normalni legi	T_VPONL	
Vpad inverzne plasti z odlitki v inverzni legi	T_VIPOIL	
Vpad plasti z ritmično ali s postopno zrnavostjo v normalni legi	T_VPRPZ	
Vpad inverznih plasti z ritmično ali s postopno zrnavostjo v inverzni legi	T_VIPTPZ	
Navpična plast, posamezno merjenje	T_NPP	
Navpična plast, statistično	T_NPS	
Vodoravna plast, posamezno merjenje	T_VPPM	
Vodoravna plast, statistično	T_VPST	
Vpad plasti dobljen s podzemnimi deli (nad črtico za vpad – indeks kartirane enote, desno kota plasti, katere vpad je zabeležen, pod črtico za smer vpada	T_VPPD	

Velike gube

Vrisujemo jih na ravnino TEKTONIKA/VELIKE GUBE. Vseh simbolov je 20.

IME	**IME V BAZI**	**SIMBOL**
os sinklinale, pokončne ali poševne	S_OSP	
os sinklinale, prevrnjene ali polegle	S_OSPR	

os antiklinale, pokončne ali poševne	S_OASP	
os antiklinale, prevrnjene ali polegle	S_OAPR	
os sinlinale, ki tone	S_OST	
Doma	S_DOMA	
Bazen	S_SB	
Brahisinklinala	S_BS	
Brahiantiklinala	S_BA	
Fleksura	S_FL	
os sinklinorija, pokončnega ali poševnega	S_OANP	
os sinklinorija, prevrnjenega ali poleglega	S_OSPP	
os antiklinorija, pokončnega ali poševnega	S_OAPP	
os antiklinorija, prevrnjenega ali poleglega	S_OAPPL	
os sinklinorija, ki tone	S_OST	
potek osne ravnine z vpadom	S_POPR	
vpad osne ravnine	S_VOR	
navpična osna ravnina	S_NOR	
vodoravna osna ravnina	S_VOA	
izoklinalno gubanje (statistično)	S_IG	

Male gube

Vrisujemo jih na ravnino TEKTONIKA/MALE GUBE. Vseh simbolov je 7:

IME	**IME V BAZI**	**SIMBOL**
Sinklinala z vodoravno osjo	S_SZVO	
Sinklinala s tonečo osjo	S_STO	
Antiklinala z vodoravno osjo	S_AVO	
Antiklinala s tonečo osjo	S_ATO	
Vodoravna os gub	S_VOG	
Element vpada osi gub	S_VPOG	
Os gub, ki vpada (trikotnik nasprotno od vergence) uporabljan za kombiniranje	S_OG	

Klivaž

Vrisujemo na ravnino TEKT/KLIVAZ RAZPOKE/VPAD. Vseh simbolov je 3:

IME	**IME V BAZI**	**SIMBOL**
Vpad klivaža	k_upad	
Vertikalni klivaž	k_vk	
Horizontalni klivaž	k_hk	

Prelomi

Vrisujemo na ravnino TEKTONIKA/PRELOMI. Vseh simbolov je 8:

IME	**IME V BAZI**	**SIMBOL**
vpad razpoke, posamezno merjenje	k_vrp	
vpad sistema razpok	k_sr	

navpična razpoka (posamezna)	k_vr	
sistem navpičnih razpok	k_svr	
vodoravna razpoka (posamezna)	k_hr	
sistem vodoravnih razpok	k_shr	

Če lahko razpoke sledimo na dolžini večji od 100 metrov se označijo z rdečo barvo, ter prikažejo kakor je predstavljeno v naslednji tabeli. Simbola sta povezana z ustrezno linijo na karti:

IME	**IME V BAZI**	**SIMBOL**
trasa razpoke opazovana na celotni dolžini	k_trocd	
pokrita ali nejasno locirana trasa razpoke	k_pnltr	

Gradbeni material

Nahajališča gradbenega materiala, ki ležijo na ravnini GRADBENI MATERIAL. Simolov je 6:

IME	**IME V BAZI**	**SIMBOL**
Nahajališče gradbenega kamna	MS_KAM	
Nahajališče okrasnega kamna	MS_LEZ	
Nahajališče cementnega laporovca	MS_LCL	
Nahajališče proda	MS_LGR	
Nahajališče peska	MS_GRJ	
Nahajališče opekarske gline	MS_LOG	

Eksploatacija gradbenega materiala, ki ležijo na ravnini GRADBENI MATERIAL. Vseh simbolov je 6:

IME	**IME V BAZI**	**SIMBOL**
Pomembnejši kamnolom gradbenega kamna	MS_GRK	
Kamnolom okrasnega kamna	MS_KOK	

Kamnolom cementnega laporovca	MS_KCL	
Pomembnejši odkopi proda	MS_PES	
Pomembnejši odkopi peska	MS_LPE	
Pomembnejši glinokopi	MS_GLI	

Rudarska dejavnost

Znaki za rudarsko dejavnost, ki ležijo na rudnih ležiščih so na ravnini RUDARSTVO. Vseh simbolov je 15:

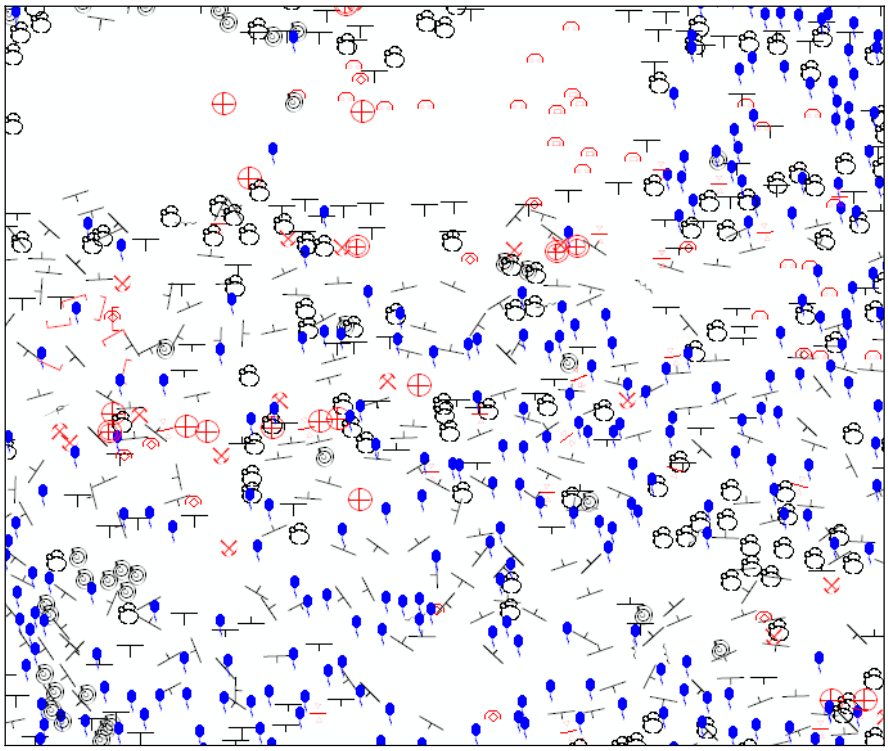
IME	**IME V BAZI**	**SIMBOL**
Pralnica rude	R_PRAL	
Žlindrišče	R_ZUN	
Jalovišče	R_JALO	
Skupina jalovišč	R_SKJA	
Topilnica	R_TOP	
Jašek	R_JASE	
Skupina jaškov	R_SJAS	
Površinski kop, delujoč	R_POKO	
Površinski kop, opuščen	R_POVK	
Jamsko delo, aktivno	R_JADK	
Jamsko delo, opuščeno	R_JDOP	
Pomembnejši razkop	R_PRAZ	
Globoke vrtine, posamezne	R_GLVR	
Globoke vrtine, 20 do 50	R_GLVV	
Globoke vrtine, več kot 50	R_G5VV	

Hidrogeološki in inženirskogeološki objekti

Hidrogeološki pojavi so na ravnini HIDRO/INZ/GEOLOGIJA. So modre barve. Vseh simbolov je 9. Od inženirskogeoloških podatkov je na tej ravnini dodan črn ploskovni simbol za večje zemeljske plazove z nakazano smerjo premikanja.

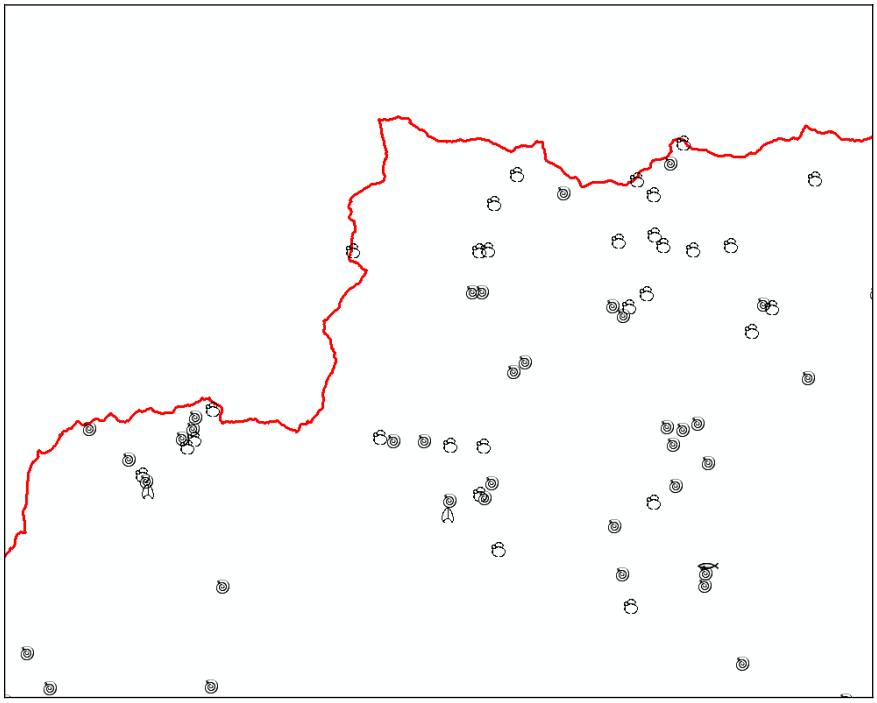
IME	**IME V BAZI**	**SIMBOL**
Večji zemeljski plaz	H_VZP	
Izvir	H_IZVI	
Kraški (vokliški) izvir	H_IZKR	
Izvir – mineralni	H_IZMI	
Izvir – termalni	H_IZTL	
Izvir – termomineralni	H_IZTE	
Toplice z mineralno vodo	H_TOPL	
Toplice s termalno vodo	H_TOTE	
Toplice s termomineralno vodo	H_TTMV	
Ponor, pomembnejši	H_PONO	
Estavela	H_ESTA	
Brojnica	H_PISV	

V programu ArcGIS bi prikaz izgledal tako, kot kaže spodnja slika.



Slika 6: Prikaz točkovnih simbolov lista Celje na karti merila 1 : 200 000

Točkovne simbole smo tudi grupirali glede na značilnosti, tako, da si ogledamo npr. na katerih območjih se nahajajo fosili.



Slika 7: Prikaz posameznih točkovnih simbolov – primer fosili - lista Beljak v merilu 1 : 100 000

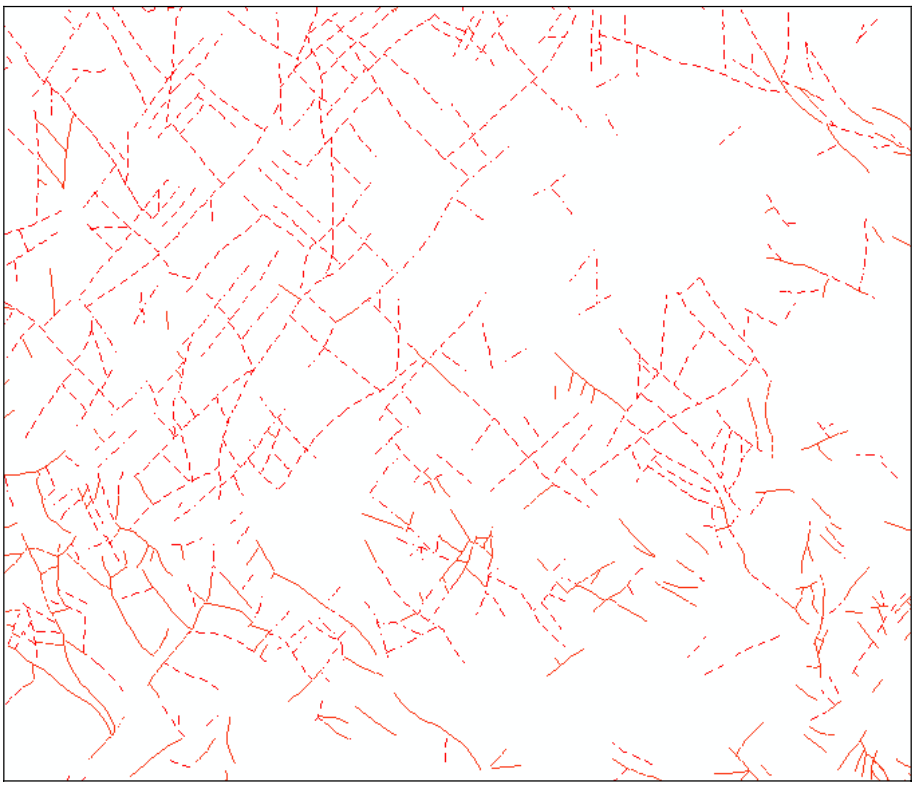
4.1.2 Linijski simboli

Prelomi – linije:

Za prelome se na geološki karti uporabljajo sledeče linjiske oznake:

IME	IME V BAZI	LINIJA
Prelom brez oznake značaja, opazovan	OPAZOVAN	
Prelom brez oznake značaja, pokrit ali nejasno lociran	POKRIT/NEJASNO LOCIRAN	
Prelom brez oznake značaja, predviden	PREDPOSTAVLJEN	
Prelom ali velika razpoka, opazovan fotogeološko	P. ALI VELIKA RAZPOKA/FOTOGEOLO	
Čelo nariva	CELO NARIVA	
Pokrito čelo nariva	POKRITO CELO NARIVA	
Vertikalni prelom	VERTIKALNI	
Vpad prelomne ploskve (kombinira se z ostalimi znaki)	VPAD PRELOMNE PLOSKVE	
Brazde (a – lineacija) na prelomni površini	DRSE NA PREL.PLOSKVI	
Relativno vodoravno premikanje krila preloma	PREMIK OB PREL./VODORAVNI	
Relativno premikanje krila preloma na splošno (polna puščica označuje gibanje vrhnjega krila	PREMIK OB PRELOMU SPLOSNO	
Relativno spuščen blok	RELAT. SPUSCEN BLOK	
Gravitacijski prelom, z vpadom	GRAVITAC. PRELOM Z VPADOM	
Gravitacijski prelom, vertikalen	GRAV.PRELOM/VERTIKAL	
Diapirski stik	DIAPIRSKI STIK	
Milonit	MILONIT	
Prelomna cona	PRELOMNA CONA	
Čelo luske	CELO LUSKE	
Pokrito čelo luske	POKRITO CELO LUSKE	

V programu ArcGIS bi prikaz izgledal tako, kot kaže spodnja slika.



Slika 8: Prikaz linijskih simbolov (prelomi) lista Črnomelj na karti merila 1 : 200 000

4.2 OPIS DELA

V opisu dela je predstavljeno moje praktično delo. Izdelala sem geološke znake in linije, katere sem vstavila v program ArcGIS 9.3 in tako nadaljevala svoje delo. Pri tem sem upoštevala Standard »Osnovne geološke karte SFRJ«. Za območje sem si izbrala celotno Slovenijo, kar pomeni, vseh 24 listov.

4.2.1 Programska oprema

Pri oblikovanju geoloških znakov sem uporabila program Font Creator, za oblikovanje linij pa ArcGIS 9.3, aplikacijo ArcMap. Za nadaljnjo pomoč sem uporabila še AutoCAD.

Font Creator je program podjetja High Logic. Uporablja se za izdelavo in urejanje True Type pisav. Z njim na računalniški sistem naložimo novo izdelano ali urejeno pisavo.

ArcGIS je izdelek podjetja ESRI in je integrirana zbirka GIS izdelkov za sestavo gotovega (celotnega, popolnega) GIS-a. Sestavljen je iz več aplikacij. Osrednja ArcGISova aplikacija je ArcMAP, ki se uporablja pri analiziranju in urejanju kart.

AutoCAD razvija podjetje Autodesk. AutoCAD je zelo razširjen programski paket za računalniško podprto oblikovanje (CAD - computer assisted design). Obsega 2D in 3D risanje, z mnogimi dodatki pa je uporaben na različnih tehniških področjih: geodezija, strojništvo, lesarstvo, gradbeništvo, arhitektura in elektrotehnika. AutoCAD je povsem vektorski program, rastrsko sliko lahko pripeljemo le kot ozadje, ali pa sliko izdelano v AutoCAD-u izvozimo v rastrskem formatu. Datotečna zapisa, *.dwg in *.dxf, ki jih je uvedel AutoCAD, sta postala neformalni standard za CAD programe.

4.2.2 Prikazovanje z GIS orodjem

Program ArcGIS izpolnjuje kriterije, ki so ključnega pomena pri GIS-u. To so predvsem:

- obravnava podatkov kot objektov v prostoru, ki imajo položaj in obliko (geometrija), lastnosti (atribute) in obnašanje (topologija, povezave),
- neodvisnost shranjenih podatkov od njihovega prikaza,
- shranjevanje v razširjenih formatih podatkovnih baz,
- velik nabor orodij za obdelavo in analize podatkov.

Iz predhodnega zajema vseh podatkov in digitalizacije pridobimo podatkovne sloje (tako imenovani shapefile), kateri so format za vektorske prostorske podatke za GIS programsko opremo. Podatkovnemu sloju je pripisana še zbirka drugih datotek s končnicami: *.shp, *.shx, *.dbf itd. Specifično se dejanski sloj nanaša na datoteke s končnico *.shp. Ta datoteka je neuporabna brez pripadajoče zbirke datotek.

Obvezne datoteke so:

- *.shp – datoteka, kjer je shranjena geometrija objekta
- *.shx – datoteka, kjer je shranjen indeks geometrije objekta
- *.dbf – je atributna baza

Možne pa so tudi datoteke s končnico :

- *.sbn in *.sbx – hranita prostorske indekse objektov
- *.fbn in *.fbx – hranita prostorski indeks objektov za sloje, ki so »samo berljivi« (read only)
- *.ain and *.aih – hranita indekse atributov aktivnih polj v preglednici
- *.prj – datoteka, ki hrani podatke o datumu, geoidu in koordinatnem sistemu prostorskih objektov
- *.shp, *.xml – metapodatki o sloju

- *.atx – indeks atributov za *.dbf datoteko v obliki <shapefile>.<ime_stolpca> *.atx (ArcGIS 8 in novejši)

Sloji prostorsko opisujejo točke, linije in ploskve. Vsak objekt ima tudi atribute, ki opisujejo njihove lastnosti, npr. ime.

4.2.2.1 Prenos podatkov v podatkovno bazo

Podatkovni model predstavlja uporabo relacijskih podatkovnih baz ArcGIS okolja. Pri delu s podatki smo izbrali format relacijske baze MS Access s končnico *.mdb, ki ga okolje ArcGIS dobro podpira in omogoča uporabo najširšega nabora orodij za upravljanje s podatki. Ker je format enouporabniški, ima omejitev velikosti pri 2 GB podatkov. Prednost formata je v enostavnem shranjevanju in upravljanju s podatki, ker so vsi podatki, strukture, topologije in povezave med objekti shranjeni smo v eni datoteki. Zato bazo podatkov lahko upravljamo s pomočjo programov ArcMap, ArcCatalog in MS Access.

Po uvozu datotek iz programa MicroStation v programu ArcCatalog ustvarimo prazno podatkovno bazo. Z namenom enotne matematične osnove, ki jo sestavljajo podatki o elipsoidu in projekciji, v njej ustvarimo objektni niz razredov (ang. feature dataset). Pri tem smo uporabili podatke, ki tvorijo državni koordinatni sistem D48, in sicer parametre Besslovega elipsoida in Gauss-Kruegerjeve projekcije. Ob tem določimo tudi koordinatni in višinski obseg vseh podatkov, ki bodo shranjeni v nizu razredov, kar ob omejeni zalogi enot za shranjevanje posledično določa tudi največjo natančnost podatkov. V tem primeru je izbrana položajna natančnost znašala 1cm. Rezultat zajema grafičnih in opisnih lastnosti ploskovnih, linijskih in točkovnih elementov v programu MicroStation je datoteka s končnico *.dgn, v kateri so na posameznih nivojih zapisani geološki objekti v skladu z značilnostmi CAD programov.

Za prenos iz CAD sistema v GIS sistem smo morali geološke podatke prepisati v ustrezne datoteke. Tako je bilo tvorjenih:

- 24 datotek vektoriziranih območij litoloških enot,
- 24 datotek vektoriziranih prelomov (brez opisnih podatkov),
- 24 datotek vektoriziranih geoloških pojavov.

Posamezne datoteke prikazujejo objekte glede na razdelitev po listih OGK1. Izdelali smo tolmače za vse liste. Tolmač je datoteka z besedili in slikami v formatu zapisa MS Word s končnico *.doc. Tolmače smo prepisali v MS Excel, da jih lahko prikažemo v programu ArcGIS. Med drugim vsebujejo daljše opise litoloških enot, razlago oznake enot in opise večjih prelomov. Skenirane

podobe 24 listov analognih kart OGK1 so shranjene v 24-bitni barvni globini v rastrskem formatu *.tiff velikosti približno 2300 × 2300 pik (ang. pixel).

Glavni prelomi so bili zajeti na podlagi tolmača lista Tolmin, kjer so pregledno izrisani, poimenovani in opisani. V ta namen je bila skica večjih prelomov lista Tolmin digitalizirana in georeferenecirana na podlagi treh identičnih točk na skici in na rastrski sliki lista Tolmin. Vseh ročno zajetih prelomov je 50, ki sledijo manjšim linijskim objektom. Zajetim glavnim prelomom so bili dodani atributi, ime, potek in opis preloma.

4.2.2.2 Obdelava podatkov v podatkovni bazi

Podatki so bili prenešeni v sistem ArcGIS in so bili ustrezno obdelani. Da bi zagotovili čimbolj kakovostni podatkovni model, smo odpravili grafična in atributna neskladja. Vse podatke, ki so bili zajeti ločeno, smo združili. Liste Osnovne geološke karte so izdelale različne skupine geologov, v razponu 35 let, zato je prišlo do precejšnjih neskladij med listi. Če si podrobno ogledamo geološko karto v celoti, opazimo velika grafična in atributna neskadja kartirane vsebine na robovih posameznih listov, ki so najbolj opazna pri sloju litoloških enot.

Topologija

Topologija podaja povezljivost in zaporednost segmentov ter sosedstvo območij. Podatkovna baza v okolju ArcGIS omogoča izgradnjo in vzdrževanje topologije nad enim ali več razredov objektov. Če želimo na razrede objektov zgraditi topologijo, se morajo nahajati v istem objektnem nizu razredov in morajo imeti isto prostorsko referenco. S pomočjo takšne topologije, lahko preverjamo posamezne sloje ter odnose med večimi podatkovnimi sloji. Izgradnjo topologije nad razredom objektov združenih litoloških enot smo izvedli s pomočjo programa ArcCatalog. Topologijo predstavlja poseben sloj podatkov znotraj objektnega niza razredov.

Topologija se izvaja tako, da najprej navedemo ime topologije, nato določimo toleranco ujemanja podatkov, ki določa prag, pod katerim se koordinate dveh točk, ki sta si blizu, smatrajo za identične. Nato izberemo sloje, ki sodelujejo v topologiji, vsakemu sloju določimo rang, ki določa, koliko se lahko objekti posameznega sloja premaknejo pri topologiji. Izberemo pravila, ki zadoščajo objektom v podatkovnem sloju:

- pravilo, ki med objekti prepoveduje prazen prostor in
- pravilo, ki prepoveduje prekrivanje med objekti.

Topologije nismo izdelali, ker smo oblikovali le točkovne in linijske simbole, za katere pa topologija ni pomembna.

4.2.3 Izdelava znakov

Karta in njej pripadajoči sloji, preglednice, diagrami in poročila so v ArcMAP zajeti v datoteki s končnico *.mxd. Sloji so organizirani hierarhično. Za vsako karto posebej so sloji zajeti v skupini slojev (group layer) s svojim imenom.

V ArcMAP smo uporabljali funkcijo Symbol Property Editor (Tools – Styles – Style Manager), s katero urejamo znake. Nastavljamo njihovo velikost, obliko, barvo, vzorec, smer, tonsko vrednost in lego znaka. Znake razdelimo na več možnih tipov. Najprej jih delimo glede na geometrijo – točkovni, linijski ali ploskovni. Tip geometrije znaka se določi že pri zajemanju geoloških podatkov oz. pri določitvi objektnih tipov. Naslednja delitev je glede na to, iz česa bo prikazni znak objektnega tipa sestavljen, ali bo iz črk, puščic, slike ali pa bo enostaven geometrijski lik. Program ArcMAP vsebuje že pripravljen niz znakov, ki se po potrebi postavijo na želeno mesto in priredijo na ustrezno velikost. Nekaj točkovnih znakov sem naredila tudi sama.

Opis nekaterih točkovnih znakov s pomočjo programa Font Creator in ArcMap

Točkovni znak za vpad razpoke, posamezno merjene, je izdelan s kombinacijo vodoravnega znaka pisave ESRI Geology AGSO 1 in dveh vertikalnih vzporednih znakov iste pisave. Vsakemu znaku je bila določena barva, velikost, smer (rotacija) in lega.

Točkovni znak za toplice z mineralno vodo, je izdelan s kombinacijo dveh za 20° poševnih znakov, pisave ESRI Cartography, enega znaka iz pisave ESRI Shields ter enega vodoravnega znaka pisave ESRI Cartography. Vsakemu znaku je bila določena barva, velikost, smer (rotacija) in lega.

Zgornja znaka sta velikosti 25 × 25 pik in shranjena v formatu *.gif, pri čemer je bela barva ozadja določena kot prozorna. Uporabljeni sta rdeča (RGB 255,0,0) in modra (RGB 0,0,255) barva.

4.2.2 Izdelava linij

Liniji določamo barvo, debelino, obliko zaključka linije, obliko stikov linij, lego linije ter vzorec in interval linije. Slednja dva pomenita določevanje razmakov med črticami, ki sestavljajo linijo, če le-ta ni neprekinjena. Na začetek ali konec linije, oziroma na obeh hkrati, je možno dodati poljuben simbol (na primer puščico, črtico).

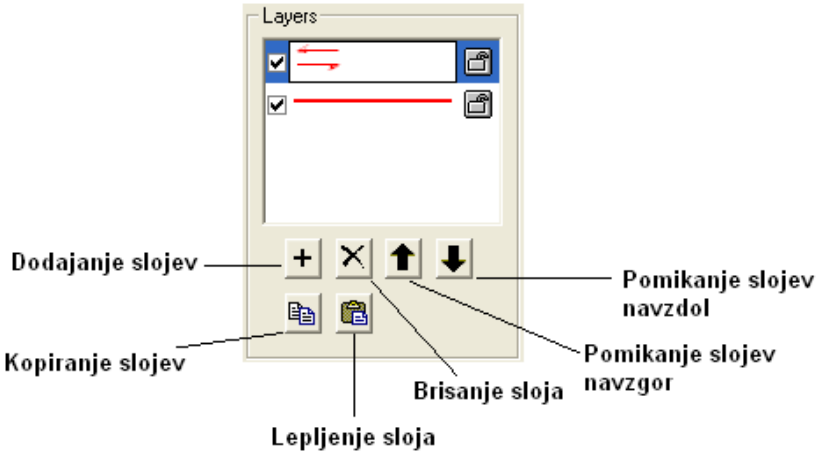
Linijske znake lahko kombiniramo s pomočjo točkovnih znakov:

Linijsko prikazujemo tudi čelo nariva, ki je sestavljen iz ravne neprekinjene linije in črtic, ki so obrnjene pravokotno na linijo. Določiti je potrebno barvo, debelino glavne linije in črtic, odmike črtic od glavne linije ter dolžino črtic in razmik med njimi.

Linijski znak za relativno vodoravno premikanje krila preloma, je izdelan s kombinacijo točkovnega in vzporedne linije. Vsakemu znaku je bila določena barva, velikost, smer (rotacija) in lega. Puščice so preprost geometrični znak, določamo jim velikost, barvo ter lego. Interval prikaza določimo s pomočjo navidezne linije, na katero jih nanizamo.

Linijski znak = linija + točkovni znak

Definiranje vrstnega reda slojev:



4.2.3 Izdelava ploskev

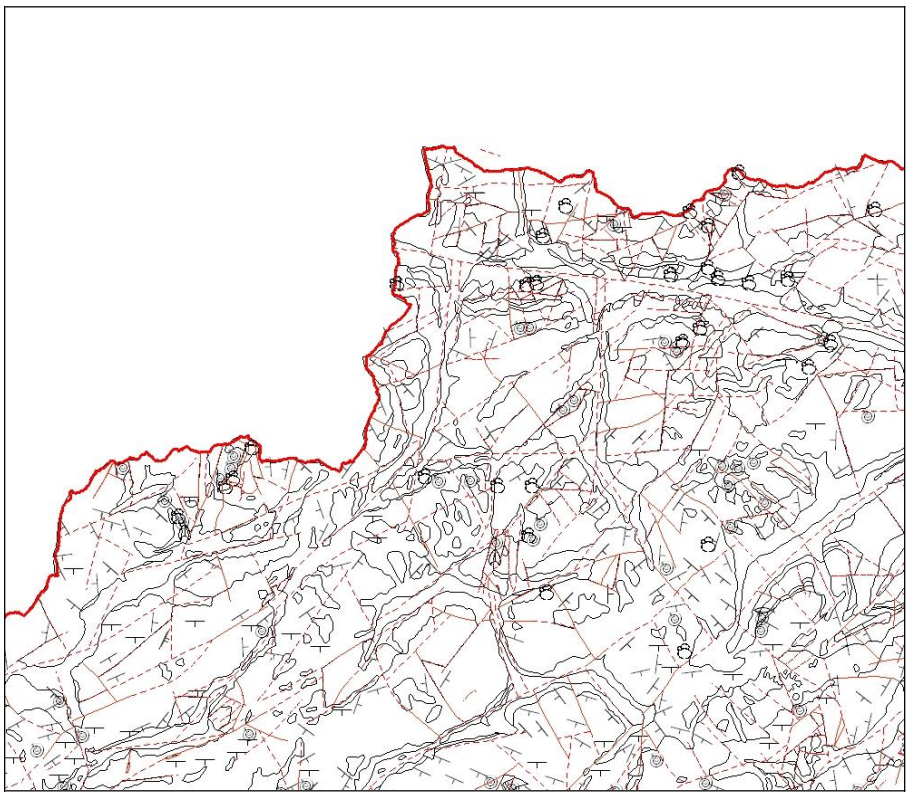
Ploskve se uporabljajo za prikaz večjih površin z enako lastnostjo in prikazujejo objekt ali pojav v pravi obliki. Spreminjamo jim način izrisa roba in notranjosti. Lastnost ploskev je, da s svojo barvo, tonsko vrednostjo in vzorcem prikazujejo lastnosti objekta. V izdelavo ploskev se nismo poglobili, ker ploskve preveč obremenjujejo sliko in so atributni podatki dovolj razumljivi.

Prikaz vsebine in atributnih podatkov za primer tolmača lista Beljak. Vsebuje zaporedno številko, ime kamnine, dobo, del dobe, opis kamnine in ime lista.

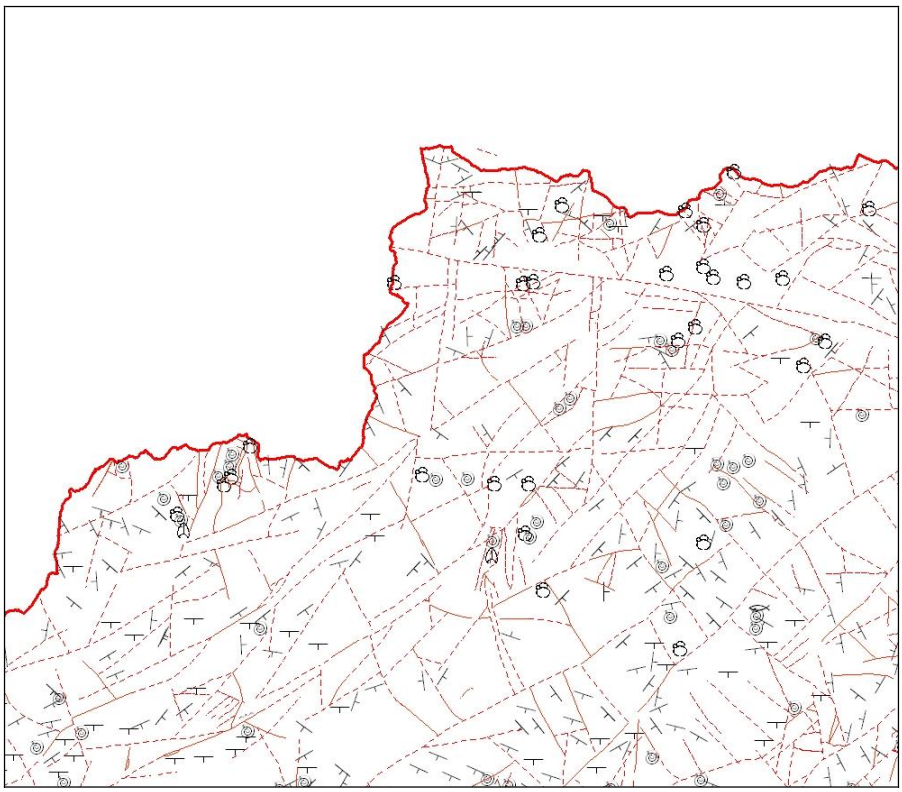
PMS	1
IME	SKRILAVEC, MELJEVEC, GRAUVAKA, PEŠČENJAK, KREMENOV KONGLOMERAT, LAPOR IN APNENEC ©
DOBA	MLAJŠI PALEOZOIK
DEL DOBE	KARBON
OPIS	Plasti, ki so na karti izdvojene kot karbonske se vlečejo v kilometer do 1,5 km širokem pasu od Peči na tromeji do Kamnitega vrha in Visoke Bavhe. Z mlajšimi kamninami so te plasti povsod v tektonskem kontaktu. Sestavljene so iz skrilavca, glinovca, meljevca, grauvake in subgrauvake, kremenovega peščenjaka in kremenovega konglomerata. Meljevec in glinasti skrilavec sta temno sive do črne barve in se pogosto menjavata s peščenjakom. Kremenov peščenjak, grauvaka in subgrauvaka so temno sive barve in izredno trdi.
LIST	Beljak

Slika 9: Primer tolmača lista Beljak v MS Access Forms

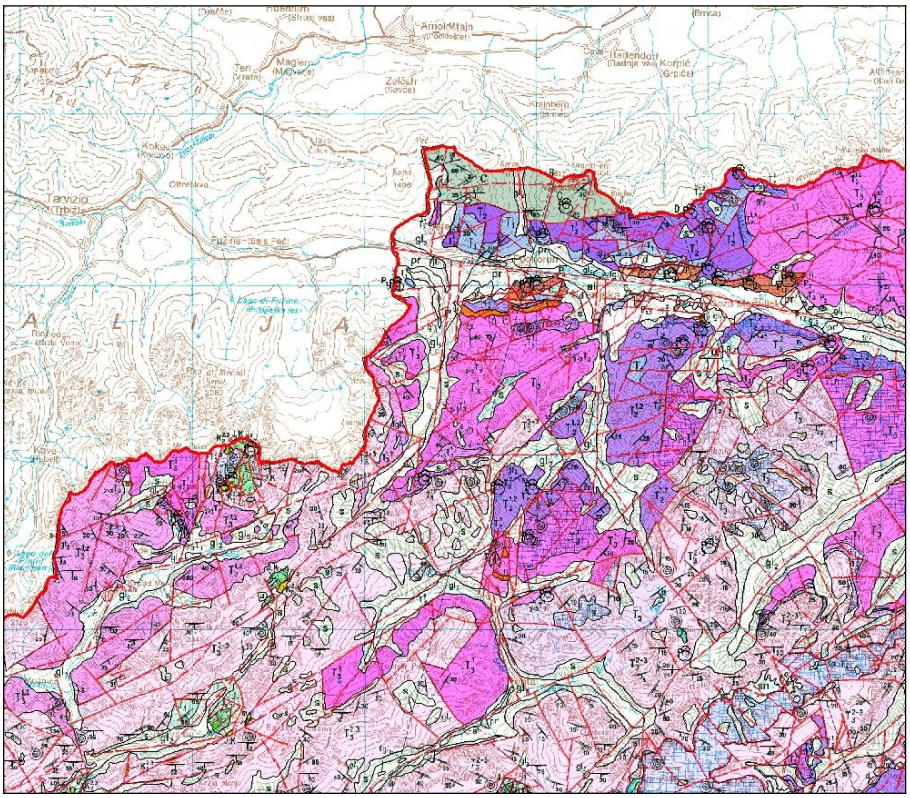
4.2.4 Izdelava geološke karte s prikazom točkovnih in linijskih simbolov



Slika 10: Končni izdelek geološke karte s prikazanimi točkovnimi, linijskimi in ploskovnimi simboli (karta Beljak) v merilu 1 : 200 000



Slika 11: Končni izdelek geološke karte s prikazanimi točkovnimi in linijskimi simboli (karta Beljak) v merilu 1 : 200 000



Slika 12: Končni izdelek geološke karte s prikazanimi točkovnimi, linijskimi, ploskovnimi simboli ter rastersko sliko (karta Beljak) v merilu 1 : 200 000

6 ZAKLJUČEK

V visokošolskem diplomskem delu je bila predstavljena pot od zgodovine geoloških kart do vzpostavitve geografskega informacijskega sistema geoloških podatkov in njegove uporabe v programskem okolju ArcGIS. Kako so pri vzpostavljanju zanesljive in učinkovite digitalne baze geoloških elementov kot so litološke enote, tektonski prelomi, nahajališča fosilov ipd. Baza podatkov je namenjena predvsem strokovni javnosti, lahko pa omogoči tudi preprostemu uporabniku vpogled v informacije o geologiji.

Pri pretvorbi analognih geoloških kart v digitalno obliko smo najprej proučili nastanek analognih kart, namen in željene cilje za ustrezne strokovnjake, predvsem geologe. Pri interpretaciji geoloških kart moramo biti pozorni, kaj nam ponazarjajo barve, štrafure, črkovno-znakovni simboli. Podlaga, ki daje osnovne tekstualne podatke o geološki zgradbi, strukturi in zgodovini terena, se imenuje tolmač. V njem je zbran opis geološke zgradbe in zgodovine proučevanega območja za vsak list tiskane karte posebej. Geološke karte so narejene na osnovi daljinskega zaznavanja, opisnih informacij terenskega stanja ter laboratorijskih proučevanj na terenu pridobljenih opazovanj in analiz vzorcev kamnin. Sodijo med tematske karte in nosijo izjemno veliko informacij, kar je poseben izziv za njihovo ustrezno grafično predstavitev. Postopek priprave in izdelave geološke karte je dolgotrajen in zapleten, saj je izdelava zelo zahtevna z vsebinskega, oblikovnega in tehnološkega vidika. Poleg predstavitve geoloških kart in izgradnje geografskega informacijskega sistema smo kot praktični del naloge izdelali standardne kartografske znake in linijske simbole za njihovo uporabo v digitalni obliki. V geografskem informacijskem sistemu so zajeti in prikazani tudi tekstualni podatki stratigrafskih enot in prelomov.

Geološka karta temelji na bazi podatkov, ki vsebuje grafične podatke o litoloških enotah, točkovnih pojavih in prelomih za celotno Slovenijo. Naš končni izdelek je geološka karta s prikazom točkovnih in linijskih simbolov. Vmesnim zapletom se žal nismo izognili. Težave in zamudnost je predstavljalo končno oblikovanje nekaterih točkovnih in linijskih simbolov. Nekatere točkovne simbole smo v Font Creatorju in ArcGIS izdelali s sestavljanjem več znakov v enega. Ustrezati so morali velikosti, obliki, barvi. Linijske simbole smo izdelali v programu ArcGIS s pomočjo »Style Manager«. Nekateri linijski simboli so sestavljeni iz točkovnih in linijskih simbolov. Potrebno jih je bilo ustrezno uskladiti in združiti v celoto.

7 VIRI

Uporabljeni viri

Aničić, B. 1984. Osnovna geološka karta SFRJ, Rogatec. Beograd, Zvezni geološki zavod.

Babić, Lj. 1969. Osnovna geološka karta SFRJ, Trst. Beograd, Zvezni geološki zavod.

Bukovac, J. 1983. Osnovna geološka karta SFRJ, Črnomelj. Beograd, Zvezni geološki zavod.

Buser, S. 1967. Osnovna geološka karta SFRJ, Postojna. Beograd, Zvezni geološki zavod.

Buser, S. 1968a. Osnovna geološka karta SFRJ, Gorica. Beograd, Zvezni geološki zavod.

Buser, S. 1968b. Osnovna geološka karta SFRJ, Ribnica. Beograd, Zvezni geološki zavod.

Buser, S. 1977.a Osnovna geološka karta SFRJ, Celje. Beograd, Zvezni geološki zavod.

Buser, S. 1977b. Osnovna geološka karta SFRJ, Celovec = Klagenfurt. Beograd, Zvezni geološki zavod.

Buser, S. 1986. Osnovna geološka karta SFRJ, Tolmin in Videm. Beograd, Zvezni geološki zavod.
Dimitrijević, M. D. 1978. Geološko kartiranje. Beograd, Izdavačko informativni centar studenata: 486 str.

Drobne, S. 2010. Metode prostorskih analiz v GIS. Študijsko gradivo pri predmetu »Metode prostorskih analiz v GIS« v 3. letniku Tehnično upravljanje nepremičnin. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 149 str.

Ferlan, M., Herlec, U. 2000a. Digitalna geološka karta in GIS. V: Hladnik, D. et al. Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 1999-2000: Zbornik referatov simpozija, Ljubljana, 26. september 2000. Ljubljana, Znanstvenoraziskovalni center SAZU, Zveza geografskih društev Slovenije, Zveza geodetov Slovenije: 209-225 str.

Ferlan, M., Herlec, U. 2000b. Priročnik za zajem »Osnovne geološke karte 1 : 25 000« in »Pregledne geološke karte 1 : 100 000«. Ljubljana, Univerza v Ljubljani: 58 str.

Grad, K. 1974. Osnovna geološka karta SFRJ, Kranj. Beograd, Zvezni geološki zavod.

INSPIRE Thematic Working Grup Geology. 2011. D2.8II4 INSPIRE Data Specification on Geology – Draft Guidelines. INSPIRE Data Specification for the spatial data theme Geology. INSPIRE Thematic Working Group Geology: 275 str.

Jurkovšek, B. 1987a. Osnovna geološka karta SFRJ, Beljak in Ponteba. Beograd, Zvezni geološki zavod.

Jurkovšek, B. 1987b. Tolmač listov Beljak in Ponteba: Osnovna geološka karta Republike Slovenije in Republike Hrvaške: 1 : 100 000. Beograd, Zvezni geološki zavod: 58 str.

Kvamme, K., Oštir Sedej, K., Stančič, Z., Šumrada, R. 1997. Geografski informacijski sistemi. Ljubljana, Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti: 476 str.

Lovrić, P. 1988. Opća kartografija. Zagreb, Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu: 291 str.

Markovič, S. 1988. Osnovna geološka karta SFRJ, Nadkaniža. Beograd, Zvezni geološki zavod.

Mioč, P. 1976. Osnovna geološka karta SFRJ, Slovenj Gradec. Beograd, Zvezni geološki zavod.

Mioč, P. 1981. Osnovna geološka karta SFRJ, Ravne na Koroškem. Beograd, Zvezni geološki zavod.

Osnovna geološka karta SFRJ: 1958-1989. 1989. Beograd, Savezni geološki zavod.

Pavšič, J. 2000. Osnove geologije. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo.: 110 str.

Petrovič D., Čar J., Čertalič S. 2010 Geološka karta »Idrijsko-Cerkljansko hribovje med Stopnikom in Rovtami«. V: Perko, D., Zorn, M. 2010. Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2009-2010. Ljubljana, Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU: 341 str.

Pleničar, M. 1968. Osnovna geološka karta SFRJ, Goričko. Beograd, Zvezni geološki zavod.

Pleničar, M. 1975. Osnovna geološka karta SFRJ, Novo mesto. Beograd, Zvezni geološki zavod.

Premru, U. 1982. Osnovna geološka karta SFRJ 1 : 100 000 list Ljubljana.

Savić, D. 1984. Osnovna geološka karta SFRJ, Delnice. Beograd, Zvezni geološki zavod.

Šikić, D. 1972. Osnovna geološka karta SFRJ, Ilirska Bistrica. Beograd, Zvezni geološki zavod.

SIST EN ISO 19113:2002 Geografske informacije – kakovostna načela (Quality principles)

Šikić, K. 1977. Osnovna geološka karta SFRJ, Zagreb. Beograd, Zvezni geološki zavod.

Šumrada, R. 2005a. Tehnologija GIS. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 330 str.

Šumrada, R. 2005b. Strukture podatkov in prostorske analize. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 284 str.

Žnidaršič, M. 1988. Osnovna geološka karta SFRJ, Maribor in Leibnitz. Beograd, Zvezni geološki zavod.

Spletni viri

Geološke karte. Geološki zavod Slovenije. 2012
http://www.geo-zs.si/podrocje.aspx?id=441 (Pridobljeno 3.7.2012)
http://www.geo_zs.si/podrocje.aspx?id =125 (Pridobljeno 5.7.2012)

ICA – karta meseca avgusta 2012. Geološki inštitut Slovenije. 2012
http://www.gis.si/ (Pridobljeno 6.8.2012)

Kaj je GIS?. ESRI. 2012
http://www.esri.com/what-is-gis/index.html (Pridobljeno 20., 21.6.2012)

Vidmar, G. 2012. Zajem in vizualizacija geoloških podatkov za GIS.
http://www.mfc-2.si/uploads/news/id33/vidmar_zajem_in_vizualizacija_geoloskih_podatkov_za_GIS.pdf (Pridobljeno 3.7.2012)

Ostali viri

Kovič, B. 1999. Geografski informacijski sistem kot podpora odločitvam v prostoru. Diplomska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za geodezijo: 104 str.

Ramovš, A. 1978. Geologija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, PZE za geografijo in Biotehniška fakulteta, VTO za biologijo: 197 str.

Fajdiga, D. 2006. Vzpostavitev interaktivne geološke karte na osnovi baze geoloških podatkov. Diplomska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba D. Fajdiga): 159 str.

SEZNAM PRILOG

PRILOGA A: SEZNAM GEOLOŠKIH ZNAKOV PRI ZAJEMU V PROGRAM MicroStation

PRILOGA A: SEZNAM GEOLOŠKIH ZNAKOV PRI ZAJEMU V PROGRAM MicroStation

V »knjižnicah« geoloških simbolov so predstavljene naslednje skupine znakov

FOLIACIJA/LINEACIJA

1.FOLIACIJA POSAMEZNO
2.FOLIACIJA STATISTICNO
3.INVERZ.FOLIAC. POSAMEZNA
4.INVERZ.FOLIAC. STATISTICNO
5.NAVPIC.FOLIAC.POSAM.EZNA
6.NAVPIC.FOLIAC.STATISTICNO
7.VODOR.FOLIAC. POSAMEZNO
8.VODOR.FOLIAC. STATISTICNO
9. NAGUBANA FOLIAC.
A.VPAD LINEACIJE
B.NAVPIC.LINEACIJA
C.VODOR.LINEACIJA
D.VPAD LINEAC./STATISTICNO
E.VODOR.LINEAC./STATISTICNO
F.KOMB.FOLIAC.&LINEACIJA
G.KOMB.FOLIAC.&2.LINEACIJI

FOSILI

1.MAKROFAVNA/MORSKA
2.MAKROFAVNA/BRAKICNA
3.MAKROFAVNA/SLADKOVODNA
4.MIKROFAVNA/MORSKA
5.MIKROFLORA/MORSKA
6.MAKROFLORA
7.PELOD
8.RIBE
9.SESALCI

GEOMORFOLOŠKA OPAZOVANJA

1.ROB TERASE/JEZA/OPAZOVANA
2.ROB TERASE/JEZA/FOTOGEOLOSKO
3.KRNICA

4.CELNA MORENA
5.VALOV
6.KRASKA JAMA
7.DINA
8.BARHAN

GRADBENI MATERIAL

1.NAH.GRADBENEGA KAMNA
2.NAH.OKRASNEGA KAMNA
3.NAH.CEMENT.LAPOROVCA
4.NAH.PRODA/GRAMOZA
5.NAH.PESKA
6.NAH.OPEKARSKE GLINE
7.KAMNOLOM GRADB.KAMNA
8.KAMNOLOM OKRAS.KAMNA
9.KAMNOLOM CEMENT. LAPOROVCA
A.PRODOKOP/GRAMOZNICA/POMEMBNE
B.PESKOKOP/POMEMBNEJSI
C.GLINOKOP/POMEMBNEJSI

HIDRO/INZ/GEOLOGIJA

1.PLAZ/ZEMELJSKI
2.IZVIR
3.KRASKI IZVIR
4.MINERALNI IZVIR
5.TERMALNI IZVIR
6.TERMOMIN. IZVIR
7.TOPLICE Z MIN. VODO
8.TOPLICE S TERM. VODO
9.TOPL.S TERMOMIN.VODO
A.VAZNEJSI PONOR
B.ESTAVELA
C.VRULJA

MEJA

1.NORM.ODKRITA/SLEDENA
2.NORM.POKRITA/PRIBLIZNA

3.NORM.FOTOGEOLOSKA
4.POSTOP.PREHOD/NEDEFIN.
5.POSTOP.PREHOD/POKR.-PRIBL.
6.TEKT.-EROZ./SLEDENA
7.TEKT.-EROZ./POKRITA-PRIBLIZNA
8.TEKT.-EROZ./FOTOGEOLOSKA
9.INTRUZ.MAGM./OSTRA
A.INTRUZ.MAGM./POKRITA-PRIBL.
B.IZLIVNEGA VULKANITA
C.NEJASNA/POKRITA?NORMALNA
D.NEJASNA OPAZOVANA?TRANSGRES.

MINER/SUROV/PREMOGI

FOSILNA GORIVA/POJAVI
FOSILNA GORIVA/UGOT.ZALOGE
IZDANKI PREMOGA
KOVINSKI MIN./POJAVI
KOVINSKI MIN./UGOT.ZALOGE
NEKOVIN. MIN./POJAVI
NEKOVIN. MIN/UGOT.ZALOGE
RUDNA ZILA
VPAD RUDNE ZILE
»ZELEZNI KLOBUK«

RUDARSTVO

1.PRALNICA RUDE
2.ZLINDRISCE
3.JALOVISCE
4.SKUPINA JALOVISC
5.TOPILNICA
6.JASEK
7.SKUPINA JASKOV
8.POVR.KOP/AKTIVEN
9.POVR.KOP/OPUSCEN
A.JAMSKO DELO/AKTIVNO
B.JAMSKO DELO/OPUSCENO
C.POMEMBEN RAZKOP
D.GLOB.VRTINA/POSAMEZNA

E.GLOB.VRTINE/20-50
F.GLOB.VRTINE/50 IN VEC

STAROST KAMENIN

MALE ČRKE (ČRNE)
MALE ČRKE (RDEČE)
MALE GRŠKE ČRKE
SREDNJE CRKE/STEVILKE
VELIKE ČRKE (ČRNE)
VELIKE ČRKE (RDEČE)
VELIKE GRŠKE ČRKE
ZELO VELIKE (ČRNE)

TEKT/KLIVAZ RAZPOKE/VPAD

1.KLIVAZ
2.NAVPICEN KLIVAZ
3.VODORAVEN KLIVAZ
4.RAZPOKE/POSAMEZNE
5.SISTEMA RAZPOK
6.NAVPIC.RAZPOKA/POSAMEZNA
7.SISTEM NAVPIC.RAZPOK
8.VODOR.RAZPOKA/POSAMEZNA
9.SISTEM VODOR.RAZPOK
ATOČKOVNI DVOJNI

TEKTONIKA/MALE GUBE

1.SIN-ALA Z VODOR.OSJO
2.SIN-ALA Z OSJO,KI TONE
3.ANTI-ALA Z VODOR.OSJO
4.ANTI-ALA Z OSJO,KI TONE
5.VODORAVNA OS GUB
6.VPAD OSI GUB
7.OS GUB (KOMB)

TEKTONIKA /PRELOM

A11.RELAT. SPUSCEN BLOK

A19.POKRITO CELO LUSKE

TEKTONIKA /PRELOMI – 2

1.OPAZOVAN
2.POKRIT/NEJASNO LOCIRAN)
3.PREDPOSTAVLJEN
4.P. ALI VELIKA RAZPOKA/FOTOGEOLO
5.CELO NARIVA
6.POKRITO CELO NARIVA
7.VERTIKALNI
8.VPAD PRELOMNE PLOSKVE
9.DRSE NA PREL.PLOSKVI
A.PREMIK OB PREL./VODORAVNI
B.PREMIK OB PRELOMU SPLOSNO
C.RELAT. SPUSCEN BLOK LINIJSKI
C2.RELAT.SPUSCEN BLOK
D.GRAVITAC.PRELOM Z VPADOM
E.GRAV.PRELOM/VERTIKAL
F.DIAPIRSKI STIK
H.MILONIT
I.PRELOMNA CONA
J.CELO LUSKE
K.POKRITO CELO LUSKE
L.TEKTONSKA KRPA(OKNO)

TEKT/TRASA-PLASTI/FOLIACIJE

1. SPREM./Z VPAD.&NAVPIC.
2. KONST./Z VPAD.&NAVPIC.
3.FOTOGEOLOSKO OPAZOVANA
4.VERTIKALNIH/FOTOGEOLOSKO
5.STRMEGA VPADA/FOTOGEOLOSKO
6.SREDNJEGA VPADA/FOTOGEOLOSKO
7.BLAGEGA VPADA/FOTOGEOLOSKO
8.SKORAJ VODORAVNIH

TEKTONIKA/VELIKE GUBE

1.OS SIN-ALE/POKON.-POSEVNE
2.OS SIN-ALE/PREV.-POLEGLE

3.OS ANT-ALE/POKON.-POSEVNE
4.OS ANT-ALE/PREV.-POLEGLE
5.OS SIN-ALE./ANT-ALE/KI TONE
6. DOMA
7.BAZEN
8.BRAHISINKLINALA
9.BRAHIANTIKLINALA
A.FLEKSURA
B.OS SIN-RIJA/POKON.-POSEV.
C. OS SIN-RIJA/PREVRNJENEGA
D.OS ANT-ORIJA/POKON.-POSEV.
E.OS ANT-ORIJA/PREV.-POLEGLEGA
F.OS SIN-RIJA/ANT-RIJA/KI TONE
G. TRASA OSNE RAVN.Z VPADOM
H.VPAD OSNE RAVNINE
I.NAVPICNA OSNA RAVNINA
J. VODOR. OSNA RAVNINA
K.IZOKLINALNE GUBE/STATISTICNO

TEKT./VPAD PLASTI

1.POSAMEZNI
2.STATISTIČNI
3.NAGUBANIH
4.INVERZ./POSAMEZEN
5.INVERZ./STATISTICNO
6.Z ODLITKI
7.INVERZ./Z ODLITKI
8.Z RITMITI/POST.ZRNAV.
9.INVERZ./Z RITMITI.-POSTOP.ZRN.
A. NAVPICNIH/POSAMEZNI
B.NAVPICNIH/STATISTICNO
C.VODORAVNE POSAMEZNE
D.VODORAVNIH STATISTICNO
E.DOBLJEN S PODZEMNIMI DELI

MAGM.KAMN./GLOBOCNINE

KISLE IN NEVTRALNE
KISLE NEVTRALNE

BAZIČNE

ULTRABAZICNE

SEDIMENTI/KVARTARNI

1.MORSKI

DELUVIJ

EOLSKI PESEK

LEHNJAK

JEZERSKI IN BARJANSKI

LKEDENISKE VODE SEDIME

MORENE

TERASE VIŠJE

BARJANSKI SEDIMENTI

PROLUVIJUM

LES-PUHLICA

TERRA ROSSA

2.VULKANOGENI

ZMRZAL SULIFLUKCIJA

TERASE

ALUVIJUM

METAMORFNE KAMNINE

SKRILAVEC/GLINENI

FILIT

KVARCIT

MARMOR 1

MARMOR 2

ZELENI SKRILCI

AMFIBOLSKI SKRILAVCI IN AMFIBOL

AMFIBOL.SKRIOLAVCI IN AMFIB. 2

BLESTNIKI IN LIPTINOLITI

GNAJSI

GRANULITI

OČESNE STENE

OČESNO-AAMIGDALOIDNE KAMENINE

AMIGDALOIDNE KAMENINE

PORFIROBLASTIČNE KAMENINE

SEDIMENTACIJSKO OKOLJE

KOPENSKO
BRAKICNO
SLADKOVODNO
FLIS/TURBIDITNO
VULK.-SEDIM./KISLI
VULK.-SEDIM./BAZICNI

SEDIMENTI

GLINA/OGNJESTALNA
PEŠČENJAK/MASIVEN
GLINAVEC/SKRILAVI
1.TLA/PREPERINA
2.PESEK
3.PROD/GRAMOZ
4.LEHNJAK
5.APNENEC/PLASTNAT
6.APNENEC/MASIVEN
7.DOLOMIT/PLASTNAT
8.DOLOMIT/MASIVEN
9.GLINA
A.GLINAVEC
B.LAPOR
C.LAPOROVEC
D.GLINA/OGNJEVARNA
E.ROZENEC
F.PESCENJAK/PLASTNAT
G.PESCENJAK/MASIVEN
H.KONGLOMERAT
I.DROBA
J.PREMOG
K.BRECA
L.GLINAVEC/BITUMIN.SKRILAVI
M.SADRA.ANHIDRIT
N.SOL
O.GOMOLJI/NODULE
P.OOLITI

VULKANSKE/ZILNINE/PIROKL/SPRE

LAMPORFIR
BAZIČNE STENE 1
BAZIČNE STENE 2
PREDORNINE Z GLINENČEVIMI N.
AŠISTNE ŽILNINE
DIAŠISTNE ŽILNINE
APLIT
HIDROTERMALNO SPREMENJENE
PIROKLASTITI
VULKANSKI AGLOMERAT
ROGOVCI IN TERMOMETAM.KAM.
SKARNI-KONTAKNOMETAM.K.
PROPILATIZIRANE KAMENINE
OKREMENJENE KAMNINE
KISLE IN NEVTRALNE STENE