

## Zajem in vizualizacija geoloških podatkov za GIS

Gregor Vidmar, *MFC&L d.o.o.*

Aleš Zdešar, *Mestna občina Kranj*

dr. Uroš Herlec, *Oddelek za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani*

dr. Miran Ferlan, *Katedra za geoinformatiko in katastre nepremičnin Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani*

### IZVLEČEK

Študijska naloga je bila izvedena v okviru dveh diplomskih nalog v sklopu širšega **projekta poizkusne študijske izdelave in testiranja Geološkega GIS**, ki poteka v sodelovanju **Oddelka za geologijo NTF in Oddelka za geodezijo FGG**, pod vodstvom dr. **Uroša Herleca** in dr. **Mirana Ferlana**, s soglasjem **Geološkega zavoda Slovenije**, ki nam je zagotovil tudi izhodiščno dokumentacijo.

Poskusno smo zajeli in preoblikovali obstoječe geološke kartografske (geološke karte) in opisne (terenske beležke) podatke v obliko primerno za vnos v geografski informacijski sistem (GIS). Postopek je vključeval:

- digitalni zajem in obdelavo geoloških grafičnih – kartografskih podatkov;
- digitalni zajem in obdelavo pripadajočih geoloških opisnih podatkov.

Temeljni vir geoloških podatkov je predstavljala osnovna geološka karta severnega dela lista Tolmin v merilu 1:25.000 (OGK25) in njej pripadajoče obhodne karte in terenske beležke.

### 1. UVOD

GIS – geografski informacijski sistem

Kaj je smisel GIS?

- zajemanje prostorskih podatkov;
- urejanje, obdelava in pretvorba prostorskih podatkov;
- shranjevanje prostorskih podatkov;
- ažuriranje (obnavljanje) in spreminjanje prostorskih podatkov;
- manipulacija s podatki in izmenjava prostorskih podatkov;
- iskanje, povezovanje in predstavitev prostorskih podatkov;
- analize in kombinacije prostorskih podatkov;
- upravljanje prostorskega podatkovnega sistema ter trženje izdelkov in storitev.

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 [5].

Analogne geološke karte so učinkovit medij za kartografsko predstavitev in v večini primerov tudi edini analogni medij za shranjevanje geoloških prostorskih podatkov. 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 posodabljeni (obnavljati) [5].



Slika 1: Del barvno skenirane geološke karte Bohinjska Bistrica v merilu 1:25.000 [2].



Slika 2: Del skenirane črno-bele obhodne karte Ravne v merilu 1:25.000 [3].

## 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.

## 2. OBDELAVA GEOLOŠKIH GRAFIČNIH PODATKOV

### Skeniranje

Skeniranje kart je postopek spreminjanja točk, znakov, linij in poligonov na analogni karti v piksele (slikovne elemente) rastrske slike z izbrano velikostjo. Skeniranje kart mora biti dovolj kvalitetno! To je pomembno za nadaljnjo obdelavo kart oz. za vektorizacijo (digitalizacijo) kart.

Geološke karte v merilu 1:25.000 (Krn, Breginj, Kobarid, Tolmin, Polovnik, Slap Savice, Bohinjska Bistrica, Ravne in Podbrdo) so bile skenirane barvno (24 bitov), pri ločljivosti 300 dpi, obhodne karte istih listov pa v črno beli tehniki (1 bit), prav tako pri ločljivosti 300 dpi.

### Vektorizacija in zaslonska digitalizacija

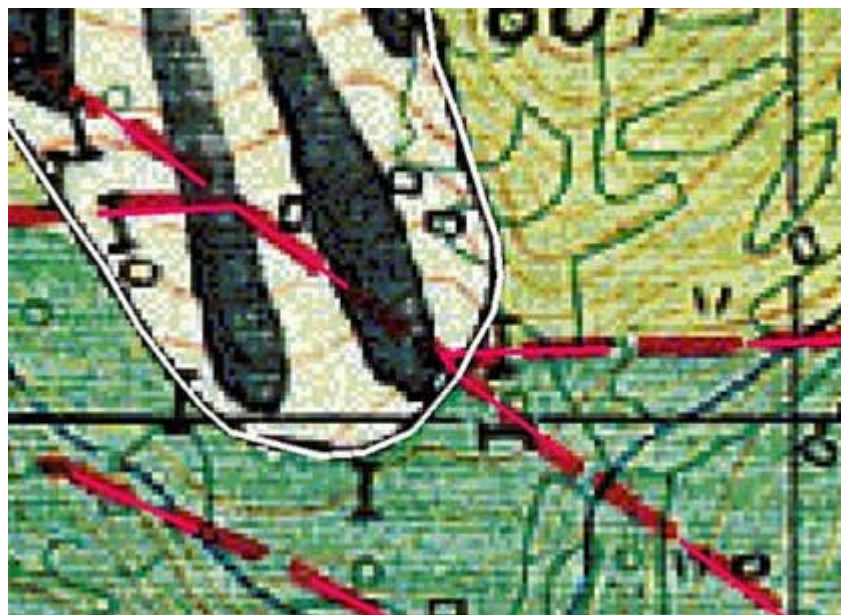
Vektorizacija je postopek spreminjanja rastrskih podatkov v vektorske. V našem primeru smo izvedli zaslonsko digitalizacijo, ki je eden od načinov vektorizacije, kjer vlečemo linije skozi piksele rastrske slike. V postopku sledenja določamo vektorski potek objekta. Mesta, kjer nastopajo spremembe smeri, so zajeta kot točke, povezane z linijami.

Postopek zaslonske digitalizacije smo izvedli s programom Microstation podjetja Bentley Systems. Program se lahko uporablja kot CAD orodje (računalniško podprto projektiranje v 2D in 3D prostoru) ali kot GIS orodje.

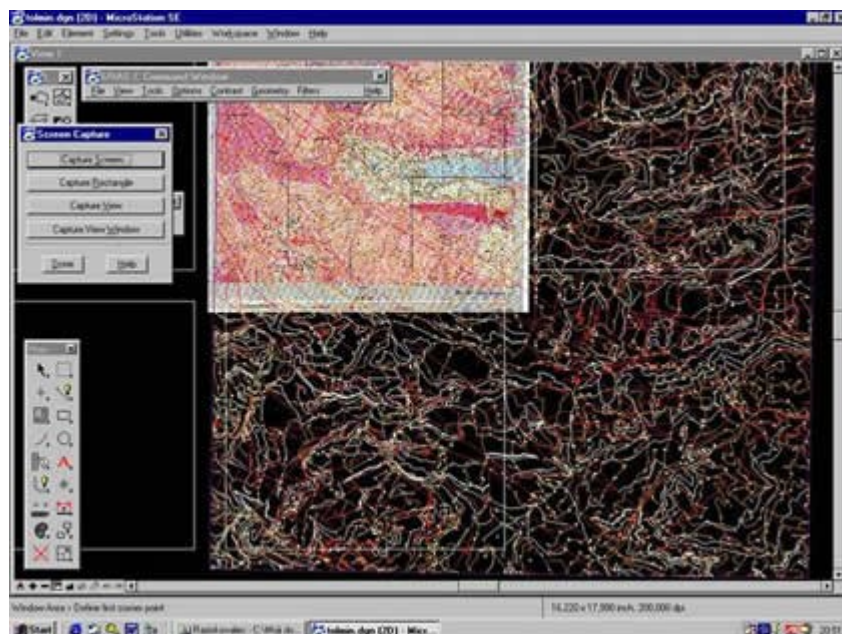
Preden smo lahko začeli z vektorizacijo je bilo potrebno izdelati knjižnico digitalnih vektorskih standardiziranih geoloških simbolov, ki jih uporabljamo pri izrisovanju vektorske karte. Pred zaslonsko digitalizacijo smo rastrske podlage v programu Microstation geografsko locirali, s čimer smo jim pripisali točne koordinate v prostoru.

Digitalno smo zajeli tri skupine geoloških prostorskih podatkov:

- točkovne elemente (statični znaki, spreminjajoči znaki in tekst),
- linijske elemente (meje, prelomi),
- ploskovne elemente (površine oz. poligoni).



Slika 3: Primer vektorizacije geoloških linij na rastrsko podlago geološke karte Podbrdo v merilu 1:25.000 [1].



Slika 4: Vektorizacija linijskih in točkovnih geoloških elementov severovzhodnega dela lista Tolmin v merilu 1:25.000 v Microstation okolju [7].

Poleg geoloških kart smo zajeli tudi linijske in točkovne elemente obhodnih kart. Terenska obhodna karta z opisnimi podatki (terenske beležke), ki jo izdelujejo geologi pri terenskem delu, je osnova za izdelavo geološke karte. Digitalne prostorske geološke podatke obhodnih kart (linije obhodov in točke opazovanja) lahko znotraj GIS sistema povezujemo z digitalnimi opisnimi podatki (terenske beležke) – relacijska zbirka podatkov.

S prekrivanjem podatkovnih slojev (geološke karte in obhodne karte) lahko preverimo pravilnost interpretacije, pravilnost izrisa geoloških mej, primerjamo podatke med seboj, kontroliramo delo terenskega geologa. Enostavno in hitro lahko pregledujemo dosedanjo raziskanost ozemlja, prepoznamo ozemlja z nezadostno gostoto terenskih točk, določimo terene, ki so problematični in jih je potrebno natančneje pregledati, itd.

#### Vizualizacija digitalne geološke karte

Po opravljeni zaslonski digitalizaciji smo digitalne podatke preverili glede na avtorske delovne karte, jih popravili in pripravili za vizualizacijo. Pred vnosom atributov za določitev vrednosti poligonov je bilo potrebno preveriti ali so vsi poligoni zaključeni. Samo zaključen poligon lahko dobi ustrezno atributno vrednost (ploskovna oznaka, barva). Na geoloških kartah zaključene poligone tvorijo vse litostratigrafske enote, ki jih med seboj ločijo linijski elementi karte kot so meje in prelomi. Pregledovanje in popravljanje poligonov je potekalo sistematično čez celotno digitalizirano karto s podlago rastrskih slik, ki so bile osnova za izdelavo digitalne karte.

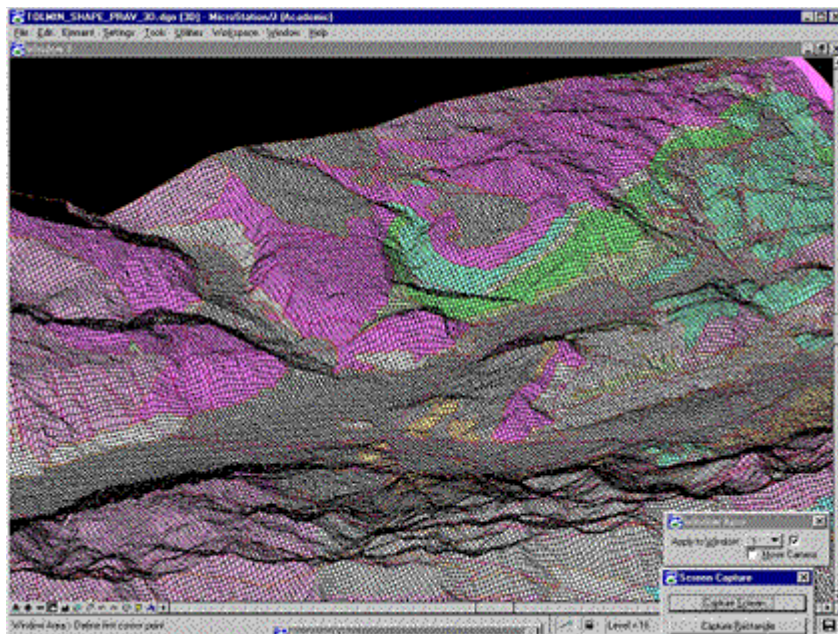
Zaključenim poligonom vektorske slike lahko dodajamo attribute (lastnosti). V tem primeru so to barve, ki predstavljajo posamezne litostratigrafske enote na geološki. Na pobarvano vektorsko sliko lahko polagamo nove podatkovne sloje z različnimi geološkimi elementi (točkovni in linijski elementi: npr. oznake za starost, vpad plasti, stratigrafski elementi, tektonski strukturni elementi, ...).

#### Prostorski orientacijski temelj oz. podlaga geoloških prostorskih podatkov

Prostorski orientacijski temelj – osnova geoloških kart so topografske karte, na katere vnašamo (pozicioniramo) značilne geološke elemente kot znake/simbole.

Poleg topografske osnove se vse bolj uporablja tudi trirazsežnostni digitalni model reliefa (DMR), ki je kompleksna prostorska predstavitev reliefa in vključuje enakomerno mrežo višinskih točk ter ostale najbolj značilne geomorfološke terenske linije in točke.

Za prostorsko podlago digitaliziranim rastrskim in vektoriziranim geološkim podatkom za navedne liste rokopisne OGK25 smo uporabili digitalni model reliefa (DMR). Na Geodetski upravi Republike Slovenije v Ljubljani smo za celotno obravnavano območje kupili mrežo točk s koordinatami (x,y,z) 25-metrške mreže (ločljivost 25 x 25 m) ter dodatne višinske točke (vrhove ipd.), ki je bila za območje zahodne Slovenije izdelana vzporedno z izdelavo ortofoto načrtov (DOF 5) v merilu 1:5000.



Slika 5: Tridimenzionalna vizualizacija digitalne geološke karte na območju Bohinja (smer pogleda SW – NE) [7].

### 3. OBDELAVA GEOLOŠKIH OPISNIH PODATKOV

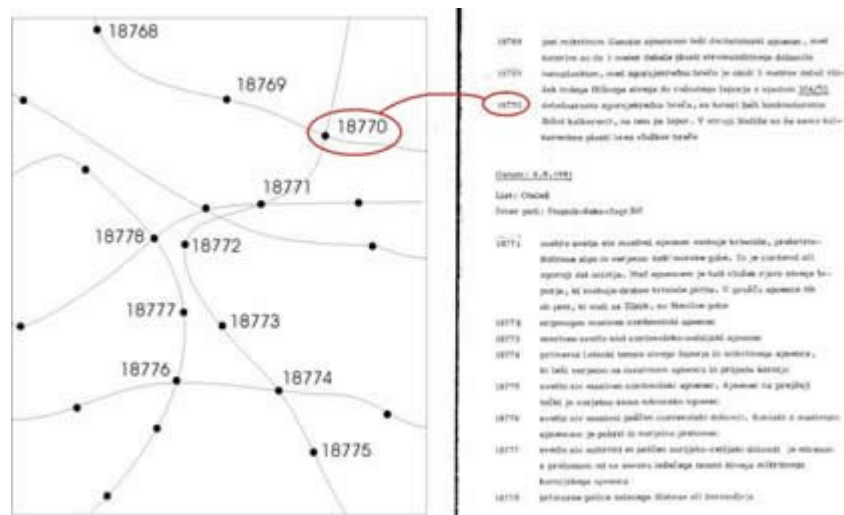
Osnovni geološki karti pripadajoče atributne podatke predstavljajo terenske beležke, ki so kot opisni podatki terenskih geologov nastajale sočasno z nastajanjem terenske obhodne karte. Digitalni zajem in obdelava tipkopisov terenskih beležk je vseboval naslednje korake:

- skeniranje tipkopisov beležk in poprava teksta;
- zajem in obdelava terminov;
- razčlenitev geoloških opisov terenskih točk v obliko primerno za vnos v relacijsko bazo podatkov.

#### Skeniranje in poprava teksta

Skeniranje tipkopisov beležk je bilo izvedeno pri ločljivosti 300 dpi v črno-beli tehniki (1 bit). Skenogrami so bili obdelani s programom »Recognita standard OCR 3.2« za računalniško avtomatsko prepoznavanje teksta. Prepoznano besedilo je bilo shranjeno v MS Word formatu (.doc).

Popravo skeniranih terenskih beležk smo izvršili v programu MS Word. Urejene digitalizirane beležke so shranjene v .doc formatu in so, z izjemo slikovnega materiala, popolnoma enake tipkanim originalom. Tako bodo ti podatki dostopni v povezavi z digitalno obliko geološke karte. Slikovni del skeniranih beležk je zaenkrat shranjen kot skenogram v .tiff formatu, ki pa ni primeren za uporabo v GIS sistemu. V nadaljnjem postopku bo potrebno ves slikovni del beležk preoblikovati z ustreznim grafičnim programom v obliko, ki bo shranjena v prostorski bazi podatkov in bo v GIS sistemu ustrezno povezana s tekstovnim delom beležk.



Slika 6: Vsaki točki na terenski karti obhodov pripada samo en opis v terenskih beležkah (obhodna karta na sliki je narisana shematsko – njena podlaga je državna topografska karta 1:25.000).

### Zajem in obdelava terminov

S pomočjo programa MS Word smo izvedli zajem vseh terminov in ostalih besed navedenih v terenskih beležkah in tolmaču za list Tolmin. Od vseh možnih oblik posamezne besede smo ohranili le po en zapis (m. sp., 1. skl., ed./1. skl./nedoločnik). Vse besede smo razvrstili v štiri osnovne skupine: samostalnik, pridevnik, glagolnik in glagol. S tem smo izdelali nabor terminov, ki se uporabljajo kot nosilci informacij pri zajemu in vnosu atributnih podatkov za GIS.

Ob tem je potrebno izpostaviti velik pomen terminologije za samo stroko. Eden najpomembnejših temeljev za vzpostavitev in delovanje GIS sistema je **strokovno/znanstveno dogovorjena - standardizirana, usklajena** in s tem splošno veljavna terminologija! Prav **poenotenje strokovne terminologije** pri prehodu na novo metodologijo in tehnologijo je temeljnega pomena za nadaljnji uspešen razvoj, ne samo geološke stroke, pač pa katere koli stroke!

### Razčlenitev geoloških opisov terenskih beležk

Geološki podatki, ki so v terenskih beležkah podani v opisni obliki, za potrebe GIS pravzaprav niso neposredno uporabni. Za kar največjo uporabnost jih je predhodno potrebno pravilno razčleniti na osnovne enote posredovanja - nosilce informacij. Za vnos, vzpostavitev in učinkovito delovanje GIS sistema je bilo potrebno zasnovati metodo razčlenjevanja tekstovnih geoloških podatkov.

Osnovni princip razčlenjevanja besedila geoloških opisov je predstavljala določitev optimalne minimalne kombinacije opazovanih objektov in njim pripadajočih atributov, ki zadovoljivo prenašajo v relacijsko bazo vse elemente geološkega opisa, ki jih sicer vsebuje besedilo beležk. Vsak geološki opis točke opazovanja je bilo torej potrebno preoblikovati – razčleniti v zaporedje geoloških objektov in njihovih atributov. Šele potem so opisni podatki primerni za vnos v relacijsko bazo podatkov.

## 4. ZAKLJUČEK

Ugotavljamo, da postopek vektorizacije geoloških kart s programom Microstation zahteva od izvajalca dobra osnovna znanja geologije, predvsem pa prepoznavanje vseh elementov geoloških kart – standarda za njegovo izdelavo. Potrebno je obvladati osnove upravljanja z računalniškimi datotekami in osnovne postopke upravljanja z orodji v Microstation okolju.

Pred začetkom sistematičnega zajema kartografskih podatkov za državni Geološki GIS bi bilo nujno potrebno s konsenzom celotne stroke dopolniti obstoječe in določiti nove standarde za vse elemente elektronskih geoloških kart in njihove attribute (geološki objekti, kartografski objekti, barvna lestvica, tekstovni točkovni objekti). S tem bi se v veliki meri izognili naknadnim dopolnitvam strukture elektronske prostorske baze podatkov, ki največkrat predstavljajo težavne postopke in

dodatne stroške.

Ugotovili smo, da je poenotenje geološke terminologije najbolj pomembno za vzpostavitev učinkovitega geološkega GIS in nadaljnji razvoj slovenske geologije nasploh, saj bi to pomenilo poenotenje – standardizacijo in nujno tvorno sodelovanje vseh najpomembnejših posameznikov in geoloških ustanov v Sloveniji. Nabor terminov (šifranti) mora biti predhodno usklajen in dorečen. Uvedba vsakega novega termina bi morala biti komisijsko potrjena.

Ugotavljamo, da razčlenjevanje geoloških opisov terenskih beležk in vnašanje le-teh v bazo podatkov za GIS zahteva od izvajalca visoko geološko izobrazbo, terenske izkušnje geološkega kartiranja ter navsezadnje tudi poznavanje subjektivnih značilnosti podajanja geoloških opisov avtorja terenskih beležk. Poleg tega je potrebno poznati osnovni princip in strukturno zgradbo relacijske baze podatkov za GIS.

## LITERATURA

1. *Avtorska delovna geološka karta, L 52-25/1, Podbrdo [kartografsko gradivo], 1:25.000.* Buser, S. Geološki zavod Ljubljana. 1979.
2. *Avtorska delovna geološka karta, L 52-25/2, Bohinjska Bistrica [kartografsko gradivo], 1:25.000.* Buser, S. Geološki zavod Ljubljana. 1979.
3. *Avtorska delovna geološka karta, L 52-25/3, Ravne [kartografsko gradivo], 1:25.000.* Buser, S. Geološki zavod Ljubljana. 1979.
4. *»Konceptualni model GIS-a za geologijo«, Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2001-2002.* Ferlan, M. & Herlec, U. ZRC SAZU. 2002.
5. *Osnovna geološka karta SFRJ, L 33-64, Tolmin [kartografsko gradivo], 1:100.000.* Buser, S. Zvezni geološki zavod Beograd. 1986.
6. *Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000, Tolmač listov Tolmin in Videm (Udine): L 33-64, L 33-63.* Buser, S. Zvezni geološki zavod Beograd. 1986.
7. *Zajem in vizualizacija OGK25 severovzhodnega dela lista Tolmin za GIS.* Vidmar, G. Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo. 2002.
8. *Zajem in vizualizacija OGK25 severozahodnega dela lista Tolmin za GIS.* Zdešar, A. Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo. 2002.