

## POVIJESNI I VREMENSKI OPIS STAROG GRADA VARAŽDIN

### SAŽETAK

Stari grad u Varaždinu, kao dio Gradskog muzeja u Varaždinu (GMV) vrlo je interesantno područje za implementaciju GIS-a. U GMV postoje mnoge karte, planovi, vedute, fotografije i opisni podaci odnosno grafički i negrafički podaci o području varaždinske povijesne jezgre. Tridesetak karata opisuje grad Varaždin kroz šest stoljeća. Ovaj rad prikazuje kako se mogu modelirati ti podaci za potrebe Muzeja, Zavoda za zaštitu spomenika kulture, turističkog ureda, Urbanističkog zavoda i slično. Za tu svrhu korišten je GIS alat koji objedinjuje bazu podataka, digitalizirane karte i skanirane slike. Najproblematičniji dio ovog projekta je modeliranje vremena. Taj problem se može riješiti na više načina, a neki od njih su prikazani i diskutirani.

### KLJUČNE RIJEČI:

Geografski informacijski sustav (GIS), Gradski muzej Varaždin (GMV), vremenski model, International-PostGraduate-Study-on-GIS, varaždinska povijesna jezgra, prostorno-vremenka analiza, interaktivni alati.

### 1. UVOD

Mnoštvo raznorodnih podataka koji su objedinjeni u svakom muzeju najčešće nisu fizički lako dostupni. Dostupnost podacima je ograničena kako profesionalcima, tako i posjetiteljima i drugim korisnicima građe muzeja.

Tridesetak karata, mnogi crteži, vedute i ostali grafički podaci nepogodni su za stalno izlaganje, jer zauzimaju mnogo izložbenog prostora. Prostor je problem mnogih muzeja u nas, ali i u svijetu.

Da bi se povećala pristupačnost tim podacima potrebno je slikovne podatke unijeti u informacijski sustav, a za to je potpuno prikladan GIS alat, jer osim što podržava obradu slike, podržava i rad sa bazom podataka. Riješenje ovog problema ujedno je jedna od mogućnosti informatizacije muzeja. Da bi se istražile mogućnosti izgradnje informacijskog sustava koji sadrži vremensku i prostornu komponentu pokrenut je pilot projekt čije područje je prikazano na slici 1.

slika 1

Ovaj rad predložuje način pohrane, prezentaciju, pretraživanje i analizu muzejske građe. Projekt je ujedno bio moj praktični zadatak International Post-Graduate Study on GIS u organizaciji Tehničkog univerziteta iz Beča održanog u Italiji od veljače do rujna 1994. godine. Projekt je rađen u Uredu za katastarsko-geodetske poslove u Varaždinu gdje sam i zaposlen. Za ovaj projekt su korišteni brojni znanstveni radovi i knjige vezane uz urbanistički razvoj Varaždina i povijest Starog grada.

Ideja je povezati svaku kartu sa vremenskom epohom koju prikazuje, kao što je vidljivo na slici 2.

Slika 2

Projekt ima dva cilja:

1. Prezentacija povijesti varaždinskog Starog grada u povijesnom i vremenskom smislu. Razvoj vizualizacije karata i povezivanje istih sa povijesnom bazom podataka.
2. Vremenska, prostorna i vremensko-prostorna analiza projektnog područja.

Ideja je postići navedene ciljeve što znači prikazati povijest i promjene u povijesnoj gradskoj jezgri. Da bi to postigli potrebni su podaci. Oni su karte, povijesne činjenice, pisani materijali i dokumenti. Grafički podaci, (karte, vedute i fotografije i sl.) su skanirane i/ili digitalizirane, a tekstualni podaci su učitani tastaturom.

Za ovaj projekt bili su interesantni svi entiteti izgrađeni ljudskom rukom. Nakon prikupljanja većine izvornih podataka (izvornika), identificirani su slijedeći entiteti:

1. izgrađene površine,
2. površine pod vegetacijom,
3. zemljani bedemi,
4. zgrade,
5. ulice i trgovi
6. vodene površine i
7. ulični blokovi.

Budući da je ovaj projekt izrađen za potrebe školovanja, entiteti su odabrani tako da su vremensko-prostorne promjene jasno vidljive.

Ulazni podaci:

1. grafički i
2. negrafički (tekstualni).

Glavni izvor podataka su karte. One su pohranjene većinom u GMV, a djelomično u Uredu. Prvonavedene karte nije bilo moguće digitalizirati u Muzeju, jer za to ne postoje hardverski, softverski i prostorni uvjeti, zbog toga su za ovu potrebu izrađene fotografije svih interesantnih karata. Zbog hardverskih ograničenja fotografije nisu u mjerilu 1:1, već su formata A3, kao i raspoloživi digitalizator. Fotografije karata su crno-bijele.

Drugi izvor grafičkih podataka su razglednice, fotografije i vedute. One su skanirane stolnim skanerom.

Negrafički podaci su tekstualni podaci. Većina tih podataka se nalazi u katalogu izložbe (Klemm 1984). Navedeni katalog je modeliran u ER-dijagram (engl. - Entity Relationship Diagram - dijagram entiteta i relacija). Dodatni podaci su imena ulica i trgova koja su uzeti sa grafičkih podataka - karata i iz literature popisane u spomenutom katalogu.

GIS se za razliku od klasičnog informacijskog sustava bavi i grafičkim podacima. Međutim i projektanti i korisnici vrlo često dijele podatke na prostorne (grafičke) i opisne (negrafičke). To je i opravdano zbog same evolucije informacijskih sustava koji u svojim začetcima nisu podržavali grafiku. Međutim ima i odstupanja, atribut može biti i slika (skanirani predložak), a prostorni podatak može biti tekst (koordinate ili opis lokacije).

## 2. MODELIRANJE VREMENA

Modeliranje informacijskog sustava sastoji se od modeliranja klasične relacijske baze podataka i modeliranja odnosno organiziranja grafičkih podataka. Klasična baza podataka definirana je uglavnom katalogom izložbe (Klemm 1984). Grafički podaci su modelirani prema zahtjevima izabranog GIS alata. MGE PC-1 (Modular GIS Environment) je slojno koncipiran i CAD orijentiran (engl. - Computer Aided Design - projektiranje podržano računalom). Te dvije karakteristike GIS alata uvelike su diktirale modeliranje grafičkih podataka.

Integracija klasičnog relacijskog, grafičkog i vremenskog modela, je zapravo realizacija vremenskog GIS-a. Svi grafički entiteti vezani su za vremenski model. Svi opisni podaci (opis digitaliziranih karata i opis objekata na kartama) su također vezani na isti vremenski relacijski model. Na taj način je moguće postavljati upite u vremenskom, prostornom i vremensko-prostornom smislu, što znači grafičkom odnosno negrafičkom smislu.

Osnovni metodološki problem projekta bilo je modeliranje vremena. Modeliranje vremena je vrlo osjetljivo i to iz više razloga. Ovakva vrsta podataka je apstraktna i percipirana subjektivno, što znači da

čovjek vrlo teško određuje vremenske periode. Vrijeme se vrlo često modelira i interpretira prostorno. Na primjer: srednji vijek je iza nas, ili 21. stoljeće je ispred nas. Međutim, to je nelogično budući da je čovjeku poznati događaj iza "leđa" - ne vidi ga, a nepoznati događaj ispred, nešto što može vidjeti, što gleda. S druge strane, put koji je čovjek prevalio je iza njega, a koji mu predstoji je ispred njega.

Promatrajući prethodnu diskusiju dolazimo do problema interpretacije vremena, budući da GIS po prirodi stvari sadrži prostorne podatke koje (prirodno i logično) modeliramo prostorno, u dvije odnosno tri dimenzije. Neki fizičari vrijeme tretiraju kao četvrtu dimenziju. To je jedan od načina koji je dosta teško interpretirati, jer CAD ima dvodimenzionalni ekran, čak i ako je GIS alat trodimenzionalno koncipiran, na ekranu je prikazan dvodimenzionalno. Iz svega toga evidentno je, da vrijeme u GIS-u ne možemo prostorno prikazati.

U ovom projektu vrijeme je modelirano unutar relacijske baze podataka u tabeli EPOCH. U prvoj verziji vremenskog modela EPOCH je fizički realizirana sa tri stupca: epoch ID (smallint tip), )fusnota: (engl. - ID - identfier - identifikator)), year (smallint tip) i description (char tip). Svaki epoch ID je definirao vrijeme koje je bilo ili konkretna godina, ili opis vremena (na primjer: "First half of the 17th Century"). Ovaj način modeliranja zadovoljava neke potrebe IS, međutim vrlo je teško postići uspoređivanje vremena definiranog u stupcu year i vremena definiranog u stupcu description. Jedna od mogućnosti je redanje epoch ID kronološki, međutim može doći do problema pri radu. Jedan od problema je umetanje događaja između dva epoch ID koji su neposredno uzastopni integer brojevi. U takvom slučaju treba prenumerirati epoch ID gore odnosno prema dolje, što zahtjeva dodatni alat koji ne postoji unutar standardnog ORACLE 6.0 RDBMS-a korištenog u ovom projektu.

Druga verzija još nije fizički realizirana, vrijeme je modelirano intervalno (Frank 1994). Realizacija zahtjeva više relacijskih tablica. Najmanji period s kojim je moguće raditi je godina, pa redom desetljeće i stoljeće. Moguće je raditi također i sa dijelovima tih intervala, te kombinirati više godina, stoljeća i/ili njihovih dijelova već prema potrebi. Dodatna opcija je interval između bilo koje dvije godine. Unutar ovog vremenskog modela moguća je i vremenska nominalna vrijednost manja od godine, međutim za ovaj projekt to nije bilo potrebno.

### 3. RAZVOJNA OKOLINA

Za projekt bila je korištena slijedeća strojna oprema:

- PC DX2 66 MHz, grafički orijentirano računalo,
- A3 digitalizator, Calcomp
- A3 laserski printer, QMS 860 i
- stolni skaner EPSON.

Korištena je slijedeća programska oprema:

- INTERGRAPH GIS paket koji sadrži:
  - MicroStation PC ver. 4.0, CAD alat,
  - MGE PC-1, GIS modul,
  - I/RAS PC, kao editor za rasterske podatke i
  - MGGA PC Grid Analyst, alat za algebru karata,
  - Oracle RDBMS ver. 6.0.
- Windows EE 3.1:
  - Word 6.0, izrada projektne dokumentacije.

Intergraphov paket funkcionira integrirano kao jedna cijelina. MicroStation je CAD jezgra u čijem grafičkom okruženju rade MGE PC-1 i I/RAS PC aplikacija. Istovremeno su neposredno prisutni i raspoloživi meniji sva tri softvera.

## 4. PRIKUPLJANJE I UNOS PODATAKA

Fotografije odnosno originali karata digitalizirani su digitalizatorom iz MicroStation-a. I/RAS PC i MicroStation PC poslužili su za ekransku digitalizaciju skaniranih karata. Karte, njihov opis i način digitalizacije prikazan je u tablici 1. Digitalizirane karte su obrađene i uređene MicroStation alatima. Ova faza je bila najdugotrajnija i najmukotrpnija.

Tablica 1:

| BROJ | GODINA | AUTOR                   | VRSTA            | MJERIL<br>O | FORMAT    | BROJ<br>LISTOVA | NAČIN<br>DIGITALIZACIJE |
|------|--------|-------------------------|------------------|-------------|-----------|-----------------|-------------------------|
| 1    | 1657.  | M. Stier                | fotografija      | grafičko    | A3        | 1               | ručna                   |
| 2    | 1660.  | M. Stier                | fotografija      | grafičko    | A3        | 1               | ručna                   |
| 3    | 1860.  | Weltkrieginstitut Wien  | katastarski plan | 1:2880      | A0        | 1               | ekranska                |
| 4    | 1988.  | Zavod za fotogrametriju | ODK              | 1:5000      | 60cm-90cm | 4               | ekranska                |

Za samu digitalizaciju bilo je potrebno strukturirati grafičke podatke. To se odnosi na slojeve i njihov grafički opis (symbology): boju, izgled i debljinu linije. I skanirane potom ekranski digitalizirane i ručno digitalizirane karte su obrađene na isti način.

Osnovna državna karta ODK 1:5000 je najtočnija među odabranima za ovaj projekt. Ona je tretirana kao apsolutno točna. MicroStation je profesionalni alat u kojem je moguće realizirati državni koordinatni sustav u mjerilu 1:1. Skanirani predlošci su ekranski digitalizirani, skalirani, rotirani i translirani u državni koordinatni sustav. Tako obrađeni predlošci su pospajani i uređeni prema jedinstvenom ključu koji vrijedi za sve karte. Svi objekti na karti su jednoobrazni (MicroStation complex shape, type 14), što znači da im je moguće odrediti opseg i površinu.

Pri obradi karata potrebno je uzeti i obzir njihovu točnost. Grafička točnost koordinata x odnosno y očitane sa karte je:

$$m_{x,y} = \pm 0.2 \text{ mm} \cdot M, \quad M - \text{nazivnik mjerila karte}$$

$$m_{x,y} = \pm 0.2 \text{ mm} \cdot 5000 = \pm 1 \text{ m}$$

Točnost karte koju uzimamo kao apsolutno točnu, je  $\pm 1 \text{ m}$ , što znači da je to važna informacija kojom se moramo rukovoditi pri grafičkoj obradi digitaliziranih karata. To se odnosi na zanemarivanje pojedinih odstupanja kod spajanja listova karata.

Baze podataka izrađena je prema opisanom relacijskom modelu. Odabrani grafički softver podržava direktno kreiranje i popunjavanje Oracle tablica kroz MGE PC-1 okruženje. Međutim za ovaj projekt je korišten i direktan rad u Oracle alatu SQL\*PLUS, budući da je jedan od ciljeva projekta i naučiti raditi sa cjelokupnom hardversko-softverskom GIS okolinom.

Da bi se grafički objekti mogli pospajati sa bazom podataka potrebne su određene tablice koje MGE PC-1 sam automatski kreira (MSCATALOG, CATEGORY, MAP, FEATURE). One strukturiraju grafičke podatke unutar sustava. Na grafičke tabele može se relacijski povezati klasična relacijska baza podataka. Time je realiziran konzistentan model grafičko-negrafičkih podataka.

Fizičko popunjavanje tabela i stvaranje relacija napravljeno je ručno. Ručno kreiranje relacija je osjetljiv posao i potrebno ga je vrlo pažljivo napraviti. Za popunjavanje baze sam planirao koristiti SQL\*FORMS, međutim došlo je do tehničkih poteškoća pri instalaciji i usklađivanju verzija softvera. Na kraju popunjavanje tabela je realizirano pomoću ASCII datoteka aktiviranih u SQL\*PLUS-u.

## 5. REZULTATI PROJEKTA

Na temelju prikupljenih podataka je u opisanoj radnoj okolini izrađena aplikacija za njihovo korištenje. Pritom je korišten MGE PC-1, INTERGAPH-ov alat za GIS. To je aplikacija napravljena u MicroStation-ovom makro jeziku MDL (MicroStation Development Language - C koncipiran jezik). MGE PC-1 istovremeno upravlja i crtežima napravljenim u MicroStation-u ili nekom drugom CAD alatu i nekom bazom podataka, u ovom slučaju Oracle.

Uspješna implementacija GIS-a zahtjeva jednostavno korisniku razumljivo sučelje. MicroStation u svom standardnom izdanju podržava izradu menija, tool palette-a i dialog box-ova. i to na više načina:

1. gotovim MicroStation alatima CFGTOOLS i
2. makro jezikom MDL.

Za ovaj projekt korištene su tool palette sa ikonicama. Napravljene su na prvospomenuti način, koji je jednostavniji.

Crteži postaju karte koristeći procedure za povezivanje grafičkih entiteta sa određenim tablicama u relacijskoj bazi podataka. Same karte se još mogu grupirati prema temi, odnosno geografskom području. MGE PC-1 omogućuje sa već ugrađenim alatima pretraživanje prema vrsti grafičkog elementa u kombinaciji sa standardnim SQL upitom. Moguće je pretraživati i više karata odjednom prostornim ograničavanjem područja upita.

U GIS-u općenito postoje četiri vrste analize:

1. grafičko pitanje - grafički odgovor,
2. grafičko pitanje - tekstualni odgovor,
3. tekstualno pitanje - grafički odgovor i
4. tekstualno pitanje - tekstualni odgovor.

Projekt je tako koncipiran da svaka karta čini jednu epohu. Preklapanje karata je zapravo vremenska analiza na područjima karata koja se preklapaju. Ograničavanjem područja, ograničava se i prostorni upit. Temeljem rezultata upita mogu se donositi zaključci o prostorno-vremenskom stanju na dvije ili više karata odnosno epoha.

Promjena oblika dva ili više grafičkih elemenata indikativna je uspoređivanjem površina, opsega i položaja korespondentnih grafičkih elemenata. Uspoređivanje se izvodi grafičkim određivanjem područja i sastavljanjem klasičnog SQL upita koji uspoređuje opsege i površine odabranih elemenata. Ukoliko se površine i opsezi označenih elemenata poklapaju, grafički element je nepromijenjen i obrnuto.

Karte su tako obrađene da su svi grafički elementi svake karte složeni elementi kojima se može odrediti opseg i površina. Te dvije veličine su varijable za prostornu, vremensku i prostorno-vremensku analizu. Pri svakoj promjeni oblika grafičkog elementa mijenja se njegov opseg i površina. Matematički to ne mora biti, međutim za ovu svrhu možemo zanemariti slučajeve kada pri njihovoj promjeni opseg i površina ostaju nepromijenjeni.

U trenutnoj fazi, alati se upravljaju mišem, međutim moguće je napraviti touch screen system (engl. - sustav upravljan dodirnom ekrana). Korisnici sustava su posjetitelji muzeja - turisti. Zbog toga je imperativ sustava višejezičnost. Prema sadržaju interaktivnih alata koncipirane su i same palette. Svaka palette-a ima pet mogućnosti, i to: prikaz skanirane fotografije, slike ili razglednice objekta odabranog na karti, prikaz odabrane karte sa njenim opisom u SQL prozoru, prikaz teksta koji opisuje odabrani objekt na karti i prikaz opisnih podataka o trenutno prikazanoj karti na ekranu.

Najsloženiji alat ima ugrađeni upit koji selektira sve objekte izgrađene do neke godine na odabranom području. Na primjer: objekt je izgrađen 1857. godine, a prvi put je prikazan na karti 1860. godine. Učitavanjem godine 1857. prikazuje se pseudo karta i sa tim objektom.

Budući da turisti koriste različite jezike, za svaki jezik postoji posebna palette-a. Korisnik pri interaktivnom radu odabire palette-u na povoljnom jeziku, na kojem potom dobija rezultate. Pojedini alati su neovisni o jeziku, tako da sve palette mogu koristiti istu proceduru. Na taj se način pojedine procedure višestruko koriste.

## 6. ZAKLJUČAK

Za vrijeme praktične izrade projekta naišao sam na niz nepredviđenih problema. Počevši od hardverskih, komunikacijskih, pa sve do softverskih problema. Najteže rješivi problemi su bili kombinacija svih njih, kada se hardver i softver 'ne trpe'. Ovim putem bih upozorio sve stručnjake koji se žele baviti GIS-om ili koji se već bave GIS-om, da računaju na vrlo velik broj radnih sati uložen u konfiguriranje

sustava u hardverskom i softverskom smislu. Naime GIS zahtjeva relativno velik broj periferalija za razliku od nekih drugih vrsta informacijskih sustava.

Sam projekt nije implementiran, što ne znači da nije dobar. Ovo je tek početak i prikaz mogućnosti tehnologije koja omogućuje zaista vrlo širok spektar mogućnosti rada i implementacije GIS-a.

Meni najzanimljiviji dio projekta je bio modeliranje vremena. Taj segment GIS-a nov je i u svijetu, te još uvijek nije ni načelno zadovoljavajuće riješen. Samo modeliranje vremena je prikazano u Frank (1994), gdje su prikazane međusobne manjkavosti i prednosti pojedinih modela i pristupa problemu modeliranja vremena. U tom radu je vidljivo da za sada nema jedinstvenog sveobuhvatnog modela vremena. To znači da čovjek ima koncepciju pojma vremena koju teško može dosljedno preslikati u model prikladan za računalnu obradu. Najčešće je za specifičnu potrebu u GIS-u potreban samo jedan način interpretacije vremena što bitno pojednostavljuje stvar. Modeliranje vremena u GIS-u je u začetku kod nas, a i u svijetu, te zahtjeva još mnogo zalaganja GIS stručnjaka i znanstvenika.

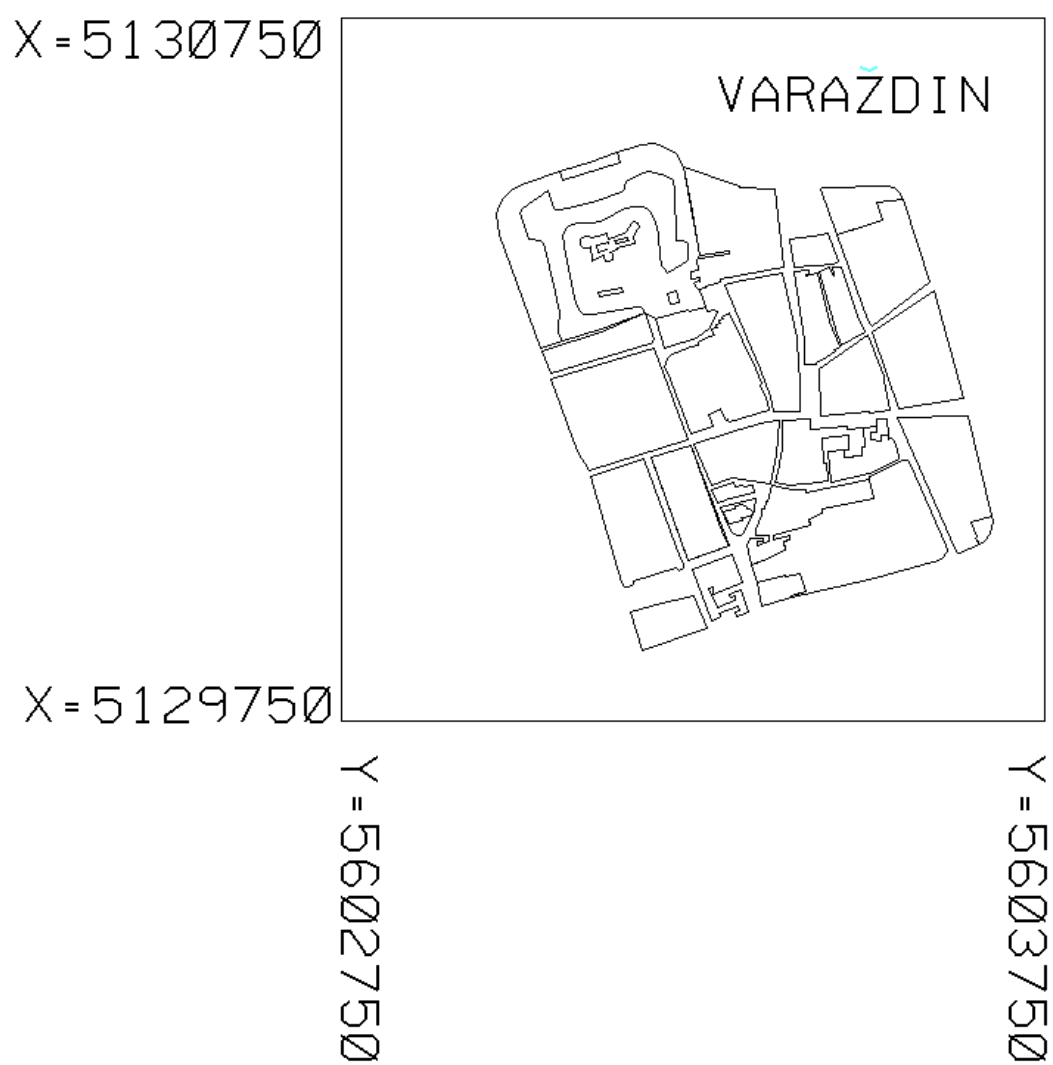
## LITERATURA

- (1) A. Frank: Different types of time in GIS, Vienna, 1994
- (2) M. Klemm: Planovi i vedute Varaždina od 14. do 19. stoljeća, katalog izložbe, GMV, Varaždin, 1984.

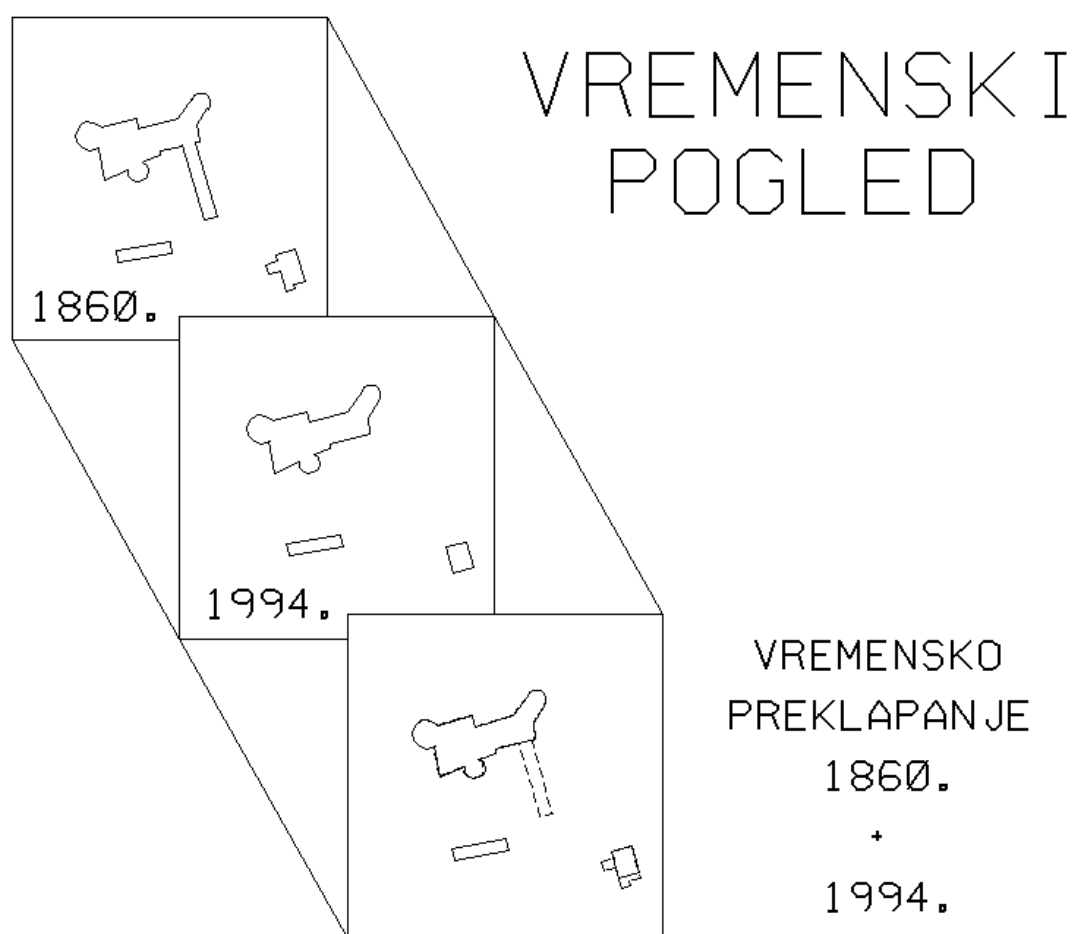
## SUMMARY

Husak M. Historical and Temporal GIS of Varaždin Old Fort

Some ways of visualising and analyzing historic maps with attributes of Varaždin urban nucleus inside Geographic Information System are presented in the paper. The stress is put on time modelling that is a very sensitive and problematic for the model. Some time models are also discussed.



Slika 1



Slika 2