

# Automatska vektorizacija katastarskih planova

Vlado CETL, Dražen TUTIĆ -Zagreb\*

*SAŽETAK. Prevođenje katastarskih planova iz analognog u digitalni oblik goruća je problematika koju je potrebno što prije riješiti. Pojava sustava i softvera za automatsku vektorizaciju nameće pitanje pogodnosti njihove uporabe za vektorizaciju katastarskih planova. U ovom su radu iznesene teoretske spoznaje o automatskoj vektorizaciji kao i rezultati istraživanja provedenih na katastarskim planovima u različitim mjerilima programom za automatsku vektorizaciju ProVec.*

*Ključne riječi: katastarski plan, automatska vektorizacija, ProVec.*

## 1. Uvod

Prevođenje katastarskih planova iz analognog u digitalni oblik te uspostava digitalnoga katastra temeljna je zadaća svake države u izgradnji učinkovitog sustava upravljanja prostornim informacijama. Većina razvijenih europskih zemalja uspostavila je digitalni katastar ili je taj postupak u tijeku. Stanje u Hrvatskoj po tom pitanju, uz iznimke nekih većih gradova, vrlo je loše, a postupak je tek u povojima.

Prevođenje grafičkog izvornika iz analognog u digitalni oblik obavlja se digitalizacijom. S obzirom na vrstu digitalizatora, digitalizacija može biti ručna ili vektorska i automatska ili rasterska. Najčešće je rezultat digitalizacije rasterska slika analognog izvornika. Rasterska slika je slika prikazana s pomoću vrijednosti amplituda svjetline (ili boje) točaka, a vektorska je prikazana matematičkim opisom. Vektorizacija je postupak kojim se od rasterske slike dobiva vektorska.

Katastarski plan je iz analognog u digitalni vektorski oblik moguće prevesti ručnom digitalizacijom s pomoću digitalizatora ili nekom od metoda vektorizacije. U te metode ubrajaju se: ručna ekranska, poluautomatska i u novije doba automatska vektorizacija. Razvoj i primjena pojedine metode imali su obilježje vremena i tehnoloških dostignuća.

Razvoj uređaja i metoda za automatski unos podataka s dokumenata započeo je još 1970-ih i 1980-ih godina iz složenog i opširnog područja raspoznavanja uzoraka (engl. *Pattern Recognition*) (Gyergyek i dr. 1988). S vremenom su razvijene različite metode i algoritmi kojih je primjena prvotno zaživjela u programima za poluautomatsku, a poslije i za potpuno automatsku vektorizaciju.

Na tržištu je u posljednje vrijeme moguće pronaći velik broj programa koji podržavaju automatsku vektorizaciju. Postavlja se pitanje kolika je učinkovitost takvih programa u vektorizaciji katastarskih planova, kakva je točnost i zadovoljava li njihova uporaba primjenu u katastru.

Prije desetak godina tim problemom se bavio Fras (1991). Upotrijebivši tada dostupan hardver i softver Fras je zaključio da automatskoj vektorizaciji treba u budućnosti dati prednost pred, u to doba najzastupljenijom, vektorizacijom pomoću ručnog digitalizatora.

---

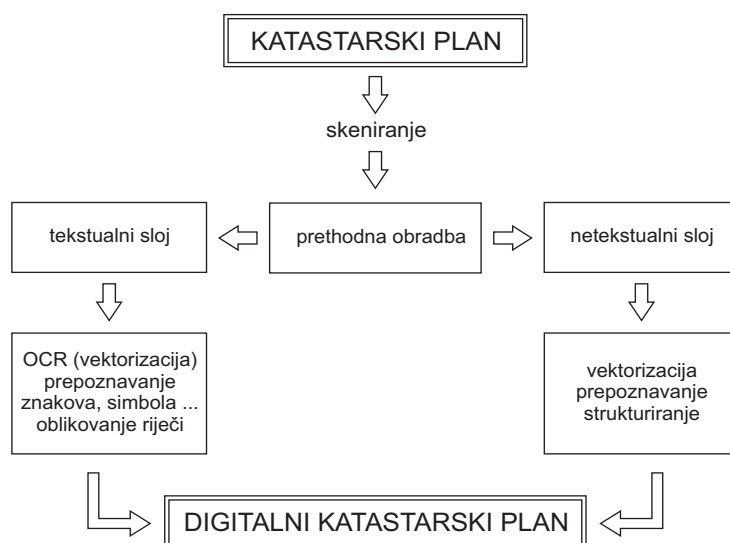
\*Vlado Cetl, dipl. ing. i Dražen Tutić, dipl. ing., Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Kačićeva 26, Zagreb, e-mail: [vcetl@geof.hr](mailto:vcetl@geof.hr) i [dtutic@geof.hr](mailto:dtutic@geof.hr)

U Zavodu za kartografiju Geodetskog fakulteta u Zagrebu nabavljen je 2000. godine program ProVec za automatsku vektorizaciju. Program je našao primjenu u vektorizaciji kartografskih prikaza sitnijih mjerila (TK25, TK50), međutim do sada nije uporabljen u vektorizaciji katastarskog plana. Mogućnost njegove uporabe kao i ocjena rezultata u radu s katastarskim planovima bit će prikazane u ovom radu.

## 2. Automatska vektorizacija

Automatska vektorizacija podrazumijeva automatsko odvijanje cjelokupnog procesa vektorizacije, koje se temelji na različitim algoritmima detektiranja i prepoznavanja rasterskog sadržaja.

Opći proces automatske vektorizacije katastarskog plana (slika 1) uključuje rastavljanje izvornika na tekstualni i netekstualni sloj. Tekstualni sloj čine različiti nazivi i simboli na predlošku (brojevi čestica, nazivi ulica, rudina i sl.), dok netekstualni sloj čine linijski elementi (međne linije, putovi i sl.). U procesu automatske vektorizacije obradbu tih dvaju slojeva treba razmatrati posebno.



Slika 1. Opći proces automatske vektorizacije katastarskog plana

### 2.1. Vektorizacija tekstualnog sloja

Prepoznavanje tekstualnih znakova na slici (engl. *Optical Character Recognition* ili skraćeno *OCR*), poseban je oblik vektorizacije, kod koje se iz slike izdvaja tekst. Razvoj i implementacije različitih metoda prepoznavanja teksta i simbola (Shortis i Trisirisatayawong 1994; Eikvil i dr. 1995; Reiher i Li 1995; Amerali i Servigne 1996) u softverska rješenja doveli su u novije doba do pojave više različitih aplikacija za poluautomatsku i automatsku vektorizaciju koje uključuju OCR i prepoznavanje simbola.

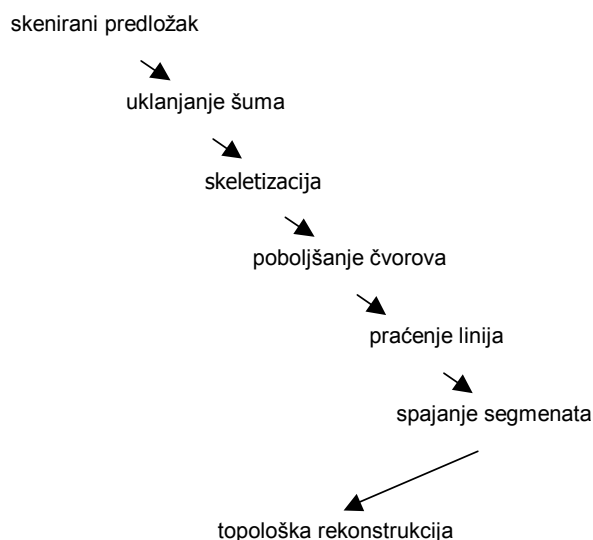
OCR programi mogu se uspješno primijeniti za uređenje pisma na karti nakon skeniranja (Frangeš i dr. 1996). Treba dakako naglasiti da je pismo na karti pravilno i da je nastalo tiskom, što kod katastarskih planova nije slučaj.

Katastarski plan u analognom obliku sadrži različite tipove tekstualnih informacija (npr. brojevi katastarskih čestica, imena katastarskih općina, nazivi mjesta, vodotoka i sl.), koje je u postupku vektorizacije potrebno izdvojiti i transformirati u pogodni oblik. Problem prepoznavanja teksta na katastarskom planu puno je složeniji nego kod tekstualnih dokumenata i karata, a najviše se očituje u nejednakosti tekstualnog sadržaja (Cetl 2001). Brojevi čestica pisani su najčešće rukom, dok su različiti nazivi upisivani šablonama. Orijentacija i nagib teksta također su različiti. Imena vodotoka,

ulica i sličnih objekata uglavnom prate smjer protezanja objekta, dok su brojevi čestica, imena rudina, mjesta i sl. uglavnom horizontalni tekst.

## 2.2. Vektorizacija netekstualnog sloja

Postupak vektorizacije netekstualnog sloja (slika 2), uz skeniranje predloška, uključuje: uklanjanje šumova, skeletizaciju, poboljšanje čvorova (točke presjecišta), praćenje linija s izdvajanjem čvorova i dijeljenjem segmenata, spajanje segmenata i topološku rekonstrukciju (Drummond 1990).



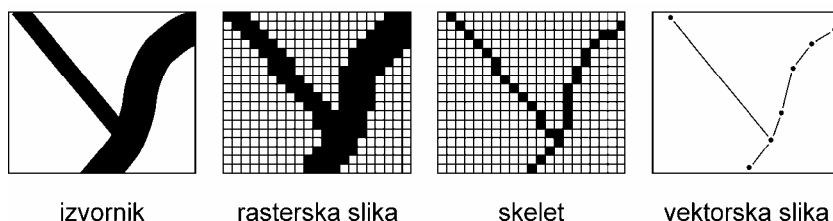
Slika 2. Vektorizacija netekstualnog sloja (Drummond 1990)

Izvornici često sadrže prljavštinu u obliku tzv. sol i papar šuma. Šum se može javiti i u postupku skeniranja, npr. kad se linije sijeku pod malim kutom, tzv. premoštavanje (Frančula 2001). Za uklanjanje šuma razvijeni su različiti algoritmi filtriranja rasterske slike.

S većom rezolucijom skenera povećava se količina informacija dobivena na rasterskoj slici. Pri vektorizaciji linijskog elementa (međne linije i sl.), kao i kod ručne vektorizacije, cilj je vektorizirati središnju liniju ili os. U idealnom slučaju kada bi bilo moguće svaki linijski element skenirati debljinom jednog piksela, vektorizacija linije bila bi vrlo jednostavna, praćenjem piksel po piksel. Kako su, realno, debljine linija veće, potrebno je reducirati debljinu pri čemu moraju biti zadovoljena dva kriterija:

1. linija mora imati debljinu jednog piksela i
2. novi prikaz mora odgovarati obliku originalne linije.

Taj se postupak naziva transformacija srednje osi (Medial Axis Transform) ili skeletizacija (slika 3). U domaćoj literaturi često se rabi pojam stanjivanje.



Slika 3. Skeletiranje i transformacija iz rastera u vektor (Illert 1992)

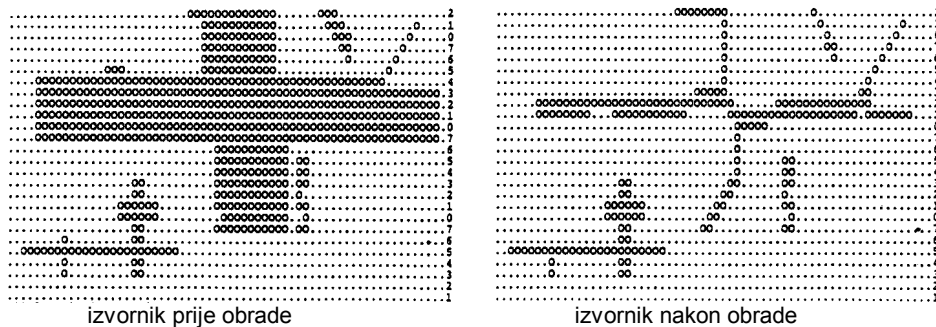
Razvijeno je više različitih algoritama za skeletizaciju, ali svi se uglavnom temelje na iterativnom pristupu. Svakom se novom iteracijom debljina objekta smanjuje, a algoritam se zaustavlja kada je objekt dovoljno tanak. Klasični algoritam skeletizacije uspješno se obavlja  $3 \times 3$  matricom:

P3	P2	P1
P4	X	P0
P5	P6	P7

Središnji piksel nije označen. U susjedstvu središnjeg piksela razlikujemo izravne susjede (P0, P2, P4 i P6) i neizravne susjede (P1, P3, P5 i P7).

T. Pavlidis objavio je 1980. godine algoritam za skeletizaciju diskretne binarne slike, koji se smatra jednim od najboljih. Pavlidis je dizajnirao kriterij za razlikovanje između elemenata koje treba stanjivati i elemenata koji se ne stanjuju. Sadržaj slike moguće je podijeliti na višestruke i preostale piksele. Dokazao je da su konačni skeletizirani elementi sastavljeni upravo od višestrukih piksela. Svakom iteracijom zadržavaju se samo višestruki pikseli, dok se svi ostali rubni pikseli konture brišu (slika 4). Višestruki piksel mora zadovoljavati sljedeće kriterije:

1. presječen više nego jednom konturom objekta,
2. nema susjedstva u unutrašnjosti objekta (svih 8 susjeda u matrici  $3 \times 3$  elementi su konture ili dio pozadine)
3. ima izravnog susjeda (P0, P2, P4 ili P6) koji je element neke konture, ali nije susjed u njegovoj konturi.

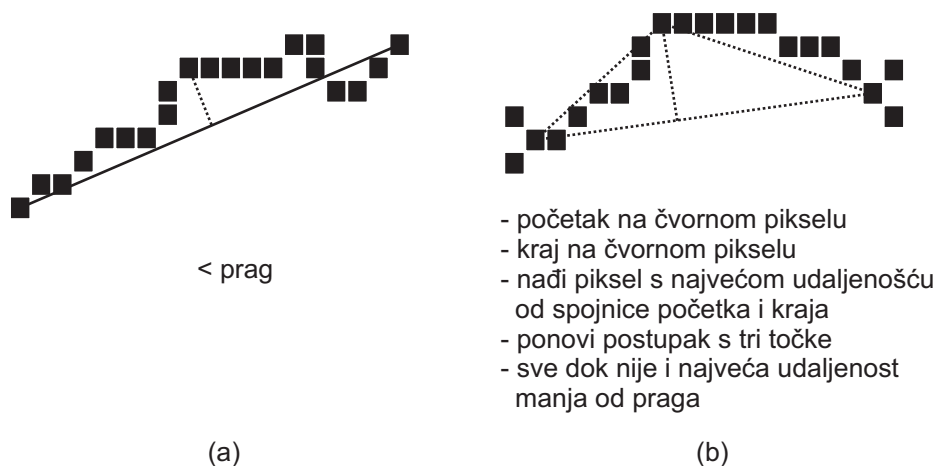


Slika 4. Pavlidisov algoritam skeletizacije (Drummond 1990)

Uz određene modifikacije, Pavlidisov je algoritam naknadno doživio poboljšanja.

Krajnji rezultat skeletizacije je os neke linije. Općenito, veliki je problem pritom presjek s drugom linijom. U takvom slučaju dolazi do pomaka čvorova. Razvijene su različite tehnike određivanja presjeka linija čime je nakon identifikacije presjeka moguće ponovno odrediti položaj čvora. Cjelokupni proces naziva se poboljšavanje čvorova.

Nakon postupka skeletizacije i poboljšanja čvorova slijedi praćenje linija odnosno sama vektorizacija. Postoji više različitih algoritama vektorizacije. Na slici 5 prikazani su Parkerov (a) i Ramerov (b) algoritam vektorizacije. Općenito, vektorizacija pojedinog skeletiranog segmenta bazira se na pronalasku početnog i krajnjeg piksela segmenta, a vektorska reprezentacija toga segmenta je vektor između tih dviju točaka.



Slika 5. (a) Parkerov i (b) Ramerov algoritam vektorizacije (Drummond 1990)

Rezultat vektorizacije je skup vektora kojima mogu biti pridijeljeni određeni atributi. Usporedbom dobivenoga vektorskog modela i originalne rasterske slike moguće su određene razlike u topologiji<sup>1</sup>, koje nastaju iz dva moguća razloga. Prvi je hardverski problem zbog nedovoljne količine memorije, što u novije doba uglavnom nije slučaj. Drugi je razlog semantičke naravi, a ogleda se u činjenici da ljudsko oko promatra razbijene linije dok ih mozak spaja u određeni simbol. Rješavanje tih nedostataka obavlja se spajanjem segmenata.

Krajnji proces vektorizacije je topološka rekonstrukcija, koja uključuje kodiranje lukova, konstrukciju složenih objekata i automatsko kodiranje objekata. Topološkom rekonstrukcijom uspostavljaju se pravilni prostorni odnosi između pojedinih linijskih segmenata.

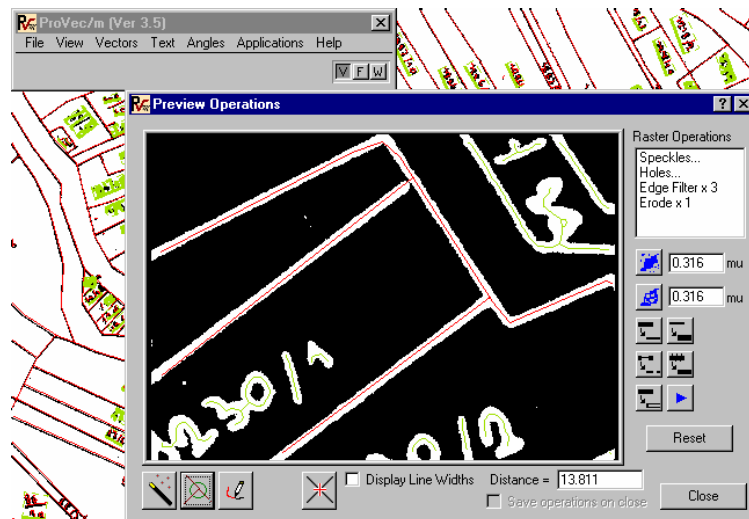
Uspostavom pravilne topologije za digitalni katastarski plan, međne se linije spajaju u poligone čime katastarske čestice kreiraju zatvorene površine. Kreiranje topologije pri vektorizaciji katastarskih planova je nužno, a njome se omogućuje korištenje različitih kontrola i analiza te stvaranje tematskih prikaza.

### 3. Automatska vektorizacija s programom ProVec

ProVec/m 3.5 je program tvrtke Abakos Digital Images iz Australije i izrađen je 1999. godine (slika 6). Ta inačica programa radi pod okruženjem Bentley System MicroStation iako postoji i inačica samostalnoga programa. Web stranice tvrtke Abakos Digital Images nalaze se na adresi <http://www.abakos.com.au>.

---

<sup>1</sup> Topologija je grana matematike koja se bavi prostornim odnosima između objekata. Osnovni pojmovi s kojima se u topologiji susrećemo su: čvor, linija (luk), poligon, područje, stablo i topološka transformacija (Frančula 2001). U geoinformacijskim sustavima (GIS-u), topološki odnosi kao što su povezanost, susjedstvo i relativni položaj obično se izražavaju kao odnosi između čvorova, linija i poligona.



Slika 6. Radno sučelje programa ProVec

ProVec/m 3.5 omogućuje potpuno automatsku vektorizaciju crno-bijelih rastera (onih formata koje podržava MicroStation).

Od rasterskih funkcija, program prije vektorizacije omogućuje uklanjanje malenih mrlja i popunjavanje malenih rupa u rasteru, podebljavanje rasterskog sadržaja (npr. linija široka četiri piksela nakon podebljavanja bit će široka šest piksela), stanjivanje rasterskog sadržaja (npr. linija široka četiri piksela nakon stanjivanja bit će široka dva piksela), skeletizacija (slično stanjivanju, ali linija široka jedan piksel neće se dalje stanjivati), izgladivanje i izdvajanje rubova rasterskog sadržaja.

ProVec/m 3.5 može vektorizirati središnju liniju ili rubove rasterskog sadržaja. Od vektorskih funkcija, ProVec/m 3.5 omogućuje izgladivanje vektorskih linija tijekom vektorizacije, razvrstavanje vektorskog sadržaja prema nekoliko kriterija, prepoznavanje vrste i debljine rasterskih linija, prepoznavanje teksta (OCR), spajanje vektorske linije preko rasterskih prekida, uklanjanje kratkih vektorskih linija na rubovima rasterskog sadržaja, povezivanje linija na presjecima u jednu točku, prepoznavanje lukova i kružnica, prepoznavanje pravih kutova i zadanih smjerova linija.

Pri automatskoj vektorizaciji posebno je važno pronalaženje i zadavanje što povoljnijih parametara jer kad se jednom pokrene vektorizacija, nema mogućnosti korekcije. ProVec/m 3.5 za taj zadatak nudi mogućnost mjerenja dimenzija rasterskih objekata i brzo pregledavanje učinka pojedinog skupa parametara.

Uz ProVec/m 3.5 mogu se dobiti i dodatni programski alati za naknadno uređivanje vektorskog sadržaja ("čišćenje"). Ono što je program prepoznao kao tekst može se interaktivno prihvatiti, odbaciti ili promijeniti.

Detaljnije o mogućnostima i radu s programom može se pronaći u priručniku i primjerima koji dolaze s programom (Abakos Digital Images 1999).

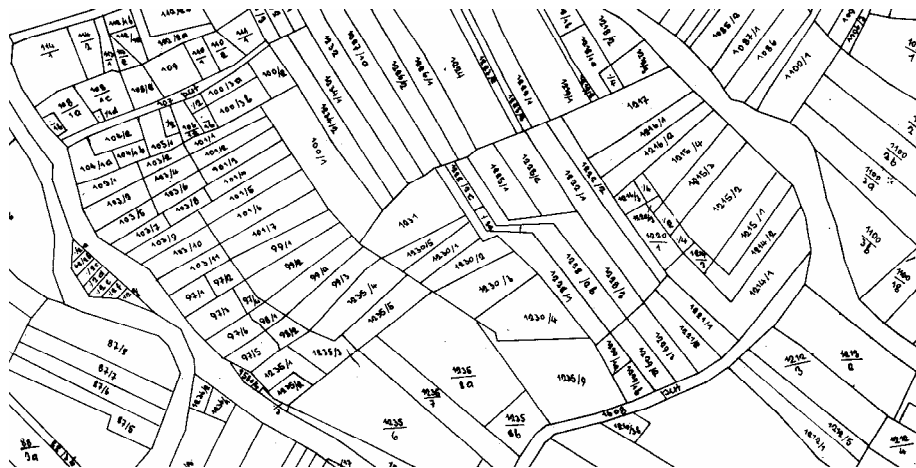
### 3.1. Vektorizacija katastarskog plana

Za istraživanje mogućnosti navedenog programa uzeta su tri isječka katastarskih planova, i to plan u mjerilu 1:2880 precrtan u postupku održavanja katastarskog operata (a), izvorni katastarski plan u mjerilu 1:1000 (b) i izvorni katastarski plan u mjerilu 1:2880 (c). Planovi (a) i (b) skenirani su s razlučivosti od 600 točkica po inču (dpi) u crno-bijelom modu, a plan (c) skeniran je s razlučivosti od 400 točkica po inču u boji. U članku su svi skenirani isječci i rezultati vektorizacije smanjeni na

50% izvorne veličine. Općenito se može reći da su za automatsku vektorizaciju potrebne veće razlučivosti (400 dpi i više) nego što je to slučaj kod ekranske vektorizacije.

Isječci planova geokodirani su u bilo koji lokalni koordinatni sustav ovisno o mjerilu plana, a zatim su obavljena mjerenja potrebna za postavljanje parametara vektorizacije. Budući da cilj ovoga rada nije detaljno opisivanje postupka vektorizacije izabranim programom već istraživanje rezultata, izbor parametara neće biti detaljno opisan. Neki od parametara koji su bili zajednički za sva tri plana su: od predradnji na rasterskom predlošku izabrane su operacije uklanjanja malih mrlja, popunjavanje malih rupa, izgladivanje rubova i stanjivanje. Od parametara vektorizacije izabrana je vektorizacija središnje linije, ravne linije uz normalnu toleranciju praćenja, objekti su razvrstani prema vrsti, izabrano je povezivanje linija na presjecima, spajanje linija preko rasterskih prekida i uklanjanje kratkih vektorskih linija na rubovima.

Na slici 7 prikazan je skenirani isječak plana (a), a na slici 8 rezultat vektorizacije. Riječ je o precrtanom planu u mjerilu 1:2880. Od sadržaja uočavaju se samo međe katastarskih čestica i brojevi, prema tome sadržaj je jednostavan. Brojevi su pisani rukom u različitim smjerovima. Međne linije spajaju se jedna na drugu bez prekida. Na nekim se mjestima broj i međe katastarskih čestica dodiruju ili sijeku.



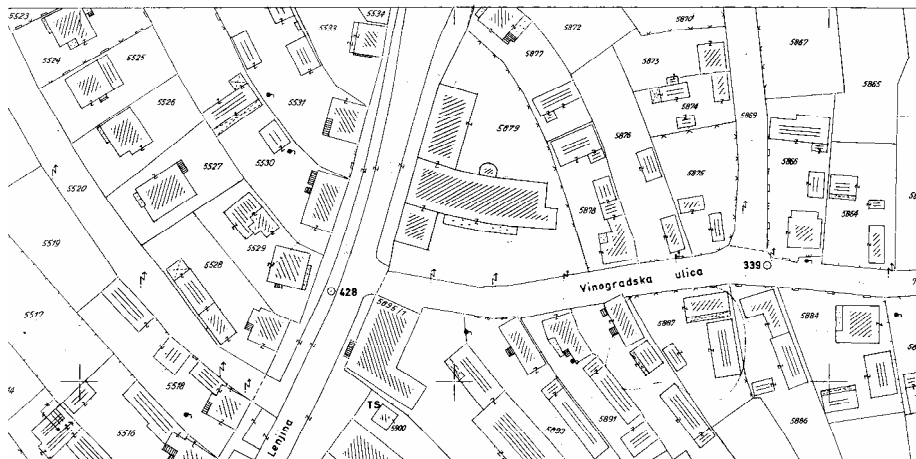
Slika 7. Skenirani isječak plana u mjerilu 1:2880 (a)

*Ocjena uspješnosti vektorizacije isječka (a).* Postupak automatske vektorizacije uspješno je vektorizirao linijski sadržaj i izdvojio brojeve. Prepoznavanje brojeva nije bilo zadovoljavajuće pa su tekstualni objekti izbrisani. Na mjestima gdje su brojke dirale ili sjekle međe čestica sadržaj nije ispravno interpretiran u vektorskom obliku. Procjena je da je uz manje uređivanje vektorskog sadržaja moguće relativno brzo uspostavljanje topologije. Brojevi čestica moraju se vektorizirati interaktivno ili dodati ručno.



Slika 8. Vektorizirani isječak plana (a)

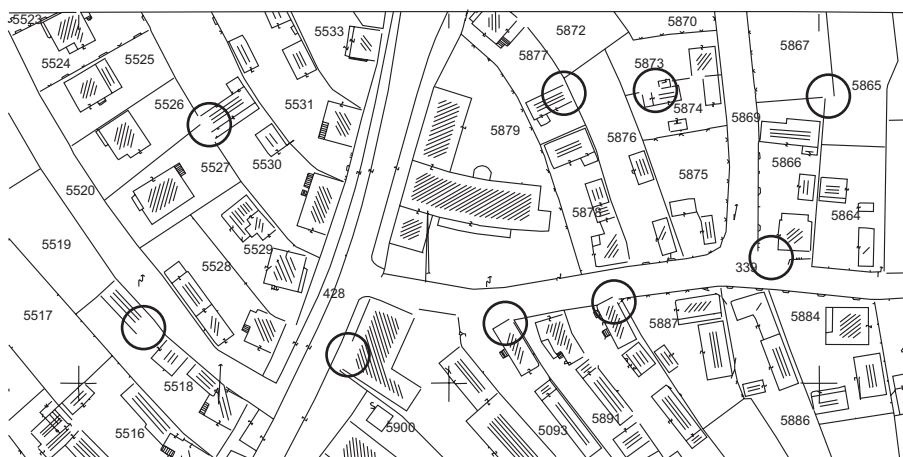
Na slici 9 prikazan je skenirani isječak plana u mjerilu 1:1000 (b), a na slici 10 rezultat vektorizacije. Sadržaj se sastoji od međa i brojeva katastarskih čestica, zgrada, stalnih geodetskih točaka, naznaka o vrsti ograda i zgrada, znakova pripadnosti, oznaka električnih stupova, naziva ulica itd. Sadržaj se može ocijeniti kao složen. Međne se linije ponegdje spajaju bez prekida, a ponegdje su povučene do blizine prijelomne točke. Brojke su pisane rukom, uglavnom vodoravno.



Slika 9. Isječak plana u mjerilu 1:1000

*Ocjena uspješnosti vektorizacije plana (b).* Međe čestica, zgrade i ostali linijski sadržaj vektoriziran je zadovoljavajuće. Općenito, kod katastarskih planova u mjerilu 1:500, 1:1000 i 1:2000 velik je problem taj što su međne točke prikazane na planu kao točke. To uvelike otežava postupak automatske vektorizacije u ispravnom interpretiranju sjecišta međnih linija. Iako program ProVec omogućuje postavljanje određenih parametara, taj problem još uvijek ne rješava na zadovoljavajući način. Nekoliko tipičnih pogrešaka istaknuto je na slici 10 kružićima. Brojevi čestica dobro su izdvojeni, ali prepoznavanje teksta nije zadovoljavajuće. Ipak tekstualni objekti nisu odbačeni već su tijekom postupka prihvaćanja objekata promijenjeni u ispravne brojke. S obzirom na složenost sadržaja izvornika potrebno je više uređivanja vektorskog sadržaja kako bi se uspostavila topologija.





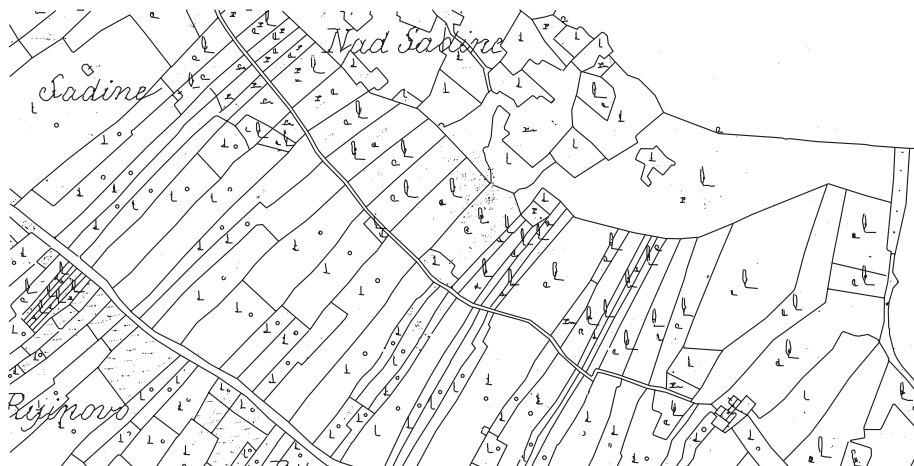
Slika 10. Vektorizirani plan u mjerilu 1:1000 (b)

Na slici 11 prikazan je skenirani isječak plana u mjerilu 1:2880 (c), a na slici 12 rezultat vektorizacije. Treba napomenuti da je prilikom pretvaranja izvorne rasterske slike (256 boja) u crno-bijelu sliku isfiltriran samo crni sadržaj zbog lošije kvalitete rastera. Sadržaj plana sastoji se od međa čestica, simbola i teksta.



Slika 11. Skenirani isječak izvornog plana u mjerilu 1:2880 (c)

*Ocjena uspješnosti vektorizacije plana (c).* Sadržaj je loše vektoriziran, simboli i tekst vrlo su loše izdvojeni od linijskog sadržaja i opća ocjena je nezadovoljavajuća. Vektorizirani sadržaj nije dobra osnova za daljnje uređivanje i preporuka je upotrijebiti neki drugi postupak vektorizacije.



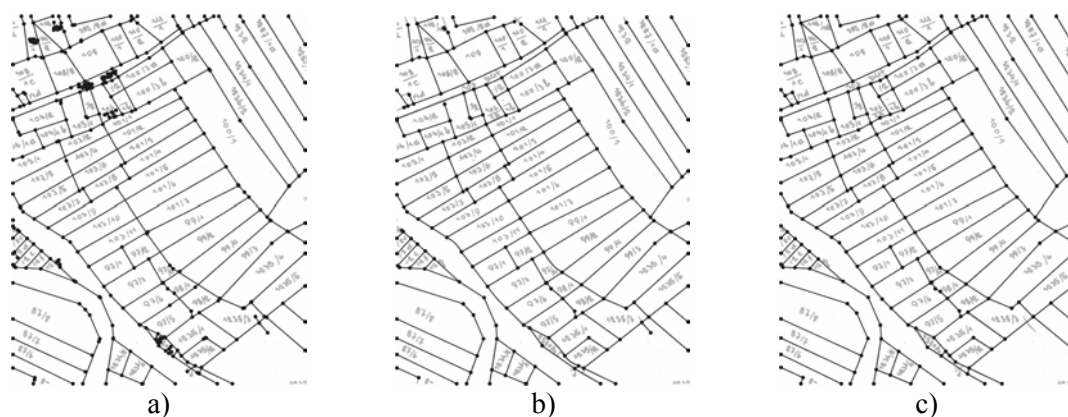
Slika 12. Vektorizirani plan u mjerilu 1:2880

### 3.2. Ocjena pogodnosti za uporabu

Pri vektorizaciji katastarskog plana posebno je važno kako je i s koliko točaka pojedina medna linija definirana i gdje su te točke postavljene. Poznato je da na katastarskom planu medna linija u pravilu započinje i završava na mednoj točki. Osim točaka na kojima se sijeku tri i više mednih linija postoje i lomne točke koje definiraju oblik međe između dviju čestica.

Pri automatskoj vektorizaciji kritičan je upravo smještaj točaka koje definiraju liniju. Naime, program ne može interpretirati sadržaj na način na koji to čini čovjek. S druge pak strane točnost praćenja linije vrlo je dobra zbog postupka skeletizacije koji izdvaja sredinu linije. Tu se može dati prednost postupcima automatske vektorizacije pred ručnom jer ne dolazi do zamora operatera, koji bi mogao postaviti točku izvan njezina optimalnog položaja. Ručnom vektorizacijom pak omogućen je ispravan izbor lomnih i mednih točaka.

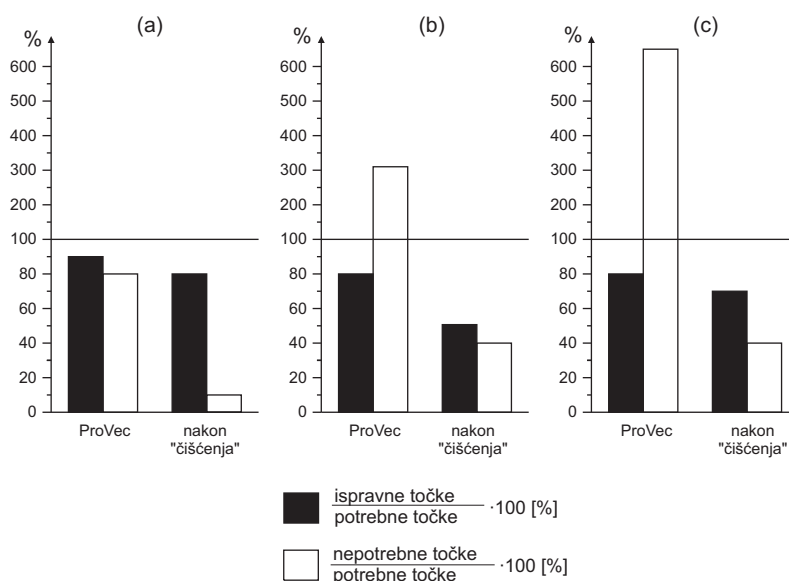
Na slici 13a, na isječku precrtanog plana u mjerilu 1:2880, prikazan je izbor točaka pri automatskoj vektorizaciji, na slici 13b automatski pročišćen vektorski sadržaj, a na slici 13c taj isti dio vektoriziran ekranski ručno. Već na prvi pogled može se uočiti da je nužna primjena programa za automatsko čišćenje vektorskog sadržaja, kojim se znatno poboljšava topologija.



Slika 13. a) izbor točaka programa ProVec/m 3.5; b) nakon automatskog "čišćenja" vektora; c) izbor točaka pri ručnoj vektorizaciji

Na temelju vektorskih prikaza kao na slici 13, a radi lakše usporedbe uspješnosti automatske vektorizacije programom ProVec/m 3.5 na izabranim primjerima katastarskih planova, izrađen je usporedni prikaz (slika 14). Dio svakog plana vektoriziran je ručno i izbrojene su točke. Točke su

zatim prikazane kao kružići čiji promjer odgovara 0,2 mm u mjerilu pojedinog plana. Zatim je vektorski sadržaj dobiven automatskom vektorizacijom preklapljen preko vektorskog sadržaja dobivenog ručnom vektorizacijom i vizualno su izdvojene one točke koje je ProVec/m 3.5 smjestio ispravno i one koje su nepotrebne. Ispravno postavljenim točkama smatrane su one koje su se nalazile unutar kružića koji su predstavljali ručni izbor točaka, a nepotrebne točkama sve ostale. Isto je učinjeno i s pročišćenim vektorima. Budući da je na pojedinim primjerima katastarskih planova broj točaka dobiven ručnom vektorizacijom (potrebne točke) različit, broj ispravnih i nepotrebni točaka prikazan je u postocima prema broju potrebnih točaka kako bi bila moguća usporedba između izabranih primjera. Svi postotci zaokruženi su na 10 kako bi se naglasilo da je riječ o približnim vrijednostima koje ovise o izboru parametara vektorizacije i automatskog čišćenja, postupku skeniranja, kvaliteti izvornika i rasterskom sadržaju. Lako se vidi da postupak automatskog čišćenja osim poželjnog uklanjanja nepotrebni vektora u određenoj mjeri uklanja i ispravno vektorizirani sadržaj. Idealan odnos ispravnih i potrebnih točaka bi bio 100%, a odnos nepotrebni i potrebnih točaka 0%.



Slika 14. Usporedni prikaz pogodnosti za upotrebu automatske vektorizacije za izabrane isječke katastarskih planova (a) precrtani plan u mjerilu 1:2880, (b) izvorni plan u mjerilu 1:1000 i (c) izvorni plan u mjerilu 1:2880

#### 4. Zaključak

Implementacija različitih algoritama automatskog prepoznavanja rasterskog sadržaja u programe za automatsku vektorizaciju doživjela je u posljednje vrijeme pravi *boom*. Mogućnost automatskog pretvaranja rasterskog sadržaja u vektorski oblik uvelike olakšava posao operateru, a cjelokupni posao vektorizacije čini daleko bržim i jeftinijim.

Provedena istraživanja, međutim, pokazala su da je primjena automatske vektorizacije uvelike ovisna o grafičkoj podlozi i njezinu sadržaju, kao i o mogućnostima korištenog softvera. Također je jednako važan i izbor postupka skeniranja. Postignuti rezultati na katastarskim planovima pokazali su se relativno dobrima na precrtanim planovima u mjerilu 1:2880, ali takvih je planova u Hrvatskoj malo. Rezultati na izvornim planovima u mjerilu 1:2880 su loši. Iako se naknadnim čišćenjem vektora situacija popravlja, to još uvijek nije zadovoljavajući rezultat. Slični su rezultati postignuti i na planovima u mjerilu 1:1000. Razlog je tome specifični prikaz geometrije sadržaja na takvim planovima, u čemu algoritmi automatske vektorizacije još uvijek ne nude prihvatljivo rješenje u pravilnoj interpretaciji. Dobiveni vektorski sadržaj može poslužiti kao podloga za daljnje topološko uređivanje, ali to s druge strane nameće pitanje vremenske efikasnosti postupka

vektorizacije. Prepoznavanje tekstualnog sadržaja katastarskih planova također nije zadovoljavajuće, što je opet posljedica specifičnosti nastanka njihova prikaza na planu.

Katastarski planovi sadrže prostorne podatke u najkrupnijem mjerilu i njihovoj vektorizaciji u pogledu kvalitete i točnosti treba posvetiti najveću pažnju jer su upravo ti podaci temelj za izgradnju svih ostalih prostornih informacijskih sustava. Programi za automatsku vektorizaciju grafičkih prikaza pokazali su se dobrima u automatskoj vektorizaciji kartografskih prikaza u sitnijim mjerilima. Za očekivati je da će njihov razvoj u dogledno vrijeme omogućiti uspješniju uporabu na katastarskim planovima.

## Literatura

Abakos Digital Images (1999): User's Manual.

Amerali, K., Servigne, S. (1996): Methods for vectorization and recognition of some cadastral objects. Second Joint European Conference & Exhibition on Geographical Information, Barcelona, Spain.

Cetl, V. (2001): Optičko prepoznavanje znakova i riječi na slici. Seminarski rad, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

Drummond, J. (ed.) (1990): Automatic digitizing. OEEPE, Official Publication No 23.

Eikvil, L., Aas, K., Holden, M. (1995): Tools for Automatic Recognition of Character Strings in Maps. CAIP '95, 6th International Conference on COMPUTER ANALYSIS OF IMAGES AND PATTERNS, Prague, Czech Republic.

Frančula, N. (2001): Digitalna kartografija. Interna skripta, 3. prošireno izdanje, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

Frangeš, S., Špoljarić, D., Lovrić, P. (1996). Uređivanje skeniranih crno-bijelih tekstualnih predložaka i pisma na karti. Geodetski list, Zagreb, 3, 279-284.

Fras, Z. (1991): Digitalizacija katastarskih planova skenerom. Geodetski list, Zagreb, 1-3, 35-49.

Gyergyek, L., Pavešić, N., Ribarić, S. (1988): Uvod u raspoznavanje uzoraka. Tehnička knjiga, Zagreb.

Illert, A. (1992): Automatisierte Digitalisierung von Karten durch Mustererkennung. Kartographische Nachrichten 1, 6-12.

Reiher, E., Li, Y. (1995): Map Symbol Recognition. Collection scientifique et technique, CRIM-IIT-95/09-31, Centre de recherche informatique de Montréal, Montréal, Canada.

Shortis, M., R., Trisirisatayawong, I. (1994): Automatic text recognition and the potential for text to feature association on scanned maps. Geomatics Research Australia, No 61, 85-99.

## Automatic Vectorization of Cadastral Maps

*ABSTRACT. Conversion of paper cadastral maps into digital vector form is a crucial issue, which needs to be solved as soon as possible. The appearance of software and systems for automatic vectorization asks for evaluating in vectorization of cadastral maps. This paper gives a brief theoretical review on automatic vectorization and results of research conducted on cadastral maps of different scales and graphics using the program ProVec for automatic vectorization.*

*Key words: cadastral map, automatic vectorization, ProVec.*