

NEKA ISKUSTVA U ELEKTRONSKOJ OBRADI KATASTARSKIH I GEODETSKIH PODATAKA

Ladislav RUPNIK — Beograd*

ABSTRACT. Three years experiences of Electronic computer center Geopremer in Belgrad, in the field of cadastral data processing, coordinates and heights computation of ground control points, trigonometric and traverse nets adjustment, and lot surface computation from coordinates are given in this paper. This was performed by up-to-date third generation computer, IBM production system 3 model 10, with magnetic discs and tapes, which was installed in Geopremer, and other equipment from servicing computer centers — between others digitiser D-MAC production and plotter UCI production, on-line with computer VARIAN.

Thanks to well aducated and numerous angeneering staff of programmers and analysts, ECC succeeded in developing new EDP technologies in this fields, applying original concepts and methods. In three years period, from his founding up to now, ECC processed data from SR Serbia, SAP Kosovo, SAP Vojvodina, SR Monte Negro and SR Bosnia and Hertzegovina. It was printed cadastral books for 2000000 lots, computed 10000 ground control and traverse points and computed surface from coordinates for 60000 lots.

UVOD. U radu su data trogodišnja iskustva Elektronskog računskog centra »Geopremera« u Beogradu u oblasti elektronske izrade katastarskog operata, računanja koordinata i kota veznih tačaka, izravnjanja poligonometrijskih i trigonometrijskih mreža i računanja površina iz koordinata na kompjuteru. Korišćen je savremeni kompjuter treće generacije, proizvodnje IBM, sistem 3, model 10, sa diskovima i magnetnim trakama, koji je instaliran u »Geopremeru«, kao i druga oprema uslužnih računskih centara — između ostalog digitajzer proizvodnje D-MAC i ploter proizvodnje UCI, priključen na kompjuter VARIAN.

Zahvaljujući dobro obučenom i brojnom inženjerskom kadru programera i organizatora, ERC je uspeo da razvije nove tehnologije elektronske obrade podataka u ovim oblastima, primenjujući pritom originalne koncepcije i metode. Od osnivanja ERC-a do danas, u toku trogodišnjeg perioda, elektronskom obradom bili su obuhvaćeni podaci iz SR Srbije, SAP Kosova, SAP Vojvodine, SR Crne Gore i SR Bosne i Hercegovine i štampano je katastarskog operata za oko 2,000.000 parcela, sračunato veznih i poligonskih tačaka oko 10.000 i oko 60.000 površina parcela iz koordinata.

* Adresa autora: Ladislav Rupnik dipl. ing. Beograd

IZRADA KATASTARSKOG OPERATA I PROVOĐENJE PROMENA

Prva primena kompjutera bila je u izradi katastarskog operata. U razvoju nove tehnologije bila je godina dana uključena grupa od četiri organizatora i programera. Rezultat je bio elektronski postupak izrade operata koji jedini u saglasnosti sa privrednim uputstvom za izradu operata RGU SR Srbije. Izrada se može grubo podeliti u sledeće faze.

1. Bušenje verificiranje podataka iz popisnih listova i spiska površina;
2. Kontrola podataka na kompjuteru i štampanje privremenog azbučnog pregleda i spiska parcela. Automatski se kontroliše: da li ima preskočenih i ponovljenih brojeva popisnih listova i brojeve parcela, da li je zbir delova parcela jedinice da li je zbir površina iz popisnih listova jednak površini kat. opštine i da li je površina svake parcele iz popisnih listova jednake površini parcele iz spiska površina.
3. Kontrola privremenog azbučnog pregleda iz spiska parcela. Pošto ova-ku kontrolu ne može da obavi kompjuter, ona se vrši vizuelno poređivanjem indikacija, kultura i klasa sa popisnim listovima.
4. Preuzimanje ispravaka i definitivno štampanje svih delova operata na kompjuteru: spiska parcela, posedovnih listova, azbučnog pregleda korisnika, sumarnog pregleda posedovnih listova i rasporeda po kulturama, klasama i neplodnim zemljištima. Uporedo sa tim vrši se smeštanje svih alfabetskih i numeričkih podataka iz operata na magnetsku traku, tako da se u bilo kom momentu mogu iz njih iznova štampati istovetni svi delovi operata.

Ova traka sa podacima takođe služi za izradu sumarnika kat. prihoda, gde se povezivanje vrši automatski na kompjuteru u okviru političke opštine, kao i za sprovođenje promena. Kapacitet jedne trake je više od 350 000 parcela, što znači svi podaci za operat najvećih političkih opština sa stotinak kat. opština.

Obnova starog operata, iz posedovnih listova rađenih ručno, sa sprovođenim promenama, vrši se na sličan način, sa tom razlikom što se, ako je operat složen, ne koristi spisak površina.

Tehnologija održavanja katastarskog operata, elektronskim putem je originalno rešenje — i odlikuje se time da novi operat sadrži i staro i novo stanje tako da može da se prati istorijat promena. Za održavanje operata ulazni dokumenti su spiskovi promena koji sadrže i staro i novo stanje. Spiskovi promena se preko kartice preuzimaju u kompjuter, automatski kontrolišu i upoređuju sa starim operatom na magnetskoj traci, i ukoliko su ispravni, promene se sprovode i promenjeno stanje smešta na magnetsku traku pored starog stanja. Pritom se štampaju posedovni listovi koji su pretrpeli promene, i to tako da se parcele koje odlaze u drugi posedovni list štampaju precrtane, sa naznakom gde odlaze, a parcele koje dolaze se štampaju u produžetku. Stari posedovni listovi se uništavaju, a novi se ulažu na njihovo mesto u operatu, i na taj način se postiže da se obim dokumentacije ne povećava. Na osnovu promena se još štampaju: dodatak azbučnom pregledu posednika, dodatak spisku parcela, novi sumarni pregled posedovnih listova i novi raspored po kulturama, klasama i neplodnim zemljištima. Izrađuje se i jedan novi obrazac, na osnovu koga se vidi kolika je promena nastala u prihodu, to je spisak promenjenih posedovnih listova.

Sada se radi na tome da se i izrada popisnih listova automatizuje i štampa na kompjuteru, što bi u znatnoj meri olakšalo izlaganje. To je naročito pogodno kada se površine računaju elektronski, a spisak površina štampa na kompjuteru.

RAČUNANJE POLIGONSKIH I TRIGONOMETRIJSKIH MREŽA

Polazeći od zahteva aerofotogrametrijske metode za računanje koordinata i kota veznih tačaka, razvijena je tehnologija računanja mreže poligonskih vlakova na kompjuteru. Osnovni podaci uzimaju se iz zapisnika za poligonsku mrežu (ZPM) i T. O. broj 27. Za računanje koordinata daje se još i ručno sastavljen plan računanja. Zatim se u kompjuteru preko paketa programa vrši sređivanje horizontalnih i vertikalnih uglova, redukcija dužina, otkrivaju se i lociraju greške različitog porekla i zatim ručno ispravljaju.

Sledeći paket programa automatski obrazuje plan računanja i uvođenje vlakova za izravnjanje visina, formira jednačine grešaka visina, normalne jednačine, rešava normalne jednačine, računa popravke i visine čvornih tačaka, a zatim razbacivanjem popravki i visine ostalih tačaka u vlakovima. Treći paket programa na osnovu sračunatih visina redukuje dužine na nultu nivosku površinu, preuzima ručno pripremljen plan računanja vlakova, i tim redom računa vlakove po trig. obrascu br. 19 i štampa sve rezultate. Četvrti paket programa štampa obrazac 25 po određenom sistemu i memoriše ga na magnetnu traku. Na taj način je postignuto savremeno arhiviranje, brz pristup, jednostavan izbor i lako umnožavanje svih podataka o veznim tačkama.

Treba istaći da je potpuna automatizacija obrade postignuta jedino kod računanja visina, gde su sve radnje od ZPM, do sračunatih visina automatizovane. Program je u stanju da reši sistem od 225 jednačina sa 255 nepoznatih, tj. da izravna strogom metodom mrežu vlakova visina, sa 255 čvornih tačaka, i pored toga što centralna memorija ima svega 16 K bajtova. Sada se radi na tome da se na isti način računaju koordinate X i Y, što bi omogućilo izravnjanje 127 čvornih tačaka, uz istovremeno pojednostavljenje i ubrzanje procesa računanja, kao i lakše otklanjanje grešaka.

Za računanje trigonometrijskih mreža, sa kombinovanom triangulacijom i trilateracijom, napravljen je paket programa, koji polazeći od terenskih podataka vrši sva računanja, redukcije uglova i dužina, formiranje jednačine grešaka, normalnih jednačina, računanje popravaka, ocenu tačnosti, potpuno automatski omogućujući izravnjanje mreže od 127 novih tačaka.

RAČUNANJE POVRŠINA IZ KOORDINATA

Nedostaci klasičnog načina računanja površina parcela končanim i polarnim planimetrom, kao i zahtevi jednog budućeg, savremenog koordinatnog katastra, nametnuli su potrebu za razradom jedne ekonomski prihvatljive metode računanja površina iz koordinata uz pomoć kompjutera. Ovakav trend bio je sa druge strane opravdan i time što se u Zavodu vrši uglavnom fotogrametrijski premer pa se do koordinata međnih tačaka parcela moglo doći relativno lako. U tu svrhu su i nabavljena dva elektronska registratora koordinata WILD EK-8 koji su mogli da se priključe na bilo koji od pet autografa instaliranih u Zavodu.

Prvobitna koncepcija elektronskog računanja površina bila je zasnovana na nekim iskustvima ručnog računanja površina iz koordinata, jer sopstvenih iskustava u toj oblasti nije bilo, a organizatorima i rukovodiocu ERC-a nije bilo omogućeno da se upoznaju ni sa domaćim ni stranim metodama. U osnovnim crtama ceo postupak se može podeliti u 14 faza:

1) *Numerisanje međnih tačaka parcela na foto-skicama.*

Numerisanje se vrši žutim tušem na foto-skicama koje su uvećane u odgovarajućoj pogodnoj razmeri. Numeracija ide od 1 do N, kontinualno u okviru bloka, s tim da N ne može biti veće od 999. Blok je skup susednih parcela, slično grupi kod računanja planimetrom, s tim što mu je jedina uloga da se smanji broj cifara i na taj način olakša ispisivanje, smanji prenatrpanost skice i greške usled permutacija cifara koje su mnogo verovatnije ako bi brojevi imali više od tri cifre. Da bi se obezbedila jednoznačnost brojeva tačaka u okviru jednog objekta ispred trocifrenog broja tačke u bloku podrazumeva se i broj bloka, tako da je broj tačke ustvari kompozitan šestocifreni broj, kod koga prve tri cifre predstavljaju broj bloka, a druge tri cifre broj tačke u bloku.

2) *Računanje klasično merenih tačaka na kompjuteru.*

Izvestan broj tačaka, naročito u gradskom premeru, nije vidljiv fotogrametrijski, pa koordinate mora da se sračunaju na osnovu merenja dužina i uglova.

3) *Kartiranje sa registrovanjem mašinskih koordinata na autografu*

Prilikom kartiranja se pritiskom na dugme registruju mašinske koordinate veznih tačaka, a zatim ostalih međnih tačaka, ali se radi identifikacije registruju: šestocifreni broj tačke, broj para, broj foto-skice, šifra katastarske opštine, šifra vrste tačke (vezna, međna, poligonometrijska) i šifra operatora.

4) *Uvođenje kontura parcela*

U poseban obrazac prilagođen za bušenje podataka upisuju se redom: broj parcele, broj bloka, broj foto-skice i šestocifreni brojevi međnih tačaka parcele, u smeru obratnom od kretanja kazaljke na satu. Na isti način se na kraju, posle svih parcela, upisuje kontura katastarske opštine.

5) *Transformacija mašinskih koordinata na kompjuteru.*

Mašinske koordinate veznih i međnih tačaka, registrovane na magnetnoj ili papirnoj traci zajedno sa Gaus-Krigerovim koordinatama veznih tačaka izbušenim na karticama, ubacuju se u kompjuter i preko određenih sortova, kontrolnih i drugih programa dobijaju se transformisane G.-K. koordinate međnih tačaka.

6) *Bušenje i verifikiranje kontura*

Podaci o kontrolnim tačkama parcele se bušenjem i verifikiranjem prenose sa obrasca na kompjuterski medijum — karticu.

7) Uparivanje frontova na kompjuteru

Posebnim složenim programima se otkrivaju greške u uvođenju kontura, na taj način što se kontroliše da li se svaki front javlja dvaput i to u suprotnim smerovima, u protivnom kompjuter javlja grešku da je ispuštena jedna ili više tačaka u određenoj parceli. Pošto svaka parcela ima zajedničke strane ili sa susednim parcelama ili sa konturom općtine, izlazi da izvršilac koji uvodi konture, svaki front uvodi dvaput i na taj način sam sebe verificira.

8) Otkrivanje duplih tačaka na kompjuteru

Prilikom numerisanja tačaka, moguće je da izvršilac dvema raznim tačkama dodeli isti broj. Ista tako je moguće da prilikom uvođenja kontura dva puta pogreši na isti način, tj. da određenoj tački na granici bloka dodeli susedni broj bloka. Ovakve greške, vrlo prefinjenom logikom otkriva i locira poseban program, samo na osnovu podataka o konturama.

9) Dodeljivanje koordinata tačkama kontura na kompjuteru

Spajanje datoteka fotogrametrijskih i klasičnih koordinata obavlja nova grupa programa i pritom izdaje listu tačaka sa dvostrukim koordinatama — to su tačke koje imaju isti broj, a više različitih koordinata, iz raznih razloga (tačka je dva puta registrovana, ili računata klasično a određena fotogrametrijski, ili dve različite tačke imaju isti broj). Posle otklanjanja ovih grešaka, datoteka koordinata se spaja sa datotekom kontura i tada se dobija lista tačaka za koje nisu poznate koordinate. Koordinate tih tačaka se naknadno skidaju sa listova preko elektronskog čitača koordinata — digitajzera i time se kompletira datotetska koordinata. Štampa se lista svih frontova, s tim da se svaki front pojavi samo jedanput i to u parceli sa manjim rednim brojem.

10) Kontrola frontova

Pošto je moguć velik broj grešaka u koordinatama tačaka, najčešće usled pogrešno otkucanog broja tačke prilikom registrovanja mašinskih koordinata (zamena broja bloka, permutacija cifara, pogrešno čitanje broja tačke sa foto-skice i sl.), neophodna je verifikacija koordinata. Pošto brojeva tačaka nema na planu, jedini pogodan način je upoređenje frontova svake parcele dobijenih iz kompjutera i onih na planu. U početku je to rađeno ručno — razmernikom, a kasnije je korišćen ploter. Podaci o konturama i koordinatama se najpre na kompjuteru IBM, sistem 3 dovode u pogodnu formu za ploter i smeštaju na magnetnu traku. Zatim se traka prenosi u drugi centar, gde preko kompjutera VARIAN upravlja radom plotera, koji na beskrajnoj, providnoj, papirnoj foliji ucrtava parcele u istoj razmeri kao na planu. Dobijene kopije listova se preklapaju preko planova i na taj način utvrđuje saglasnost podataka u kompjuteru sa stanjem na planu. Ovakav način kontrole je vrlo brz u slučaju kada nema grešaka. Međutim, na mestima gde se uoče neslaganja, mora se pribeći ručnoj kontroli frontova.

11) Računanje površina parcela i kat. opštine, i štampanje spiska površina za razračunavanje

Ispravke dobijene u prethodnoj fazi ubacuju se u kompjuter i posle ponovnog sprovođenja svih kontrola, računaju se površine svih parcela i kat.

opštine iz kontura. Pošto bilo kakvo neslaganje između kontura otkrivaju prethodni programi, izlazi da površina opštine mora da se složi sa zbirom površina parcela u kvadratni santimetar, bez obzira na ispravnost koordinata. Na osnovu toga vrši se štampanje privremenog stanja površina za razračunavanje, kao i spiska površina ivičnih kvadrata.

12) Razračunavanje površina, zgrada i kultura

U spisku površina za razračunavanje upisuju se ručno sračunate površine zgrada iz originalnih mera i površine kultura sračunate planimetrom.

13) Bušenje i verificiranje razračunatih površina

14) Štampanje konačnog spiska površina na kompjuteru

Posle preuzimanja razračunatih površina i završenih kontrola, štampa se konačan spisak površina.

Ovako složen tehnološki lanac zahteva visoku organizovanost, jednoznačnost i potpunost upustava i akcija, i doslednost, što se može postići samo dužim uhodavanjem i intenzivnom obukom izvršilaca raznih profila — fotografa, dešifranata, restitutora, kartografa i operatora. Uslov da se brojevi tačaka upisuju na fotoskice zahtevao je velik dopunski manuelni rad na upisivanju žutih brojeva, kao i na njihovom ukucavanju prilikom registrovanja koordinata, što je predstavljalo glavni izvor grešaka. Ručni rad kod uvođenja kontura sa foto-skica u obrasce predstavljao je takođe novi izvor grešaka. Naravno se nepogodnim pokazalo kompozitno pisanje brojeva tačaka — od broja bloka i broja tačke u bloku, zbog česte zamene broja bloka, izostavljanja broja bloka, izostavljanja nula između broja bloka i broja tačke, ako je ova jednocifrena ili dvocifrena. Najveći i najteži posao kao i najveći izvori grešaka u računanju površina nastajao je oko i u vezi sa numerama tačaka. Radilo se o stotinama hiljada tačaka i brojeva, koji su se prolazeći kroz razne faze umnožavali u milione cifara. Došlo se do ubeđenja da bi računanje površina bilo daleko jednostavnije kada tačke ne bi bile numerisane, jer ono što košta i stvara kaos, je upravo to more brojeva tačaka.

Na osnovu iskustva iz običnog računanja površina, ovim načinom izrađena je i primenjena nova tehnologija, jer se uvidelo da bi se manuelni rad sveo na trećinu ako se brojevi tačaka ne bi pisali na foto-skicama, već na providnoj foliji koja bi se preklopila preko lista. Ispisivanje brojeva na listu, za razliku od foto-skica, moguće je automatizovati pomoću plotera. Druga prednost je u tome što je moguće direktno sa lista prekrivenog folijom sa brojevima, čitati konture parcela operatoru na bušilici, čime se izbegava ručno uvođenje kontura u poseban obrazac, što je predstavljalo dopunski izvor grešaka. Prema tome, nova tehnologija računanja površina, koja je većim delom automatizovana, sastoji se iz sledećih faza:

1. računanje klasičnih tačaka na kompjuteru;
2. kartiranje na autografu sa elektronskim registrovanjem koordinata tačaka, ali bez brojeva;
3. transformacija mašinskih koordinata i spajanje sa klasično sračunatim tačkama na kompjuteru;
4. pikiranje i ispisivanje brojeva tačaka na foliji preko plotera. Brojevi se ispisuju od 1 do N u okviru lista, počev od severo-zapada;

5. diktiranje kontura sa listova i folija direktno operatoru na bušilici. Dodavanje nedostajućih tačaka;
6. uparivanje frontova na kompjuteru;
7. otkrivanje i lociranje duplih tačaka na kompjuteru Do njih može doći jedino usled dvaput pogrešnog čitanje jedne tačke u dve susedne konture;
8. štampanje frontova na kompjuteru, iscrtavanje kontura parcela na ploteru i upoređivanje sa listovima;
9. štampanje spiska površina za razračunavanje na kompjuteru;
10. ručno razračunavanje površina zgrada i kultura;
11. bušenje i verificiranje sračunatih površina;
12. preuzimanje razračunatih površina i štampanje konačnog spiska površina na kompjuteru.

Nova metoda donosi ubrzanje procesa računanja površina, smanjenje broja grešaka, veću automatizaciju i pojednjenje. U daljim fazama korišćenja donosi pojednostavljenje, kao u provođenju promena u katastru, u naknadnom premeru. Ali njena principijelna slabost je u tome što kod sitne parcelacije postoji fizička nemogućnost da se mnoštvo četvorocifrenih brojeva upiše (čak i ručno) na pojedine delove lista.

Zbog takvih problema predlaže se nova koncepcija računanja površina bez ikakvih brojeva tačaka. Tačke bi se prepoznavale po koordinatama, a 25. obrazac bi sledovao podatke: broj lista, broj parcele, broj foto-skice, koordinate svih tačaka redom, koje definišu parcelu, dužine frontova uzastopnih tačaka i kod svake tačke brojeve susednih parcela. Na taj način bi tačka mogla da se pronađe i bez broja tačke na tri razna načina: pomoću koordinata, dužina frontova i brojeva susednih parcela. Samo računanje površina bi se izvodilo na osnovu registrovanih koordinata prilikom kartiranja pomoću autografa, i kontura parcela dobijenih registrovanjem koordinata uzastopnih tačaka kontura parcela, sa listova, pomoću digitajzera. Da li će ova koncepcija da oživi zavisi od toga koliko smo u stanju da se oslobodimo preživelih shvatanja i navika.

ZAKLJUČAK

Uvođenje elektronske obrade na prvom mestu je dovelo do znatnog smanjenja ljudskog rada, a zatim do povećanja jednoobraznosti tačnosti i brzine rada. Kompjutersko vreme za izradu operata jedne prosečne kat. opštine od 3.000 parcela iznosi 5 sati, za strogo izravnane trigonometrijske mreže od 11 tačaka 15 minuta, za izravnane mreže vlakova geometrijskog nivelmana od 70 tačaka 105 minuta, za računanje poligonske mreže jednog sektora sa 200 veznih tačaka, po 19-tom obrascu 4 sata. Operator na digitajzeru za 8 sati može da registruje brojeve tačaka i koordinata jednog prosečnog lista sa 3.000 tačaka, dok ploter iscrta konture svih parcela jednog objekta sa 24 lista razmere 1 : 2500, za 7 sati.

Naravno da te brzine ne mora istovremeno da znače i ekonomičnost, jer ova zbog visoke cene opreme prvenstveno zavisi od stepena iskorišćenja. Ako kompjuter radi u četiri smene umesto u jednoj, cena časa je gotovo četiri puta niža. Tek ako kompjuter radi redovno dve smene on postaje rentabilan.

Drugi izvori troškova koji su takođe veliki predstavlja obuka kadra i razvoj tehnologije i programa. Društvena praksa je pokazala da se ne

isplati malim centrima razvijanje složenog i skupog softvera. Jedino vrlo masovna obrada može da opravda takve investicije.

Postignuti rezultati ERC-a »Geopremier«, opravdali su njegovo postojanje. I pored toga što je opremljen vrlo skromnim hardverom, on je postao zahvaljujući iskusnom kadru programera i organizatora (30 izvršilaca, od toga 8 diplomiranih inženjera) kao i zbog postignutih rezultata, najveći geodetski elektronski računski centar u zemlji.