AUTOMATSKA OBRADA PODATAKA U PROJEKTIRANJU

ELEKTRONIČKI ČITAČI (DIGITALIZATORI) I ELEKTRONIČKI CRTAĆI (PLOTERI)

Marijan BOŽIĆNIK — Zagreb*

U suvremenoj epohi industrijalizacije, svaka industrijski razvijena zemlja doživljava metropolizaciju svojih privrednih centara.

Godišnji prosječni porast u tim centrima iznosi cca do 10%. Pri tome je svugdje prisutan problem privođenja svrsi raspoloživih zemljišnih površina kao i izvođenje građevinskih radova na njima.

Radi otklanjanja i rješavanja saobraćajnih poteškoća u takovim centrima, planira se izgradnja tzv. »ekspresnih cesta« kao završnica ili priključnica na autoputove koji ulaze ili izlaze iz metropola. Pri realizaciji tih projekata ide se za tim da se postojeće zgrade i objekti u najvećoj mogućoj mjeri sačuvaju, jer rješavanje imovinsko pravnih odnosa oko njih može osjetljivo utjecati na rok izvedbe projekta.

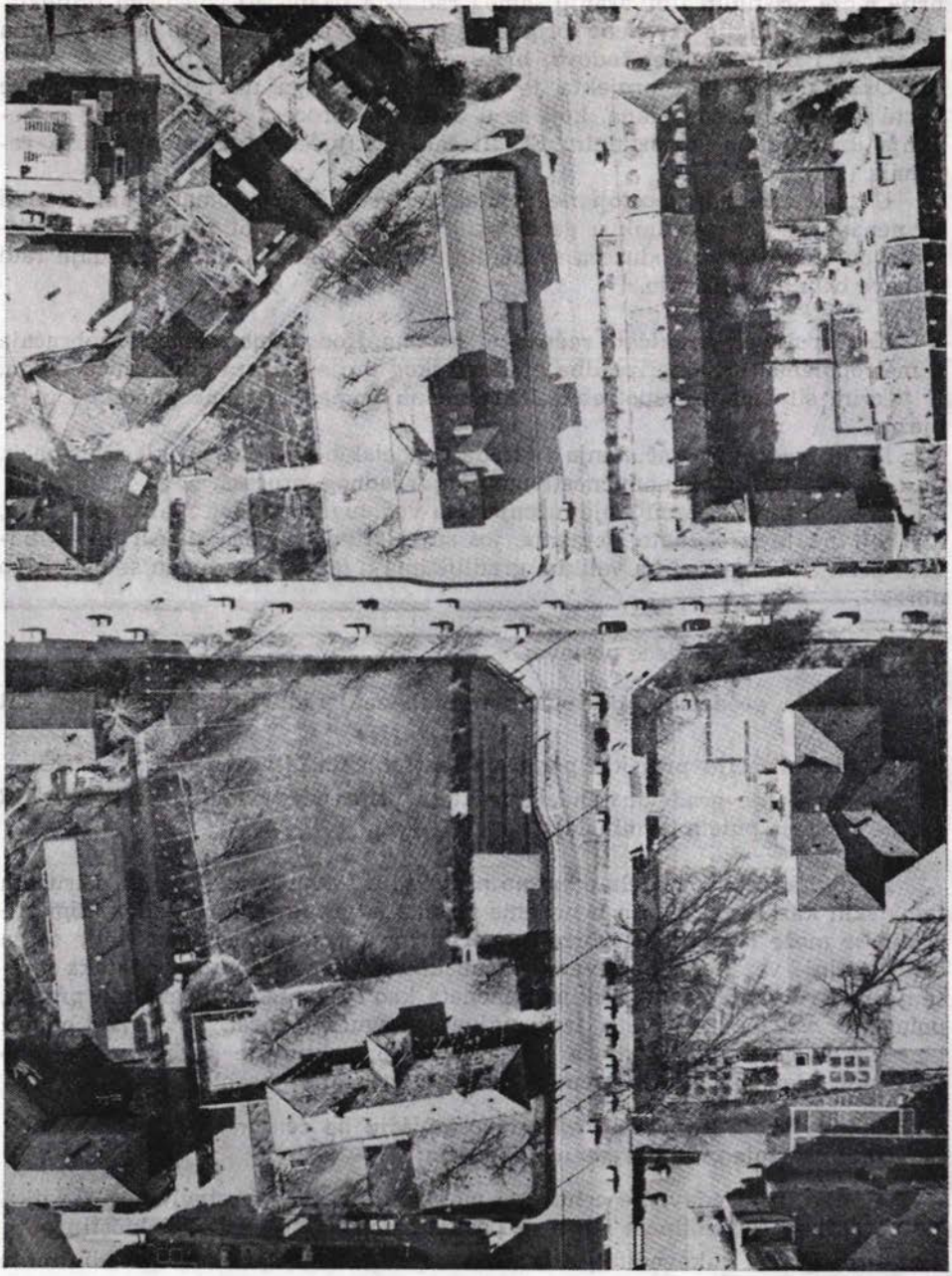
Radi skraćivanja rokova u projektiranju i kasnijoj njihovoj realizaciji u naravi, koriste se danas najracionalnija sredstva koja stoje na raspolaganju. Radi dobivanja topografske slike zemljišta isto se snima fotogrametrijskom metodom iz zraka (Slika 1). Iz same slike je vidljivo i moguće dati odgovor na pitanja da li je moguće i takvom metodom izmjere provoditi postupak ekspropriacije zemljišta. Za uredsku obradu tih snimaka koriste se automatski crtači strojevi-elestronički crtaći (EC) — u svijetu zvani ploteri. Sva potrebna računanja vrše se elektronikom. Rezultate računanja dobivamo u oblicima koji istovremeno služe kao ulazne vrijednosti za upravljanje elektroničkim crtaćima (EC).

Planovi izrađeni na taj način vrhunske su točnosti, omogućuju dobivanje svih geodetskih elemenata potrebnih u inženjerskoj geodeziji, otpada potreba vršenja bilo kakovih naknadnih mjerenja i samim tim isključuje na gradilištima nesporazume bilo koje vrste.

Tako automatiziranim radom geodetski stručnjak usmjerava brzo odvijanje geodetske djelatnosti u svrhu izrade građevinskog projekta. Uredski rad oslobođen je velikog dijela ranije zamornih poslova ručnih računanja i kartiranja. Sve su radnje unaprijed egzaktno planirane, jer takvu dirigiranu i uvjetovanu sistematičnost u radu uvjetuju elektronička računala, a sve to zajedno ubrzava izradu izvedbenog projekta.

Svrha upotrebe elektroničkih računala pri projektiranju. Brzina i kvalitet pri projektiranju stoje u funkcionalnoj vezi sa realizacijom projekta. Za svaki tehnički zahvat ovakve vrste osnovni moto glasi: »brzo i dobro«. Što je prije

* Adresa autora: Marijan Božičnik, dipl. inž. Rep. Geod. uprava Zagreb, Gruška 20



Sl. 1

dovršena i pristupačna geodetska podloga potrebna za projektiranje, to se prije može pristupiti i otvaranju samog radilišta i započeti izvedbom projekta.

Što je solidnije izvedena priprema projekta i radilišta, to je u pravilu zajamčen i bolji kvalitet radova, brže se a time i jeftinije gradi.

Osnova za izradu projekta je geodetska podloga u obliku topografske karte ili katastarskog plana, koji se u ovakvom procesu organiziranog poslovanja izrađuju na somostalnim EC ili čak priključenim na elektronička računala (ER).

U zemljama gdje postoji nedostatak radne snage, automatizirani uređaji su nenadomjestiv suradnik u geodetskoj proizvodnji. Radi racionalnog korištenja automatizacije, poduzeća se ujedinjuju i zajednički koriste uređaje radi njihove brže amortizacije.

Koncepcija elektroničkih računskih sistema. Kod stalno rastućeg saobraćaja u metropolama, vrijeme izvedbe građevinskog projekta igra odlučujuću ulogu. U takvim situacijama upotreba elektroničkih pomagala je neophodna i neizbježna.

Ručna geodetska računanja i izrada geodetskih podloga na klasičan način postaju kočnica u ekonomičnosti odvijanja radnog procesa.

Dok računski sistemi stoje inženjerima već dugo vremena na raspolaganju, EC koji crtaju izračunate elemente, još su relativno nepoznati. Ali tek njihovom primjenom radovi na velikim gradilištima u gradovima mogu se osjetljivo ubrzati.

ER obavljaju slijedeće poslove:

— izradu geodetskih podloga potrebnih za izradu projekta pomoću ER i EC,
— digitalizaciju projekta pomoću elektroničkih čitaća koordinata (EČ),
— računanje građevinskih elemenata i priprema podataka za velika ER (obrada putem terminala).

Za digitalizaciju modela odnosno projekta u svrhu izrade raznih priručnih tematskih karata potrebnih u vrijeme izvođenja građevinskih radova, digitalizacija se može izvoditi vrlo brzo sa »približno točnim podacima«, dotle se za ostale radnje vezane uz rješavanje računskih zadataka i obrade podataka mjerenja i utvrđivanja građevinskih elemenata kao što su izbor normalnih profila, polaganje osovina i niveleta, traži najveća moguća točnost. To se isto odnosi i na izradu geodetskih podloga potrebnih za projektiranje i određivanje građevinskih elemenata radi prenosa projekta na teren (iskolčavanje).

Zahtjevi koje izvođači projekta postavljaju na centar i uređaje za AOP. Oni se sastoje prvenstveno u slijedećem:

— brzo prilogođavanje centra za rješavanje svakog postavljenog zadatka. Takva fleksibilnost može se postići samo uz slijedeće okolnosti:
— da glavni rukovoditelj centra ima sposobnost i spretnost koordiniranja između zainteresiranih institucija u poslovnim odnosima kao što su to upravne vlasti, investitori, privreda i dr. On treba imati dugotrajno iskustvo na poslovima projektiranja i programiranja kao i izradi elaborata i podloga potrebnih za uspješno odvijanje poslova. Nadalje mora

bezuvjetno vladati materijom i sposobnošću ocjenjivanja svrsishodnosti kako daleko i u kojoj mjeri može jedan poslovni proces biti automatiziran a da bi bio ekonomičan.

— da pogonski inženjeri (sistem analitičari i sistem programeri) poznaju poslove programiranja, najnovija dostignuća na polju elektronike i AOP, rad sa daljinskom obradom podataka, pronalaženje najoptimalnijih rješenja za izvedbu svake pojedine faze rada i cjelokupnog radnog procesa, da u cijelosti poznaju svojstva sistema na kojem rade i za kojeg pripremaju podatke.
— da neposredni izvođači radova na sistemu — sistem operateri — budu vrsni programeri sposobni za samostalnu izradu programa kao i njihovu eventualnu preradu i da dobro poznaju programske jezike.
— da centar raspolaže sa dobro uvježbanim kadrom bušača ulaznih podataka.

Timskim radom takva ekipa stručnjaka rješava obimne zadatke iz područja čvrstoće, hidraulike, cestogradnje i drugih građevinskih radnji pa isto tako i sa područja geodezije i kartografije.

Naprijed opisani zahtjevi, to jest visoki stupanj specijalizacije i fleksibilnosti, od strane korisnika usluga postavlja se i na sam centar, to jest na računski sistem i njega priključene crtaće uređaje. Oni moraju biti uvijek spremni i sposobni za djelotvornu akciju u svakom času, da su točni i brzi te da su dobro servisirani, da imaju čisti i jasni crtež, da su pouzdani i konforni.

Sposobnost za rad (aktivnost strojeva) očituje se kroz brzinu rada ulazno-izlaznih (perifernih strojeva) i kompletno riješenim softwar-om. Od softwar-a potrebno je napomenuti posjedovanje kompletnih programa za crtanje, programa za katastar, programa za kontrolu datoteka i drugo. Fleksibilnost uređaja očituje se u prikladnoj centralnoj jedinici i memoriji te potrebnoj biblioteci programa za odgovarajuće programske jezike.

Naročito visoki zahtjevi od ER postavljaju se kada oni trebaju rješavati precizne geodetske zadatke pri gradskim mjerenjima. Bez svrhe je rad sa ultramodernim i točnim optičkim daljinomjerima ako njihov rad nismo u mogućnosti računski i grafički sa dovoljno točnosti interpretira,ti odnosno predočiti ga u računima i izvesti na geodetskim podlogama.

Kod sistema koji su već uklopljeni u punu proizvodnju i rade prema određenim narudžbama na izvršavanju praktičkih zadataka, ne smije više doći u obzir dilema: kako priučavati radnike automatici, posebno one koji su izučeni i odgojeni za rad na klasičan način. Centar treba imati na raspolaganju »gotove« kadrove, iako se ne može poreći činjenica da na području AOP znanost i praktičko iskustvo napreduju koracima koje mogu stizavati i radnici koji su u svojoj praksi obučeni za klasičnu obradu podataka. To važi podjednako za sve grane tehnike koje koriste sistema za AOP. Kadrovi sistema koji rade na harwar-u digitalnih sistema trebaju se školovati od prilike jedan do dva mjeseca, dočim kadrovi koji rade na softwar-u trebaju za školovanje vrijeme od jedne do dvije godine.

Elektronički čitaći i elektronički crtaći — općenito. Sa sigurnošću se može ustvrditi da su danas elektronička računala svima dobro poznatis trojevi koji pomažu stručnjacima da brže, lakše i jednostavnije rješavaju mnoge zadatke koje pred njih postavlja praksa i koje im današnji brzi tempo rada i ravitka sve više i više nameće.

Međutim na području geodetske a posebno kartografske djelatnosti pojavili su se u posljednjem deceniju strojevi i uređaji za sada još manje poznati u geodetskoj praksi a koji se zovu digitalizatori odnosno elektronički čitaći (EČ) i ploteri odnosno elektronički crtaći (EC). Radnje koje se pomoću njih obavljaju zovu se digitalizacija i automatsko kartiranje i automatsko crtanje

Sama riječ digitalizacija ima isti smisao kao i kod elektroničkih računala, poznata je kao digitalni račun i digitalni podaci a što potječe od grčke riječi, odnosno njen osnov znači »računanje na prste«.

Na tržištu i u upotrebi ima danas već veliki broj EČ i EC i to najviše američke odnosno njemačko-švicarske proizvodnje. EČ još nisu u našoj praksi zastupljeni, barem ne u Hrvatskoj. Razlog što ih geodetska praksa još nije usvojila kao sredstvo za rad leži u tome što njihova cijena još za većinu naših radnih organizacija previsoka, a s druge strane i mnogi drugi uvjeti u našoj praksi još nisu sazorili do te mjere da bi rad sa njima u ovome času bio i ekonomičan. Cijene za poluautomatske i potpuno automatizirane EČ kreće se cca od 200 do 500 tisuća zapadnonjemačkih maraka.

Što su to EČ? To su strojevi koji snimaju elemente za datoteke i vrše raščlanjivanje modela odnosno projekta. Preko priključenog EC mogu crtati i geodetske podloge, karte i projekte za razne grane tehničkih djelatnosti. Osim što snimaju elemente za datoteke računara, EČ ih reproduciraju u inverznoj operaciji-kartiranju, ako su na njih priključeni EC.

Pod digitalizacijom modela ili karte podrazumijeva se snimanje koordinata u nekom određenom sistemu i prevođenje tih podataka u numerički sistem. Osnovni elementi nekog modela ili karte su točke, linije, površine, alfanumerički znaci i dr. EČ imaju kod proizvođača kao i kod potrošaća uglavnom isti pojam, to jest služe za prevođenje navedenih grafičkih elemenata u numerički oblik.

Elektronički čitači međusobno se razlikuju po konstrukcionim osebinama, kao i opsegu mogućnosti izvršavanja zadataka na području digitalizacije a što je opet neposredno vezano uz prvi uvjet, to jest konstrukcione osebine.

Po konstrukcionim osebinama i mogućnostima razdvajamo ih u tri osnovne grupe:

— EČ za digitalizaciju pojedinih točaka,

— EČ za digitalizaciju složenijih elemenata, na primjer neke linije ili krivulje,

— EČ za tastiranje kompletnog sadržaja modela ili karte.

Kod prvog sistema, izmjera slijedi po naredbi operatera za svaku pojedinu točku modela čije sa vrijednosti očitavaju u nekom određenom ili proizvoljnom koordinatnom sistemu. To su ručni EČ.

U drugom sistemu, izmjera slijedi potpuno automatizirano neku liniju u točno određenim »koracima« odnosno pomacima, ili se snimanje linije vrši prema posebnoj odredbi operatera u proizvoljnim razmacima. To je onda poluautomatska digitalizacija.

Spajanjem i kombinacijom raznih konstrukcionih rješenja na bazi elektronike i optike dobivaju se potpuno automatizirani EČ. Uz sve sisteme mogu biti vezani i EC koji rade u automatiziranom opsegu kao i sam EČ. Ti se automatski sistemi za crtanje zovu ploteri, odnosno elektronički crtaći (EC).

Elektronička računala (Kompjutori) povezani sa EČ i EC su sredstva od kojih geodetska sutrašnjica, a posebno kartografija očekuje kvalitetne i kvantitetne promjene u opsegu izvršenih zadataka.

Pretvaranjem grafičkih elemenata planova i karata u numeričke vrijednosti dobivamo novu vrstu geodetskih podataka, tako zvanu digitalnu datoteku. Posebno klasificirani elementi nekog modela ili karte prenose se u zakonitom slijedu na bušene kartice, trake, magnetne vrpce ili diskove. Pomoću posebnih programa možemo podatke iz tih datoteka koristiti u off-line pogonu to jest odvojeno od EČ ili u on-line pogonu to jest potpunoj povezanosti procesa ER, EČ i EC. Na taj način mogu se dobivati karte odvojeno, po raznim tematikama, to jest onakove za kakovu postoji potreba. Pri tome je potrebno naglasiti da je vrijeme koje se troši na taj automatizirani proces izrade karata i planova, u usporedbi sa klasičnim načinom, neuporedivo kraće.

Daljnja prednost digitalizacije jest u mogućnosti transformacije podataka izvornog modela u bilo koji drugi projekcioni sistem. Nakon digitalizacije modela na EČ, priključeni EC odmah crta određenu kartu il imodel u tom drugom traženom projekcionom sistemu.

Uz postupak digitalizacije vrijedno je napomenuti i mogućnost osnivanja i postojanja banke podataka koje pružaju široku mogućnost pristupa tim podacima svim zainteresiranim. Kao što i biblioteke koje čuvaju knjige predstavljaju banku podataka alfanumeričkih znakova, a arhivi planova banku podataka grafičkih znakova, tako i te banke digitaliziranih podataka modela ili karata predstavljaju banku alfanumeričkih i grafičkih podataka izraženih digitalizacijom, tj. u numeričkom obliku.

Sve tri navedene banke podataka mogu pružiti približno ili čak iste podatke odnoseći se na neki geografski objekat, ali banka digitaliziranih geodetskih podataka, preko jednog sistema u AOP pruža mogućnost za najbrži pristup i zahvat većem broju traženih informacija.

Radi velikog opsega podataka koje iziskuje digitalizacija nekog modela ili karte, koriste se bušene trake ili magnetne vrpce, a ako bi preko njih dostup do nekog traženog podatka bio predug, u takvim slučajevima se podaci memoriraju na magnetnim pločama i diskovima.

Sistemi EČ razlikuju se međusobno uglavnom po slijedećim konstrukcionim osebinama:

- kombiniranoj mogućnosti istovremene upotrebe EČ i EC,
- radnom formatu stola, na pr.: 0,75 m × 75, m do 1,2 m × 1,60 m.,
- mogućnost stroja da razlikuje i vrši minimalne pomake — korake — pri digitalizaciji i to od 0,1 do 0,01 mm.,
- mogućnost stroja da vrši elektronska mjerenja i očitavanja i time postizava potrebnu pozicionu, dinamičku i apsolutnu točnost očitanog složenijeg elementa (linije) uz odgovarajuću brzinu kretanja uređaja za mjerenje.

Pod dinamičkom točnosti podrazumijeva se na primjer točnost očitavanja složenijeg elementa (linije) uz odgovarajuću brzinu kretanja uređaja za mjerenje.

Na primjer $\pm$ 0,2 mm uz brzinu kretanja od 2,5 cm u sec. (brzina koraka). Apsolutna točnost obuhvaća istovremeno i dinamičku i pozicionu točnost očitanog elementa, te se ista izražava i kreće u okviru od 0,005 do 0,125 mm.

— u brzini kojom se može tastirati određeni elemenat modela. Na primjer 20 očitanih koordinata u jednoj minuti ili 10 cm digitalizirane linije u minuti.
— u upravljačkom sistemu, to jest u mogućnosti priključivanja neposredno na računalo (ER) ili konstruktivna povezanost s njime, te u mogućnostima manuelnog zahvaćanja u proces digitalizacije.
— u uređaju za manipulaciju priborom kojim se vrši mjerenje odnosno očitavanje traženih elemenata kao na primjer: olovka, lupa sa mjeračom markom, svjetlosni uređaj za fotografsku registraciju (fotoelektrički taster) i dr.
— uređaju za registraciju digitaliziranog podatka. Na primjer mehaničko, elektromagnetično, fotoelektronsko koje pomoću posebnog potenciometra (Codierer Encoder) dobivene podatke pretvara u digitalne signale. Tehničke kombinacije su na tom području vrlo različite.
— u uređajima za izlaz digitaliziranog elementa kao na primjer koordinata x, y, u apsolutnim vrijednostima ili u oblicima koordinatnih razlika dx i dy, i to ili preko off-line pogona na bušenim karticama, trakama, ili magnetnim vrpcama ili preko on-line pogona sistema, dakle neposredno preko računala.

Prenos može biti preko 5 do 8 kanalne bušene trake ili na 7 do 9 kanalnu magnetnu vrpcu, te konačno na magnetne ploče ili diskove, raznih kapaciteta.

— u uređajima za izlazne elemente u pogledu vrsta kodiranja, u raznim brzinama u davanju listinga, a postoje i kombinacije i sa izlaznim elementima putem optičkih čitača.
— u uređajima koji imaju monitor za nadziranje radnog procesa ili putem episkopa za nadziranje radnog stola.
— u načinu učvršćenja podloge koja se digitalizira. Na primjer stol za digitalizaciju ili bubanj, zatim u načinu bezzračnog prianjanja podloge koja se snima.
— u uređajima za prosvjetljavanje digitaliziranog modela, ako za to postoji potreba.
— u uređajima za filmsku projekciju digitaliziranog modela na radni stol.
— u položaju stola EČ kao na primjer: ravni, kosi, okomiti ili valjkasti.
— u mogućnosti provađanja raznih korektura ili promjena za vrijeme ili poslije digitalizacije kao na primjer brisanje nekog digitaliziranog elementa, promjene mjerila za pojedini detalj ili koordinatne osi za vrijeme digitalizacije.
— u pogledu softwar-a za pogon digitalnog sistema kao na primjer: upute i propisi za posluživanje EČ, kompilaciju i asembliranje programa automatske obrade podataka, primjene raznih programskih jezika i dr.

Problematika digitalizacije očituje se kroz:

— nastojanja da se ubrza proces rada na digitalizaciji.
— nastajanje da se postigne potpuna objektivizacija digitaliziranog modela, oslobođena od osobnih utjecaja operatera prilikom njegovog ručnog »navođenja«, odnosno mjerenja točaka i ostalih elemenata modela.
— U nastojanju da se postigne što veća točnost sistema EČ a koja bi se trebala približiti veličini od ± 0,035 mm.
— u snižavanju cijene izrade i prodaje sistema digitalnog uređaja.

U odnosu na ubrzanje radnog procesa izmjereno je i utvrđeno da se proces digitalizacije nekog modela ili karte, kao i analogna izrada novog modela ili karte u istom ili nekom drugom obliku ili sistemu odnosi u omjeru 1 : 4 u korist digitalizacije. Drugim riječima za izradu nekog elaborata, projekta ili karte potrebno je samo 25% radnog vremena od uobičajenog vremena potrebnog za klasičnu izradu.

Pri institutu za primjenjenu geodeziju u Frankfurtu na Majni (IFAG) ispitana su 44 razna modela EČ od 21 svjetskog proizvođača tih uređaja. Ispitivanja su vršena samo za sisteme čiji je format radnog stola jednak ili veći od 50 × 50 cm i čija je apsolutna točnost data sa najmanje ili više od 0,2 mm.

Elektronički crtaći ili ploteri (EC). Za kartografsku obradu modela ili karte služe crtaći (radni) stolovi, na kojima se iz podataka računanja daje njihov grafički prikaz. Za geodetske potrebe to su čvrsti u pravilu vodoravni i nepomični stolovi. Ima i drugačijih oblika crtačih podloga, kao na primjer valjkasti, čija se radna površina okreće u obliku beskonačne trake. Takovi crtaći uređaji služe više za druge grane tehničkih djelatnosti izvan geodezije. Kada se radi o crtaćim stolovima na kojima se rad odvija u punom smislu automatski, takve crtaće stolove zovemo elektronički crtaći (EC) ili poteri. Oni se već danas mogu praktički povezati na svako elektroničko računalo. Rade automatski pa je potrebno minimum vremena za njihovo nadgledanje. Već prema cijeni i konstrukciji namijenjeni su za jednostavnije ili kompliciranije zadatke i obradu crtaćih sadržaja, za sporije ili brže crtanje.

EC se koriste danas za brzu i egzaktnu izradu planova i nacrta u geodeziji u brodogradnji, automobilskoj industriji, arhitekturi i metalurgiji, u elektronskoj i tekstilnoj industriji. Drugim riječima svugdje gdje je potrebno izrađivati nacrte ili planove.

Nazivi EC u svijetu su vrlo različiti, toliko su brojni kao što su brojni i proizvođači. Poznati su nam nazivi: crtaći stroj, crtaći automat, ploter, grafički displej sistem, precizni crtaći uređaj, automatski koordinatograf i dr. Nijansiranost tih naziva daje nam na znanje o kakvoj vrsti stroja se radi. Obično se govori o crtaćem stroju a što za laika i nije dovoljno jasno, jer EC je crtaći stroj koji je programski vođen na osnovi numeričkih podataka i po svojim osebinama osjetljivo se razlikuje od običnog crtaćeg stroja. Danas postojeći EC sistemi razlikuju se međusobno uglavnom po slijedećim osebinama:

— u sistemu za nanašanje i crtanje točaka,
— u mogućnosti za mijenjanje raznih i radnih koordinatnih sustava,
— u sistemu za crtanje linija i drugih elemenata,
— u mogućnosti promjene veličine »koraka« crtanja kao i brzine crtanja. Do danas izrađeni EC imaju veličinu »koraka« od 0,0025 mm do 0,6 mm., ali nije proizveden ni jedan koji bi mogao crtati apsolutno glatku liniju, to jest liniju bez skokova. Maksimalno se teži smanjivanju tih skokova. Napominje se kao vrhunska točnost jednog plotera koji crta brzinom od 180 cm/ min i postizava točnost u ponavljanju istog crteža sa točnošću od 0,013 mm.
— u dinamici izrade crteža, to jest u brzini obilaženja lika kao i interpretaciji crteža.

— u sistemu ulaza podataka za EC a koji može biti upravljan neposrednog iz elektroničkog računala ili preko medija kao što su to bušena kartica ili trake ili magnetni diskovi.
— u operativnom sistemu pokreta motora, to jest da li se pomaci za crtanje vrše u smislu koordinatnih osi ili su ti pomaci tangencijalni.
— u uređaju za neposrednu izradu crteža a koji uređaji mogu biti u obliku crtaćeg pribora ili uređaja za graviranje pa i u obliku za svjetlosnu projekciju i preslikavanje sadržaja, zatim uređaja za izrezivanje maski.
— u koordinacionom uređaju koji regulira kretanje crtaćeg sistema, posebno pri crtanju krivulja, sistemu kojim se određuje sa koliko će se koraka izvesti određena zakrivljenost kao na primjer da li će neki krug biti iscrtan sa 200 ili 700 koraka.
— u sistemu fotoelektričnog crtanja pomoću katodnih cijevi, kada se elementi karte prenose na film ili fotopapir te neposredno prenose na mikrofilm. Takvi EC imaju poseban sistem za ugrađenu mikrofilm kameru koja prenaša crtež na 35 mm film. U takvim sistemima mogu se u on-line postupku postići i rezultati do 100 tisuća koraka u jednoj sekundi, a u slučaju off-line pogona preko magnetne jedinice moguće je postići maksimalnu brzinu od 33 tisuće koraka u jednoj sekundi. Kod povećanja mikrofilma od 14,5 puta, dužina koraka iznosi približno 0,25 mm na crtežu veličine 28 × 43 cm.

Daljnje razlike u EC su slijedeće:
— u crtaćim podlogama koje mogu biti ravne (u raznim položajima u prostoru) i zaobljene.
— u radnom formatu stola koji može biti od 0,50 × 0,50 m do 3,0 × 10,0 m.

Brzina rada kod EC je uz točnost glavni kriterij njegove vrijednosti. Ona može kod raznih sistema varirati od 60 cm/min do 18m/min.

S obzirom da još ne postoje propisane međunarodne norme (standardi o točnostima EC, da još nema jasne definicije pod kojim i kakovim se okolnostima koja točnost postiže, kriteriji točnosti EC jako varira od proizvođača do proizvođača. Kod EC je posebno značajan pojam »dinamička točnost«, koji dolazi do izražaja pri crtanju linija a što je posebno važno u geodeziji i kartografiji. Kao i EČ, i kod EC su zastupljeni pojmovi pozicione i konačno apsolutne točnosti. Sva se ta točnost izražava kroz točnost mjernog uređaja i brzine crtanja.

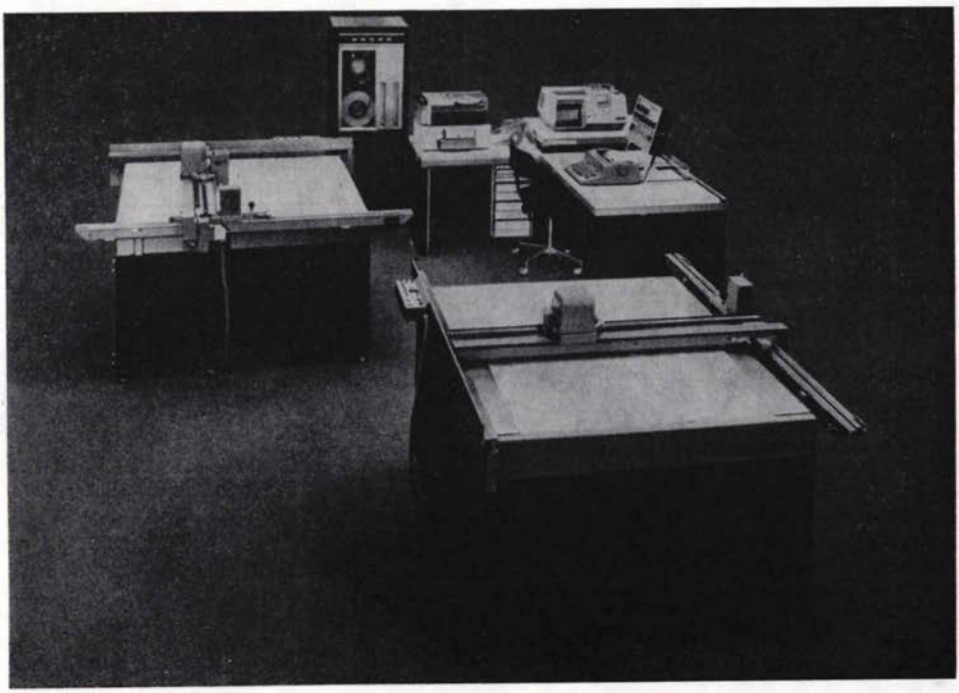
Upravljanje EC vrši se elektronskim putom. EC može biti upravljan samostalno a može biti i uključen i u on-line pogon zajedno sa elektroničkim računalom, kada ga računalo opskrbljuje sa podacima za rad. On-line sistem radi fantastično brzo, na što ga primorava sama brzina računala. Kao ulazni podaci mogu se koristiti do sada svi poznati mediji kao što su kartice, papirnate trake, magnetne vrpce, diskovi dr. S obzirom na opsežno bogati sadržaj podataka koji mogu biti i koji su potrebni za izradu jedne karte, češće je u upotrebi medij koji može primiti izvanredno mnogo podataka. Izlazni podaci pri EC mogu se dati u obliku podataka pisanog olovkom, kuglastog pisaća (brzotipkača), crtaća u tušu, uređaju za graviranje na staklu ili foliji kao i mogućnosti u izrezivanju maski. Nadalje može se primjenjivati i svjetlosni uređaj za prijenos sadržaja na svjetloosjetljive materijale. Postoje vrlo velike mogućnosti tiskanja simbola i znakova kao i pisanja na folije ili papir.

Ima EC koji su konstruirani da mogu istovremeno koristiti i do osam raznih uređaja za registraciju izlaznih podataka kao što je crtanje, pisanje, graviranje, fotoelektrična registracija, crtanje linija raznih debljina, kao i svih kombinacija u kartografiji posebno potrebnih dvostrukih paralelnih linija EC: za rad sa svjetloosjetljivim materijalima ugrađeni su u tamne komore. Radni stolovi podešeni su za prosvjetljavanje, imaju mogućnost bezzračnog prianjanja podloge na kojoj se radi. Prostorije u kojima radi EC moraju biti besprijekorno zaštićene od prašine.

Za softwar EC mogu se ponoviti iste karakteristike koje su date i opisane za sisteme EČ. U institutu za primjenjenu geodeziju u Frankfurtu na Majni (IFAG) ispitan je rad 70 vrsti EC raznih proizvođača.

Nakon ovako općenito opisanih svojstava sistema EČ i EC, u daljnjem tekstu daje se opis jednog EČ i EČ sa priključenim EC, a prema navodima samih proizvođača.

Coragraph DC2. Proizvođač je švicarska firma CONTRAVES AG iz Züricha. Spada u grupu EČ sposobnih za linijsku digitalizaciju modela ili karte. To je kompletno elektroničko računalo treće generacije, vrhunske točnosti a posebno pri geometrijskoj obradi podataka. Pod geometrijskom obradom podataka razumijeva se rješavanje zadataka koji u svojoj osnovi imaju barem jednu fazu geometrijske (grafičke) interpretacije. A to su prvenstveno geodetske podloge, bez obzira da li se radi o katastarskim planovima, topografskim kartama ili drugom kartografskom materijalu.

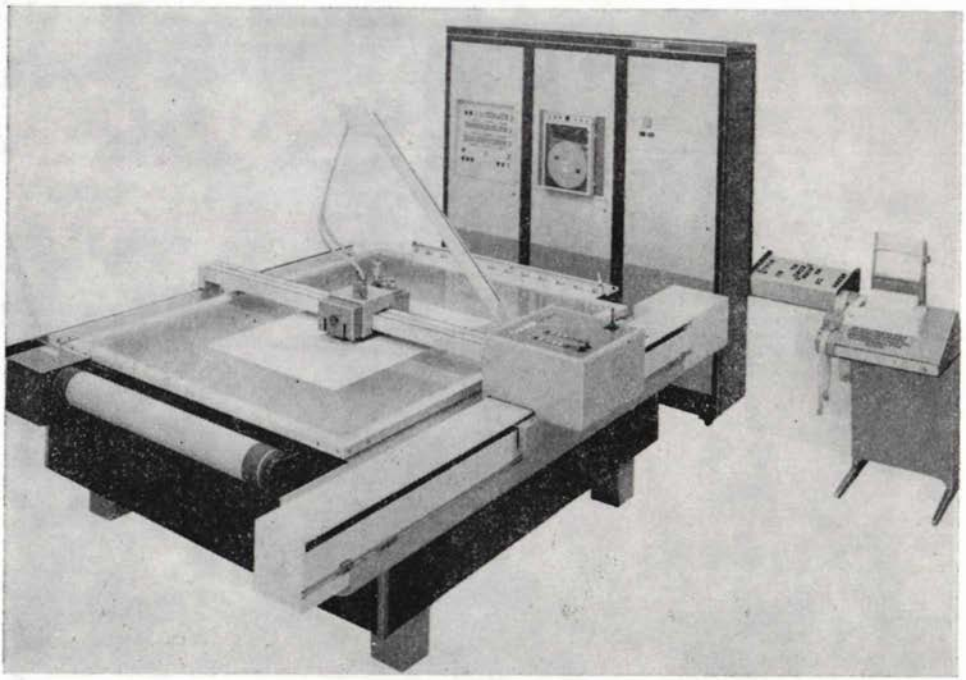


Sl. 2

Maksimalno je ekonomičan kako u pojedinim fazama procesa tako i u izvršavanju cjelokupnog zadatka. Odlika mu je da može u obradi koristiti sve vrste datoteka i da ima posebno bogati softwar. Proizvođać daje uz sistem i sve vrste programa za numeričkui grafičku AOP za razna područja tehničkih oblasti. Za registraciju izlazni podataka ima do danas sva upotrebljiva rješenja na raspolaganju, a također mogućnost neposrednog pristupa podacima i njihovog mijenjanja za vrijeme samog radnog procesa. Radi kompletno kao elektroničko računalo, elektronički čitač i elektronički crtać. (Slika 2).

Coradomat 21. Proizvođač je poznata švicarska firma CORADI. Spada u grupu EČ za digitalizaciju po sistemu točaka. CORADOMAT 21 posjeduje u Jugoslaviji Geodetski zavod SR Slovenije u Ljubljani. Coradomat 21 je numerički upravljan koordinatograf za izradu svih vrsti karata. Ulaz naredbi za crtanje i izlaz koordinatnih vrijednosti slijedi preko bušenih kartica, traka ili magnetne vrpe. Programirano računalo sa memorijama prerađuje očitane podatke putem upravljačke jedinice, upravlja crtaćim uređajima optimalnom brzinom.

Apsolutna i poziciona točnost u vrijednosti od 0,01 mm daje potpuno pouzdanje u kvalitet i točnost izrađenih podloga-nacrta. Stroj je univerzalan. Uz konvencionalne mogućnosti primjene kartiranja pruža nam mogućnost graviranja i fotoooptičke registracije neposredno na fotomaterijal. Jednostavan je za programiranje. Ima zvučnu najavu pri pojavi pogrešnog podatka uz istovremeno davanje instrukcije za postupak kao i televideo uređaj za praćenje rada odnosno odvijanje procesa.



Sl. 3

Može raditi u proizvoljnom koordinatnom sistemu, raznim mjerilima, vrši automatske transformacije i traslacije zahvaljujući naročito bogatom softwaru. (Slika 3).

Korištena literatura: Nachrichten aus Karten und Vermessungswesen, Heft Nr. 41 u izdanju Instituta za primjenjenu geodeziju IFAG-Frankfurt na Majni.

CONTRAVES Bulletin S 102 d-7303.

CORADI: Unserex Geräte.