

UDK 681.3:007:528:62(497.5)(091)
Pregledni znanstveni članak

RETROSPEKTIVA RAZVOJA RAČUNALSTVA I INFORMATIKE U HRVATSKOJ S NAGLASKOM NA TEHNIČKE ZNANOSTI I GEODEZIJU

Mirko BRUKNER – Zagreb*

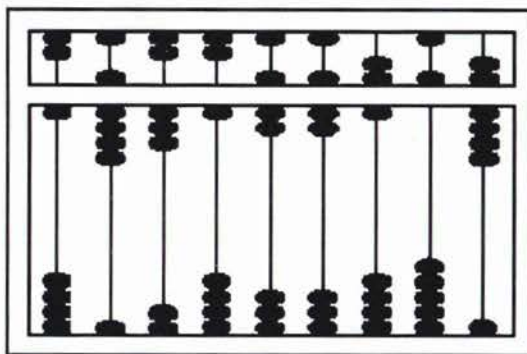
SAŽETAK. U članku se daje povijest računalstva i informatike u Hrvatskoj s poglavito tehničkom usmjerenošću. U njemu se, nadalje, opisuju temeljne činjenice i znanja o informacijskim sustavima. Članak ima dokumentarni karakter i odnosi se u prvom redu na 60-e i 70-e godine. Kronološki su nabrojena i opisana računala, njihove tehničke karakteristike, tehnologije obrade podataka, njihova primjena i dr. Posebno je naznačena uporaba računala u geodeziji i srodnim tehničkim znanostima.

Ključne riječi: računala, povijest, informacijski sustavi.

1. POČECI BROJENJA I RAČUNANJA

Oko 5000. g. pr. Kr. čovjek je počeo brojiti pomoću kamenčića, prstiju (pa je tu začetak decimalnog sustava) i kuglica (perlica) nanizanih na nitima.

Oko 1100. g. pr. Kr. načinjena je prva računaljka od kuglica nanizanih na metalnim šipkama, tzv. abak (engl. abacus) (slika 1). Takve su računaljke u upotrebi još i u ovom stoljeću.



Slika 1. Abak

* Prof.dr.sc. Mirko Brukner, Marjanovićev prilaz 6, Zagreb.

Oko 500. g. pr. Kr. preuzet je indoarapski sustav iskazivanja brojeva, koji je imao velike prednosti pred rimskim brojevima. Osnova mu je decimalni sustav uz uvođenje nule kao znamenke.

U 17. stoljeću počinje izrada računskih strojeva sa sustavom zupčanika, koji su se održali sve do pojave elektroničkih kalkulatora (računala).

God. 1703. Leibnitz je radio na binarnom sustavu brojeva, koji je danas primijenjen na digitalnim elektroničkim računalima.

2. POČECI AUTOMATIZACIJE U OBRADI PODATAKA

God. 1833. Babage je projektirao računalo "Difference Engine", koje je trebalo imati memoriju, uređaj za računanje, upravljačku jedinicu, ulazne i izlazne jedinice te program na bušenim karticama. Projekt nije ostvaren zbog tehničkih nemogućnosti.

God. 1890. Hollerith je uveo tehniku bušenih kartica pri 11. popisu stanovništva u SAD. Tadašnji su strojevi pomoću elektromagnetskih brojila brojali i zbrajali.

Krajem 19. stoljeća razvijaju se i prva analogna računala, koja rade s naponom, strujom ili sl. i služe za ograničene namjene. Jedno takvo računalo postojalo je 60-ih godina u Institutu "Rade Končar".

Već 1920. g. izrađuju tvrtke IBM (International Business Machines) i BULL mehanografska računala.

3. RELEJNA RAČUNALA ZA TEHNIČKE NAMJENE

God. 1941. Zuse je izradio računalo Z-3, koje se sastojalo od ulazne i izlazne jedinice, uređaja za računanje sa 600 releja te relejne memorije od 64 riječi s 22 bita. Program je bio izbušen na kino-vrpici.

Aiken je 1944. g. izradio relejno računalo MARK I, a instalirano je na Harvardovu sveučilištu.

Posebni osvrt zaslužuje računalo **Zuse Z-11** namijenjeno geodetskim računanjima. Računalo je upotrebljavalo binarni sustav s 5 računskih registara u granicama od 2^1 do 2^{25} i 8-znamenkastu tipkovnicu za unos podataka, a 30 osvijetljenih pokazivača (displaya) upućivala su operatera koji podatak treba upisati.

Računalo je imalo fiksno ožičene programe za rješavanje niza geodetskih zadataka. Ono se moglo i programirati, a programi su se bušili na 5-kanalnu vrpicu. Četiri čitača papirne vrpce omogućavala su čitanje glavnog programa i 3 potprograma, pri čemu se papirna vrpca sljepljivala u petlju, što je omogućavalo višestruko čitanje potprograma.

Takvo računalo bilo je instalirano u Geodetskom institutu Tehničke visoke škole u Münchenu, a radilo je krajem 50-ih i početkom 60-ih godina (Seifers 1959).

4. ELEKTRONIČKA RAČUNALA

4.1. Sklopovska oprema elektroničkih računala (engl. hardware)

Elektronička računala mogu se podijeliti na generacije (Brukner 1984), a to su:

1. generacija računala rabi elektroničke (vakumske) cijevi
2. generacija računala rabi tranzistore, a počinju se razvijati 50-ih godina
3. generacija računala rabi integrirane krugove, a razvijaju se sredinom 60-ih godina
4. generacija računala rabi LSI-tehnologiju (Large Scale Integration), tj. čipove
5. generacija računala rabi GSI-tehnologiju (Grand Scale Integration).

Svaka nova generacija računala značila je:

- manje dimenzije
- veće brzine rada
- niže cijene s obzirom na kapacitete
- veće kapacitete središnje i vanjskih memorija
- manji utrošak energije (struje)
- manje kvarova i dr.

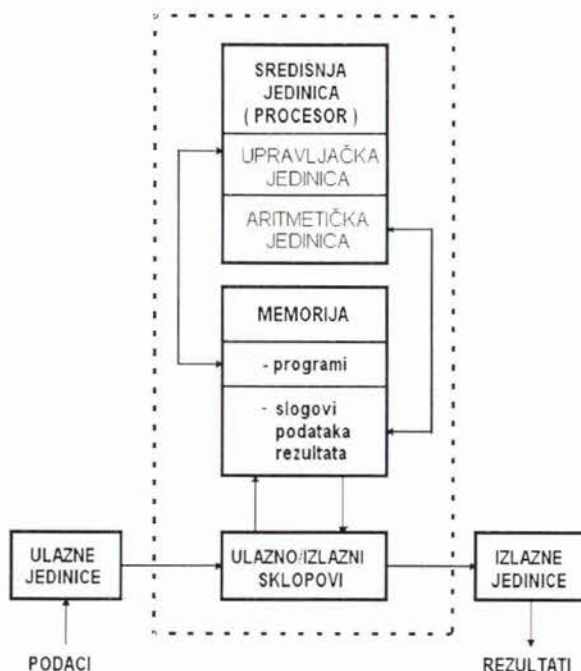
Pritom su osnovne komponente elektroničkih računala (slika 2):

- **središnja jedinica – procesor** (engl. Central Processor Unit – CPU), koja nadzire i usklađuje rad računala, a sastoji se od: **upravljačke jedinice** u kojoj se ostvaruju naredbe programa i **aritmetičke jedinice** (engl. Arithmetic Unit), u kojoj se obavljaju aritmetičke i logičke operacije s podacima
- **memorija računala** (engl. Memory ili Store) sazdana od bajtova (engl. byte) od 8 bita (engl. binary digit) ili od riječi (engl. word) većih duljina od npr. 16, 32, 36 ili više bitova, a u kojoj mora biti program u vrijeme njegova ostvarenja
- **ulazno-izlazni sklopovi**, koji povezuju računalo s okolinom, tj. ulazom podataka i izlazom rezultata, a uključuju međumemorije (engl. buffer).

Uz računalo su pripadale različite ulazne i izlazne jedinice kao što su npr.:

- tipkovnice, čitači kartica (papirnih vrpce), optički čitači i dr.
- pisači (štampači), bušači kartica (papirnih vrpce), crtala, zasloni (ekrani) i dr.

Računala također imaju neke vanjske memorije s programskom potporom i podacima (datotekama), kao što su npr.: prvotno kartice i papirne vrpce, a poslije magnetske vrpce, diskovi i dr. One se često nazivaju masovnim memorijama (engl. mass-memory) (Brukner 1984) i (Grundler 1995).



Slika 2. Shema elektroničkog računala i njegove okoline

4.2. Programska potpora (engl. software)

Figurativno opisano računalo sa stajališta sklopovske opreme je (beživotno) "tije-
lo" računala, dok je programska potpora "duša" računala, koja mu daje "život", tj. ona
je "recept" po kojem će računalo obavljati zadatke.

Programska potpora može se podijeliti na:

- sistemsku, koju u pravilu isporučuje proizvođač računala
- aplikativnu (namjensku), koju izrađuje ili nabavlja korisnik računala.

Sistemska programska potpora omogućuje korisniku uporabu računala, tj. obav-
lja sve osnovne funkcije, a sastoji se od:

- operacijskog sustava (engl. Operating System – OS)
- programskih prevodilaca – kompilatora (engl. compiler) za razne programske jezike
- programske potpore koja podržava organizaciju podataka i njihovu uporabu
- komunikacijske programske potpore
- raznih korisnih programa (engl. utility) i dr.

Sve te komponente sistemske potpore razvijale su se tijekom godina, pa se na neki način mogu smatrati generacijama.

Aplikativna (namjenska) programska potpora rješava točno određene zadatke koje pred računalo postavlja korisnik (Brukner 1984).

4.3. Programski jezici

Strojni jezik osnovni je, interni jezik računala. Svaka instrukcija (naredba) ima dva dijela:

- operacijski, koji govori "što treba učiniti", a u računalu je binarno kodiran
- adresni, koji govori "s kim to treba" učiniti, tj. sadrži binarnu adresu operanda u memoriji, uključenog u tu operaciju.

Prvotni programi pisali su se adekvatno tome u oktalnom ili heksadecimalnom su-
stavu brojeva.

Simbolički jezici programiranja značili su znatno olakšanje za programera jer se
prvo operacijski dio instrukcije pisao u nekom mnemoničkom kodu, a potom se i adre-
sni dio pisao kao oznaka operanda, npr. X, Y, ALFA i sl.

Pritom su uvedene i tzv. makroinstrukcije, koje zamjenjuju složenije naredbe, kao
što su npr. ulazno-izlazne naredbe.

Ti su jezici često nazivani assemblerima (engl. Assembly Language).

Viši programski jezici još su više orijentirani korisniku.

Prvi takvi jezici bili su:

- FORTRAN (Formula Translation) i ALGOL (Algorithmic Language) za teh-
no-matematičke namjene
- COBOL (Common Business Oriented Language) za poslovne namjene
- PL/1 (Program Language One) univerzalne namjene, te mnogo drugih sličnih je-
zika, koji nisu našli širu primjenu u Hrvatskoj.

Pritom su se razvili mnogi viši jezici, kao što su:

- BASIC (Beginners All-purpose Symbolic Instruction Code)
- C i drugi, u prvom redu na manjim računalima.

Svi ti jezici doživljavali su tijekom godina usavršavanja, tj. nove revizije (izdanja).

Generatori programa daljnji su korak u pojednostavljenju programiranja. Oni na temelju određenog broja ključnih riječi i navođenjem potrebnih atributa generiraju odgovarajući program.

To su npr.:

- razni generatori izvješća, kao što su npr. RPG (Report Program Generator), ISI (Informacijski sustav INA-e) i sl.
- upitni jezici (engl. query language) te drugi jezici za pristup bazama podataka i njihovo pretraživanje (Brukner 1978a i 1984).

4.4 Organizacija podataka

U nekim je tehničkim programima jedini zahtjev da podaci budu poredani u skladu sa zahtjevima programa.

Međutim, u većini slučajeva podaci moraju biti organizirani u slogovima (engl. record), a ovi u sklopu datoteka (engl. file) ili u novije vrijeme u sklopu baza podataka (engl. database).

Pritom je slog logički skup podataka što ga čine entitet (engl. entity) i pripadajući atributi (engl. attribute). Fizički slog čine polja (engl. field), koja odgovaraju entitetu i atributima, a koja su određene duljine, tj. određenog broja znakova (engl. character) (Brukner 1994).

Prve datoteke organizirane su **serijski (nesortirano)**, najčešće na karticama.

Fizičkim sortiranjem kartica na sortirkama mogle su se dobiti **sekvencijalne (sortirane) datoteke**. Sortirke su pritom sortirale kartice, po određenoj koloni kartice. Ovisno o prisutnoj znamenci u toj koloni, kartice su odlagane u odvojene pretince. Ponavljanjem postupka mogle su se kartice sortirati po više uzastopnih kolona.

Poslije su se programskim sortiranjem mogle dobiti sekvencijalne datoteke na različitim medijima, tj. magnetskim vrpčama, diskovima i dr.

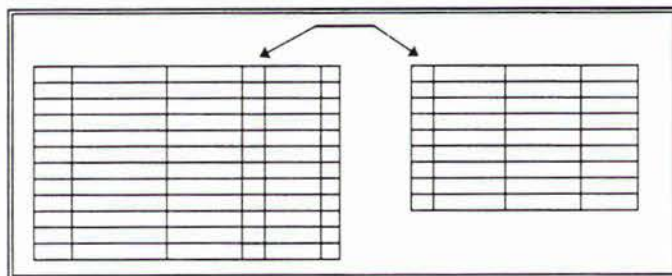
Daljnjim razvojem programske potpore uvedene su **datoteke s neposrednim pristupom** do slogova, kao što su: indeksne, indeksno-sekvencijalne, direktno organizirane i dr. (Palmer 1973 i Brukner 1978a).

Sljedeći korak u organizaciji podataka jesu **baze podataka**, s karakteristikama:

- logička uporaba podataka (slogova) neovisna je od njihova fizičkog pohranjivanja
- redundanca podataka svedena je na minimum
- istodobni pristup podacima više korisnika (programa)
- zaštićenost podataka od neovlaštene uporabe
- fizička sigurnost podataka i dr. (Palmer 1973), (Brukner 1978a).

Pritom je organizacijski razvijeno više vrsta baza podataka, a to su:

- složene mrežaste strukture (DBMS – Database Management Software), a prema preporuci CODASYL-a (Conference On Data Systems Language) i njezina odjela DBTG (Database Task Group)
- hijerarhijske (preferirane od IBM-a)
- relacijske (RDBMS – Relational Database Management System), koje su danas u najčešćoj primjeni (slika 3) te najnovije
- objektno orijentirane (OODB – Object Oriented Database) (Brukner 1994).



Slika 3. Shema tablica i veza u relacijskoj bazi podataka

4.5. Informatička kadrovska potpora (engl. lifeware)

Prvotna računala imala su kao kadrovsku potporu:

- programere, koji su najčešće obavljali i obrade podataka i
- kadrove za održavanje (popravke) računala.

Daljnijim razvojem računala i programske potpore uvodi se veća podjela rada i odgovarajućih stručnjaka:

- sistem-analitičara (projektanata aplikacija i informacijskih sustava)
- programera (kodera)
- djelatnika za pripremu podataka ("bušačica")
- operatera za redovite obrade podataka na računalu
- sistem-inženjera za sistemsku programsku potporu
- administratora baze podataka (engl. Database Administrator – DBA)
- inženjera i tehničara za održavanje računala i ostale opreme.

Prvi računalni djelatnici na tehno-matematičkom području u Hrvatskoj bili su: Branko Souček, Mirko Brukner, Bogdan Zelenko, Zlatko Mezak, Srećko Polić, Wanda Jurišić-Kette, Vladimir Bonačić, Ivanka Radnić (Gagro), Jasna Čuček, Marija Šantak, Vlatka Šantek, Krešimir Klaužer, Emil Grohovac, Božidar Štefanini, Alfred Žepić i dr.

Na geodetskom području bili su to: Nedjeljko Frančula, Miljenko Lapaine, Svetozar Petrović, Mladen Bolt, Miroslav Pozder, Željko Seissel, Miljenko Solarić, Marijan Božićnik, Nikola Solarić, Ana Brukner, Jonatan Pleško i dr.

4.6. Informacijski sustav

Informacijski sustav je skup svih ranije nabrojanih informatičkih elemenata. On se sastoji od:

- djelatnika vezanih uz rad s računalom
- sklopovske opreme
- programske potpore
- modela podataka (baze podataka)
- organizacijskih rješenja i postupaka (engl. Orgware-OW) (Brukner 1994).

5. PRVA ELEKTRONIČKA RAČUNALA U HRVATSKOJ

ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer) prvo je elektroničko računalo u svijetu pušteno u upotrebu 1945. g., a sastojalo se od više od 17 tisuća elektroničkih cijevi.

Prvo tranzistorsko računalo proizvela je tvrtka UNIVAC (Universal Computers).

Sredinom 50-ih godina razne tvrtke, kao što su IBM, UNIVAC, Zuse, Siemens, Telefunken i dr., počinju izrađivati računala za potrebe privrede.

Prvo elektroničko računalo s elektroničkim cijevima u Hrvatskoj je **UNIVAC 120** instalirano početkom 60-ih godina u Mesnoj industriji "Sljeme". Računalo je imalo 12 memorija s 10 decimalnih mjesta. Programiralo se na programskim pločama fizičkim prespajanjem kontakata pomoću vodiča (žica). Koristilo se bušenim karticama, a služilo je za obradu poslovnih podataka.

Jedno od prvih većih tranzistorskih računala u Zagrebu bilo je računalo **BULL GAMMA 30** instalirano 1965. g. u HRT-u, s 20 Kb memorije i 6 jedinica magnetskih vrpce te kartičnim ulazom. Služilo je za evidenciju radio i TV-pretplatnika.

Prvo elektroničko (tranzistorsko) računalo za tehničke namjene **Zuse Z-23** instalirano je sredinom 60-ih godina u Zavodu za unapređivanje produktivnosti u Zagrebu. Računalo je imalo brzu memoriju od 256 riječi s 40 bita. Glavna memorija bila je na magnetskom bubnju kapaciteta 8192 riječi. Ulazni medij s programom bila je 5-kanalna papirna vrpca u CCITT (Consultative Committee International Telegraphique et Telephonique) kodu. Podaci su se upisivali preko tipkovnice, a rezultati ispisivali na pisaču (teleprinteru). Za programiranje se upotrebljavao simbolički (Freiburški) kod. Programirati se moglo i u višem programskom jeziku ALCOR (ALGOL Converter) (Žanić, Zelenko, Brukner 1966).

Računalo se upotrebljavalo i u geodetske namjene, kao npr. za računanje koordinata broda pri seizmičkim istraživanjima na Jadranu (vidi § 6.1.). Izrađen je, također, niz drugih geodetskih programa.

Isto takvo računalo, ali u kooperaciji tvrtke Zuse i ISKRE Kranj (ISKRA ZUSE 23V), instalirano je na Fakultetu elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje u Splitu.

Institut za matematiku Sveučilišta u Zagrebu, Institut "Ruđer Bošković" i Elektrotehnički institut "Rade Končar" zajednički su nabavili 1967. g. računalo **CAE (C) 90-40 tvrtke CII** (Compagnie Internationale pur l'Informatique) sa središnjom memorijom od 16 K riječi od 24 bita. Računalo je imalo vanjsku memoriju za programsku potporu na kazetama. Za unos podataka upotrebljavala se 8-kanalna papirna vrpca, a za programiranje viši programski jezik FORTRAN II.

Za računalo su izrađeni neki geodetski programi, te su također obavljena prva pokušna računanja koordinata iz fotogrametrijske izmjere za Zavod za fotogrametriju u Zagrebu.

Nadalje na Elektrotehničkom fakultetu u Zagrebu instalirano je računalo **IBM-1130** s 32 Kb središnje memorije. Ono je prvo imalo disk jedinice.

Prednost IBM-ovih računala bila je u bogatoj potpori aplikativnim programskim paketima, koji su se tada isporučivali besplatno zajedno s računalom. Tako je npr. postojao paket za geodetska računanja, za projektiranje cesta i dr.

Takvo računalo za tehničke namjene bilo je kasnije instalirano i u Industroprojektu.

6. VELIKA UNIVERZALNA RAČUNALA U HRVATSKOJ

6.1. Prva velika računala

Krajem 60-ih i početkom 70-ih godina pojavljuju se prva velika i univerzalna računala u Hrvatskoj. Velika su ne samo po dimenzijama, već i po velikoj centralnoj memoriji (za ondašnje pojmove), većem broju perifernih jedinica (diskova i magnetskih vrpce), te po brzim ulaznim jedinicama (čitačima kartica i papirnih vrpce) i brzim izlaznim jedinicama (štampačima). Računala su univerzalna jer su se podjednako mogla upotrebljavati za obradu poslovnih podataka i za tehno-matematičke primjene.

To su:

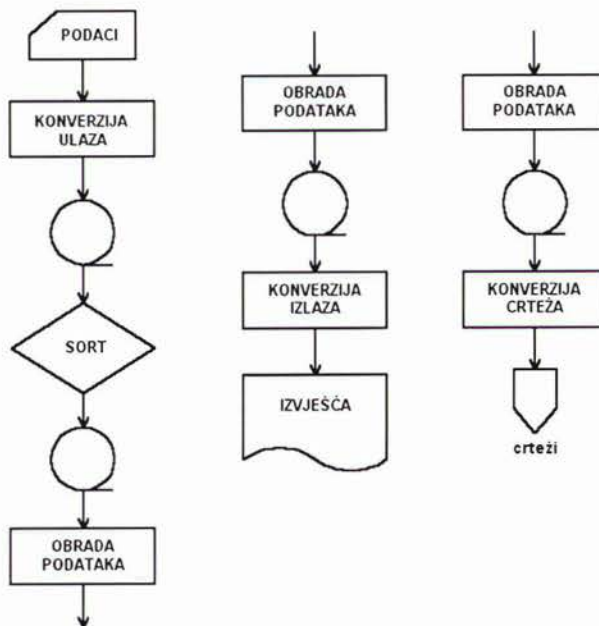
- računalo **IBM serije 360**, kakvo je instalirano u računskom centru grada Zagreba, u poduzeću Organizator, te još nekim računskim centrima u Hrvatskoj
- računalo **ICL 4-50** (International Computers Limited) instalirano u INA-i.

To je potonje računalo imalo:

- središnju memoriju od 256 Kb (kilobajta), upotrebljavajući EBCDIC-kod (Extended Binary Coded Decimal Interchange Code)
- 3 jedinice magnetskog diska s diskovima od 7 Mb (megabajta)
- 8 jedinica magnetskih vrpce
- čitač kartica i čitač 8-kanalne papirne vrpce u ASCII-kodu (American Standard Code for Information Interchange)
- brzi valjkasti štampač
- prvo crtalo (engl. plotter) u Hrvatskoj CALCOMP 563 (California Computers) (Brukner, Čuček 1973).

Tipično za ta računala je:

- masovni unos podataka preko bušenih kartica ili papirnih vrpce
- organizacija podataka u sekvencijalnim datotekama na magnetskim vrpcama
- programska potpora na diskovima
- indirektni unos izvornih podataka i ispisa rezultata (izvješća), tzv. pseudo "off-line" (slika 4)
- mogućnosti sortiranja datoteka po raznim poljima u slogu za potrebe različitih programa
- serijska obrada programa (engl. batch processing)
- multiprogramiranje u obradi programa (engl. multiprogramming), tj. istodobna obrada više programa
- operacijski sustav bio je DOS (Disk Operating System).



Slika 4. Shema uobičajenog ulaza podataka i izlaza rezultata

Multiprogramiranje je omogućavalo (uvjetno rečeno) istodobnu obradu više programa. Za to se brinu posebni program (engl. scheduler), koji je iz niza programa što su čekali u "repu" na obradu birao one za koje je bilo dovoljno raspoložive memorije i slobodnih perifernih jedinica. Na taj su se način automatski kombinirali npr. mali programi konverzije podataka, s relativno sporim operacijama ulaza i izlaza i relativno veliki programi s bržim operacijama.

Pritom je tvrtka IBM uvela sustav tzv. virtualnih memorija. Tu su se veliki programi cijepali u manje blokove, koji su se sukcesivno unosili u središnju memoriju. Na taj je način u središnjoj memoriji bilo mjesta za više različitih programa odnosno njihovih dijelova za potrebe multiprogramiranja. To je, također omogućavalo obradu velikih programa i na malim računalima.

IBM-ova računala pojavljivala su se s raznim podznakama koje su značile veličinu računala, a bila su sva međusobno sukladna.

U INA-i su se upotrebljavali programski jezici: COBOL za poslovne aplikacije FORTRAN IV za tehničke aplikacije. Na ondašnjim se IBM-ovim računalima pretežno upotrebljavao assembler.

Od geodetskih su se programa u INA-i upotrebljavali sljedeći programi:

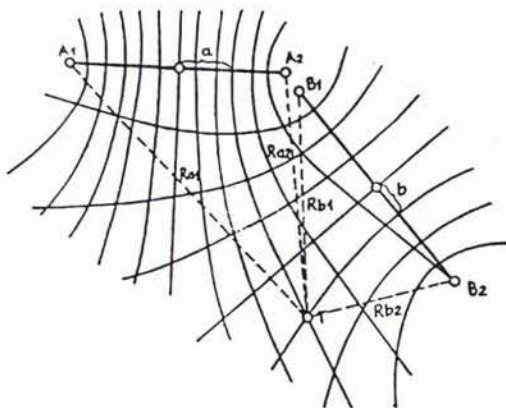
- Računanje koordinata broda za pomorska seizmička istraživanja na Jadranu uz pomoć radiolokacijskog sustava TORAN, kojim su se dobivale hiperbolne koordinate, što ih je trebalo transformirati u Gauss-Krügerove i obratno, transformacije iz jednog koordinatnog sustava u drugi i dr. Računanja su se izvodila za Geofiziku odnosno INA-Naftaplin (Brukner 1972a). Obrada seizmičkih podataka obavljala se na namjenskim računalima TIAC i TIDAR.
- Geodetska računanja za INA-Naftaplin
- Pilot-projekt i izvedba koordinatnog katastra s računanjem površina katastarskih čestica iz fotogrametrijske izmjere za Zavod za fotogrametriju u Zagrebu.
- Izrada Nautičkog godišnjaka za Hidrografski institut, Split.

Uz CALCOMP-ovo crtalo nabavljen je programski paket GPCP (General Purpose Contouring Program) za izradu karata te formiranje i crtanje izolinija (izohipsa) iz rasutih točaka.

Program se upotrebljavao za:

- crtanje karata s izohipsama ili drugih izolinija
- crtanje familija hiperbola za seizmička istraživanja na Jadranu (slika 5)
- crtanje profila terena i dr.

U računskom centru grada Zagreba započeo je u to vrijeme pokusni obuhvat knjižnog dijela katastarskog operata.

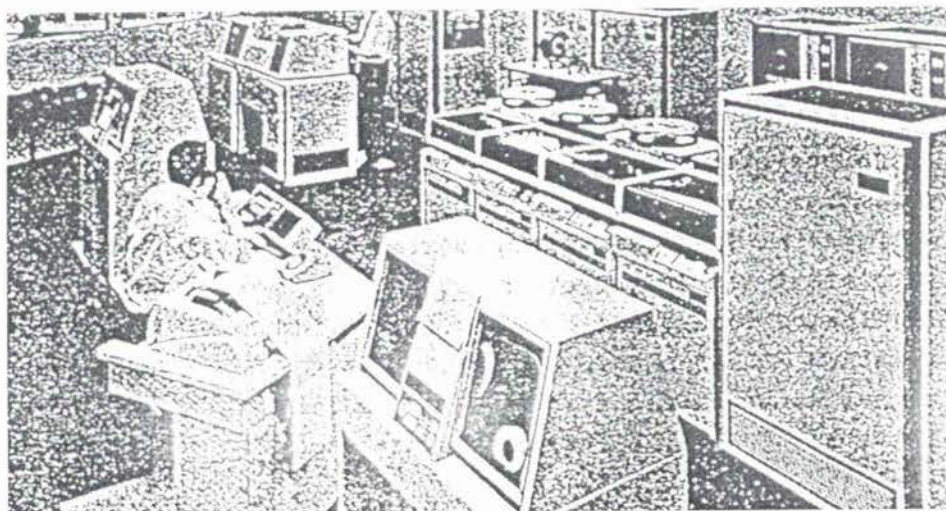


Slika 5. Prikaz familije hiperbola i hiperbolnih koordinata

6.2. Sljedeća generacija velikih računala

Još u prvoj polovici 70-ih godina instalirana je nova generacija velikih univerzalnih računala u Hrvatskoj (slika 6). To su:

- UNIVAC 1110 u Sveučilišnom računskom centru (SRCE)
- UNIVAC 1110 u INA-i
- računala IBM serije 370.



Slika 6. Slika jednog velikog računskog centra

Zajedničke su karakteristike tih računala:

- dva ili više procesora koji omogućuju stvarni usporedni rad više programa
- znatno povećane memorije, pri čemu se često rabe dvije memorije, tj. uz glavnu memoriju rabi se i jedna manja ali brža memorija (engl. cache memory) za ponavljajuće dijelove programa
- veliki kapaciteti (izmjenjivih) diskova, koji osim programske potpore omogućuju uporabu datoteka s neposrednim pristupom
- daljinska obrada podataka i neposredni pristup računalu terminalima ili manjim računalima preko telefonskih linija, koja omogućuje obrade u realnom vremenu (engl. real time processing)
- osim serijske obrade programa uvodi se obrada s diobom vremena (engl. time sharing), koja je potrebna za neposredni pristup računalu, a sastoji se u cikličkom dodjeljivanju dijela vremena središnjeg računala pojedinim aktivnim korisnicima (programima)
- razvoj integralnih baza podataka i informacijskih sustava kao što su DMS (Database Management System) za UNIVAC-ova računala te IMS (Information Management System) i dr. za IBM-ova računala
- operacijski sustavi su EXEC-8 (UNIVAC) i DOS (IBM)
- upotrebljeni su programski jezici COBOL, FORTRAN IV, FORTRAN V, PL/I, RPG, ISI i dr.

Daljinska obrada povezivala je terminale i manja računala na središnje računalo preko iznajmljenih ili običnih (biranih) telefonskih linija, na čijim su krajevima bili MODEM-i. MODEM-i su digitalne signale pretvarali u analogne na ulazu i obratno na izlazu veze.

U SRCE-u je 1972. g. privremeno instalirano računalo UNIVAC 1106, koje je 1974. g. zamjenjeno računalom UNIVAC 1110, koje je imalo:

- dvije upravljačko-aritmetičke jedinice i jednu ulazno-izlaznu jedinicu
- brzu memoriju od 96 Kw i glavnu memoriju od 261 Kw (kilo words)
- dvije jedinice magnetskih bubnjeva s ukupno 3 Mb
- 4 jedinice magnetskih diskova
- 5 jedinica magnetskih vrpca (Frančula 1975).

Računalo u SRCE-u bilo je daljinski povezano sa sveučilišnim centrima u Osijeku, Rijeci i Splitu. Mnogi su terminali postavljeni na fakultetima (jedan na Građevinskom fakultetu u Zagrebu).

Na računalu su se obavljale i prve vježbe studenata Geodetskog fakulteta u Zagrebu iz programiranja. Računalo se također upotrebljavalo za vježbe studenata iz matematičke kartografije (Frančula 1978).

Računalo se upotrebljavalo na Geodetskom fakultetu za izradu doktorskih disertacija i u izradi znanstvenih tema koje je financirao Savjet za naučni rad SR Hrvatske (Frančula 1975). Kao primjer može poslužiti i rad na području kartografije (Frančula, Lapaine 1988).

Računalo u INA-i imalo je:

- dva procesora, tj. dvije upravljačko-aritmetičke jedinice CAU (Command Arithmetic Unit) i dvije ulazno-izlazne jedinice IOAU (Input Output Arithmetic Unit)
- brzu memoriju od 64 Kw i glavnu memoriju od 524 Kw, s riječima od 36 bita
- dva magnetska bubnja od po 262 Kw i 2097 Kw
- 6 jedinica diskova za diskove od 100 Mb
- 8 jedinica diskova s diskovima od 200 Mb
- 10 jedinica magnetskih vrpca
- 3 štampača brzine 2000 linija/min
- 1 čitač kartica brzine 1000 kartica/min
- više terminala i manjih računala UTS-400 i UTS-700 za obuhvat i transfer podataka.

Uz računalo je pribavljeno i novo "off-line" elektroničko računalo CALCOMP 925 s crtalima CALCOMP 563 i 1036.

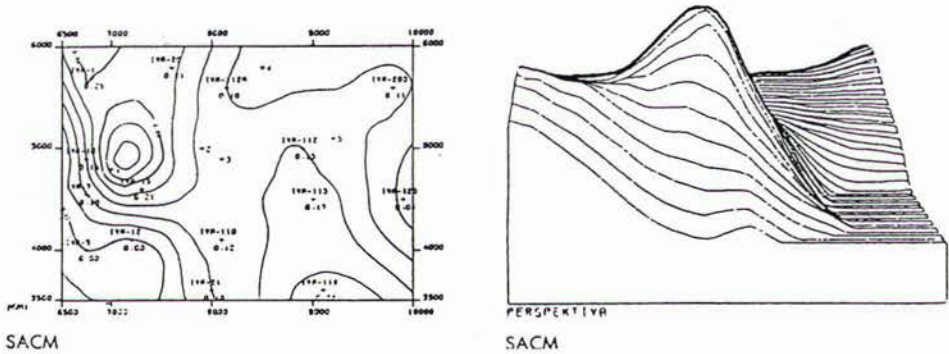
Računalo u INA-i bilo je povezano preko iznajmljenih linija s manjim računalima u Rafineriji nafte Rijeka, Rafineriji nafte Sisak, Petrokemiji Kutina, Naftaplenu te s mnogim terminalima u ostalim dijelovima INA-e.

Uz računalo su kupljeni i izrađeni mnogobrojni programski proizvodi.

Od tvrtke GEOCOM (Houston) nabavljena je programska potpora za obradu seizmičkih podataka.

Od iste tvrtke dobiven je program SACM (Surface Approximation and Contour Mapping) za interpolaciju i crtanje izolinija, računanje volumena i izradu 3D-prikaza (slika 7).

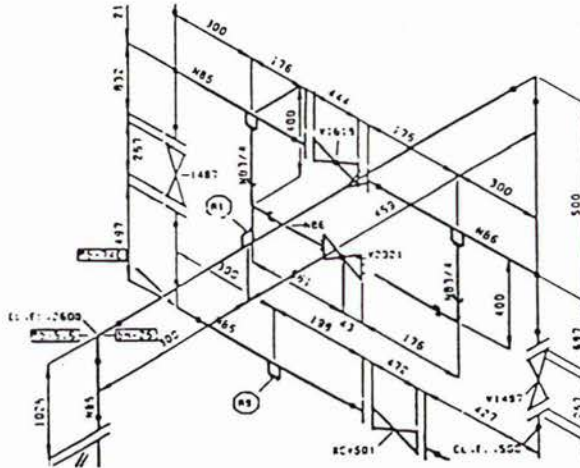
Također je nabavljen programski generator za sastavljanje izvješća SIM (System for Information Management), koji je prerađen i preveden na hrvatski jezik pod nazivom ISI (Informacijski sustav INA-e). Rabio se u INA-i za razne namjene, a u prvom redu u Kadrovskom informacijskom sustavu (KIS-u). On je, također, predložen za programsku potporu Kartografske baze podataka (Brukner 1978b).



Slika 7. Izohipse i odgovarajući 3D-prikaz

Od tehničkih su programa nabavljeni još:

- CONCEPT programski paket za projektiranje i simulaciju procesnih postrojenja
- COMPAID za projektiranje cjevovoda i crtanje izometrijskih prikaza (slika 8).



Slika 8. Izometrik izrađen na crtlu

Programski paket za linearno programiranje uotrebljavao se za optimizaciju proizvodnje i transporta naftnih derivata.

Program za mrežno planiranje upotrebljavao se npr. za planiranje generalnih remonta postrojenja.

U INA-i je izrađeno mnogo programskih paketa za geodetske i ine tehničke namjene, kao što su:

- Program za računanje koordinata pri seizmičkim istraživanjima na Jadranu, koji se bazirao na satelitskoj navigaciji (za INA-Naftaplin)
- Program za obradu gravimetrijskih podataka i crtanje izogama na crtlu s programom GPCP (za Geofiziku i INA-Naftaplin)

- Program za koordinatno projektiranje cesta i iskolčenje trase na terenu (za Zavod za fotogrametriju, Zagreb) (Brukner 1966)
- Program za aerotriangulaciju nizova (za Zavod za fotogrametriju Geodetskog fakulteta u Zagrebu)
- Program za izjednačenje mikrotriangulacije posrednim opažanjima i izjednačenje kontrolnih točaka na branama (za HE Mostar), i dr.

CENTAR ZA AUTOMATSKU OBRADU PODATAKA (CAOP) GRADA ZAGREBA raspolagao je računalom IBM 370 / 155. Na računalu su se vodile evidencije na razini grada, kao što su: stanovništvo, porezni obveznici, stambene jedinice, vojni obveznici i dr. S geodetskog stajališta zanimljiva je evidencija katastarskih čestica (Kračkar 1996).

Osim toga instalirana su mnogobrojna računala s pretežno poslovnom namjenom, koja je teško i približno sva nabrojiti, pa su navedena samo neka od prvih računala i odgovarajuće tvrtke: IBM (Organizator, IPK Osijek, OKI, Republički zavod za statistiku i dr.), ICL (Elektra Zagreb, Grad Rijeka), UNIVAC (Željezara Sisak, Petrokemija Kutina) i dr.

Od većih ondašnjih računala valja još spomenuti:

- CDC (Control Data Corporation) u Institutu građevinarstva Hrvatske (IGH), koje je bilo povezano s računalom iste tvrtke u Ljubljani. Računalo je bilo opremljeno i elektroničkim crtalom CALCOMP 1036
- FUJITSU, instalirano u Građevinskom školskom centru, u sklopu kojeg je bila i Geodetska srednja tehnička škola u Zagrebu, a vlasništvo Poslovnog udruženja građevinara. Računalo je imalo 45 Kb memorije i 6 jedinica magnetskih vrpca, te ulaz preko kartica. Na njemu se upotrebljavao programski paket COGO (Coordinate Geometri) za geodetska računanja.

7. MALA RAČUNALA

Velika su računala zbog visoke cijene bila dostupna vojnim i vladinim državnim institucijama, sveučilišnim i znanstvenim institutima te velikim tvrtkama.

Zato već krajem 50-ih godina tvrtka DEC (Digital Equipment Corporation) razvija mala računala iz serije PDP za tehničke namjene. Jedno takvo računalo bilo je instalirano u Institutu "Ruđer Bošković" sredinom 60-ih godina.

Mala računala pojavljuju se pod raznim nazivima, kao što su: miniračunala, stolna računala, kućna računala i dr., a u novije vrijeme kao osobna računala (engl. Personal Computers – PC). U mnogim slučajevima radi se o manjim dimenzijama, a ne o njihovim stvarnim kapacitetima i drugim mogućnostima.

Takva su računala kasnije proizvodile mnogobrojne tvrtke. Većinom su bila namijenjena obradi poslovnih podataka, neka su se upotrebljavala kao procesna računala, ali su isto tako mnoga namijenjena za tehnomatematičke primjene.

U nastavku su prikazana neka računala u geodetskoj uporabi.

Računalo **HP 9830** (Hewlett Pacard) s 8 Kw memorije u Zavodu za fotogrametriju Zagreb, koje se upotrebljavalo za razna geodetska računanja (Bolt, Križaj 1976).

Računalo **HP 9845 A** s 16 Kb memorije, zajedničko vlasništvo Geodetskog fakulteta i poduzeća "Geozavod" upotrebljavalo se u prvom redu za numeričko računanje površina (Solarić 1982), za vježbe studenata Geodetskog fakulteta te za druge namjene (Frančula, Lapaine 1988).

Računalo **HP 9845 S** sa 64 Kb memorije i ulazom preko bušenih kartica s programskim jezikom BASIC. Računalo se upotrebljavalo za mnoga računanja, kao npr.: transformacije koordinata, aerotriangulaciju nizova (Brukner 1981) i dr. Bilo je povezano i s računalom u SRCE-u.

8. AUTOMATSKA OBRADA PODATAKA KATASTRA ZEMLJIŠTA

Knjižni dio katastra zemljišta obuhvaća evidenciju katastarskih čestica i tipičan je primjer masovne obrade podataka te je vrlo pogodan za obradu na elektroničkim računalima. Ona omogućavaju sveobuhvatnost podataka, njihovo ažurno održavanje i izvođenje raznih analiza te dobivanje informacija i tiskanje izvješća. U Hrvatskoj se AOP katastra nije razvijao koordinirano. Zbog toga je nastalo više programskih proizvoda različitih tvrtki, kao što su:

- CAOP grada Zagreba
- Informatički inženjering (IGEA) Varaždin
- SRCE i dr.

Iako su svi ti programi kvalitetni i zadovoljavaju zakonske zahtjeve, oni međusobno nisu sukladni. Razlike su u duljini polja, označavanju katastarskih čestica, šifriranju podataka i dr. Te razlike značit će teškoće, u prvom redu u spajanju podataka na razini gradova (općina), županija i cijele Republike.

9. IZUČAVANJE INFORMATIKE NA GEODETSKOM FAKULTETU SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

Uz Ekonomski, Elektrotehnički i Prirodoslovnomatemički fakultet, Geodetski je fakultet među prvima uveo (šk. god. 1970/71.) informatičko obrazovanje studenata. Nastavni je predmet, tokom vremena, mijenjao naziv kako sljedeći:

- Elektronička računala i programiranje (predavač prof.dr.sc. Mirko Brukner)
- Elektronička obrada podataka (predavač prof.dr.sc. Mirko Brukner)
- Kompjutorska obrada geodetskih podataka (predavač prof.dr.sc. Nedjeljko Frančula)

Nastavni je predmet pratio brzi razvoj informatike u svijetu, a tog su slijedila nova odgovarajuća izdanja udžbenika (Brukner 1972b, 1976 i 1984).

Uz dodiplomski studij informatika je uvedena i na nekim usmjerenjima postdiplomskog studija.

Danas se na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu ostvaruju sljedeći informatički predmeti:

- Geoinformatika I (predavač prof.dr.sc. Nedjeljko Frančula)
- Geoinformatika II (predavač doc.dr.sc. Miodrag Roić)
- Geoinformatika III (predavač doc.dr.sc. Nevio Rožić)

Na Geodetskom fakultetu sada postoje dvije veće računaonice i nekoliko manjih, opremljenih s najnovijim osobnim računalima.

10. ZAKLJUČAK

Računala su se u početku upotrebljavala najviše u tzv. masovnoj obradi podataka, čime su čovjeka oslobodili velikoga fizičkog rada, a istodobno osigurala nepogrešive informacije i analize. Primjer takve primjene u geodeziji je katastar zemljišta.

S druge strane elektronička su računala omogućila tehnomatematičke proračune, koji bez njih nisu bili mogući ili nisu bili izvodivi u razumnom vremenu. U geodeziji su to npr.: transformacije koordinata, izjednačenje trigonometrijskih mreža, aerotriangulacije i dr.

U primjeni računala Hrvatska nije znatnije zaostala za ostalim svijetom, što pokazuje primjena računala već u 60-im godinama. Računala su omogućila nove tehnologije rada u geodeziji, npr. daljinska istraživanja, automatizaciju u kartografiji, razvoj geografskih informacijskih sustava (GIS) i dr.

LITERATURA

- Bolt, M., Križaj, E. (1976): Prilog razmatranju metoda numeričke obrade mikrotriangulacionih mreža. Geodetski list: 135–150.
- Bukner, A. (1981): Automatska obrada aerotrianguliranog niza. Geodetski list, 1–3, 26–38.
- Bukner, M. (1966): Primjena elektronskih računskih strojeva pri projektiranju cesta. Građevinar, 8, 302–315.
- Bukner, M. (1972a): Matematički postupci za elektroničko računanje koordinata pri marinskim istraživanjima u Jugoslaviji. Nafta, 9, 417–421.
- Bukner, M. (1972b): Elektronička računala i programiranje. Geodetski fakultet-Zagreb, udžbenik.
- Bukner, M. (1976): Elektronička računala i programiranje. Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet-Zagreb, udžbenik.
- Bukner, M. (1978a): Organizacija banke kartografskih podataka, doktorska disertacija, Geodetski fakultet, Zagreb.
- Bukner, M. (1978b): ISI-informacioni sistem INE. INA-ERC.
- Bukner, M. (1984): Elektronička obrada podataka. Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet-Zagreb, udžbenik.
- Bukner, M. (1994): GIZIS / Geografski i zemljišni informacijski sustav. INA-INFO.
- Bukner, M., Čuček, J. (1973): Primjena elektronskog crtača pri izradi karata. VII Simpozij automatizacije obrade podataka, Zagreb.
- Frančula, N. (1975): Sveučilišni računski centar (SRCE). Geodetski list, 1–3, 53–54.
- Frančula, N. (1978): O primjeni kompjutera u nastavi kartografije. Geodetski list, 1–3, 5–17.
- Frančula, N., Lapaine, M. (1988): Primjena mikroracunala u projektiranju matematičke osnove geografskih karata i atlasa. Geodetski list, 7–9, 233–241.
- Grundler, D. (1995): Osobna računala. INA-INFO Zagreb.
- Kraker, Z. (urednik, 1996): Hrvatska informatika / Jučer – Danas – Sutra. Hrvatska informatička zajednica (HIZ).
- Palmer, I. (1973): Database Management. Scicon, London.
- Seifers, H. (1959): Rechengäret Z11 für geodätische Aufgaben, DGK München, Reihe C, Heft 34.
- Solarić, M. (1982): Algoritmi za zaokruživanje površina parcela, grupa i ivičnih kvadrata. Geodetski list, 1–3, 28–38.
- Žanić, O., Zelenko, B., Bukner, M. (1966): Osnovi rada i programiranje za računar "ISKRA-Z-23V". Zavod za unapređivanje produktivnosti rada, Zagreb.

RETROSPECTIVE OF THE COMPUTING AND INFORMATION TECHNOLOGIES DEVELOPMENT IN CROATIA WITH ACCENT ON THE TECHNICAL SCIENCES AND GEODESY

ABSTRACT. The article presents the history of the computing and information technologies in Croatia, and is mostly oriented on the technical area. It moreover describes the basic knowledge about the information systems. The article has documentary character and refer primarily on the sixty's and seventy's years. Chronological are enumerate and described the computers, their technical data, the technologies of data processing, their usage and so on. Particularly is accent on the usage of computers in the geodesy and in the related technical sciences.

Key words: computer, history, informations systems.

Primljeno: 1998–06–20