

**Anton P. Železnikar**

**Drago Novak**

**MOŽNOSTI RAZVOJA  
MIKRORAČUNALNIŠKE  
TEHNOLOGIJE V SFRJ**

## Možnosti razvoja mikroracionalniške tehnologije v SFRJ

Anton P. Železnikar in Drago Novak

SOZD Elektrotehna, DO Delta

Članek opisuje razvoj mikroracionalniške tehnologije predvsem s stališča proizvodnje in njenih možnosti v SFRJ. Opisuje razmerja med mikro in miniračunalniško tehnologijo, kjer nakazuje možnosti prevzema funkcij današnjih minisistemov s pomočjo novih mikroprocesorjev. Kratko je prikazano stanje mikroracionalniške tehnologije v svetu s stališča sistemske arhitekture in novih operacijskih sistemov. Nakazana so izhodišča dosedanjega razvoja domače mikroracionalniške proizvodnje s preglednim proizvodnim spektrom (komponente, centralne enote, periferne enote, terminali, programska oprema). Izčrpejše je analizirana programska oprema in njeni standardi za mikroracionalnike ter zmogljivost sodobnih mikroprocesorjev v primerjavi z obstoječimi 16- in 32-bitnimi miniračunalniki. Na koncu članka so opisane možnosti domače mikroracionalniške proizvodnje s kritičnim pogledom na obstoječe stanje.

## Possibilities of Microcomputer Technology Development in Yugoslavia

This article describes a microcomputer technology development from the standpoint of production and its possibilities in Yugoslavia. Some differences existing between micro and minicomputer technology are pointed out where microcomputers are taking over the market and applications from minicomputers. Briefly, the state-of-the-art of microcomputer technology is shown from the standpoint of system architecture and new operating systems. Some starting-points of domestic microcomputer production are discussed showing the wide spectrum of products (integrated components, main frames, peripherals, terminals and software). Further, an analysis of the future software and its standards for microcomputers and a comparison of coming microprocessors with existing 16- and 32-bit microcomputers is given. At the end of the article new possibilities of production and organization of domestic microcomputer industry are discussed and a critical view to this subject is given.

## 1. Uvod

Mikroračunalniška tehnologija nudi možnosti za samostojno računalniško proizvodnjo in uporabo tudi deželam v razvoju, še zlasti pa srednjerazvitim. Na tem področju so pričakovana za samostojno rast, za sodelovanje s tujimi partnerji predvsem na področju trženja in s tem za pokrivanje ali celo preseganje razmerja izvoz/uvoz uresničljiva in vstop domače industrije na to področje proizvodnje in uporabe ne samo gospodarsko upravičen, marveč tudi razvojno nujen.

Računalniško proizvodnjo lahko osvajamo z različnimi strategijami, npr. začenši od čiste licenčne, prek koncepta proizvodnje izvornih naprav (PIN = DEM) do samostojno razvitih in proizvedenih sistemov. To je industrijski (organizacijski) del koncepta. Drugo vprašanje je vsebina proizvodnje oziroma njen asortima in to vprašanje se lahko postavlja s stališča srednjerazvite družbe, njenih veljavnih odnosov, zakonitosti in možnosti.

Računalniški sistemi imajo med tehničnimi sistemi najvišjo stopnjo kompleksnosti in ta kompleksnost se odraža tudi na znanje, razvoj, proizvodnjo in trženje. Osvajanje dejanske računalniške proizvodnje je zato lahko le postopno, od manjše kompleksnosti k večji, od mikroračunalniških sistemov naprej. Tak koncept bi se tudi dobro ujemal z uporabo malih sistemov v vrsti dejavnosti gospodarstva, administracije, konstruktorstva in razvoja, kjer veliki in srednji sistemi največkrat niso gospodarni.

Druga smer, ki prihaja iz mikroračunalniškega (procesorskega) področja, je tehnološka in njeno sporočilo je, da bodo novi mikroprocesorji prevzeli sčasoma funkcije današnjih minisistemov (PDP, VAX) in poslovnih sistemov (IBM). Tehnološke zmogljivosti novih mikroprocesorjev bodo presegle zmogljivosti današnjih mini in poslovnih sistemov in z novimi perifernimi napravami (diski tipa Winchester, mehurčni pomnilniki itn.) bo moč oblikovati prave megasisteme z več centralnimi in perifernimi procesorji.

To tehnološko sporočilo nalaga, da se lotevamo načrtovanja proizvodnje mikroračunalniških sistemov z resnostjo in pozornostjo, saj je to področje v naših razmerah in pogojih dela uresničljivo in gospodarsko upravičeno. Kot že napisano, pa predstavlja tudi perspektivne možnosti za naprej, če se dovolj hitro vključujemo v domače in tuje tržišče.

Iz napisanega izhaja, da so možnosti razvoja mikro-računalniške tehnologije ter z njo povezane infrastrukture dovolj vzpodbudne, da se lotevamo resneje kot doslej razvijanja teh tehnoloških dejavnosti s pripadajočo proizvodnjo, razvojem, znanjem in prodajo.

## 2. Razmerja mikro in miniračunalniške tehnologije

Še pred leti je bila klasifikacija računalnikov v mikro, mini in velike računalnike dokaj jasna. Veliki računalniki so pomenili paketno obdelavo; s problemi smo prihajali v računske centre, kjer so se ti računalniki nahajali. Miniračunalniki so obvladovali vodenje procesov in manjše poslovne aplikacije. Reševali so torej probleme na licu mesta. Vedeli smo, da sodijo računalniki podjetij IBM, Borroughs, CDC itd. k velikim, računalniki podjetij DEC, Hewlett Packard, Data General itd. pa v razred miniračunalnikov. Objektivno merilo za klasifikacijo pa je bila procesna moč. Prvi mikroračunalniki so po tem kriteriju precej zaostajali za obema skupinama. Svoje področje uporabe so našli v zamenjavi in izboljšavi ozi-čene logike, v posameznih avtomatskih napravah in pri vodenju zelo enostavnih procesov. Odprli so tudi novo dimenzijo uporabe računalnikov, kot zasebni računalniki in računalniki za hobi. Od miniračunalnikov so se razlikovali po precej nižji ceni, manjših dimenzijah in nižji zmogljivosti. Ena od glavnih zaprek za uspešno konkurenco miniračunalnikom je bila visoka cena perifernih naprav. Šele pojav cenениh perifernih naprav, kot so pogoni za gibke diske, Winchester diski, ceneni tiskalniki itd., je omogočil mikroračunalnikom konkurenčno razmerje cena - zmogljivost.

16-bitni mikroračunalniki, ki so svoje ime ohranili zaradi svojih 8-bitnih prednikov in ker so se rodili v podjetjih, ki jih že kar identificiramo z mikroprocesorji (Intel, Motorola, Zilog), so izpolnili prej obstoječo vrzel med mini in mikroračunalniki. S svojo zmogljivostjo dosega in celo presega miniračunalnike. Meje postajajo manj ostre. Mikroračunalniki bolj in bolj izpodrivajo miniračunalnike iz področja vodenja procesov. Zelo jasen dokaz zato so napovedi, da bo stekel prvi prevajalnik za programirni jezik ADA na mikroračunalniku. Smisel delitve računalnikov na mikro in mini bo postal še bolj vprašljiv v bližnji prihodnosti (1983), ko naj bi se pojavili na trgu 32-bitni mikroprocesorji, ko bo mogoče za nekaj tisoč dolarjev kupiti namizni TRS 370/135. Ustanovljena je tudi že mikroprocesorska interesna skupina "Skupina 380", ki pripravlja mikroprocesorske produkte za

podjetja Intel, Motorola in IBM. Bodoči mikroročunalniki bodo torej programsko kompatibilni s serijama 370 in 380 (veliki računalniki podjetja IBM). V kratkem bomo doživeli, da nam računalniška industrija ne bo več prodajala mikro, mini in velike računalnike, temveč rešitve na osnovi visoke tehnologije, ki na trenutni stopnji razvoja še nosi ime mikroročunalniška tehnologija.

### 3. Stanje mikroročunalniške tehnologije v svetu

Poglejmo si nekaj osnovnih potez razvoja mikroročunalniške tehnologije v zadnjem letu. Opazna je cepitev pri arhitekturi centralnega - procesorskega oz. računalniškega integriranega vezja. En poganjek gre v smer vedno zmogljivejšega procesorja, drugi pa v smer integracije procesorja, pomnilnika in vhodno-izhodnih kanalov v eno samo integrirano vezje (single chip computer). Na področju mikroročunalniških sistemov prihaja do standardizacije na materialnem (vodilo) in programskem nivoju (operacijski sistemi, ki temeljijo na UNIXu). Pomnilniška integrirana vezja postajajo vse zmogljivejša. Pri dinamičnih pomnilnikih je poleg težnje po čim večjih obsegih opaziti še težnjo po poenostavitvi osveževanja (psevdstatični pomnilniki). Na trgu so se pojavili tudi mehurčni pomnilniki, po katerih je žejno vpila vrsta aplikacij na področju telekomunikacij in vojaških sistemov.

16-bitni mikroprocesorji, ki so bili najavljeni v letu 1978, so že dobavljivi. Stari, 8-bitni računalniki že imajo svojo domeno uporabe in nove uporabe so v polnem razmahu. Poglejmo na kratko 16-bitne procesorje. Mednje spadajo: Intel 8086, Zilog Z8000, Texas Instruments 9900, Texas Instruments 9940, Fairchild 9440, Motorola 68000, Ferranti F100L, Data General mN602, National 16016, Advanced Micro Devices 29116. Od teh so najpopularnejši 8086, Z8000 in M68000, ki so realizirani v MOS tehnologiji in jih lahko štejemo med "prave" procesorje. V MOS tehnologiji sta realizirana tudi DG mN602 in National 16016. Procesorji F 100-L, AMD 29116 in F 9440 pa bazirajo na bipolarni tehnologiji. TI9900 spada tudi še med prave procesorje, medtem ko njegov sorodnik TI9940 vsebuje 128 zlogov RAM pomnilnika in 2K zlogov ROM pomnilnika in spada v skupino mikroročunalnikov v enem integriranem vezju.

16-bitni mikroprocesorji imajo razširjeno podatkovno in naslovno vodilo. Že samo ime nam pove, da obsega podatkovno vodilo 16 bitov. V splošnem so ukazi definirani nad naslednjimi osnovnimi podatkovnimi tipi: bit, polzlog, zlog, beseda, dvojna beseda. Z razširitvijo naslovnega vodila se je povečal obseg neposredno naslovljivega

pomnilnika nad standardnih 64 K zlogov. Pri 8086 je ta obseg 1M zlogov, pri Z8001 in M68000 pa 8M zlogov. Poleg razširitve sistemskih vodil prinašajo 16-bitni mikroprocesorji še celo vrsto novosti: segmentiranje, dva načina izvajanja (uporabniško, sistemsko ali nadzorno), ukaze, ki omogočajo sinhronizacijo v multiprocesorskem okolju itd. Pri nekaterih procesorjih so na voljo ukazi, namenjeni za razvoj visokih jezikov. Splošen sklep je naslednji: 16-bitni procesorji predstavljajo novo stopnjo v razvoju mikroprocesorske tehnologije, po zmogljivosti prekašajo 8-bitne procesorje (hitrost, obseg direktno naslovljivega pomnilnika, dolžina besede). Poleg tega prinašajo kvalitetne novosti, ki bodo omogočale enostavnejšo in hitrejšo realizacijo operacijskih sistemov in prevajalnikov ter enostavnejše združevanje v zmogljive večprocesorske sisteme.

Lani smo lahko zabeležili tudi pri pomnilnikih novo pridobitev - integrirano vezje s pomnilniško kapaciteto 64 K bitov. Nekaj mesecev pred tem so se pojavila na trgu enonapetostna 16 K-bitna integrirana vezja. Po napovedih naj bi šel razvoj po enakih stopinjah naprej. V triletnih intervalih naj bi se pojavila 256 K bitna in 1M bitna pomnilniška integrirana vezja. Pomnilniška vezja dobavljajo na trg več proizvajalcev. Med seboj se ta vezja funkcijsko ne razlikujejo. Razlika je le v velikosti in izvedbi (maska) silicijeve ploščice. Zaradi izjemno visoke integracije postajajo pomnilniki občutljivejši na alfa delce, ki se pojavljajo pri radioaktivnem razpadu onesažen v materialu. Sistemski razvijalci se morajo zavedati možnosti takih napak (soft bit errors).

Že prej smo poudarili težnjo proti poenostavitvi osveževanja. Letos naj bi se na trgu pojavila vezja 4Kx8 bitov in 8Kx8 bitov z notranjim osveževanjem.

Mehurčni pomnilniki se odlikujejo po tem, da trajno hranijo informacijo in da ne vsebujejo gibljivih mehanskih delov kot nekatere druge naprave. To jim daje v mnogih uporabah prednost pred cenejšimi diskovnimi in tračnimi enotami. Trenutno je največja kapaciteta ene enote 1M bit. Čas dostopa se giblje med 10-40 ms za različne proizvajalce. Glavni proizvajalci mehurčnih pomnilnikov so podjetja Texas Instruments, Rockwell International, Intel Magnetics, Fujitsu in National Semiconductor. Poleg samih mehurčnih pomnilnikov so potrebna za pogon pomnilniških enot še periferna integrirana vezja in krmilnik. Ta dodatna vezja oblikujejo pravilne časovne poteke tokov in omogočajo odčitavanje vsebine. Krmilnik olajšuje dostop do posameznih naslovljivih blokov.

#### 4. Dosedanji razvoj domače mikroračunalniške proizvodnje

Čeprav je mikroračunalniška proizvodnja bržkone edina računalniška proizvodnja pri nas, ki jo je v tem trenutku mogoče postaviti na čisti dinarski uvoz, se zaenkrat ni uveljavila kot redna industrijska dejavnost. Pod čistim dinarskim uvozom razumemo nedevizni uvoz tistih sestavnih delov, ki se v Jugoslaviji ne proizvajajo in katere lahko uvažamo preko maloobmejne izmenjave ter za klirinška sredstva. Na tej osnovi bi bilo danes mogoče proizvajati tudi zahtevnejše mikrosisteme, ki bi v funkcionalnih zmogljivostih dosegali standardne uvožene mikrosisteme (Cromemco, Altos, Tandy, Apple itn.).

V Sloveniji smo imeli poskuse proizvodnje domačih mikrosistemov, ki so bili v celoti razviti doma, vendar v razvoju nismo šli dosledno do konca zlasti na področju sistemske programske opreme, dočim je proizvodnja zastala zaradi meglenih in nejasnih poslovnih odločitev. To, kar se je občasno pojavljalo na tržišču, so bili laboratorijski primerki, izdelani kot industrijsko blago.

Seveda pa to ne pomeni, da v Sloveniji ne tečejo priprave za pravo proizvodnjo mikrosistemov in da ne smemo v skorajšnji prihodnosti pričakovati konkurenčen plasma več proizvodov in več proizvajalcev.

Pod domačo mikroračunalniško proizvodnjo moramo razumeti predvsem tisti tip proizvodnje, ki temelji na domačem razvoju, kjer je pretežni del proizvedene vrednosti dinarski, dočim veljajo licenčni odnosi le za tiste dele sistema, ki pogojujejo povezljivost z obstoječim mednarodnim tržiščem in s tem konkurenčnost. Nakup avtorskih pravic (licenčnina) na področju sistemske programske opreme je skorajda nujen iz dveh razlogov:

1) v primeru samostojnega razvoja bi morali razviti na določen način z nekim znanim operacijskim sistemom (OS) združljivi sistem, kar bi bilo povsem mogoče in ne bi bistveno vplivalo na ceno proizvoda;

2) kljub samostojnemu razvoju ustreznega OS izdelek ne bi imel t.i. reference, ki daje večje možnosti za plasma, za primerljivost izdelka, predvsem pa za enakovredno navajanje njegove prilagodljivosti na različne sistemske in uporabniške programske pakete.

Spremenjene poslovne razmere v Jugoslaviji bodo povzročile drugačen pristop k mikroračunalniški proizvodnji in organizaciji. Predvsem se mora ta proizvodnja

oblikovati po navzgorjem načelu, izhajajoč iz tržišča in povezovanja več proizvodnih sektorjev, vključno z zasebnim. Ta nova proizvodnja se mora osposobiti tudi za ustrezno sooblikovanje tržišča z načelom, da bodo le dovolj racionalni in ceneni izdelki tisti, ki se bodo proizvajali v večjih količinah. Svoj delež bi naj dodala tudi državna administracija s podporo domači proizvodnji in vzpodbujanju lastnega razvoja, kjer bi restrikcije vplivale kvalitetno, ne pa zavirajoče. Ob tem bi morali nujno omejiti uvoz podobnih izdelkov z visoko carinsko stopnjo ter preusmerjati devizne kupce na domače izdelke.

### 5. Zgradba mikroračunalniških sistemov

Namen tega poglavja je prikaz kompleksnosti mikroračunalniških sistemov z navedbo in kratko analizo komponent, kriterijev in pogojev za proizvodnjo. V gospodarskih, političnih, upravljalških, odločitvenih in administrativnih skupinah in organih največkrat ni prisotno znanje o mikroračunalniškem kompleksu, ki bi pripeljalo do ustreznih odločitev. Med temi podatki manjkajo zlasti analitični, ki kažejo stopnjo rasti, proizvodnje in porazdelitve posameznih dejavnosti oziroma komponent sistema.

V obračunskem letu 1979 (konec junija 1980) so nekatera ameriška podjetja za proizvodnjo mikroračunalnikov pridelala največje povečanje proizvodnje glede na prejšnje leto, in sicer Apple 650 %, Commodore 150 % in Tandy 131 %. Razdelitev dohodka med posameznimi komponentami ameriške računalniške industrije pa je bila tale: centralne enote 16 %, miniračunalniki 10 %, periferija in terminali 45 %, usluge in programska oprema 25 % ter ostalo 4 %. Ta razmerja so zanimiva predvsem zaradi tega, ker je moč potegniti določene vzporednice za nastajajočo mikroračunalniško industrijo.

Mikroračunalniška tehnologija obsega proizvodnjo tehle komponent in podsistemov:

#### 1. Komponente

- centralni mikroprocesorji
- pomožni centralni krmilniki
- procesor za upravljanje pomnilnika
- razširitve centralnega procesorja
- periferni krmilniki
- za diske, trakove
- za komunikacijske kanale
- za kriptiranje itd.
- pomnilniška vezja RAM, ROM, PROM, mehurčna itn.
- povezovalna integrirana vezja za vodila, V/I itn.



2. Centralne naprave

- enota s centralnim procesorjem
- pomnilniški moduli
- periferni moduli
- usmerniki

3. Periferne enote

- gibki diski
- diski tipa Winchester (trdni diski)
- tračne enote
- tiskalniki
- teleprinterji itn.

4. Terminali

- tastature
- navadni terminali
- inteligenčni terminali itn.

5. Programska oprema

- operacijski sistemi
- prevajalniki
- sistemi za varnost podatkov
- diagnostični programi
- uporabniški programi itn.

Kot vidimo, je asortima podsistemov v mikrosistemu prav tako bogat, kot ga imajo veliki sistemi ali minisistemi, le da so mikrosistemi manjši, čeprav lahko pride v posameznih primerih do stikanja (v kompleksnosti obdelave ter v zmogljivosti konfiguracij) z minisistemi. V klasifikaciji materialnih konfiguracij računalniških sistemov ločimo tri (kompleksnostne, zmogljivostne) ravnine, ki jih poimenujemo z

- megaračunalniki (MR),
- miniračunalniki (mR) in
- mikroračunalniki ( $\mu$ R)

Na področju  $\mu$ R mora domača industrija težiti h cilju, da postopno osvoji proizvodnjo centralnih naprav, perifernih enot (gibkih, trdnih diskov in tiskalnikov), terminalov (navadnih in inteligenčnih) ter programske opreme, predvsem uporabniške. Na sedanji stopnji razvoja ter usmerjenosti mednarodnega, zlasti razvitega tržišča, pa bo težje ali kar nemogoče osvojiti proizvodnjo konkurenčnih integriranih komponent (mikroprocesorji, periferni pomnilniki) in sistemske programske opreme, zlasti za tehnološko najnovejše računalniške (procesorske) sisteme. Procesorji in pripadajoča sistemska programska oprema določajo vnaprej (pred nami in našo ponudbo) določeno tržno usmerjenost, naravnost in namembnost računalniških proizvodov, zato bi se domači

procesorji in lastna sistemska programska oprema le težko vključevali v mednarodno tržišče, tudi če bi bili proizvodi tehnološko boljši od drugih.

#### 6. Programska oprema za mikroročunalnike in njihni standardi

Tako kot so visoki programirni jeziki standarizirani, se postopoma standarizirajo tudi operacijski sistemi za mikroročunalnike. Standardni operacijski sistemi so določeni za

8-, 16- in 32-bitne

mikroprocesorje. K temu pa je potrebno dodati še mikroprocesorske tipe, ki oblikujejo npr. družine

(8080A, 8085, Z80)  
(68000), (Z8000) itn.

Standardni operacijski sistemi so v bistvu preemstljivi računalniški kodi, zaradi tega je mikroprocesorski tip bistven podatek. Ti standardi torej niso te vrste, da bi jih bilo moč uporabiti kar povprek na vseh vrstah mikroprocesorjev. Npr. standard za družino (8080A, 8085, Z80) ni uporabljiv za družino (6800), pa tudi standard za družino (Z80) vobče ne bi bil uporabljiv za družino (8080A, 8085).

Standarizacija na osnovi operacijskega sistema ima zelo široke možnosti za proizvodnjo nove sistemske in uporabniške programske opreme in s tem za njeno uveljavitev in možnosti masovne prodaje.

Vzemimo kot primer mikroročunalniški OS z imenom CP/M (Control Program/Microcomputers), ki se prodaja za procesorske družine (8080A, 8085, Z80), (8086) in (Z8000). Dejansko imamo v tem primeru tri različne operacijske sisteme, ki bi jih lahko kratko označili z

CP/M8080, CP/M8086 in CP/MZ8000

Za te operacijske sisteme obstaja nadaljna sistemska (prevajalniki, diagnostika) in aplikativna programska oprema (procesorji teksta, mali poslovni sistemi), ki bi jo lahko ustrezno označili z

S8080, S8086, SZ8000 in  
A8080, A8086, AZ8000 itn.

Na ta način dobimo operacijske / sistemske/ aplikativne programske pakete, ki bi jih označili z

(CP/M, S, A) 8080,  
(CP/M, S, A) 8086,  
(CP/M, S, A) Z8000

itn. Vobče bi tako veljalo

```

<programski paket> :: =
  (<operacijski sistem>
   <dodatna sistemska programska oprema>
   <raznovrstna aplik. programska oprema> )
  <tip mikroprocesorja>
  
```

Z razvojem in proizvodnjo nove programske opreme narašča zmogljivost oziroma moč mikroročunalniških sistemov. Dve napovedi s področja mikroročunalniške programske opreme sta izredno aktualni:

- (1) Podjetje Intel bo vpeljalo jezik za sistemsko programiranje (ADA) v svoj novi 32-bitni mikroprocesor 432 in
- (2) podjetje Microsoft je pripravilo različico operacijskega sistema UNIX (standard za 16-bitne procesorje, ki je bil razvit v Bellovih laboratorijih).

ADA (Ada je ime prve ženske, ki je programirala) je jezik, ki združuje lastnosti vrste prejšnjih jezikov. Jezik PL/I je imel podoben cilj, ima danes številne privrženca, nima pa še take priljubljenosti, kot jo je pričakovalo podjetje IBM. Jezik ADA so razvijali 5 let ter ima tele cilje:

- 1) ADA naj omogoča modularno in strukturirano programiranje ter navzdoljni razvoj, ki je znan že iz PASCALa. Uvajanje strukturiranih zbirnih jezikov ter strukturiranih različic jezikov BASIC in PASCAL potrjujejo priljubljenost teh metod.
- 2) ADA je mogoče uporabiti za obdelavo poslovnih podatkov ter za programiranje v procesih in v realnem času. To privede do zadostnosti enega samega programirnega jezika, kar olajšuje šolanje, vodenje programirnih projektov, vzdrževanje in dokumentacijo.
- 3) ADA je kombinacija splošnega, uporabniškega in sistemskega programirnega jezika. Takšen jezik omogoča pisanje uporabnostnih programov, operacijskih sistemov, prevajalnikov, komunikacijskih paketov ter interaktivnih sistemov.
- 4) ADA omogoča programiranje v realnem času, v interaktivnih sistemih in v paralelnih procesih.
- 5) ADA omogoča nekatere postopke, kot so odpravljanje napak, preizkušanje, dokumentiranje in vzdrževanje programov. Jezik naj bi imel lastnosti, ki pospešujejo in podpirajo razvoj zanesljivih in spremenljivih programov ter lahkotnost odkrivanja napak, preizkušanja in dokumentiranja.

6) Jezik mora biti popolno in nedvoumno opredeljen, tako da rabi kot standard pri njegovi implementaciji na različnih strojih.

7) Jezik naj omogoča posebne metode, ki so nujne na velikih sistemih, kot je posamično prevajanje modulov ali celotnega podsistema, kot so ravnine dostopa, ki omogočajo velikim skupinam istočasno delo brez motenj in kot so pripomočki za avtomatičen razvoj programske opreme.

8) Jezik naj omogoča učinkovito predstavljanje podatkovnih struktur ter operacij nad strukturami brez zahtevnih okornosti in velikih programirnih naporov. Prevajalnik naj prevzame obdelavo podrobnosti.

9) Jezik naj omogoči vpeljavo več okolij za različne uporabniške ravnine, kot so sistemsko in aplikativno programiranje, razvoj paketov, delo končnih uporabnikov, glavnih operaterjev, oddaljenih uporabnikov, učiteljev in študentov. Programi in podatki določenega okolja naj bodo delno ali polno zaščiteni pred uporabniki iz drugih okolij.

10) Jezik naj zmore opis posebnih primerov, kot je posebna oblika V/I, vključitev rutin v drugih jezikih, izjem v splošnih pravilih itn.

Doseganje naštetih ciljev seveda ni brez težav, saj je potrebno upoštevati lahkotnost uporabe, učinkovitost prevedenega (objektnega) programa, dovolj majhen obseg, prenosljivost, lahkotno realizacijo prevajalnika ter tudi združljivost s prejšnjimi jeziki na določenih področjih uporabe. Prav zaradi tega je težko pričakovati, da bo jezik ADA predstavljal dokončno rešitev programirnih zahtev in problemov.

UNIX je operacijski sistem (z delitvijo procesorskega časa), izdelan v Bellovih laboratorijih. Ta OS je bil razvit za PDP-11 pred desetimi leti. UNIX je neke vrste PASCAL na področju operacijskih sistemov, ima veliko število uporabnikov kljub majhni podpori proizvajalcev. UNIX je tako postal obredni sistem, zlasti v akademskih in razvojnih okoljih.

Podjetje Microsoft se je zaradi tega resno lotilo razvoja sistema UNIX, ki ga je poimenovalo XENIX. Ta OS naj bi se že letos prodajal za sisteme s PDP-11, Z8000, 68000 in 8086. Ta OS pomeni

- (1) razvoj popolnoma novega OS
- (2) dodatno programsko opremo in pripomočke za programerja in prevajalnik - prevajalnik (YACC)
- (3) odpravljanje napak v novem OS

(4) uvedbo programirnih jezikov tipa C za sistemski razvoj

Nekaj drugih razvojnih smeri systemskega razvoja pa je:

- (1) razširitev sistema CP/M na 16-bitne procesorje (8086)
- (2) novi standardni zbirni jezik za mikroprocesorje
- (3) izdelava novih OS realnega časa ter za več (istočasnih) nalog v mikroročunalnikih.

Seveda pa se bo mikroročunalniška tehnologija soočala z vrsto prevzetih nevšečnosti:

(1) Proizvajalci mikroročunalnikov so prevzeli jezike, operacijske sisteme in drugo programsko opremo od velikih računalniških sistemov. Tehnološki napredek je mogoč le z lastnim razvojem, vključevanjem univerz ter z združevanjem dela s proizvajalci miniračunalnikov (tak primer je tudi združitev Intel-Xerox-DEC za področje mrež).

(2) Mikroročunalniški razvojni sistemi izkazujejo še vedno prenizke zmogljivosti, predvsem z neustrezno programsko opremo. Na razpolago je premalo visokih programirnih jezikov, ni standardizacije na področju programirnih pripomočkov, kot so odkrivanje napak, dokumentacija in vzdrževanje.

(3) Ravnine strokovnega znanja pri proizvajalcih so različne. Nekateri proizvajalci govorijo o obdelavi večprocesnih nalog, istočasnosti, paralelnosti, hierarhiji dostopa, zaščiti pomnilnika, drugi se še vedno ukvarjajo z makrozbirniki, z malimi kodirnimi problemi in spremembami ukaznih zalog. Med proizvajalci so tako velike razlike v kvaliteti znanja in proizvodov.

## 7. Zmogljivost sodobnih mikroprocesorjev

Sodobni mikroprocesorji uspešno tekmujejo s standardnimi 16-bitnimi procesnimi računalniki. Po svoji zgradbi se med seboj precej razlikujejo. Poglejmo si začetek strukturo registrov pri posameznih mikroprocesorjih in jo primerjajmo s strukturo registrov mini računalnika PDP-11/70. Dostopni časi za registre v procesorju samem so približno petkrat krajši od dostopnih časov za pomnilnik. Zato pomeni število registrov in način uporabe važen faktor zmogljivosti.

Procesor 8086 ima štiri 16-bitne registre, ki jih je mogoče uporabljati v aritmetičnih in logičnih operacijah. Lahko jih uporabljamo kot 16-bitne ali kot par 8-bitnih registrov. Ostale štiri 16-bitne registre lahko uporabljamo samo pri 16-bitnih operacijah in kot naslovne registre.

Z8001 vsebuje štirinajst 16-bitnih registrov. Osem jih lahko sodeluje v 8-bitnih operacijah. Po dva sosednja registra je mogoče združiti v največ štiri 32-bitne registre. Pri 32-bitnem deljenju in množenju pa združimo po 4 zaporedne registre v dva 64-bitna registra. Poleg omejenih ima procesor Z8001 še dva kazalca v sklad in programski števec.

68000 ima po osem 32-bitnih podatkovnih in naslovnih registrov, dva 32-bitna kazalca v sklad in 32-bitni programski števec.

LSI 11/23 vsebuje devet 16-bitnih registrov, od katerih je šest popolnoma identičnih in lahko služijo kot podatkovni ali naslovni registri.

PDP 11/70 ima šestnajst 16-bitnih registrov, ki so podobno, kot pri LSI 11/23 univerzalni. Poleg tega ima še tri kazalce v sklad in programski števec.

Na sliki 1 so zbrane strukture registrov v posameznih procesorjih.

Procesor 8086 ima najrevnejšo registrsko strukturo. Z8001 lahko uporabi za shranjevanje podatkov skoraj dvakrat toliko registrov kot MC68000, zato ga prekaša v hitrosti. Po drugi strani pa ima MC68000 prave 32-bitne registre in je hitrejši od vseh ostalih procesorjev pri operacijah z 32-bitnimi besedami.

Poleg bogatejše registrske strukture se moderni mikroprocesorji razlikujejo od prejšnje generacije še po bogatejšem naboru ukazov. Za aplikacije z več procesorji so važni semaforški ukazi, ki lahko v neprekinljivem ciklu testirajo vrednost spremenljivke in ji nato dodelijo vrednost. Takšne ukaze zasledimo pri procesorjih 8086 in MC68000. Pri Z8001, LSI11/23 in PDP11/70 pa je potrebno dodatno vezje za blokiranje vodila. Ukazni nabor modernih procesorjev je prilagojen višjim programirnim jezikom. Procesorja 8086 in MC68000 imata v svojem naboru ukazov znančne ukaze. Konec zanke je mogoče definirati z logičnimi pogoji ali z iztekom števca. Z8001, LSI11/23 in PDP11/70 omogočajo le števrni pogoj. MC68000 ima ukaze, ki pri subrutinskem pozivu zasedejo del pomnilnika v skladu in ga pri vrnitvi spet sprostijo (uporabno za lokalne spremenljivke).

Doslej smo ugotovili, da imajo moderni mikroprocesorji dokaj bogato registrsko strukturo in da imajo v svojem naboru ukaze, ki olajšujejo multiprocesiranje in podpirajo višje programske jezike. Za konec pa si pogledjmo še kako je s hitrostjo.

Za tipičen moderen mikroprocesor vzemimo Z8000 in ga primerjajmo s standardnim miniračunalnikom PDP 11/45. V tabeli 1 je podana primerjava hitrosti izvajanja ukaza LDB R, src pri različnih načinih naslavljanja. Vidimo, da je Z8000 v vseh primerih hitrejši.

Primerjajmo še nekaj ukazov pri direktnem načinu naslavljanja. Izberimo ukaze za nalaganje, seštevanje in množenje. Podatki so zbrani v tabeli 2. PDP 11/45 prekaša Z8000 pri množenju. Iz teh primerjav lahko ugotovimo, da med mikro in mini procesorji ni več prepada, ampak, da se po zmogljivosti že prekrivajo.

## 8. Možnosti mikroračunalniške proizvodnje v

### Jugoslaviji

Nekatere dosežke, možnosti in stanja v nastajajoči domači mikroračunalniški proizvodnji smo že opisali. Vprašanje o nadaljnjem razvoju te proizvodnje postavimo na analizo prehojene poti in analizo novih možnosti, ki doslej niso bile upoštevane.

Preteklost je pokazala, da upravno-nestrokovni pristopi, ki so bili tipično navzdolnji (od upravnih teles k tržišču), niso bili uspešni; ugotovimo lahko celo, da so povzročili določeno

materialno in razvojno izgubo.

Ta domača računalniška izkušnja nas uči, da je potrebno z vso resnostjo upoštevati navzgornji strokovni pristop - od tržišča k poslovnim odločitvam na področju prihodnje mikroračunalniške proizvodnje. Nakup patentov in avtorskih pravic (licenc) se očitno ne more rojevati v strokovno in tržno odmaknjenih, nekakšnih amaterskih in robustnih navdušenjih dovolj visokih vodstev, njihovih povezav in brezčasovnega taktiziranja, marveč mora izhajati iz tržne analize in inženirske ustvarjalnosti na nižjih, toda operativnih in strokovnih ravneh.

Naslednje, bistveno izhodišče prihodnje mikroračunalniške proizvodnje je ugotovitev, da obvladamo problemski prostor domače mikroračunalniške proizvodnje, in sicer:

- z lastnim razvojem
- s konkurenčnim izdelkom
- z upoštevanjem zahtev tržišča in
- z organizacijo proizvodnje

Več ali manj je tudi jasno, da lahko gradimo izvoz

- na osnovi pridobljenih izkušenj domače proizvodnje
- s kooperacijo ustreznega tujega partnerja
- s tržnimi uslugami na tujih tržiščih

Prvi in najbližji cilj je organizacija prave, regularne, dovolj kvalitetne in masovne proizvodnje mikrorazračunalnikov. Izkušnje nas uče, da mora biti ta pot grajena z ustreznimi koraki, od ničte proizvodnje, prek maloserijske do vse večje in rentabilnejše. Izkušnje kažejo, da je določeno prestrukturiranje izgubnih podobnih dejavnosti neučinkovito in nepriporočljivo zaradi

- nejasnih ciljev
- že oblikovanega oportunitizma in
- nesposobnosti obstoječih struktur

Nova proizvodnja zahteva nove vire, materialne in kadrovske. Kot že zapisano, jih lahko oblikujemo korakoma, z manjšim tveganjem ter z večjim posluhom za tržišče in organizacijo. Nova proizvodnja mikrorazračunalnikov mora upoštevati svojo lastno stabilizacijo, ustrezno mora razporejati uvozne vire ter jih po možnosti reducirati na dinarske (nedevizne). Takšna organizacija proizvodnje pa zahteva:

- trdno povezavo med domačimi partnerji ter
- zanesljive odnose s tujimi partnerji na področju izmenjave proizvodov in kliringa

Določena družbena podpora nove mikrorazračunalniške proizvodnje bi bilo dobrodošla, saj se z njo oblikujejo večje in privlačnejše možnosti za prihodnost. Racionalna in živa proizvodnja pa bi lahko v regularnem (neintervencijskem) samcupravnem poslovnem prostoru uspevala tudi brez take podpore, s postopno rastjo kvalitete in obsega proizvodnje. Praviloma naj bi novo, lastno in samostojno mikrorazračunalniško proizvodnjo vzpodbujali ter ji ne odvezemali poslovnih in razvojnih možnosti z restrikcijami, tj. s spreminjanjem poslovnih pravil in z ukinjanjem normalnih delovnih pogojev. V tem naj bi bilo težišče družbene podpore, ki bi tako postala neinvesticijska, toda razvojno selektivna.



Mikroračunalniška proizvodnja temelji na  
mikroračunalniški tehnologiji,

ki sodi s sociološkega vidika med t.i. transformativne tehnologije (tehnologije, ki bistveno spreminjajo način človekovega dela, razmišljanja in življenja). Uvajanje tovrstne tehnologije zahteva določene pogoje za tehnološki prodor, ki ne zajema le kopičenje materialnih, razvojnih in proizvodnih sredstev, marveč tudi kopičenje sposobnosti, tj. zajemanje, usmerjanje, produktivnost in ustvarjalnost kadrov, od strokovnih do upravljalških. Šele v taki mikroklimi, ki vse bolj prerašča v makroklimo, lahko računamo na vzpodbudne uspehe nove tehnologije in njene proizvodnje.

### 9. Sklep

Domača mikroračunalniška proizvodnja je šele v stanju svojega nastajanja, ni še niti maloserijska, nima še potrebnih tržnih analiz in izkušenj, o izvozu pa lahko zaenkrat le razmišlja. V Sloveniji obstajajo zarodki prihodnje mikroračunalniške industrije, ki se bo v naslednjih treh letih bistveno razvila na področju proizvodnje

- navadnih CRT terminalov
- inteligentnih CRT terminalov
- malih poslovnih sistemov
- enostavnejših perifernih enot
- šolskih sistemov
- podsistemov velikih računalnikov
- laboratorijskih sistemov
- pisarniških sistemov
- ohišij in montažnih enot
- navadnih in preklopnih usmernikov
- itn.

O razvoju mikroračunalniške proizvodnje v naslednjih letih ne bodo bistveno odločali nekateri nakopičeni potenciali, ki so tradicionalno obremenjeni z neproduktivnostjo, nestrokovnim vodenjem ter z utrjeno nesposobnostjo; do novih pristopov in do bistvenega prodora bo moč priti le z racionalnimi odločitvami in strokovnim organizacijskim delom: oboje pa bodo lahko nosili le dovolj sposobni in z neuspehi neobremenjeni kadri, ki bodo izpeljali razvoj, trženje in proizvodnjo po novih tirnicah.

Nova mikroračunalniška proizvodnja bo v naslednjih letih razvila tudi svoje standarde, in sicer

- materialne računalniške module
- operacijske sisteme
- uporabniške pakete

Razvoj bo šel v smer izpopolnjevanja sistemov z 8-bitnimi procesorji, začel pa se je razvoj sistemov s 16- in 32-bitnimi procesorji ter sistem z več mikroprocesorji. Prav zadnje usmeritve zagotavljajo, da bomo v nekaj letih osposobljeni za izvoz ter bomo lahko znatno dvignili tudi obseg proizvodnje.

#### Literatura

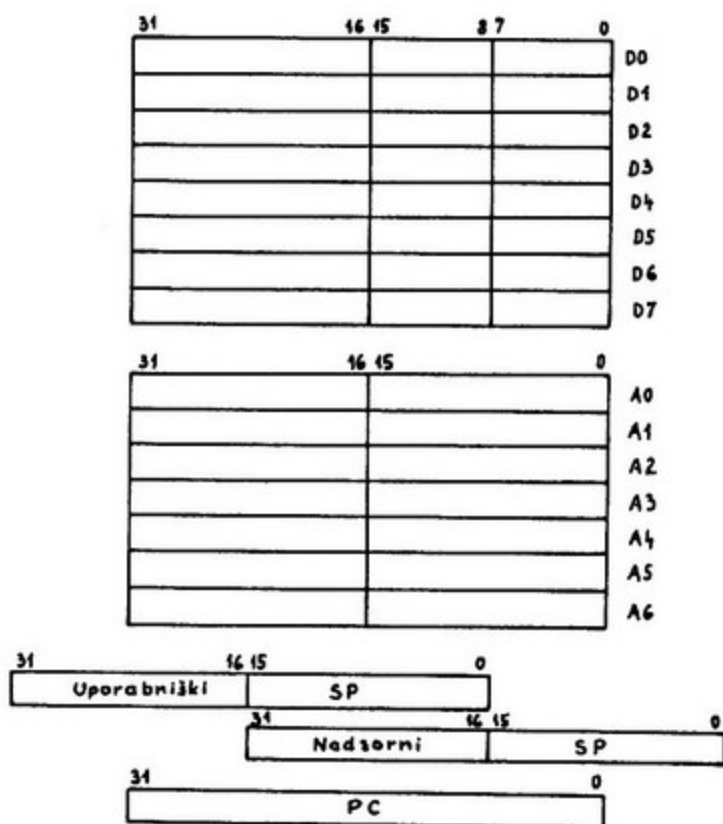
- [1] A. P. Železnikar, Računalniška industrija: njena struktura in perspektive, Zbornik radova JUREMA 75, str. 91, Zagreb 1975.
- [2] A. P. Železnikar, Razvoj računalniških sistemov, Informatika 4 (1980), št. 1, 4 - 12.
- [3] A. P. Železnikar, Sodobni tokovi razvoja računalništva, Delta informator 2 (1980), št. 3, 6 - 11.
- [4] I. LeMair, Microprocessors and Microcomputers, Digital Design 10 (1980), No. 12, 30.
- [5] L. A. Leventhal, Microcomputing Software, Digital Design 10 (1980), No. 12, 65.
- [6] D. R. McGlynn: Modern Microprocessor System Design, John Wiley Sons, New York 1980.
- [7] R. Männer, B. Deluigi: 16-Bit-Processoren im Vergleich, Elektronik 30, 1981, Nr. 5, 77 - 83.
- [8] P. Snigier: Minicomputers, Digital Design 10 (1980) No. 12, 26 - 28.
- [9] MOS RAM: Staff Report National Semiconductor, Digital Design 10 (1980), No. 12, 35 - 36.

Način naslavljanja izvora	Z8000 (4MHz)	PDP 11/45 z 8 K
registrski	0,75	0,90
indirektni, registrski	1,75	1,88
direktni	2,25	2,78
indeksni	2,50	2,78
takojšnji	1,00	1,88

Tabela 1. Izvajalni časi za ukaz LDB R, src  
v mikrosekundah.

Ukaz	Tip podatka	Z8000 (4 MHz)				PDP 11/45			
		Ukazi	Zlogi	Cikli	μsec	Ukazi	Zlogi	μsec	
LD R, DA	zlog	1	4	9	2,25	1	4	2,78	
	beseda	1	4	9	2,25	1	4	2,78	
	dvojna beseda	1	4	12	3,00	2	8	5,56	
ADD R, DA	zlog	1	4	9	2,25	2	6	3,68	
	beseda	1	4	9	2,25	1	4	2,78	
	dvojna beseda	1	4	15	3,75	3	10	6,46	
MULT R, DA	zlog	3	8	87	21,75	2	6	6,61	
	beseda	1	4	70	17,50	1	4	5,56	
	dvojna beseda	1	4	≈350	≈88	17	42	33,94	

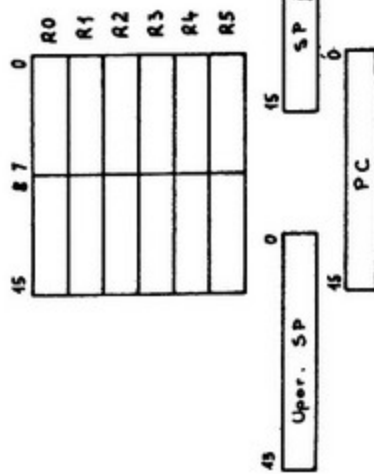
Tabela 2. Izvajalni časi za ukaze LD, ADD in MULT (DA - direktno naslavljanje).



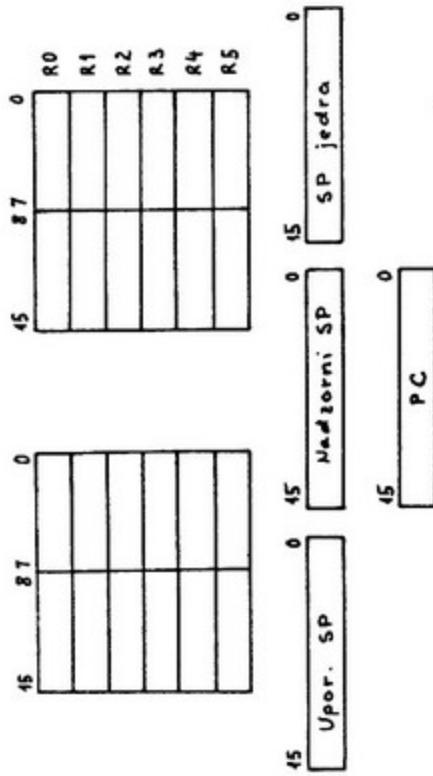
Registri procesorja MC68000

Slika 1.

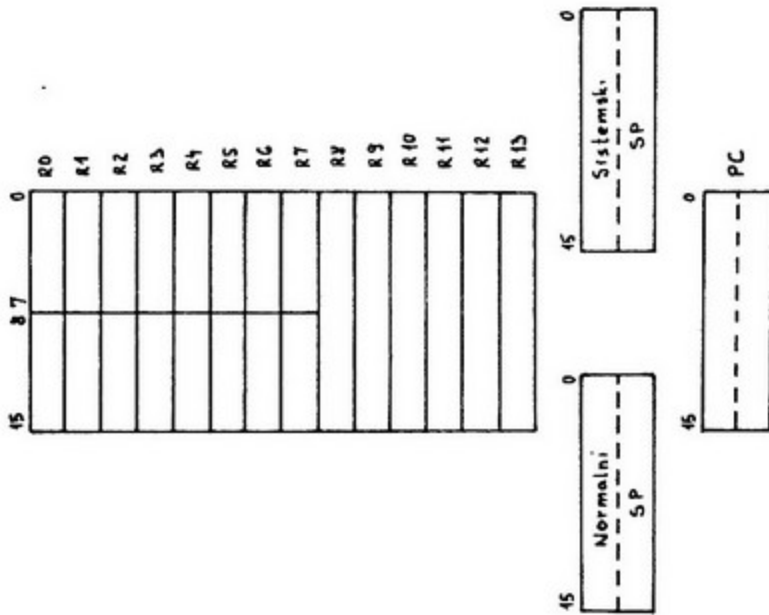
Struktura registrov v  
procesorjih 8086,  
MC6800, LSI 11/23,  
Z8001 in PDP 11/23.



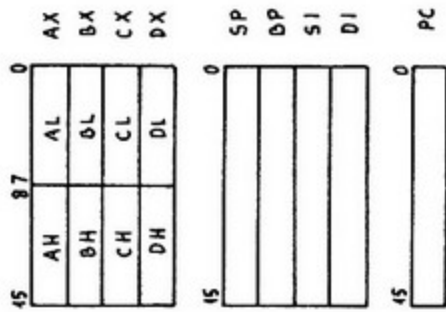
Registri procesorja LSI 11/23



Registri PDP 11/70



Registri procesorja Z8001



Registri procesorja 8086