

tanulmányok



1981 JUL 0 9

1981 JUL 0 9

MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutató Intézet Budapest



MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
SZÁMITÁSTECHNIKAI ÉS AUTOMATIZÁLÁSI KUTATÓ INTÉZETE

A SZÁMITÁSTECHNIKA MŰSZAKI FEJLŐDÉSE ÉS TÁRSADALMI HATÁSAI

Irta:

Szentgyörgyi Zsuzsa

Tanulmányok 120/1981

A kiadásért felelős:
DR VÁMOS TIBOR

ISBN 963 311 117 X
ISSN 0324-2951

TARTALOMJEGYZÉK

	Oldal
ANNOTÁCIÓ	7
BEVEZETŐ	8
I. A SZÁMITÓGÉP FEJLŐDÉS MEGHATÁROZÓ VONÁSAI . .	13
I/1 HARDWARE (KOMPONENS) FEJLŐDÉS	16
- Memóriák	22
- Logikai komponensek	27
I/2 ARCHITEKTURA FEJLŐDÉS	32
- A fejlődésre ható tényezők	32
- Architektura modellek	34
- Párhuzamosság	39
- Multiprocesszor szervezések	44
I/3 SZÁMITÓGÉP MÉRETEK ÉS KIÉPÍTÉSEK	49
II. KOMMUNIKÁCIÓ	62
II/1 Az EMBER-GÉP KAPCSOLAT NYELVI ESZKÖZEI .	64
- A nyelvekről	64
- A software-ről	81
II/2 AZ EMBER-GÉP KAPCSOLAT HARDWARE ESZKÖZEI	87
II/3 GÉP-GÉP KAPCSOLATOK (hálózatok, szét- osztott rendszerek)	102

	Oldal
III. A SZÁMITÁSTECHNIKA ALKALMAZÁSAI	112
III/1 RENDSZERÁRAK, TELJESITŐKÉPESSÉG ÉS A PIACI MOZGÁSOK	114
III/2 A SZÁMITÁSTECHNIKA ALKALMAZÁSÁNAK FŐ IRÁNYAI	133
- A számítástechnika alkalmazása a műszaki tervezési munkákban	136
a/ Automatizált tervezői munkahe- lyek (ATM)	139
b/ Központi gép, automatikus mun- kahelyekkel	140
c/ Komplex tervezői számítógépes szolgáltatások	142
- Integrált tervező és gyártó rendszerek	144
- A számítástechnika alkalmazása technológiai folyamatirányítá- sokon	146
• Programozható logikájú vezérlő- berendezések (PLC)	148
• Decentralizálás a nagy folyama- tok irányításában	152
- A számítástechnika alkalmazása az irodai-ügyviteli munkában	162
- Nagy információrendszerek	169
- Egyéb alkalmazások	176
IV. A SZÁMITÁSTECHNIKA TÁRSADALMI HATÁSAI	182
(Makro- és mikroeffektusok)	
- Jellemző vonások	184
- Szegények és gazdagok	187

	Oldal
- Gazdasági hatások, munkaerőstruktúra . .	192
- Az egyénre gyakorolt hatások	202
V. KÖVETKEZTETÉSEK	214
 FÜGGELÉK	
Táblázatok jegyzéke	217
Ábrák jegyzéke	219
Hivatkozások	221

ANNOTÁCIÓ

A tanulmány végigkíséri a számítástechnika fejlődését előidéző és alátámasztó műszaki tényezők alakulását, az ebből adódó gazdasági konzekvenciák figyelembevételével. Megvizsgálja a hardware komponenseknek az átlagos ipari haladástól nagyságrendileg gyorsabb változásait és termelési arányait előidéző belső és külső hatásokat és visszacsatolásokat, valamint az ebből következő mennyiségi és minőségi fejlődést a számítógépek architektúrájában és a számítógéprendszerek kiépítésében.

A szerző áttekinti a felhasználó szempontjából alapvetően meghatározó kommunikációs facilitások (nyelvi, berendezés és rendszertechnikai) fejlődési utjait, a jelen és a közeljövő leglényegesebb és fejlett megoldásait.

A számítástechnikának a gazdaságra és társadalomra gyakorolt növekvő hatásainak alátámasztásaként megvizsgálja a lényegesebb alkalmazási típusokat, közülük néhányról részletes jellemzést ad. Végül, az utolsó részben a számítástechnika széleskörű alkalmazásából és a számítástechnikai eszközök gyártásának mint iparágnak a megjelenéséből bekövetkező vagy bekövetkező társadalmi mozgásokat, strukturális módosulatokat vizsgálja a tanulmány.

BEVEZETŐ

A számítástechnika történelmének kezdetét a félvezető aktív elemek - a tranzisztor, a félvezető dióda - ipari méretű alkalmazásától szokták számitani, tehát, alig három évtizedet ölel fel. Gyökerei persze lényegesen messzebb nyulnak, a Stibitz-féle relés számítógépig, meg természetesen leáshatunk az ENIAC-ig, sőt, akár a Babbage-féle differenciál-analizátorig, vagy Leibnitz és Pascal mechanikus számológépeikig. A három évtized annyiban elfogadható, hogy a számítógépeket az ötvenes évek elején kezdték ipari módon előállítani és az áruk többé-kevésbé lehetővé tette, hogy ne csak drága, egyedi haditechnikai eszköznek tekintsék őket. Az alkalmazások, a technológia és a céltudatos kereskedelempolitika kölcsönös egymásrahatásának eredményeképpen a hetvenes évek végén, a nyolcvanas évek elején a számítástechnika a fejlett és közepesen fejlett gazdaságú* országokban (az utóbbiba tartozik hazánk is) az átlagos ipari növekedési dinamikánál jelentősen (esetenként 2-3-szorosan) nagyobb mértékben fejlődő iparággá, a

* ENSz terminológiák szerint az előzőbe az 5000 \$/év-nél nagyobb GDP-vel rendelkező, az utóbbiba a 3500 és 5000 \$/év közötti GDP-t előállító országok tartoznak.

termelékenységet és a gazdasági hatékonyságot lényegesen befolyásoló felhasználási eszközzé, a társadalom szervezését, irányítását, munkaerőstruktúráját alakító lehetőséggé és a társadalom tagjainak kulturájára és kulturálódására, életük minőségére ható alkalmazások sokaságává vált.

A jelen tanulmányban ezt a fejlődési vonulatot a számítástechnikai műszaki eszközök és módszerek helyzetképét és kutatását vázoltam föl, a tömeges és sokrétű alkalmazásokból eredő társadalmi hatásokkal való belső összefüggéseiben. Hangsúlyozni szeretném, hogy alapvetően műszaki aspektusokból vizsgálom ezeket az effektusokat, amelyeket természetesen lehetne szociológiai, közgazdasági vagy filozófiai nézőpontokból is elemezni. A műszaki aspektus jelen esetben azt jelenti, hogy keresem azokat a mozgatóerőket, amelyek a gyártás-technológiai és alkalmazástechnikai fejlődést gerjesztik és a társadalmi konstrukciókkal és funkciókkal kölcsönhatásba kerülnek.

Minden előszó, bevezető többé-kevésbé apológia is a szerző részéről. Ezért itt mondom el, hogy tisztában vagyok a határterületi munkák nehézségeivel, mert egyik szakterület sem vallja szívesen a magáénak. Mindazonáltal, éppen korunk, a 20. század második fele bizonyítja, hogy korábban távolinak tartott diszciplínák kerültek szükségszerűen szintézisbe egymással. A számítástudományt néhány éve csak keserves küzdelmek után lehetett tudományágként elfogadtatni, mert sem a matematikusok, sem a műszakiak nem fogadták be (aminthogy, szigorú felfogásban, valóban nem tartozik tisztán egyikbe sem), ma viszont a világon nagy erővel, jelentős tudósok által művelt szakterület.

A tanulmány négy részre tagolódik. Az I. fejezet a félvezető technológiai fejlődés fő irányait vizsgálja, abból a szempontból, hogy milyen kihatással van a számítógépek belső felépítési elveire, teljesítőképességük kiterjesztésére (I/1. és I/2. alfejezet), míg az I/3-ban a kiépíthető számítógépes rendszerek típusait, az alkalmazások szempontjaiból meghatározó méretkategóriáit tekintjük át. Megjegyzendő, hogy a fejlődési trendek megítélése szempontjából egymással olykor erősen ütköző nézetekkel találkozni. A jelen munka szerzője azt állítja, hogy a nyolcvanas években bizonyos lassulási tendencia (legalábbis, a második derivált kisebb lesz, esetleg nullává válik) várható, amit a jelenlegi és valószínűleg elhúzódó világgazdasági recesszió, az energiahordozó hiány (illetve az azzal való visszaélések) és az adott technológiák műszaki betelítődése idéznek elő. Vannak olyan elképzelések is, hogy ellenkezőleg, a recesszióból való kilábalást felpörgetett műszaki fejlesztéssel tudják csak az országok megvalósítani. Meg kell azonban vallani, hogy mindkét állítás lényegében spekuláció eredménye, mert a félvezetőiparban meghatározó erők ez idő szerint nem a mi földrészünkön találhatóak.

A számítástechnika tömeges alkalmazásával meghatározó szerepe lett a kommunikációnak. A II. fejezet a kommunikáció nyelvi, berendezésoldali és rendszertech-
nikai oldalait vizsgálja. A II/1 alfejezetben részletesen taglaljuk a programozási nyelvek alapvető konstrukcióit, néhány fontos, és leginkább elterjedt nyelv motációs és struktuális sajátosságait paradigmaként felhasználva. A II/2. alfejezet az ember-gép kapcsolat berendezéseit tekinti át, különös tekintettel a számítás-

technikai alkalmazásokban növekvő mértékben megjelenő nem-numerikus (grafikus, szöveges és kombinált) igényekre. A II/3. alfejezet a kommunikációnak egy sajátos formáját, a gép-gép kommunikációt (hálózatok, szétosztott rendszerek) vizsgálja.

A III. fejezet elvezet az I. fejezetben tárgyalt eszközkészlet és a II.-ban elemzett kommunikációs facilitások figyelembe vételével a számítástechnikai alkalmazásokhoz. Ezek gazdasági és társadalmi összefüggéseinek és a teljesítőképesség fogalmának tisztázásához segít hozzá a III/1. alfejezet. A III/2. alfejezet részletesen elemez néhány, a szerző véleménye szerint leginkább lényegesnek tartott alkalmazási osztályt és áttekinti a többi, ez idő szerint alapvető felhasználásokat.

Az első három fejezetben, de különösen a III. fejezetben igyekeztünk megfogalmazni azokat a lényeges műszaki adottságokat, amelyek terjedelmük és minőségi tulajdonságaik alapján már számottevően befolyásolhatják a társadalom, egyes csoportok és az egyének összetételének, mozgásainak és sorsának alakulását. Ezeket a jelenségeket és hatásokat foglalja össze a IV. fejezet, amelyben a felülről-lefelé elvet alkalmazva, a világméretű (országok, országcsoportok közötti) relációktól haladva jutunk el a társadalom egyedeiig. A társadalmi hatások természetesen azokban az országokban jelentkeznek erőteljesebb formában, amelyekben a számítástechnika is nagyobb mértékben van jelen, mind a gyártói, mind a felhasználói oldalon. Bár Magyarország még csak a világ közepmezőnyének alján helyezkedik el a fajlagos (népességre, nemzeti jövedelemre vetített) számítógép felhasználá-

lások tekintetében, reményeink szerint nincs messze, legfeljebb évtizedre tehető az az idő, amikor elérjük a jelenlegi fejlett mezőny derékhadának számítógépesítetttségi szintjét. Ez pedig involválja, hogy nálunk is megjelennek hasonló társadalmi hatások, pozitív és negatív értelemben egyaránt. Ezek ideje korán történő figyelembe vétele (ha nem is lineáris extrapolációval, amint erre a IV. fejezetben rámutatunk) jelentős gazdasági és társadalmi előnyökkel járhat. Ezt a célt próbálja szolgálni, szerény hozzájárulásként a jelen tanulmány.

Budapest, 1981. február

I. A SZÁMITÓGÉP FEJLŐDÉS MEGHATÁROZÓ VONÁSAI

"Mindaddig, amíg a villamosság előállítása feszültség-elemekre és kis, tökéletlen magneto-elektromos gépekre korlátozódott, a villamos áram használata szükségképpen erősen körülhatárolt volt. Lényegében csak ott lehetett alkalmazni, ahol kis méretű mechanikai hatással kellett számolni, mint például a villamos távirónál. Azonban a dinamo-elektromos generátor fejlődése révén az elektrikus már igen nagy teljesítményű áramokkal rendelkezhet és tömeges méretekben valósíthat meg feladatokat. Sőt, még a távirásban is felváltotta a dinamo-elektromos áram a feszültségelemet, olyannyira, hogy most már a Western Union Telegraph Company minden üzenetet négy Siemens-géptől nyert árammal továbbít New York-i központi irodájából. A villamos fény nagy sikerre napjainkban szintén az új villamosság generálási mód diadalát jelenti és hatalmas távlatot nyit meg a jövőbeli új alkalmazások előtt."

(Scientific American, Aug. 1880)

I. A SZÁMITÓGÉP FEJLŐDÉS MEGHATÁROZÓ VONÁSAI

A számítástechnika fejlődését primer módon, két, egymásra kölcsönösen visszaható tényező befolyásolja: egyrészt a fizikai komponensek (hardware) technológiájának haladása (és ennek következményeként a műszaki és a gazdasági jellemzők előnyös változása), másrészt - ezzel összefüggően - új számítógép architektúrák létrejötte. A komponensválaszték és az architektúrák a számítógépek fejlődését határozzák meg. A számítástechnika viszont szélesebb fogalom, mint a számítógéptechnika, mert magában foglalja az alkalmazásokat is. A feladatmegoldásokból származó követelmények és a piaci mozgások szekunder és terciér tényezőkként hatnak vissza.

Az alábbiakban a számítástechnikában bekövetkező műszaki változások és az ezekre ható tényezők két fő vonulatát vizsgáljuk: az I/1 fejezetben a hardware komponensekenek, az I/2 fejezetben az architektúráknak a fejlődési trendjeit, míg az I/3 fejezetben a különböző számítógép és számítási rendszer méreteket, kiegészítéseket és elterjedésük várható arányait tekintjük át.

I/1 HARDWARE (KOMPONENS) FEJLŐDÉS

A számítástechnika nagy mértékű minőségi és rohamos mennyiségi előrehaladásának mozgatója a félvezető komponensek technológiájának fejlődése. Bár a félvezető elektronikai komponensek fejlődése többé-kevésbé folytonos - evolúciós - menetet mutat, a folyamat a hetvenes évek végére, a nyolcvanas évek elejére revolúciós jelenségeket idézhet elő, nemcsak a szorosan vett elektronikai (számítástechnikai, híradástechnikai) iparágakban, hanem a fejlett iparu országok teljes termelési struktúrájában is. Jelentőségét mutatja, hogy 1977-ben a félvezető-ipar az USA-ban mintegy 120000, a többi, iparilag fejlett országban kb. 150000 embert foglalkoztatott.

Annyi más, gyorsan fejlődő új eljáráshoz és termékhez hasonlóan (ilyen maga a számítógép is), a félvezető technika is a hadiipartól, illetve a honvédelemtől kapta a lendületet. A különféle katonai szervek (szárazföldi, légi, tengeri) az USA-ban hamar felismerték a tranzisztor jelentőségét és egymással versengve támogatták a kutatásokat. A kormányzati támogatások sem maradtak el (többek között a katonai lobby sugalmazására). Jellemző, hogy 1958 és 1974 között, tehát 16 év alatt a félvezetők kutatására és fejlesztésére az USA kormányai 930 millió dollárt investáltak. Ehhez járultak még a vállalatok saját K+F ráfordításai, amelyek az USA Kereskedelmi Minisztériumának adatai szerint ezen időszak alatt elérték az 1,2 milliárd dollárt [16]; tehát, 16 év alatt kutatás-fejlesztésre több mint 2 milliárd dollárt kapott a félvezető-ipar.

A befektetések első haszonélvezői a számítógépipar és a honvédelem voltak. 1960-ban az IBM volt a legnagyobb megrendelő az amerikai félvezető piacon. A másik felszívó pedig a Minuteman rakétarendszer, amelynek kifejlesztése során több száz millió dollárt kapott a félvezető ipar.

Ekkor, a hatvanas évek elején új impulzust kapott a félvezető technika: az egyedi tranzisztorok helyett teljes áramköröket helyeztek egyetlen szilíciumlapra és egyetlen tranzisztortokba.

A félvezető technika jelentős strukturaváltozásokat idézett elő az iparban. Kezdetben úgy vélték a gazdasági szakemberek, hogy a korábbi elektronikus komponenseket (tehát, elsősorban vákuumcsöves eszközöket) gyártó cégek veszik át a félvezető termelést is. Megjegyezzük, hogy ezt a nézetet vallották a magyar szakemberek is, amikor jelentős gazdasági és szellemi erőket összpontosítottak arra, hogy a legnagyobb magyar elektroncsőgyár, az Egyesült Izzó foglalkozzék félvezető eszközök kibocsájtásával is. A planár tranzisztor gyártás körüli sok nehézség és balsiker végül is ugyanazt a jelenséget tükrözi, ami - nagyobb méretekben és több céget érintve - az USA-ban végbement. Tanulságos összehasonlítani a vezető tíz cég listáját az elektroncső- (1955), illetve a félvezető- (1976) gyártásban (I/1 táblázat) [16].

Az I/1 táblázatból jól látható, hogy az első listából mindössze 2 cég maradt meg a másodikban és azok is korábbi helyzetükhöz képest lényegesen hátrább kerültek. Ez tulajdonképpen nem is meglepő, ha meggondoljuk, hogy a két technológiai jelentősen eltérő vonásokat mutat; tehát, más felszereltséget és más "fejeket" igényel.

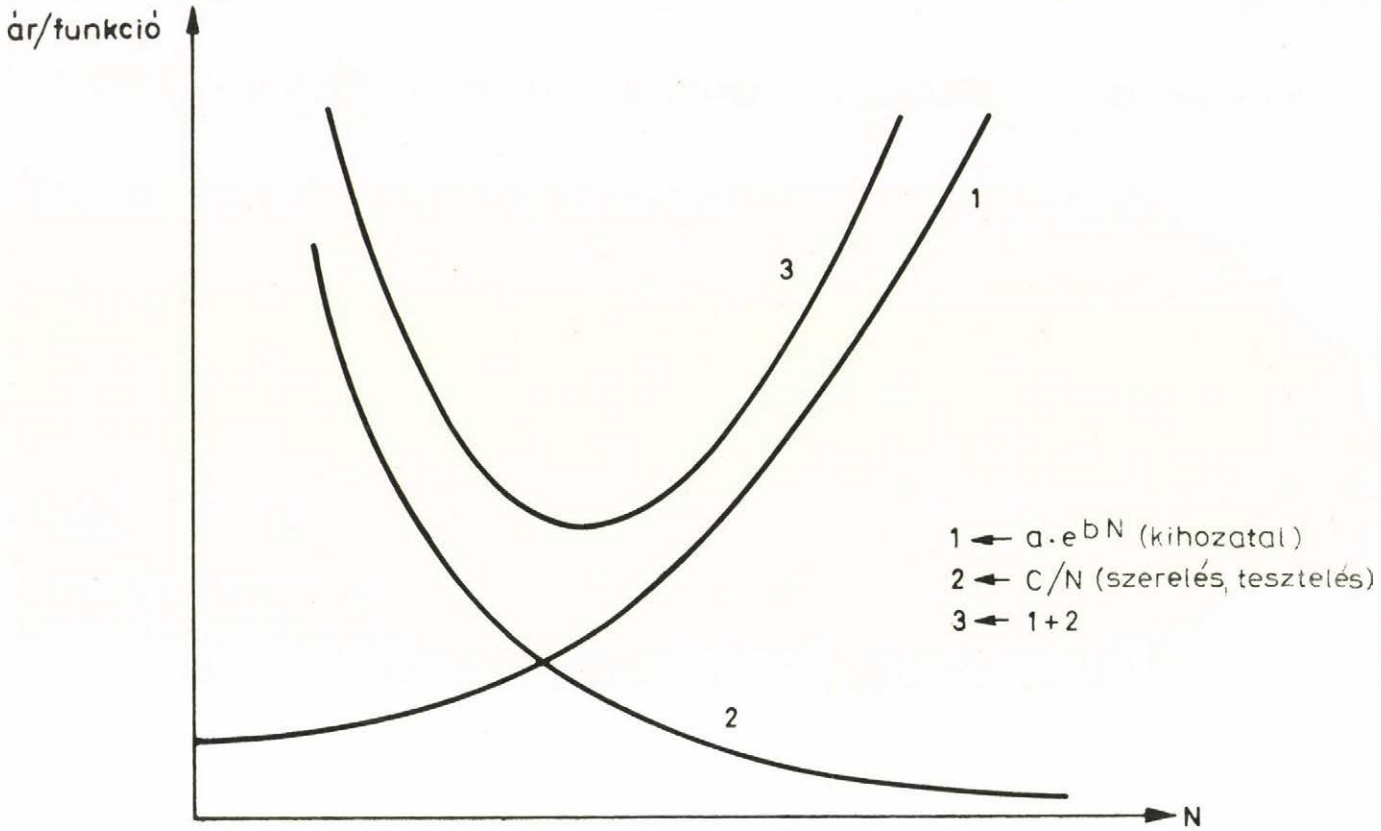
I/1 táblázat

Az első tíz elektronikus komponens-
gyártó az USA-ban (1955, 1976)

<u>ELEKTRONCSŐ</u> (1955)	<u>FÉLVEZETŐ</u> (1976)	
1. <u>RCA</u>	Texas Instruments	1.
2. Sylvania	Motorola	2.
3. <u>General Electric</u>	Fairchild	3.
4. Raytheon	National Semiconductor	4.
5. Westinghouse	<u>RCA</u>	5.
6. AmpereX	Intel	6.
7. National Video	ITT	7.
8. Rauland	Sigetics	8.
9. Eimac	General Instruments	9.
10. Lansdale Tube	<u>General Electric</u>	10.

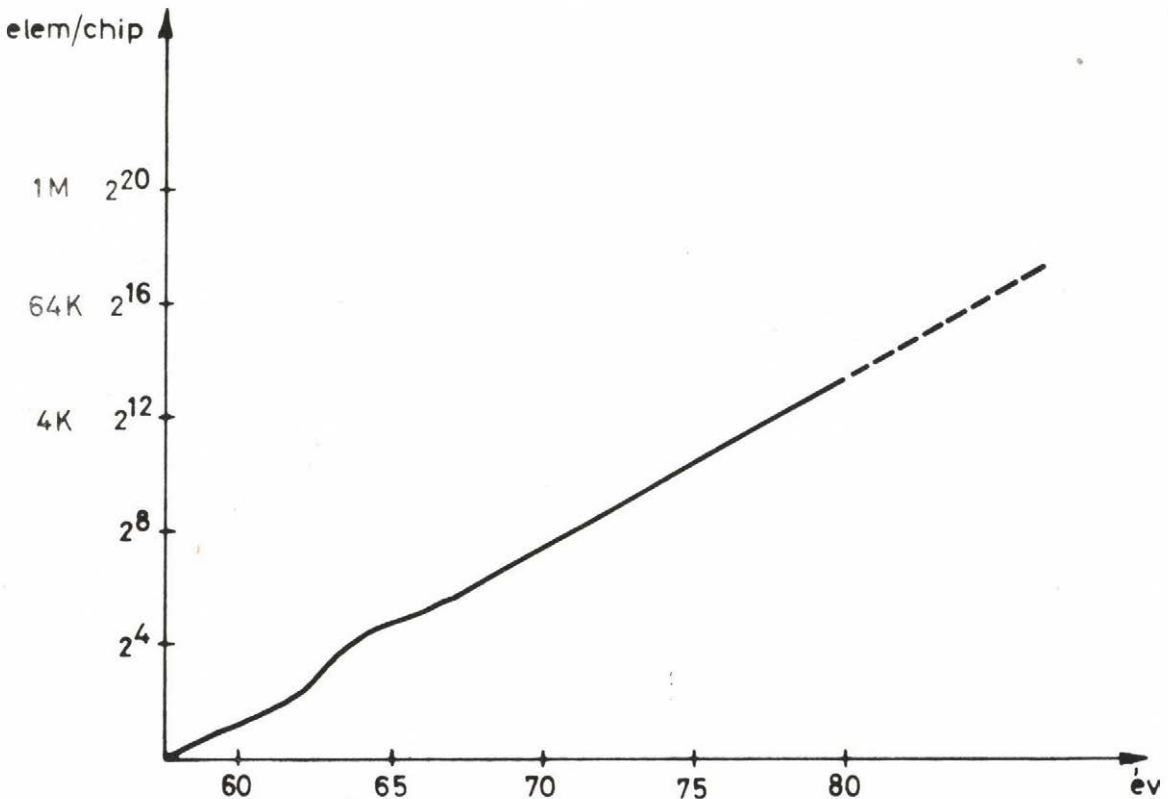
A félvezető technikában a nagy gondolat és az azóta bekövetkezett többszörös generációváltás előmozdítója a több áramkörnek egyetlen alaplapra integrálása volt. Ismeretes, hogy az elektronikában a legnagyobb gyártási és üzemeltetési problémát az összeköttetések jelentik. Durva közelítéssel azt mondhatjuk, az összeköttetések számának függvénye a berendezés megbízhatósága és ára, míg az összeköttetések hossza a működési időt, a zajviszonyokat, a teljesítményfelvételt befolyásolja. Emellett az összeköttetések kihatnak a berendezés karbantarthatóságára, megfigyelhetőségére is. Az integrált áramkör (IC) elsődlegesen az összeköttetések problémáján akart javítani. Szerencsésen egybeesett ez a törekvés a technológiai eszközök fejlettségi szintjével.

Egyébként, a kihozatal szempontjából az egyedi tranzistor lenne a leggazdaságosabb. Robert N. Noyce egy viszonylag primitív modellen kimutatja, hogy az egységnyi funkcióra vetített költségnek technológia-függő minimuma van [15]. Tételezzük föl, hogy egy adott szilícium lapkából nyert chip-eknek 10 %-a jó a véletlenszerűen előforduló hibák miatt. Ha most kétszer akkora chip-et készítenénk és ezzel megkétszereznénk a funkciók számát, a kihozatal 1 % lenne. A költség huszszorosára növekednék, mert kétszeres a feldolgozandó terület és tízed a kihozatal. Ennek ellene ható tényező a komponens szerelési és tesztelési költsége. Az IC komplexitásának növekedésével csökken a kihozott összeköttetések száma. Az I/1 ábrán látható, hogy az IC komplexitásának függvényében a fajlagos költséget két tényező befolyásolja: az egyik a kihozattal függ össze és exponenciális a menete ($a \cdot e^{bN}$) míg a másik a szerelési/tesztelési költségekből adódik és fordítva arányos a funkciók N számával (c/N).



I/1. ábra

A fajlagos költség változása az IC komplexitásának függvényében



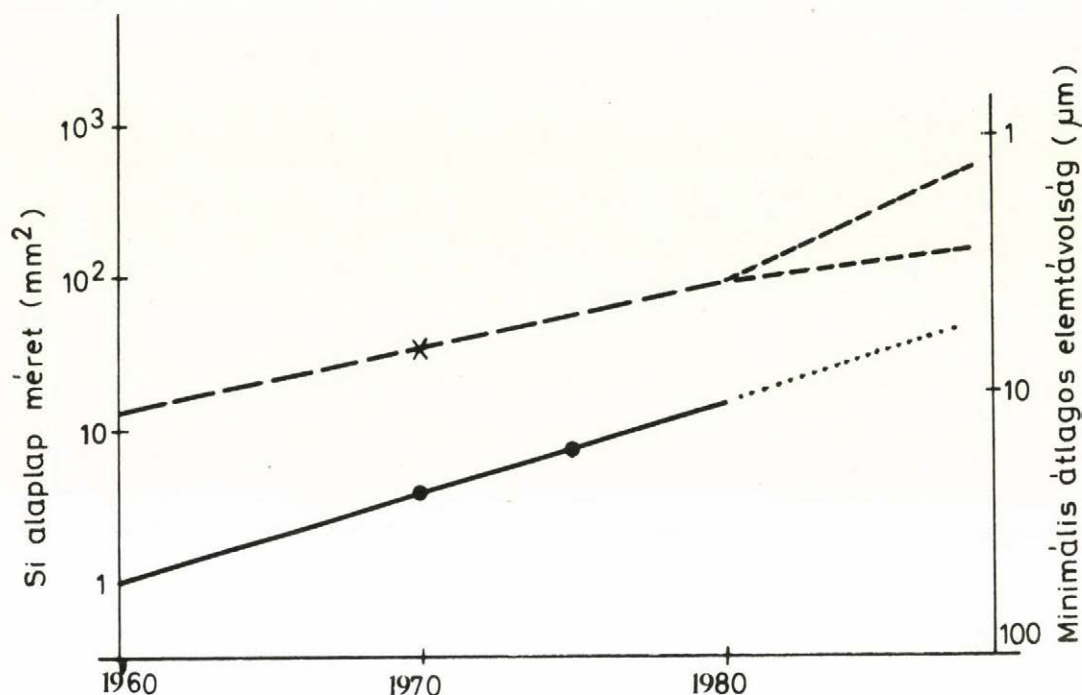
I/2. ábra

Az elemsűrűség növekedése az IC-k megjelenésétől fogva

A technológia haladásával a kihozatal javul és a szerelési/tesztelési költségek meghatározóvá válnak, tehát, a minimumok a nagyobb integrálódás felé tolódnak el. Az I/2 ábrán az IC-k elemsűrűségének változása látható, a 60-as évek elejét véve az integrált áramkörök ipari megjelenésének kiindulásaként.

A kihozatal az IC gyártás lényegi problémája. A gyártás során sokféle hibaforrás adódhat: a maszkolás folyamán, a szilícium lapka anyagában, a fotózáskor, a bematatáskor. Kimutatható, hogy az abszolút hibasűrűség közelítőleg a chip-mérettel arányosan csökken. A nagyobb chip-méret egyuttal nagyobb integrációs fokot is tesz lehetővé, ami viszont a jelterjedési idők csökkenése (az elemek közötti fizikai távolság csökkenése által) és egyuttal a külső összekötések számának csökkenése révén ugyancsak előnyös tényező. Az I/3 ábrán látható, az egy tokba kerülő szilíciumlapok mérete és az egy lapra integrált logikai kapuk száma egyaránt exponenciálisan növekszik, bár nyilvánvalóan, a mikronos méretek alá csökkenéssel telítődési jelenségek lépnek föl.

Az integráltsági fok további növelése a 90-es évekre várhatóan eléri a határait, a jelenlegi technológiákat figyelembe véve. A minimális méretek tovább csökkennek, amíg el nem érik a $2\ \mu\text{m}$ -t 1982 körül és az $1\ \mu\text{m}$ -t a 90-es évek elejére [15]. Ezt figyelembe véve, az átlagos jelfeldolgozási sebesség 1990-ig mintegy megnégyszereződik. Ha, másrészt, a hibasűrűséget az alaplapon az eddigi trendeknek megfelelően lehet csökkenteni, a chip-méretek az 1990-ig az 1975-ös átlagnak mintegy 25-szörösére nőnek.



I/3. ábra

Trendek a szilícium alaplapok és az elemtávolságok fejlődésére

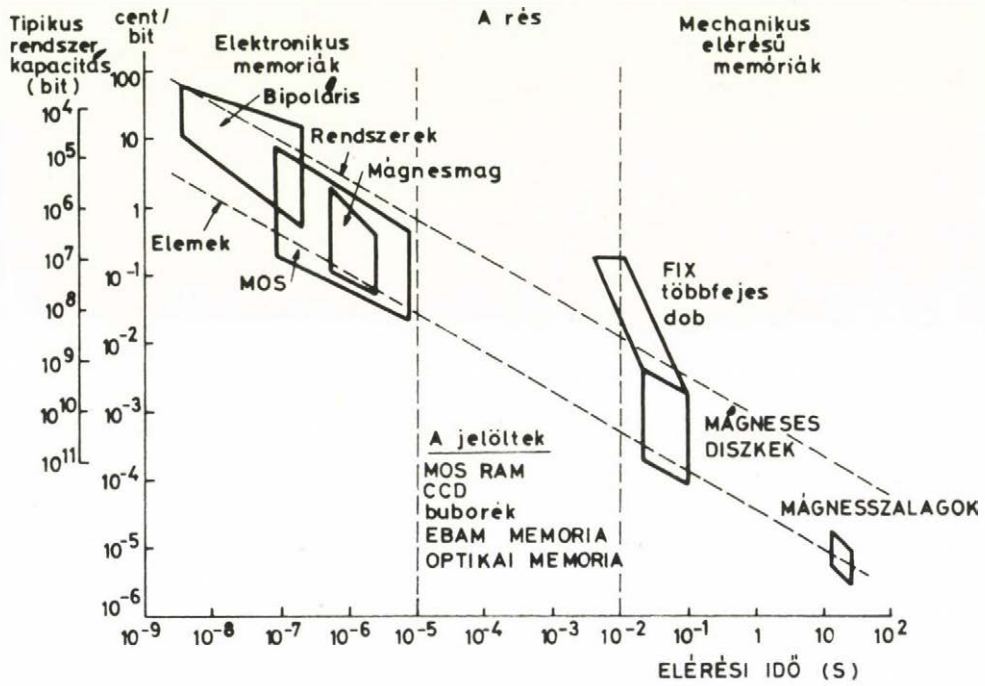
Célszerű külön vizsgálni a memória és a logikai komponensek fejlődését.

Memóriák

A számítástechnikában régi gond volt, hogy a logikai feldolgozó komponensek és a tárolók működési sebessége között jelentős, nagyságrendi eltérések voltak. A sebességben illeszkedő tárolók drágák, míg a tömegtároló eszközök lassúak. Ennek áthidalására mindenféle elmes megoldás született (multiprogramozás, tároló hierarchiák). Az elektronikus tárolók - gyors fajlagos ár-

csökkenésük ellenére - még nem versenytársai a mechanikus elérésű mágneses tömegtárolóknak, különösen az olcsóbb mini- és kisgépes konfigurációkban. Az I/4 ábrán az egyes tároló-típusokat mutatjuk be, az elérési idő, a fajlagos (bitenkénti) ár és a tipikus rendszer-kapacitás közötti összefüggések szerint osztályozva. Ez az ábra az 1975-ös fejlett ipari szintet mutatja, amely azóta csak egyes mennyiségi jellemzőiben változott, a minőségi kép, a tárolótípusok relatív elhelyezkedése nem változott. Jól látható, hogy a két nagy versenytárs, az elektromechanikus (tehát, mozgó elemekkel működő), viszonylag olcsó, de lassu elérésű, nagy tömegű információt tároló mágneses és az elemként olcsó, de rendszerben viszonylag drága, gyorsműködésű elektronikus táruk között van egy rés, amelynek betöltésére több fajta tárolótípus is versenyben van.

Az előző mondatban az ár megítélésében a rendszerbe épített árat azért huzzuk alá, mert egy típus alkalmazhatóságának megítélésekor ez nyilvánvalóan alapvetően fontos. Csakhogy ez nem egyértelmű jellemző. Állandóan utalnak ugyan fajlagos (rendszerint az egy tárolt bitre vonatkozó) árra. Ez kitűnő alapnak látszik a különböző memóriatípusok összehasonlítására és a fejlődés demonstrálására. Csakhogy ezek a mutatók erősen félrevezetők lehetnek. Először is más az egyedi tokra vonatkozó ár, más a készülékbe (rendszerbe) összerakott egységénél, és más ár jelentkezik a végfelhasználónál az üzembe helyezés és az üzemeltetés során. Amit a legkönnyebb összehasonlítani, az a gyártó által megadott, egyedi darabra vonatkozó un. OEM-ár. Más ár jelenik meg, ha a tárolótokot készülékbe építik, mert itt már a szerelés, a tartozékok, szerelvények, tápegységek árával



I/4. ábra

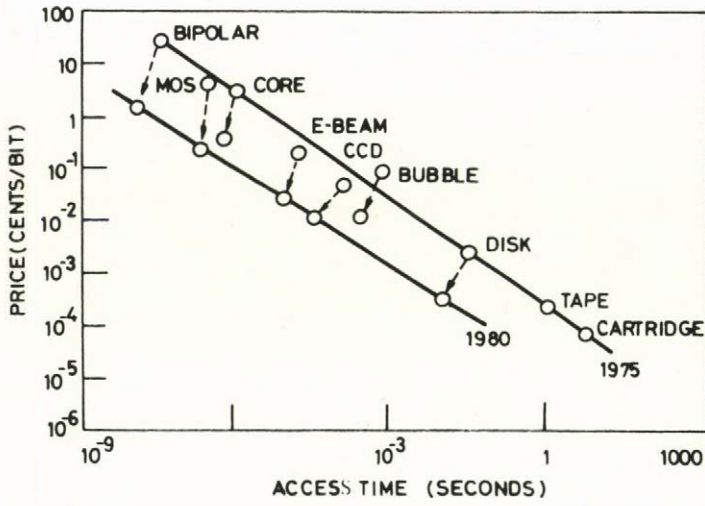
A memóriatípusok jellemző elhelyezkedése a hozzáférési idő - kapacitás, illetve - ár tartományokban

is számolni kell, amiben elég nagy szórások mutatkoznak. A végső felhasználásban pedig már az alkalmazás bonyolultsága, ujszerűsége, a környezet, amiben az egység működik - tehát egy sor előre nehezen vagy alig definiálható tényező - is jelentős szerepet kap. Ezek a faktorok olyannyira eltérőek lehetnek, hogy másféltől tízszeresig terjedő szorzókkal kell egy-egy adott esetben figyelembe venni őket! Szabályként azt mondhatjuk, hogy ha a chip-en lévő elemek sűrűségét megnégyszerezik, a rendszerre jutó bitenkénti ár megfelelődik. Az I/4 ábrán egy sávval tüntettük föl az OEM- és a rendszer-ár eltérését (szaggatott vonalak.)

Az egyes memóriatípusok fejlődéséről 1975 és 1980 között ad képet az I/5 ábra [43]. Ebből két tanulság vonható le:

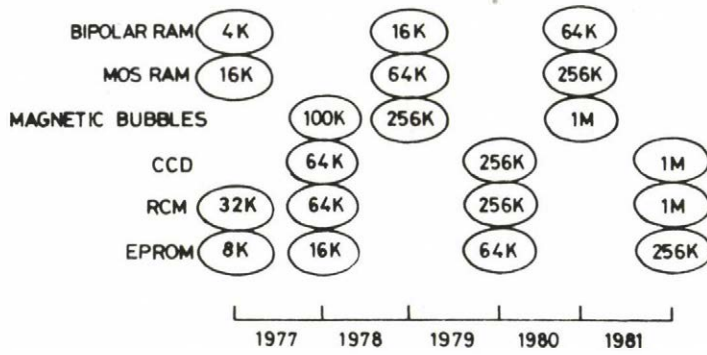
- az ötévnyi periódusban egyidejűleg csökkent a memóriák hozzáférési ideje és a bitenkénti ára;
- az egyes típusok egymáshoz viszonyított helyzete lényegesen nem változott, kivéve a mágnesmag és MOS-félevezető, valamint a CCD és mágnesbuborék versenypárosokat.

A félvezető alapú táruk fejlődése rendkívül felgyorsult a hetvenes évek második felére; egy adott technológia esetében chipenkénti kapacitások két-háromévenként megnégyszereződtek (I/6 ábra, [43]).



I/5. ábra

Memória trendek 1975 és 1980 között



I/6. ábra

A félvezető technológiájú memóriák chipenkénti kapacitása

Logikai komponensek

A logikai komponenseknek két, alapvetően elágazó irányzata fejlődik:

- a nagysebességű, bipoláris eszközök, amelyeket elsősorban nagy- és óriásgépekhez használnak (pl. meteorológiai, okeonológiai, nukleáris fizikai megfigyelő és feldolgozó rendszerekben), valamint speciális berendezésekben (űrhajó, támadó és elhárító katonai rendszerek elektronikái) kerülnek alkalmazásra;
- a MOS-alapu, viszonylag lassu, de jó kihozatalu, nagy integráltságu és fajlagosan olcsó eszközök.

Sebességüket tekintve az aritmetikai és logikai eszközök durván három nagy csoportra oszthatók:

- a/ a milliszekundum tartományba eső működési sebességű, lassu eszközök (ezeket elsősorban kalkulátorokban használják);
- b/ a mikroszekundum nagyságrendű, közepes sebességű eszközök (ezek az általánosan elterjedt MOS félvezetők; ide tartoznak a mikroprocesszorok és a mini- és kis/közepes számítógépek logikai komponensei);
- c/ az ennél gyorsabb eszközök (ezek bipoláris diszkrét eszközök vagy szeletek).

A szilícium MOS (b. kategória) és a szilícium bipoláris (c. kategória) nagyintegráltságu (LSI) és igen nagy integráltságu (VLSI) áramkörök legfontosabb jellemzőit az I/2 táblázat foglalja össze. Az első két oszlop a jelenlegi tipikus jellemzőket mutatja (1979-es adatok), az utolsó kettő pedig becslést ad a nyolcvanas évek közepére.

I/2 táblázat

LSI és VLSI eszközök jellemzői 1979-ben és a
80-as évek közepén

J e l l e m z ő	1979-es állapot		Becslés a 80-as évek közepére	
	Si MOS	Si bipol.	Si MOS	Si bipol.
Jellemző vonalméret (μm)	2,5	2,5	0,5	0,5
Kapu/chip	$5 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^3$	$250 \cdot 10^3$	$250 \cdot 10^3$
Terjedési idő (ns)	25	5	5	1
T_{PD} =Kaputeljesitm. x idő (pJ)	2	2	$2 \cdot 10^{-2}$	$8 \cdot 10^{-2}$
Max.frekv., $f_{\text{max}} = \frac{1}{4} T_{PD}$ (MHz)	50	50	50	250
Chip felület (mil^2)	250x250	250x250	400x400	400x400
Tipikus technológia	n-MOS	npn	n-MOS	npn
Átbocsájtó képesség ($f_{\text{max}} \times \text{kapu/chip}$)	$5 \cdot 10^4$	$2,5 \cdot 10^5$	$1,25 \cdot 10^7$	$6,25 \cdot 10^7$

Forrás: U.S. Dept. of Defence

Az igen nagy sebességű IC-k (VHSIC) katonai jelentőségére jellemző, hogy 1980-ban beindult - bár egyévi kongresszusi küzdelem után - egy hatéves program, VHSIC eszközök fejlesztésére.

A középmezőny mutatja a legváltozatosabb képet. A vita a "testre szabott" ("custom designed") és a "polc-ról kapható" ("off-the-shelves") megoldások között még nem dőlt el, de valószínűleg nem is várható döntő győzelem valamelyik megoldás javára. Az alkalmazás típusa és a felhasznált eszközök mennyisége dönti el, melyik

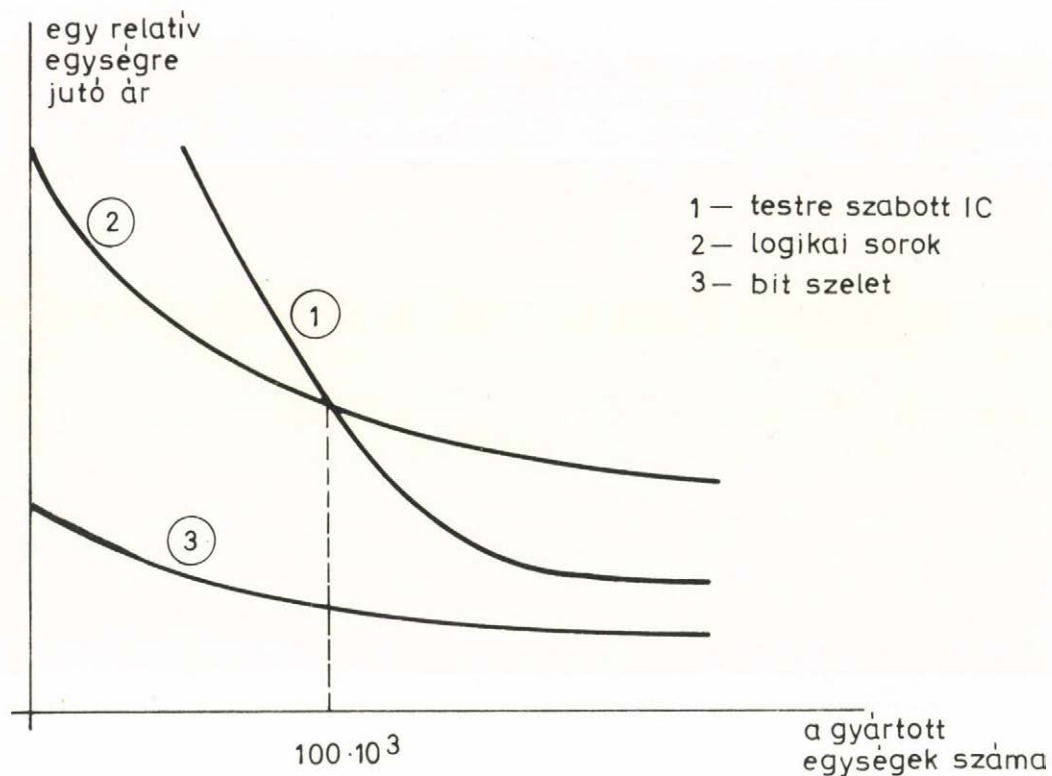
megoldás gazdaságosabb. A mikroprocesszorok iránti kereslet egyelőre töretlen és mikro-kiépitve arányok folytonosan - bár ellaposodó görbét követve - növekszik (ld. az I/3 táblázatot, [40].) Ugyanakkor nagyobb sebességű berendezésekben, viszonylag kis darabszám esetén (kevesebb, mint százezer darab típusonként) előnyösebbnek bizonyulnak a TTL Schottky vagy ECL áramkörökből összeállított logikai sorok, amelyek kb. egy nagyságrenddel gyorsabbak a mikroprocesszoroknál (I/6 ábra, [67]).

I/3. táblázat

A mikrogépek aránya a világ félvezető-, illetve IC-forgalmában

	1978	1979	1980	1981	1982	1983
Részarány a teljes félvezető piacon	8,8	12,8	14,4	15,5	17	20,2
Részarány az IC-piacon	14,9	20,6	22,5	23,1	24,4	28,5

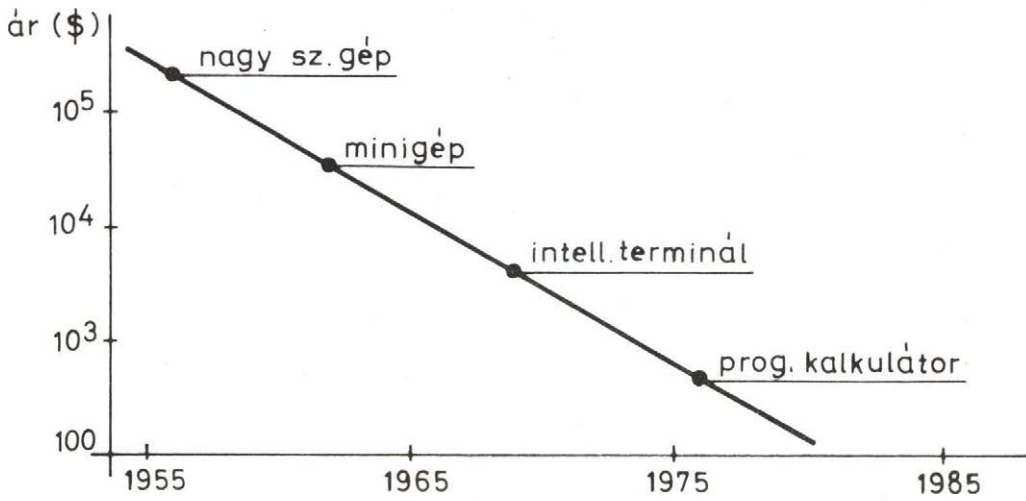
Forrás: Electronics, 25. Oct. 1979.



I/7. ábra

IC-típusok ára a gyártott mennyiség függvényében

Az integrált áramköri technológia előrehaladásának hatását a számítógépek fejlődésére az I/8. ábra menete, illetve az I/4. táblázatban látható összehasonlítás mutatja. Az I/8. ábrán az exponenciális összefüggés az un. "tanuló görbe", amely az időben csökkenő árakat mutatja, névlegesen azonos átbocsájtóképesség mellett. Az I/4. táblázatból látható, hogy az IBM 650-es számítógép egy mai kalkulátornak felel meg, amely utóbbi fizikai méretei (néhány dkg áll szemben több tonnával), és teljesítmény felvétele (közel husz kVA helyett nem egész 2 VA) előnyeik kívül még nagyobb műveleti sebességekkel is rendelkezik (az összeadási idő mintegy tizede, a szorzási ötöde a 650-esének). Egyedül a háttér tárolóban mutatkozik a 650-es előnye: dobtárolója ötször akkora kapacitású volt, mint a TI-59 mágneskártyája.



I/8. ábra

Virtuálisan azonos átbocsájtóképeségű számítógép árának változása 25 év alatt

I/4. táblázat

Az IBM 650 számítógép és a TI-59 kalkulátor összehasonlítása

J e l l e m z ő k	IBM 650 számítógép (1955)	TI-59 kalkulátor (1980)
Komponensek száma	2000 cső	166 500 tranzisz-torekvivalens
Felvett teljesítmény (kVA)	17,7	$1,8 \cdot 10^{-3}$
Helyigény	25 m ²	20 cm ²
Súly	2560 kg	0,3 kg
Légkondicionálás	5÷10	-
Memória kapacitás (10 ³ bit)		
primer	3,0	7,68
háttér	100	40
Műveleti idő (ms)		
Összeadás	0,75	0,070
szorzás	20,0	4,0
Ár (\$)	200 000 (1955-ös áron)	300 (1978-as áron)

Forrás: Electronics, 25. Oct. 1979.

I/2. ARCHITEKTURA FEJLŐDÉS

A fejlődésre ható tényezők

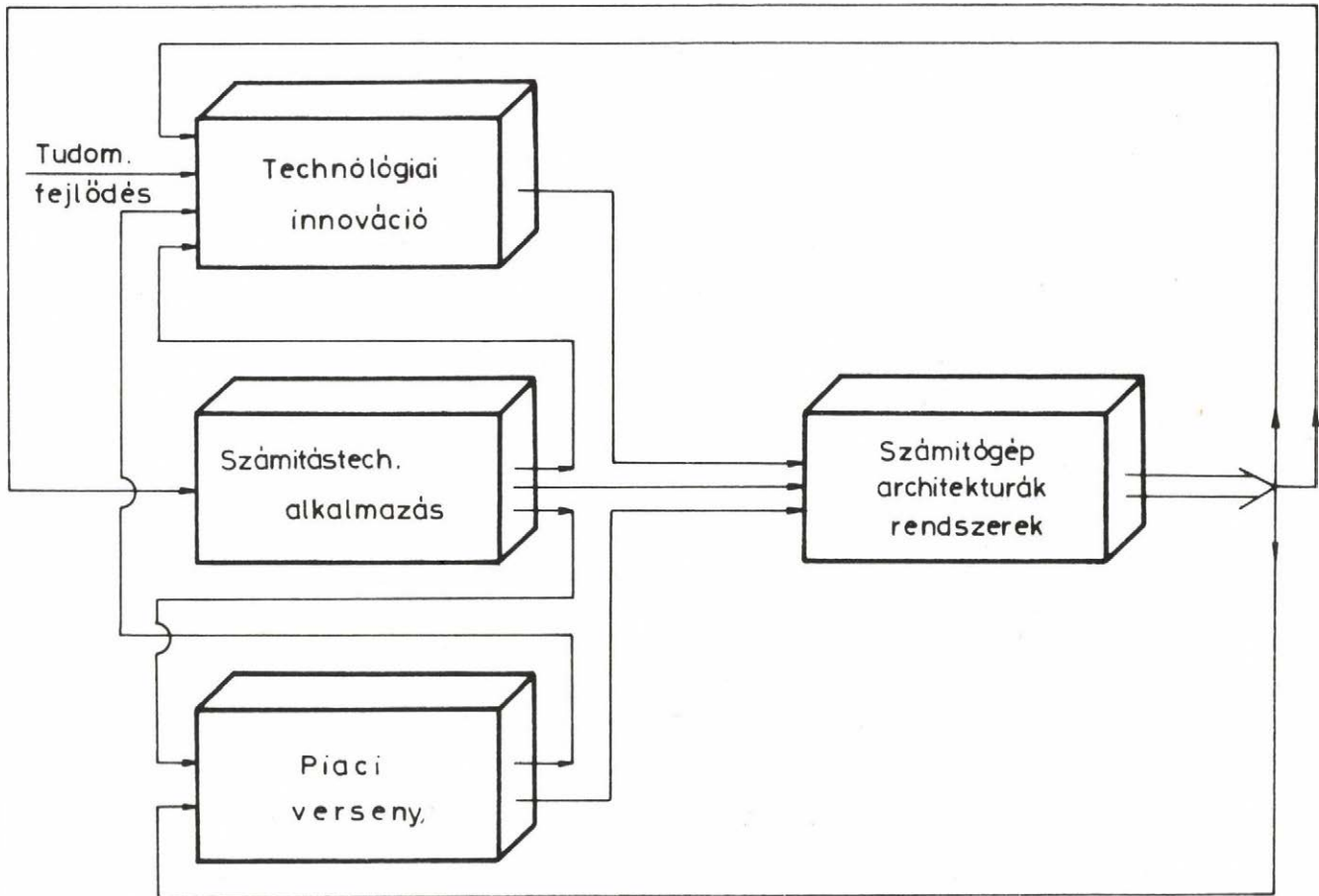
A számítástechnika fejlődésének három alapvető mozgatóereje van:

- 1/ a logikai és memória komponensek technológiájának folytonos fejlődése,
- 2/ az alkalmazások tömegessé válása,
- 3/ az állandó és kiélezett piaci verseny.

Ezek a tényezők rendkívül erős interrelációban vannak, kölcsönösen visszahatnak egymásra, és - immár harmadik évtizede - pozitív visszacsatolásokkal erősítik egymás hatását a számítástudomány és -technika fejlődésére. Ezért a fenti felsorolásban nem lehet fontossági sorrendet megállapítani, legfeljebb időszakonként egyik vagy másik tényező válik jelentősebbé.

Az I/9. ábrán erősen leegyszerűsített modellben vizsgáljuk ezeket a kapcsolatokat.

A hetvenes években a félvezető technológiák fejlődése exponenciális trendeket hozott a komponensek fajlagos ára, és mérete csökkenésében (ld. pl. az I/2 ábrát). A nagy integráltság egyik eredményét jelentik a mikroprocesszorok, amelyek segítségével a legváltozatosabb területeken lehet viszonylag gyorsan és olcsón számítástechnikát alkalmazni (pl. a kisigényű folyamatirányításokban PLC-k, háztartási készülékek, járművek vezérlői, személyi kisgépek, kalkulátorok stb.). Másfelől, a nagy működési sebességek és a viszonylag olcsóvá váló, processzorral ellátható nagy tárolókapacitások a tudományos, műszaki számítások, illetve a nagy modellekkel operáló, vagy a nagy adathalmazokat feldolgozó alkalma-



I/9. ábra

A számítástechnikai fejlődés motivációs modellje

zásoknak adtak újabb lendületet. Az alkalmazások viszont újabb igényeket gerjesztenek. Egyrészt növekszik a felhasználások száma és ezáltal kiterjed a számítástechnikával közvetlen vagy közvetett kapcsolatba kerülő nem-számítógépes felhasználók száma [26], másrészt, minőségileg is újabb követelményt jelent a nagy számú és "nem

hozzáértő" user igénye.* Végül, ami a versenyt illeti, az törvénszerűen megköveteli, hogy mindig valami ujjal jelentkezzen az a vállalat, amely nem akar kiesni a futamból. Megjegyzendő azonban, hogy az "uj", az "ujdon-ság" nem egyértelműen csak hardware-jellegű (sőt, ujabban egyre kevésbé az), hanem a software-támogatás, szerviz, karbantartás, megbízhatóság, betanítás egyenértékű tényezőkké kezdenek válni.

Mindezeknek a hatóerőknek az együttese a legpregnánssabban a számítógéparchitektúrák alakulásában, fejlődésében mutatkozik meg.

Architektúra modellek

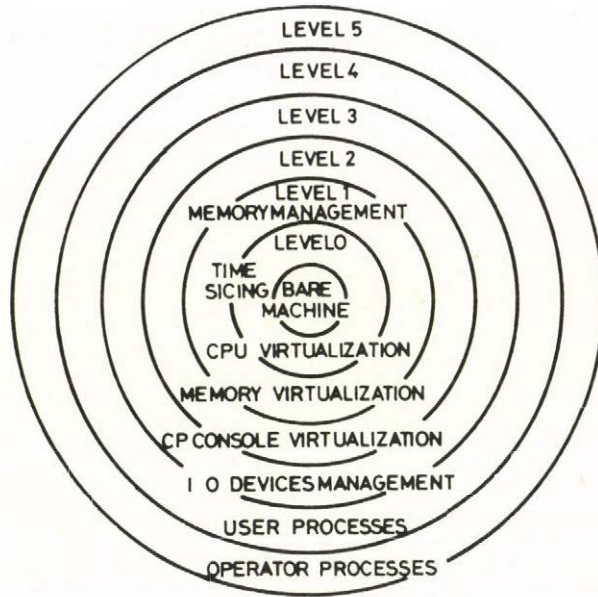
Mindenekelőtt tisztázzuk, mit értünk tulajdonképpen architektúra alatt? Nem véletlen, hogy ez a fogalom az építészetből származik, ahol az egyes szerkezeti elemekből (tartók, gerendák, nyílászárók, diszítő stb.) meghatározott rend szerint kialakított funkcionális objektum (lakóház, iskola, kórház, templom stb.) egységét értik. A számítástechnikai architektúra az egyes szerkezeti és funkcionális primitivekből meghatározott relációk szerint kiépített rendszer fogalma. A primitiveket hordozó közeg lehet

- hardware (meghatározott állapotokkal rendelkező fizikai eszközök);

* Erről a III. és IV. fejezetben részletesebben szólnunk.

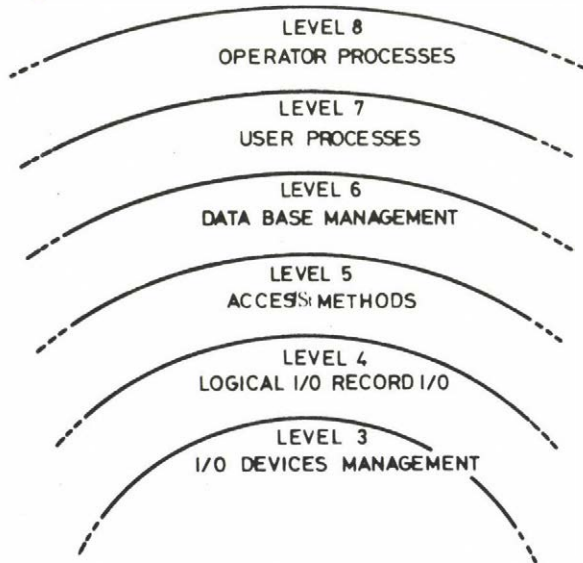
- software (kódolt eljárások, amelyek a fizikai eszközök állapotait változtatják);
- firmware (hardware-ben realizált software).

Az architektura mindazonáltal mégis félrevezető fogalom, mert míg egy épület statikus képződmény, amely létrejötte után és felhasználása közben szerkezetében és primitívjei állapotában lényegében nem változik (eltekintve a korral fellépő romlásoktól, kisebb-nagyobb belső átalakításoktól stb.), egy számítógép-rendszer architektúrájában funkcionálisan a relációk változhatnak (az erőforrások kiosztása, a rendszerben végbemenő felhasználói és rendszer-folyamatok konkurrálása és lezajlása). Strukturálisan - vagy pontosabban, hierarchikusan - azonban a számítógéprendszer meghatározott marad. Alapvető munkájában E.W.Dijkstra [3] a számítógéprendszert egymásba skatulyázott gépek (szintek) sorának fogja föl (I/10. ábra), amelyben a legbelső szintek szolgáltatásai elérhetőek a külső szinteken végrehajtott folyamatok számára. A modellben a "0" szint a CPU vezérlését látja el, vagyis a rendszerprimitívek ezen a szinten vannak implementálva. Ez a belső mag, vagy a "csupasz gép" lehet hardware-ben vagy firmware-ben realizálva. Az "1" szint a memória virtualizálása; itt vannak az oldal- és szegmenskezelési algoritmusok. Az "1" szinten végbemenő folyamatok számára a különböző szintű (hierarchiájú) memóriatípusok (a gyors cache-memóriától a mágnesszalagig) egyetlen homogén szintként jelennek meg (ezért is virtuális a memória). A "2" szint az operátor szint virtualizálása, tehát, annak leképezése, hogy minden folyamatnak e szint fölött mintegy saját konzolja lehet, míg alatta a központi operátorkonzolon kell osztozniuk. A "3" szint az I/O kezelése. A "4" szinten helyezkednek el a felhasználói folyamatok és az "5" szint az operátor folyamatoké.



I/10. ábra

A Dijkstra-féle hierarchikus modell



I/11. ábra

Az I/10. ábrán látható modell kiterjesztése

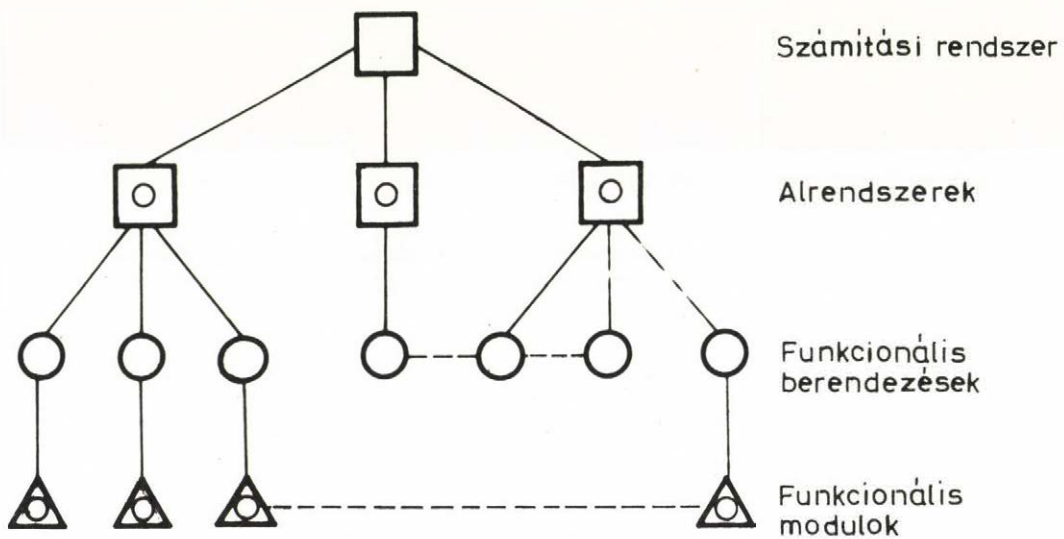
Ez a modell az idők során jelentősen módosult. Egyes szerzők (pl. [10]) a szintek számát nyolcra bővítik, közéjük hozva a logikai I/O-kezelést, az adatbázis kezelést.

A leglényegesebb módosulást az egyes rendszerkomponensek funkcionális önállósodása és aszinkron működése hozta. Hagyományosan a rendszer adatbázis (OS adatbázis), amely a rendszerobjektumok (processzorok, I/O berendezések, memóriák, memóriaterületek stb.) nyilvántartója és kezelője a 0 és 1 szinten helyezkedik el, míg az alkalmazói adatbázisok kezelése a 3, 4, 5, 6 szinten (I/11. ábra) megy végbe. Ennek oka, hogy a hozzáférési idők három-négy nagyságrenddel különbözhetnek (memória hierarchiák). Ha azonban a fajlagos (bit-) árák csökkenésével a tömeg tárolók, tehát, az alkalmazói adattárak leggyakrabban használt részei gyorsműködésű tárukba kerülhetnek (ms-alatti hozzáférési időkkel), a két adatkezelés egységessé válhat. Ilyen megoldások már ismertek (pl. a Cyber 70 és 170).

A nagy belső memóriák (100 MByte ... néhány GByte), az együttműködő, funkcionálisan megosztott processzorok, a moduláris kiépítés jelentősen módosítja az előbbi általánosított modellt.

Egyik közelítését az [53]-ban írjuk le. Ebben a rendszerkomponensek alulról-fölfelé haladva: funkcionális modulokból, funkcionális berendezésekből és alrendszeréből, interface-ekkel összekapcsolva hozzák létre a számítási rendszert (I/12 ábra). A funkcionális modul pl. csatolóegység, míg a funkcionális berendezés I/O kontroller lehet. Az alrendszerek száma és funkciói a kiépítettségtől függ (kis, közepes, nagy szupernagy). Alap-

vetően a tárkezelés, az adatfeldolgozás és az I/O-kezelés alrendszere mindegyikben megvan; ezekhez járulhat, felfelé haladva még diagnosztikai, kommunikációs alrendszer is.



I/12. ábra

Számítási rendszer kiépítési modellje

A számítástechnikában a rendszerek nagyobb teljesítőképességét két lényegi eszközzel lehet elérni:

- eszközbázissal,
- szervezési elvekkel.

Az eszközbázis, a jelenlegi technológiát alapul véve, az évtized végére a fizikai paraméterek javulásában

várhatóan betelítődik. Ez a technológia még folytonosan fejlődik azzal, hogy az integrált áramkörök alaplapjainak méreteit egyre növelik és az elemek közti távolságot csökkentik (ld. I/3. ábra), hogy részint növelni lehessen az egyetlen tokba integrált komponensek számát (iggy csökken a kivezetések száma, nő a megbízhatóság, kevesebb forrasztás kell), másrészt az elemsűrűség növelésével csökkennek a jelterjedési távolságok és így nő a működési sebesség (meg, persze, nőnek a disszipációs gondok is). Aszubmikronos vonalvastagságok esetén viszont új technológiákat kell bevezetni (elektronsugaras, röntgensugaras), mert a látható fény szóródása miatt ez a frekvenciatartomány nem használható maszkoláskor.

Várható tehát, hogy a jelenlegi elem-integráltsági és árcsökkenési trendgörbe rövidesen ellaposodik. A másik teljesítőképesség növelési lehetőség, a rendszer-szervezési módszerek felhasználása azonban még messze nincs kihasználva. Érdekessége, hogy korábban csak a szupergépeknél használt megoldások az utóbbi időben a kisebb rendszereknél is kezdenek terjedni.

Párhuzamosság

Az újabb architektura megoldások elsődlegesen a párhuzamosság különböző módozatait hasznosítják.

Meglepő módon, a párhuzamos feldolgozás gondolata messze visszanyulik a múlt századba. Ch.Babbage 1840 körül egy előadásában azt fejtegette, hogy "...ha azonos számítások hosszú sorát kell elvégezni, mint amilyenek a numerikus táblázatok készítéséhez szükségesek,

a gépet úgy lehet működtetni, hogy több eredményt adjon ki egyidejűleg, ami nagyban lerövidíti az egész folyamat tartamát" [58].

A párhuzamosságot több szinten lehet megvalósítani:

- teljes job-ok szintjén,
- task szinten,
- task-on belüli műveletek szintjén,
- szubműveleti szinten.

A fenti, probléma-megközelítéses párhuzamosság realizálásához megfelelő közeg szükséges. Ez utóbbi osztályozására többféle kísérlet történt. A legismertebb a Flynn által adott osztályozás [6], amely a számítási rendszerben mozgó két alapvető információformátum, az adat (operandus) és az utasítás áramlásainak relációi szerint kategorizálja az architektúra típusokat (I/13. ábra).

		Ⓓ ADATÁRAM (Data)	
		Ⓔ (Single, egyszeres)	M (Multiple, többszörös)
Ⓘ (Instruction) UJTASÍTÁSÁRAM	Ⓔ	SISD	SIMD
	Ⓜ	MISD	MIMD

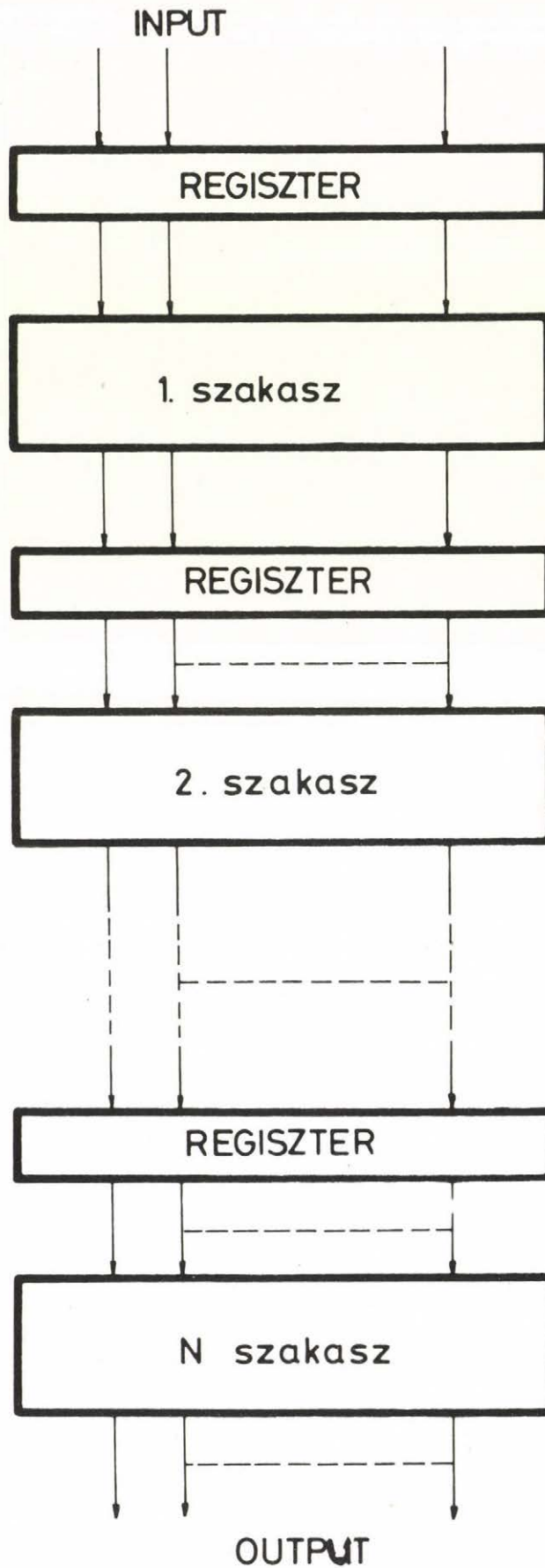
I/13. ábra

Infomációáramok szerinti osztályozás

A SISD közé tartoznak a "hagyományos" számítógép-rendszerek (pl. IBM 360, Rjad-1 sorozat), a SIMD-re példák lehetnek a vektor-(array-) processzorok (pl. ILLIAC IV, DAP) és olyan csővezetéki (pipeline) rendszerek, mint a CDC STAR. A MISD fizikailag valószínűleg nem megvalósítható (bár egyes szerzők a pipeline architektúrákat idesorolják). A MIMD közé a multiprocesszoros (tehát, "makroszinten" többszörözött) párhuzamos működésű rendszerek sorolhatók.

Az előzőekben említett két alapvető, műveleti-szintű párhuzamosítási forma a vektor (tömb) és a csővezetékes. A tömbpárhuzamosítás azonos kiépítésű és funkciójú processzorok együttműködő és szinkronban működő összessége, számuk rendszerint 2 hatványa. A csővezeték megoldásban a feladatot, illetve a műveleteket szakaszokra bontják, amelyek egymást időben átfedve kerülnek végrehajtásra. Egy N szakaszra bontott lineárisan "vezetékezett" algoritmus vázlatát az I/14. ábrán látható.

Ami viszont az osztályozásokat illeti, a Flynn-féle klasszikus felosztást már több újabb, finomított vagy más szempontok szerinti modell követte. (Megjegyezzük, hogy az osztályozások nem öncélú tudományos játékok, hanem jó eszközök az egyes architektúra típusok leírására és hatékonyságértékelésére.) Az osztályozások egyébként - többek között - a párhuzamos feldolgozás célszerűségét vitató fundamentális kétségek következményei, amelyek során ésszerű besorolással próbálnak választ keresni a problémákra. Ezek olyan alapvető kérdések, mint, hogy mi a közös vonás a különböző párhuzamos feldolgozási közelítésekben? Hogyan lehet őket a gyakorlatban összehasonlítani? Hogyan bírálható el, hogy melyik problémaosztály kíván párhuzamos feldolgozást, vagy, másik



I/14. ábra

Pipeline rendszer vázlata

oldalról közelítve: valamely adott párhuzamos feldolgozási mód illeszthető-e egy problémaosztályhoz? És a fő kérdés: milyen software (nyelvi) eszközök állnak rendelkezésre a hasznos és hatékony párhuzamos feldolgozás céljaira?

Az összehasonlitások céljára a Flynn-féle felosztásnál finomabb osztályozást ad Shore [58]. (Érdekessége ennek, hogy a szerző az egyik fő vitatója a párhuzamos feldolgozás célszerűségének.) Shore hat osztályt, hat géptípust definiál:

- az I. gép az uniprocesszor, a szokásos szekvenciális processzor, amely vezérlő egységből (CU), feldolgozó egységből (PU), utasítás memóriából (IM) és adatmemóriából (DM) áll. A DM egy szó valamennyi bitjét egyszerre szolgáltatja, amiket a PU párhuzamosan (egyidejűleg) dolgoz föl;
- a II. gép adatszerkezése megegyezik az I. gépével, de a DM és PU 90° -kal el van forgatva. Ezáltal bitenként a szavak kerülnek párhuzamos feldolgozásra (bit-slice processzor). Erre példa lehet a STARAN;
- a III. gép az I. és II. kombinációja, amelyben két (horizontális és vertikális) PU van és a DM-hoz is két, merőleges irányban lehet hozzáférni. Az ortogonális gépre példa az OMEN és az ICL DAP;
- a IV. gép az I.-ből származtatható, oly módon, hogy többszörözzük a PU-kat, a DM mérete rögzített és egyetlen CU közvetíti az utasításokat az összes PU-hoz (pl. PEPE);
- az V. gép PU-k és DM-k lineárisan összekapcsolt tömbje (pl. ILLIAC IV.);

- a VI. gép az I. gépből származtatható, oly módon, hogy minden memória elemhez saját feldolgozó logika tartozik. Ezeket a típusokat Logic-In-Memory-Arrays (LIMA) néven említik.

Más közelítések is léteznek ([37]), ezek közül még érdemes megemlíteni a Higbie-félét, amely a Flynn felosztást finomítja, oly módon, hogy a SIMD-kategóriát négy alosztályra bontja:

- array (tömb) processzorok, ezek cím-szerinti adateléréssel dolgoznak és az operandus-tömböket utasításonként párhuzamosan dolgozzák föl;
- asszociatív memóriájú processzorok, ezek nem cím, hanem tartalom (érték, jelölőbit) szerinti adathozzáférések;
- asszociatív tömbprocesszorok;
- ortogonális processzorok; a processzor két alrendszerből tevődik össze, amelyek közül az egyik asszociatív tömbprocesszor, a másik soros (SIDS) processzor.

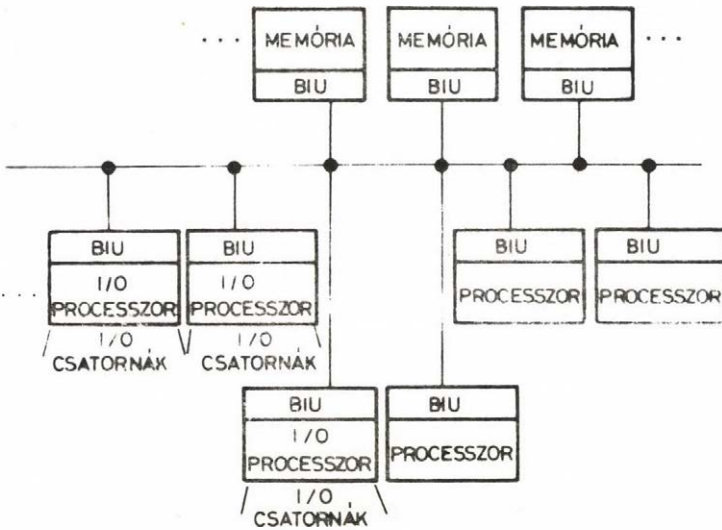
Multiprocesszor szervezések

A teljesítmény (átbocsájtóképesség-) növelés lényeges útja a processzorok többszörözésével (multiprocessing systems) valósítható meg. Kialakulásának két fő mozgatóereje:

- a technológia, mivel a jelentős fajlagos, funkcióra jutó árcsökkenések teszik csak gazdaságilag elfogadhatóvá a többszörözést, és mert a bonyolult rendszerszervezést csak a nagy (nanoszekundumos elemsebesség) működési sebességekkel lehet realizálni;

- az alkalmazások, elsősorban a nagyméretű felhasználói rendszerek (pl. államigazgatás) és a nagy-tömegű és bonyolult feladatmegoldást kívánó tudományos alkalmazások (egyes műszaki tervezési feladatok, geodézia, meteorológia, repülés/űrkitatás stb.).

A multiprocesszoros rendszerek kiépítése elég nagy változatosságot mutat. A legfontosabb, legáltalánosabb összekötési elvek: a közös sines, a crossbar és a multiport rendszerek.



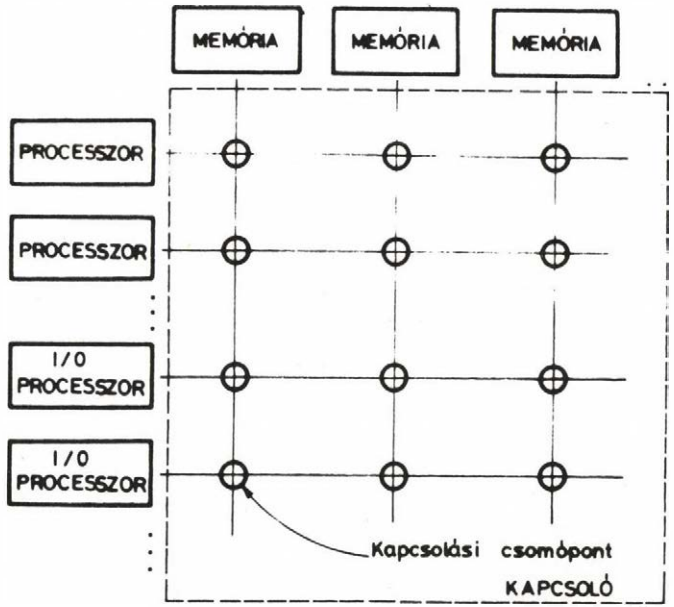
I/15. ábra

Közös sines multiprocesszor rendszer

A közös sines multiprocesszor rendszerben (I/15 ábra), - amint a neve is mutatja - a processzorok, I/O egységek, táruk a sin-csatolókon (BIU - bus interface unit) keresztül csatlakoznak a közös sinhez. (Az átbo-csájtóképeség vagy a megbízhatóság növelése végett egy-nél több sin is lehetséges.) Ennek a megoldásnak előnye, hogy funkcionálisan nem túl bonyolult, viszonylag olcsó az összekötés, könnyen bővithető a rendszer további processzorokkal. Hátránya viszont, hogy a sin sávszélessége korlátozza az átviteli kapacitást, a sin meghibásodása az egész rendszer üzemét fenyegeti, és hogy a rendszer erősen függ a sin tervezésétől. Közös sines kiépítést inkább a kisebb multiprocesszoros rendszerekben alkalmaznak (pl. Microdata Micro 1600 D vagy CDC Cyber 76).

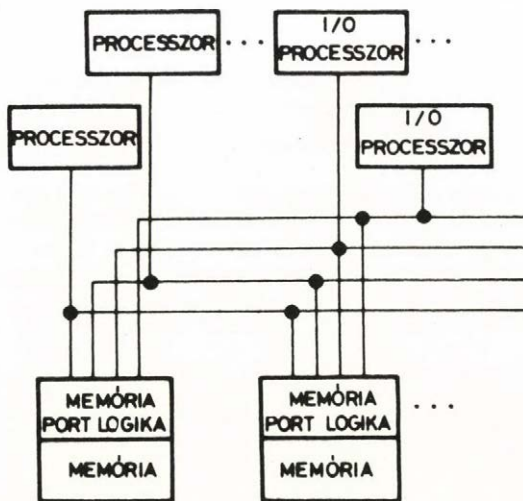
A crossbar kapcsolású multiprocesszor rendszerekben (I/16. ábra) minden egyes processzornak és I/O processzornak hardware-ben megvalósított kapcsolata van mind-egyik memóriaegységgel. A megoldás előnye, hogy igen nagy az adatátviteli kapacitása, könnyen eltávolíthatók belőle a meghibásodott egységek, jelentősen növelhető a rendszer megbízhatósága redundáns ágak hozzáadásával. Hátránya a nagy komplexitás, az hogy a rendszer bővítésekor viszonylag nagyszámu új csomópontot kell beépíteni. A hardware komplexitása négyzetesen nő a készülékek számával. Ezt a kiépítési módot nagy rendszerekben használják, ahol megfelelő és ésszerű kompromisszumot lehet elérni a működési sebesség és a költségek között (pl. Burroughs D-825 és B-7700).

A multiport memóriájú multiprocesszor rendszerekben (I/17. ábra) prioritás és kiválasztási logika köti össze a megfelelő memóriarészt a hívó processzorral. A kiépítés előnyei közé tartozik, hogy egyes tárterületeket jól lehet védeni, a rendszert uniprocesszorból multiprocesz-



I/16. ábra

Crossbar kapcsolású multiprocesszor rendszer



I/17. ábra

Multiport memóriájú multiprocesszor rendszer

szor konfigurációba ugyanazon hardware felhasználásával lehet bővíteni, a kiépítésnek igen jó a hibaállósága. Hátránya a drága memóriavezérlés, a rendszert a memória port kiépítés korlátozza, továbbá az, hogy igen nagy mennyiségű kábelezés kell. Multiport rendszerre példa lehet az IBM 370 rendszerének 168 MP modellje.

I/3 SZÁMITÓGÉP MÉRETEK ÉS KIÉPÍTÉSEK

Az eddigiekben a hardware alapkomponensek gyártás-technológiáinak fejlődését és az ennek következtében a számítógépek belső strukturájában létrejövő változásokat vizsgáltuk. A jelen fejezetben a számítógéprendszerket, mint különböző funkciókra orientált alegységeket, berendezéseket együttesen vizsgáljuk, elsősorban a felhasználók követelményeinek figyelembevételével.

A hatvanas években a számítógéprendszer kiépítése meglehetősen hasonló képet mutatott, annak ellenére, hogy maguk a processzorok, architekturájuk szempontjából jelentősen eltérhettek egymástól (pl. byte- vagy szószervezés). Legfőbb jellemzőjük a centralizált erőforrás kiosztás, és maguk az erőforrások a hetvenes évekhez képest, mind kapacitásban, működési sebességben, mind választékban erősen leszűkítettek voltak. Lényegi változást jelentett a hatvanas évek második felében a minigépek megjelenése, amelyek a felhasználási lehetőségek szempontjából lefelé bővítették a tartományt. A hetvenes évek közepére a komponens fejlődés két, egymástól divergálónak ható irányt határozott meg a számítástechnikában, amelyek - felerősödve - várhatóan a nyolcvanas években is dominálni fognak.

Az egyik irány a mikrogépeké, amelyek a helyi, közvetlenül személyhez is kapcsolódó, "kis" vagy "testközele" [26] számítástechnikai piac gyors fellendülését és az alkalmazások körének rendkívül nagymértékű kiterjedését idézték elő. A másik irány a nagy és igen nagy számítógéprendszerben egy sor olyan vonás (feature) megvalósítását teszi lehetővé, amelyek korábban elsősorban gazdasági okokból nem voltak megoldhatók. Ezek a vonások:

- a funkcionális komponensek szakosodása, ezáltal jól szétválaszthatók a kommunikációs, a be/kiviteli, a file-kezelési feladatmegoldások az adattranszformációs, processzálási műveletektől,
- a bázis gépi nyelv szintjének növelése, speciális és a feladatosztályokhoz illeszkedő nyelvi processzorok behívásával a nyelv kiterjeszthesége, illetve nyelvi részhalmazok (subsets) optimális alkalmazása,
- az erőforrások dinamikus kezelése, a feladatokat leképező folyamatokhoz való dinamikus allokálás lehetősége (rekonfigurálás). Ez a vonás egyúttal a működési biztonság növelését szolgáló realizálásokhoz is felhasználható (hibatűrő rendszerek, graceful degradation),
- a memória komponensek és hierarchiák logikai szintű (szimbólikus), automatikus kezelése, ami megkönnyíti a felhasználónak a programozást és a rendszer erőforrásokat átlátszóvá teszi a felhasználó részére,
- a diagnosztikai és hibajavító funkciók beépítése, megbízható rendszer-adminisztráció létrehozása, kielégítő (közel teljes) adatbiztonság biztosítása,
- több számítási rendszer együttműködésének lehetősége.

Ha a számítási rendszerek által nyújtott szolgáltatásokat, a processzor teljesítőképességét, a maximális csatolható memóriakapacitásokat tekintjük, akkor lényegében négy, egymástól élesen el nem határolható osztály határozható meg. Alulról fölfelé haladva, ez a négy osztály:

- egy-komponenes processzoron alapuló mikrogépeké. Tipikus kiépítése: tasztaturás (adat- és funkcionális nyomógombos) és/vagy kártya (papír vagy mágneses) adatbevitel, kazettás vagy floppy diszkes háttér tár, alfanumerikus, vagy kisigényű alfagrafikus display, belső RAM és ROM (PROM, EPROM) a bázissoftware-hez és a programozáshoz. A hetvenes évek végén tipikusan 8/16 bites a szóhossz. A nyolcvanas évek első felében megjelennek a "mikro nagygépek" (micromainframe), 32 bites szóhosszal, 4 GByte-ig terjedő címzési lehetőséggel (virtuális tár) és magasszintű nyelvi programozással (pl. Pascal). A mikrogépek tipikus alkalmazási lehetőségei: intelligens terminál, beépített vezérlő (pl. grafikus display-ben), önálló számítógép (személyi számítógépként), csatolóval ellátva szatellit gép. A legújabban bevezetett koprocesszor elvvel [66] a mikrogéphez csatolt (attached) üzemben speciális (pl. tudományos számításokhoz használt) processzor csatolható. Az I/18 ábrán példa gyanánt látható az Intel 8086 vagy 8088 processzorhoz csatolható 8087 koprocesszor (amely egyetlen, kb. 65 ezer áramkört tartalmazó LSI chipen helyezkedik el), amelynek 80-bites regiszter stack-je van és 68-bit ALU-ja.
- A hatvanas évek második felében megjelent olcsó, kis teljesítményű, főleg ügyviteli, adminisztrációs, kisebb folyamatirányítási feladatokat ellátó minigépek a nyolcvanas évekre alulról utoléri a számítógép (mainframe) kategóriát. A minigépek átütő sikerét mutatja az is, hogy igen sok cég

gyártja. Egy, 1970 és 1977 közötti, távolról sem teljes listát mutat a III/2 táblázat, a kis, ügyviteli célu mini- (és részben mikro-) gépekről. A minigépek már jelenleg is teljes, önálló adatfeldolgozó rendszer feladatokat el tudnak látni (pl. kisebb - mintegy 1000-2500 fős - vállalat termelésirányítása, vagy csoportos NC (DNC) vezérlő), vagy szatellitgépként használhatók hátlózatokban. A jövőben a hangsúly az interaktív alkalmazások felé tolódik el, egy (esetleg több) batch folyamattal a háttérben. Mindez a memória kapacitások jelentős bővülésével jár együtt (virtuális tárolós rendszerek). Példaként érdemes megemlíteni a Data General Eclipse minigép családjának új tagját, amely lényegében már teljes számítógép vonásokkal (mainframe features) rendelkezik: 32-bites szóhosszal, 2 MByte belső tár címezéssel, 4,3 GByte virtuális tár hozzáféréssel, 16 MByte/s adatátviteli sebességgel, adat- és utasítás-cache tárral.

- a közép- és nagygépekre a mono- és a multigépes üzemmódot, mint lényegi jellegzetességet lehet elkülöníteni.

A monogépes rendszerek elsősorban nagytömegű batch feldolgozást végeznek, némi, nem jelentős mértékű interaktív lehetőséggel. Egy CPU és 2 vagy 3 periféria-kezelő processzor jellemző rájuk. Távlátban, a komponens-árak csökkenésével, további, funkcionálisan specializált processzorok és nagyobb

memóriák alkalmazása várható, jelentős belső szervezési módosításokkal (pl. párhuzamosítások). A multigépes rendszerekben elsősorban a kommunikáció bővebb lehetősége és a nagyméretű adatkezelő rendszer (meg a vele járó szolgáltatások), az interaktív működés kiterjesztése a leginkább lényeges vonások.

Az I/5. táblázatban összefoglaló áttekintést adunk a komponens-processzorokat alkalmazó tipikus számítógép kiépítések jelenlegi és középtávra (1985) becsült legfontosabb jellemzőiről.

Egy másik becslés [63] széthuzza alkalmazási lehetőségek szerint a számítógéprendszerek alsó kategóriáit és azt mutatja ki, hogy ugyanazért az árért mintegy hét év múlva milyen megnövelt hardware szolgáltatásokat kap előreláthatólag a vásárló (I/6 táblázat). A mintegy 10-15-szörös tároló kapacitáson kívül nagyobb megbízhatóságú és gyorsabb I/O is szerepel a listán. A becslés két kérdést nyitva hagy. Az egyik maga az ár, amelyből nem tűnik ki, hogy az bázisár, vagy az inflációt is figyelembe veszi (ami évi 7-10 %-os infláció mellett hét év alatt már mintegy 50-70 %-os további árcsökkenést eredményezne, ha a nominális ár változatlan maradna). A másik kérdés a software szolgáltatásé. Kétségtelen, hogy a software kidolgozás költségei legalábbis nem csökkennek, vagy -esetenként - nőnek. Azonban a nagy tömegű eladások következtében, tehát azáltal, hogy ugyanabból a software termékből csak másolatokat kell készíteni (és persze, karbantartást biztosítani), a fajlagos (egy felhasználóra jutó) software árak a mikro- és minigépes alkalmazásokban csökkennek.

J e l l e m z ő k	Mikrogép		Minigép		Mono számítógép		Multigépes rendszer	
	1977	1985	1977	1985	1977	1985	1977	1985
Alkalmazási típus - on-line user-ek száma - batch áramok száma	1 vagy 1	5-10 vagy 1	6-10 és 1	10-20 és 1	10-20 és 4-6	20-40 és 6-8	teljesen vegyes, a job jellege ha- tározza meg	
Belső tár (KByte)	4-8	32-64	32-64	256-512	0,5-2 MB	2-4 MB	2-16 MB	8-64 MB
Háttér tár (MByte)	0,3	0,5	0,5	4	10	30	50-200	100-500
Operációs rendszer	minimális		fix par- tíciók nem vir- tuális	virtu- ális	partici- onált virtuá- lis	virtu- ális	többszörösen vir- tuális tár vagy gép	
Felhasználói rendszer- ár (k\$)	1-2	0,3-0,7	10-20	7-10	150-250	75-100	1500-2500	1000-2000

I/5. táblázat

Tipikus számítógéprendszer kiépítésének jellemzői

I/6. táblázat

Mikro- és miniszámítógép rendszerek
hardware szolgáltatásai

Alkalmazási típus és tipikus rendszerár (k\$)	Rendszer-kiépítés	
	1978	1985
Házi számítógép (1000)	16 KB RAM kazettás tár képernyős megjelenítő	128 KB RAM 256 KB floppy diszk képernyős megjelenítő termál printer
Személyi számítógép (3000)	32 KB RAM 80 KB minifloppy d. képernyős megjelenítő termál printer	512 KB RAM 1 MB floppy d. képernyős megj. ütéses nyomtató
Munkahelyi állomás (10000)	64 KB RAM 0,5 MB floppy d. képernyős megj. termál printer	1 MB RAM 10 MB tár 2 MB floppy d. képernyős megj. ütéses nyomtató
Kis ügyviteli számítógép (30000)	128 KB RAM 10 MB diszk képernyős megj. ütéses nyomtató	4 MB RAM 80 MB tár 8 MB (floppy) d. képernyős megj. ütéses nyomtató

A "szupergépek" irányában elsősorban a műveleti sebesség növelése irányában történnek jelentős erőfeszítések. Ezek a rendszerek alapvetően katonai, másrészt tudományos feladatok megoldásához készülnek, többé-kevésbé "az ár nem számít" (vagy legfeljebb másodlagosan számít) koncepció alapján. A katonai felhasználásokat a kívülálló inkább csak sejti (például, műholdas felvételek kiértékelése, űrhajók, katonai repülőgépek tervezése, pályairányítások), de jószerével valószínűsíthető, hogy egy sor, polgári célu, nagy számítógéprendszereket igénylő feladat is legalábbis kapcsolódik a védelmi projektekhez. Az óriás számítógéprendszereket igénylő feladatok közé sorolhatók például az időjárás modellezése és előjelzése, a fuzióos reaktorok plazma viselkedésének modellezése, olajkutatói célokra szeizmikus adatok elemzése (robbantási képek felismerése), repülőgépek modellezése és szimulációja (igy meg lehetne takarítani a rendkívül költséges szélcsatornákat) vagy, ugyancsak alakfelismerési feladatként, tomográfiai mozgóképek értékelése.

A jelenlegi szupergépek, amelyek főleg a működés nagyarányu párhuzamosításával érnek el jelentős sebességnövelést (ld. az I/2. fejezetet), 100 Mflops körüli nagyságrendű maximális műveleti sebességeket tudnak adni ($\text{Mflops} = 10^6$ floating points per second; egy millió lebegőpontos művelet másodpercenként). Az I/19. ábrán látható, hogy hogyan nőtt mintegy 20 év alatt (1955 és 1976 között) a mindenkori csúcsebesség a nagy számítógépeknél: mintegy 50 ezerről nagyságrendben 100 millióig. Az 1976-ban megjelent amerikai CRAY-1 és az angol ICL cégnek ugyancsak 1976-ban üzembehelyezett

DAP (Distributed Array Processors) rendszerei nagymértékben párhuzamosítással működnek, és egyes vektorműveletek esetén elérik a 120-160 Mflops sebességet (az 1974-ben üzembehelyezett ILLIAC-4 maximális sebessége mintegy 80 Mflops). Átlagos működési sebességük azonban ennek 1/5-1/10-ed része: a CRAY-1 esetén mintegy 23 Mflops, az ILLIAC-4-nél kb. 9 Mflops. Ezek az értékek a párhuzamos rendszerek nagyfokú feladat- (algoritmus-) és software készítés-függőségét mutatják. Az árak jól tükrözi a lényegében egyedi kivitelűt: a CRAY-1 hardware ára 1980 elején 7,76 M\$, az ILLIAC-4-é mintegy 10 M\$. (Jól látható az árából, hogy a CRAY-1 alapvetően profitra dolgozó cég terméke és így kénytelen elfogadható, nagyobb számú vevőt vonzó árral operálni, míg az ILLIAC-4-et egy egyetem hozta létre, bár a Burroughs céggel együttműködve, tehát az árat, a jövedelmezőséget kevésbé vették figyelembe.)

A főleg tudományos és katonai célú, jobbára egyedi kivitelű szupergépek kategóriája alatt helyezkednek el a kereskedelmi forgalomban kapható univerzális nagyszámítógépek. Felhasználás szempontjából ezek általában multiprocesszor (hálózati) rendszerek gerincgépei, országos (kis országok esetében) vagy regionális adatrendszerek központi gépei. Az I/7. táblázat egy viszonylag friss (1978 eleji) összeállítást mutat az univerzális nagyszámítógépek néhány fontosabb jellemzőjéről, mégis több jelentős változás történt azóta. Így az ITEL cég közben beolvadt a National Semiconductors-ba és National Advanced Systems (NAS) néven jelenteti meg termékét. Az Amdahl-t az IBM újabb bejelentéseivel megpróbálta - sikeresen - 1979-ben a viz alá nyomni, majd miután Amdahl többször elvetélt kísérleteket tett másokkal való egyesülésre

(igy, az azóta ugyancsak bajbajutott Memorex-szel), most tovább folytatja az IBM gépeket jobb ár/teljesítmény aránnyal utánzó rendszereinek kibocsájtását (ld. a III/1. fejezetet ezzel kapcsolatban). Egyébként egész sor PCM (Plug Compatible Machine) gép jelenik meg a piacon, amelyek elsősorban az IBM 370/138, 148, 158, 168 és a 3033 modelljeinek kiváltására vállalkoznak. Ennek a vállalkozásnak sikerességét mutatja, hogy a CDC is beállt az IBM-PCM gyártók, illetve szállítók közé: 1977-ben kibocsájtott 480 I és 480 II, valamint az 1979-ben megjelent 480 III modelljei IBM utasításkészleteket használnak, egymásba, sőt, a legnagyobb modell CDC Omega modellé is átépíthető.

Végül, az I/8. táblázat a szocialista országok univerzális számítógépeinek terveit mutatja. Ezek a modellek lesznek a nyolcvanas évek második felében a hazai alkalmazások kis, közepes és nagy számítógéprendszereinek alapprocesszorai.

Univerzális nagyszámítógépek

	IBM		Amdahl		Itel AS/6 7032	Burroughs		CDC Cyber175	Univac ¹⁾		HIS	
	3032	3033	470V/5	470V/7		B7811	B7821		1100/82	1100/83	68/80 (2CPU)	68/DBS Level 5
Keresk. ár (M\$) CPU+xMB+y ²⁾	2142 x=4 y=6	3605 x=6 y=12	2650 x=4 y=8	3700 x=6 y=12	1960 x=4 -	2811,5 x=4,5 y=28	3528 x=6 y=12	3353,6 x=131 ³ (60 b) y=12	2547,4 x=4 y=6	4326 x=6 y=12	4010 x=4 y=24	4031 x=6 y=24
Memória méretek (minim.-maxim.) MByte	2-6	4-8	2-6	4-16	2-16	3-6	3-6	131-262000 (60 bit szó)	4-16	6-16	1-8	2-16
Memória ciklusidő ns	320	290-464	300	280	nincs adat	Hozzáférési idő: 50 ns/Byte		400	600-100 ³	600-100 ³	Hozzáférési idő: 750 ns	
Gépi ciklusidő ns	80	58	32,5	28,5	72	nincs adat	nincs adat	25	50	50	nincs adat	nincs adat
Csatornák száma (minim.-maxim.)	6-12	12-16	8	12-16	6-16	28	56	12-24	6-52	12-104	56-224	56-224
Memória buffer	32K	64K	16K	32K	64K	12K	24K	1-12 (60 bites szó)	64K	96 K	2 buffer egyen- ként 2K	5 buffer egyen- ként 2K

Forrás: Computerworld, 1978, jan.16.

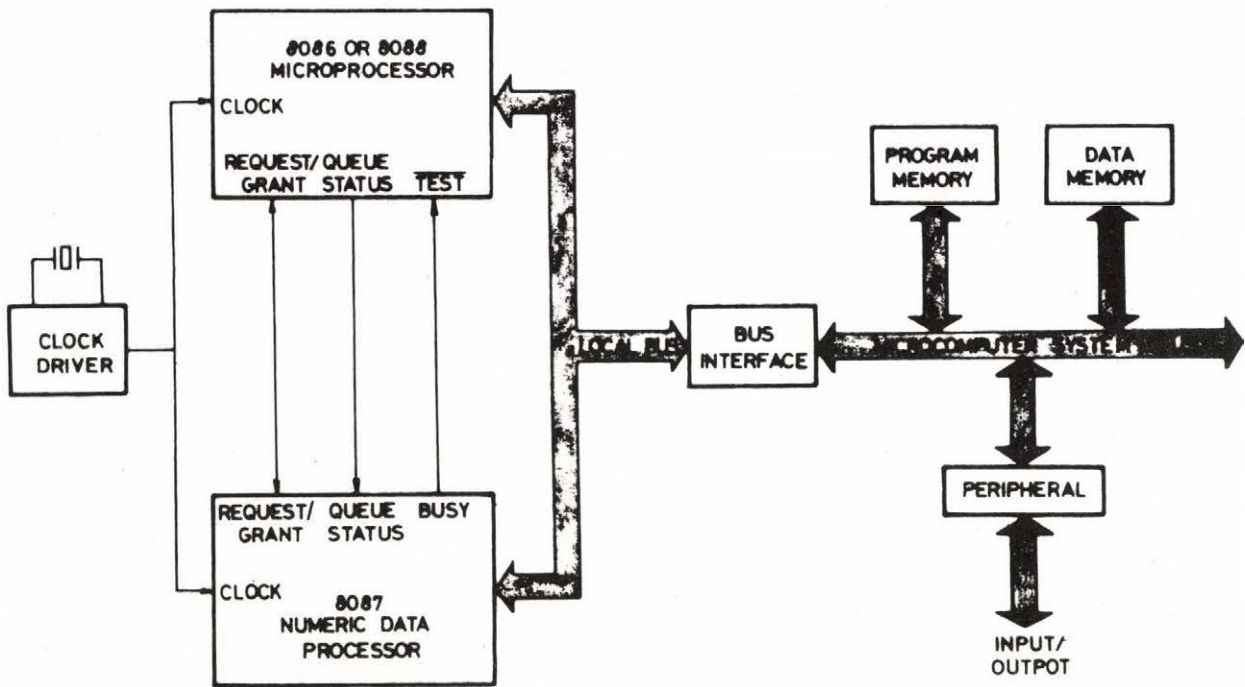
- 1/ Software árral együtt
- 2/ x: központi tár méret, MByte
y: csatornák száma
- 3/ Különböző fajta memóriahozzáféréseknél

I/8. táblázat

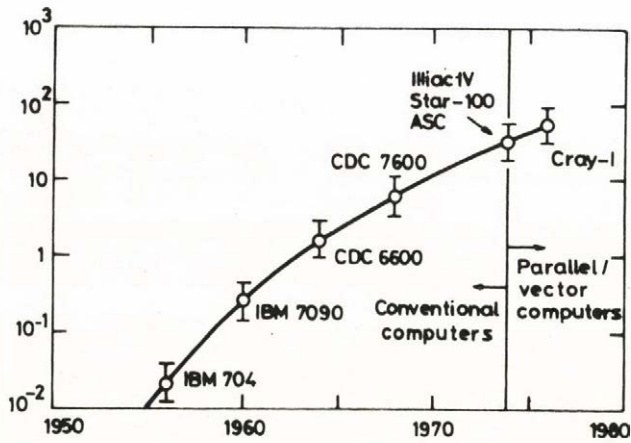
Az ESzR gépek R-3 sorozatának tervezett
jellemzői

Tipusjel	Elembázis	Mips	Gyártó ország	Kibocsájtási év	Megjegyzés
1017	μ P	0,1	MNK	1984	Egyes TAF-funkciók hw-ben
1027	?	0,2	CsSzSzK	1984	
1037	LSI	0,5	SzU/BNK	1985	Egyes op.rendszer+nyelvi funkciók interpretere hw-ben
1047	LSI	1,0	LNK	1986	Hozzáköötött (Attached) processzorokkal
1057	TTL/MOS	1,0	NDK	1984	Hozzáköötött (Attached) processzorokkal
1067	TTL/MOS (MSI, LSI)	1,0	RSzK	1984	Hozzáköötött (Attached) processzorokkal
1077	LSI	2,5	SzU	1988	Mátrixprocesszor
1087	LSI	2,5	SzU	1989	Hozzáköötött mátrixprocesszorral

Forrás: ESzR/MSzR FT II. közös tanácskozásának jegyzőkönyve,
Moszkva, 1980. márc.



I/18. ábra
Kopresszoros kiépítés



I/19. ábra
A csúcs számítógépsebességek alakulása
mintegy 20 év alatt

II. KOMMUNIKÁCIÓ

"És mondának: Jertek, építsünk magunknak várost és tornyot, melynek teteje az eget érje, és szerezzünk magunknak nevet, hogy el ne széledjünk az egész földnek színén".

"És mondá az Ur: Imé e nép egy, s az egésznek egy a nyelve, és munkájának ez a kezdete; és bizony semmi sem gátolja, hogy véghez ne vigyenek mindent, a mit elgondolnak magukban".

"Nosza szálljunk alá, és zavarjuk ott össze nyelveket, hogy meg ne értsék egymás beszédét."

(Mózes I. Könyve, II. rész, 4., 6., 7.)

II. KOMMUNIKÁCIÓ

Az előző fejezetben a hardware (komponens) fejlődést és az ennek köszönhető változásokat, irányzatokat tekintettük át a számítógép belső strukturájában és a számítógéprendszerek kiépítésében. A jelen fejezetet a kommunikáció, az ember és a gép közötti kapcsolat eszközeinek szenteljük. A II/1 fejezet a kapcsolat alapvető nyelvi eszközeivel, azok általánosítható vonásaival foglalkozik, néhány jellegzetes nyelv példájával illusztrálva. A II/2 fejezet az ember-gép kapcsolat hardware berendezéseinek fejlődését tekinti át. Idesoroltuk a háttér (tömeg) tárolókat is, amelyeket - közvetve - a kommunikáció statikus eszközeiként foghatunk föl. Végül, a II/3 fejezetben a kommunikáció egyik sajátos változatának, a számítógépek közötti kapcsolat (hálózat) leglényegesebb vonásait vizsgáljuk.

II/1 AZ EMBER-GÉP KAPCSOLAT NYELVI ESZKÖZEI

A nyelvekről

Egy nyelv, általánosságban, a gondolkodási folyamat megjelenítésének, az információk, eszmék, adatok közlésének, átadásának eszköze. A nyelv a valós világ objektumait, jelenségeit megnevezi, osztályozza (absztrakciós folyamat), azokat strukturálja (relációk teremtése). A természetes nyelvek az ember-ember közötti kommunikáció eszközei, míg az ember-gép vagy gép-gép kapcsolathoz (jelenleg általában) mesterséges nyelvek szolgálnak. Az utóbbiakat, mivel ezek írják le a gépben a műveletek végrehajtási rendjét (a műveletek programját), programozási nyelveknek nevezték el. A programozási nyelvek tehát, a jól formált módon megfogalmazott (például, algoritmizált) feladatot, valamint a megoldás módját (a "tudást") és a szükséges információkat (az "ismereteket", "adatokat") természetes nyelvről a gépi rendszer számára elfogadható ábrázolásokra és utasítások sorozatára transzformálják.

Az emberi nyelvek száma a világban 2790-re tehető; ezek 16 nyelvcsaládba (rokonstrukturájú nyelvek halmaza) oszthatók. Viszont az emberségnek kb. a fele mindössze 6-7 nyelvet beszél. Bár a programozási nyelvek kifejlődésének ideje (néhány, négynél kevesebb évtized) nem vethető össze az emberi nyelvek kibontakozásának valószínű idejével, amely mintegy négyszer akkora nagyságrendű, nagy hasonlóságot mutatnak a nyelvek sokféleségében, a nyelvcsaládok, uralkodó nyelvek és kis dialektusok létrejöttében. Tegyük hozzá, hogy még mindig szü-

letnek új programozási nyelvek, sőt, igen jól valószínűsíthető, hogy csak ezután keletkeznek a végleges hatásuak, mivel mind a hardware-ben, architektúrában bekövetkező változások (pl. párhuzamosság), mind a módszertan, az alkalmazások körének bővülése új notációkat és új nyelveket is kívánnak. Az ismert programozási nyelvek száma ez idő szerint néhány ezerre tehető, becslések szerint egyedül az USA Honvédelmi Minisztériuma (DoD) kétezernél többet használ [60]. Viszont az általánosan használt programozási nyelvek száma, amit a számítástechnikával foglalkozóknak (fejlesztők, gyártók, felhasználók) több mint a fele használ, nem nagyobb, mint a természetes nyelvek esetében.

Ha a programozási nyelvek alapkonstrukcióit tekintjük, azok minden esetben három nagy osztályba sorolhatók:

- az információk (adatok) leírása,
- a feladatmegoldáshoz szükséges műveletek (akciók) definiálása,
- a végrehajtó automata vezérlésére szolgáló parancsok definiálása.

Az alkalmazások kiterjedésével és a felgyűlt tapasztalatok felhasználásával finomodtak, differenciálódtak és szélesedtek az ezeken az alapkonstrukciókon belüli alosztályok. A mai fejlett, vagy magasszintű, sőt, igen magas szintű* nyelvek a következő konstrukciókat tartalmaz-

* Meglehetősen homályos fogalmak ezek és inkább reklámcéluak, mint valódi tudományos közelítés eredményei. Nagyon leegyszerűsítve azt lehet mondani, "magasszintű" az a nyelv, amely nem asszembli nyelv (ami korántsem nevezhető konstruktív közelítésnek). Általánosabb meghatározás szerint: magasszintű a logikai szintű (szimbólikus) programozást lehetővé tevő nyelv, amelynek használatakor a programírónak nem kell közvetlenül figyelembe vennie az adott fizikai rendszert, amelynek vezérlésére készül a program.

zák (nem feltétlenül valamennyit):

Adatformátumok (tipusok):

- elemi

- numerikus (pl. integer, real)
- logikai
- szöveges (pl. karakter, string, text)
- címke
- név (pl. reference)
- szinkronizációs (pl. szemafor)

- kompozit

- tömb (pl. vektor, mátrix)
- fa (pl. lista)
- halmaz (pl. osztály)
- struktura (pl. rekord)
- eljárás (pl. függvény, szubrutin)

Műveletek (akciók):

- alapvető

- végrehajtandó (pl. algebrai, szövegszerkesztő, kinyomtató stb.)
- döntések (if-then-else, while, case)

- speciális (segítség, könnyítés a programozásban)

- ismétlések (pl. for vagy DO, repeat)
- eljárástörzsek, makrók
- blokkok (a változók hatókörének pontosítása)

A feladatmegoldó automata vezérlésére szolgáló konstrukciók:

- a folyamatok ütemezése, vezérlése
- az erőforrások (processzorok, I/O-k, táruk) kiosztása
- az erőforrások együttműködésének szervezése
- a rendszer belső háztartásának adminisztrálása.

Ezeket a konstrukciókat a különböző nyelvek különböző notációs rendszerben, az egyik, vagy másik sajátos vonást kiemelve valósítják meg. Ez a meglehetősen egyszerű mondat jelentős különbözőséget, kemény erőfeszítéseket és fontos eredményeket takar a programozási nyelvek terén. (K.E.Iverson, a legbizarrabb notációju programozási nyelv, a büszke szerénységgel "egyik" programozási nyelvnek keresztelt APL létrehozója idézi az 1979.évi Turing-díj átvételekor mondott előadásában A.N.Whitehead-et [73]: "A jó notáció azzal hogy felesleges munkáktól szabadítja meg az agyat, lehetővé teszi az embernek, hogy fejlettebb problémákkal foglalkozzék és ténylegesen emelje fájának szellemi erejét".)

A legelső és leginkább elterjedt notációk a matematikában használt szokásos jelölésrendszert és/vagy az emberi nyelv egyes (gyakorta rövidített) szavait használták.

A különböző programozási nyelvek

- a notációban,
- a nyelvi alapkonstrukciók (primitivek) megválasztásában,
- a grammatikai szabályok, tehát a szintaktika rendszerében

térnek el egymástól.

Magasszintű (szimbólikus) programozási nyelvek is meglehetősen nagy számban léteznek. Legelterjedtebb családjuk az "algolszerű" nyelvekből áll, amelyek első képviselői az ötvenes évek végén keletkeztek. Nagyon tanulságos e nyelvcsalád két prominens képviselőjének, az ALGOL 60-nak és a FORTRAN-nak a pályája [9].

Az ALGOL 60-at számítógéptudománnyal foglalkozó (európai) szakemberek dolgozták ki. Vele csaknem egyidőben készítették el az IBM emberei a FORTRAN-t. A két nyelv alapvonásaiban sok tekintetben hasonló egymáshoz, hiszen egyazon fejlődési vonal termékei. Belső értékeik azonban már korántsem tükröződnek elterjedtségükben. Az ALGOL lényegesen több programozási eszközt kínál (rugalmastömbhatár deklarációk, a változók hatókörének pontos lehatároltsága a blokkstruktúra által, rekurzív eljárások lehetősége stb.), viszont komoly hátránya volt a nagyfokú gépfüggetlenségi elv szem előtt tartása miatt az I/O, file-kezelési utasítások hiánya. Sőt, a blokkstruktúra - nagy előnyei mellett - komoly korlátozó vonást is jelentett a FORTRAN-nal szemben, nagyméretű (több programozó által készített) programok illesztése során vagy a programkönyvtárak létrehozásakor. A két nyelv vonásait és elterjedtségét összevetve, azt mondhatjuk, hogy bár az ALGOL 60 elismerten "intelligensebb", ellentmondásmentesebb és tudományosan megalapozottabb, mint a FORTRAN, a felhasználást tekintve messze elmarad az utóbbitól. Ennek az oka egyszerűen az, hogy megjelenésekor az IBM uralta a világ számítógépiacának mintegy 70 %-át és jelenleg is több mint 65 % a részesedése (ami abszolút értékben nem csökkenést, ellenkezőleg, a husz évvel ezelőttihez képest csaknem két nagyságrendnyi növekedést jelent). Minthogy a FORTRAN-t az IBM dolgozta ki, az IBM gépekre és az azt utánzó rendszerekre jó és gazdaságos fordítóprogramok készültek, a felhasználók ezen a nyelven programoztak, ezt szokták meg - és mind a mai napig ehhez ragaszkodnak. Az ALGOL 60 viszont részben megmaradt reprezentációs (publikációs) nyelvnek, részint a származékaiban (SIMULA 67, PASCAL) él tovább.

Az algolszerű nyelvek családjába sorolható az elsősorban ügyviteli, adatfeldolgozási feladatokra orientált COBOL. Ügyviteli célokra rendkívül sok "kis" nyelv, helyi dialektus született, következésképpen a velük irt programok nem voltak transzportábilisak. Ezért a Pentagon (amely az egyik legfontosabb felhasználója a mindenkori legfejlettebb számítástechnikának, sajnos) 1959-ben összehívott egy szakértői bizottságot és ez dolgozta ki a COBOL-t (Common Buiseness Oriented Language), amelynek nagy erőssége, hogy

- alacsony képzettségű, a számítástechnikához alig vagy keveset értő adminisztrátorok is tudják használni,
- igen erős a környezetdefiniáló része, amely az erőforrásokat definiálja,
- hatásos az adatleíró része, amelynek segítségével nemnumerikus adatstruktúrák (pl. listák) jól kezelhetők.

A számítástechnikai tapasztalatok felhalmozódásával, a felhasználási területek mennyiségi növekedésével és a számítástechnikával segített feladatmegoldás újabb típusainak megjelenésével újabb igények és lehetőségek merültek fel a programozási nyelvekben valamilyen szintézis megteremtésére. Hasonló folyamat hozta létre az ötvenes évek végén az ALGOL 60-at, a FORTRAN-t és a COBOL-t. Érdekes módon, a párhuzamosság a kidolgozásban most is megismétlődött. Az IBM kezdeményezésére jött létre az először FOALBOL-nak (a FORTRAN, ALGOL és COBOL kombinációjából) vagy egy másik javaslat szerint FORTRAN VI-nak (a jelenleg elterjedt és használt FORTRAN a IV-es) nevezett nyelv. Később NPL lett (New Programming Language),

majd miután rájöttek, hogy az "uj" elnevezés hosszú ideig mégsem tartható, végül is a PL/1 (Programming Language One) névnél kötöttek ki.

A PL/1-nek ALGOL 68 (a "68" a végleges riport első publikálásának éve) elnevezésű párját viszont a Nemzetközi Információfeldolgozási Szövetség, az IFIP egyik munkacsoportja hozta létre, elméletileg megalapozott módszerekkel, különböző országok szakembereinek részvételével [4].

A PL/1 tehát lényegében a FOTRAN, az ALGOL 60 és a COBOL szintéze. Ennek következtében rendkívül "nagy" nyelv, bonyolult és terjedelmes. Éppen ezért a teljes nyelv helyett csak részhalmazait (subset) szokták megvalósítani. Ennek viszont egyik következménye, hogy a programok megint csak nehezen vihetők át pl. egyik cég gépéről a másikéra. Annak ellenére, hogy az IBM nagy erőfeszítéseket tett és tesz a PL/1 meghonosítására, a felhasználók szívesebben használják - a feladattípustól függően - a FORTRAN-t vagy a COBOL-t. Ebben kétségtelenül része van a megszokásnak, az újabb ismeretek megtanulásától való huzódozásnak, tehát bizonyos alkalmazói "inerciának".

E.W.Dijkstra, a számítástudomány nemzetközileg elismert tekintélye és enfant terrible-je a FORTRAN-t is károsnak ítélte a fejlődés szempontjából [7]: "Ha visszatekintünk, a FORTRAN-t sikeres kódolási eljárásaként értékelhetjük, amely azonban nagyon kevés hatásos eszközöt tartalmaz a fogalomalkotáshoz (...). Minél előbb tudjuk elfeledni, hogy a FORTRAN valaha is létezett, annál jobb, mert aligha alkalmas már arra, hogy a gondolkodás eszköze, elősegítője legyen". Még kevésbé találta kielégítőnek, a fejlődést előremozdító nyelvnek a PL/1-

et, amelynek "ijesztők a méretei és a komplexitása".
Hozzáteszi: "A PL/1 használata hasonló egy olyan repülőgép irányításához, amelynek pilótafülkéjében 7000 nyomógomb, kapcsoló és kezelőkar van."

Ha a PL/1 széles körű elterjedésének egyik korlátozó tényezője az, hogy meglehetősen bonyolult, és lényegesen több lehetőség közül kell a programozónak választania (ez persze előny is) a legjobb program megírásához mint a FORTRAN-ban, akkor nyugodtan mondhatjuk, a bonyolultság és a nehézségek a megtanulásban az ALGOL 68 elterjedésének valódi gátjai lesznek. Az ALGOL 68 lényegében mindent tudott, amit a hetvenes évek számítástechnikája és a számítástudománya megkövetelt. Amellett elegáns és tudományosan megalapozott formális módszert használ a nyelv szintakszisának leírására. Gyakorlati lehetőségeit tekintve azonban aligha fog jelentősen elterjedni és valószínűleg az ALGOL 68 is inkább publikációs nyelv lesz, akárcsak előfutára, az ALGOL 60.

Mind a PL/1-ben, mind az ALGOL 68-ban új, hatékony eszközök állnak rendelkezésre tetszőlegesen bonyolult adatstruktúrák leírására. Az adatok és változók típusai a korábbi nyelvekben meglehetősen korlátozott számúak voltak. Ezek számát és lehetőségeit a PL/1-ben jelentősen kiterjesztették, sőt az ALGOL 68-ban a típus általánosításából keletkezett módok száma végtelen lehet. Mindkét nyelv igen hatásos és sokrétű lehetőségeket kínál a gépi eszközök (be/kiviteli eszközök, file-ok) kezelésére, a be- és kimeneti adatok megformálására és magának a számítási rendszernek a kezelésére.

A nagyon rafinált, elegáns és bőséges eszköztáru - tehát magas szinten általános - nyelveknek azonban két komoly hátránya van: az egyik az, hogy ezekért a lehetőségekért nem kis árat kell fizetni gépidőben, gépi kapacitásban, gépi rendszertervben, működtető software-ban. Ez az ár még akkor is elég nagy, ha figyelembe vesszük, hogy a fajlagos hardware árak az elmúlt két évtizedben a technológia haladása következtében, a világszerte meglevő infláció ellenére is csökkennek. A másik, nem csekély hátrány ezeknek a nyelveknek bonyolultságából adódik, tehát nehéz megtanulni és megtanítani. Márpedig az alkalmazók száma egyre nő, és egyre nő köztük is azoké, akik maguk akarnak programozni, vagy még inkább, közvetlenül kommunikálni a számítógéppel.

A nem-algolszerű nyelvek közül, véleményem szerint, kettőt érdemes kiemelni, részben felhasználási jelentőségük, részben a számítástudományra gyakorolt hatásuk által. Ezek a LISP 1.5 és az APL.

A LISP maga a számítástudomány - általánosabban fogalmazva: az automatával végzett feladatmegoldás - hajtása. Kidolgozója, John McCarthy tulajdonképpen a számítástudomány matematikai megalapozásához akart olyan eszközt kidolgozni, amelyben nincs speciális szerepe annak, hogy milyen formalizmust használnak a következtetési szabályok rendszerében [1]; ebből készült később, különböző programozástechnikai módszerek hozzáadásával a LISP 1.5 programozási nyelv.

Amint a LISP 1.5 kézikönyv szerzői írják [2]: "A LISP nyelvet elsődlegesen szimbólikus adatfeldolgozásra tervezték. Szimbólikus számításokra alkalmazható a differenciál- és integrálkalkulus, a villamos hálózatelmélet, a matematikai logika, a játékelmélet és a mesterséges intelligencia egyéb területein."

A nyelv szimbolikus kifejezésekből (ugynevezett S-kifejezésekből) áll, amelyek fastrukturában épülnek fel. A nyelv maga, amely az S-kifejezések feldolgozási módját határozza meg, az S-kifejezésekre alkalmazott rekurzív függvényekből áll. A LISP definiálása meta-nyelven, M-kifejezésekkel történik. A nyelvi primitívek az elemi S-kifejezések (atomok és a belőlük konstruálható összerendelt - u.n. pontozott - párok), valamint az öt alapfüggvény: a cons, car, cdr (ezek végrehajtható műveletek), az eq és atom (ezek logikai értéket szolgáltatnak). Minden egyéb függvény definiálása feltételes kifejezésekkel történik:

if feltétel₁ then exp₁, if felt₂ then exp₂, ..., true exp_n,

ahol a kiértékelés balról jobbra történik; az első T (igaz) feltételhez tartozó kifejezés érvényes. Az utolsó, abszolút feltétel ahhoz szükséges, hogy a függvény mindig definit legyen. A definíciók rekurzivek, ami rendkívül tömör írásmódot tesz lehetővé.

A LISP nagyon esztétikus és intelligens nyelv, azonban alkalmazása, kezelése egyáltalán nem kellemes. A rekurzivitás nehézzé teszi a programok olvashatóságát, az egymásbaskatulyázott szintek miatt erősen vigyázni kell a szemantikai helyességre. Ugyanis minden szintet zárójelezések választanak el és nyilvánvaló, hogy nem elegendő a megfelelő számú ellenzárójel kitétele, azoknak megfelelő helyen is kell lenniök. Nyilvánvaló, hogy - bár szintaktikailag mindkettő korrekt - mégsem azonos értelmű az alábbi két kifejezés:

u((a+(b+c)k)-d) vagy u((a+(b+c(k)))-d).

A rekurzivitás és a sok zárójel (tehát, a nehéz olvashatóság) miatt a LISP-programok hibakeresése igen nehézkes és fárasztó. Másfelől viszont, a nyelvet nagyfokú rugalmasság jellemzi, a szimbolikus formalizmus az alkalmazások tetszőlegesen széles osztályára való felhasználását teszi lehetővé.

Az elterjedt programozási nyelvek között kétségtelenül a legeredetibb a notációja az APL-nak, amely nagymértékű univerzalitást biztosít a nyelvnek; általa megszorítások nélkül bármilyen feladat megoldásához alkalmas: hardware működés, mikroprogramok, adatmozgatás leírására, valamint igen tömör programok készítésére különböző matematikai, műszaki tervezési, adatfeldolgozási, listakezelési stb. feladatok megoldásakor. Igen hatásos eszközei vannak a különböző adattípusok (skalárok, tömbök, gráfok) leírására és kezelésére; rendkívül hatékony és sokoldalú operátorai szemantikai kiterjesztésekkel a különböző adattípusokra egyaránt alkalmazhatók. Például, ugyanaz a "+" szimbólum, a szöveggörnyezettől függően, skalár összeadást, vagy vektorok elemenkénti összeadását jelölheti:

$$\begin{aligned} k &\leftarrow 3+7 ; & k &= 10 \\ \underline{v}_1 &\leftarrow (0, 3, -5); & \underline{v}_2 &\leftarrow (-2, 1, 4) \\ v &\leftarrow v_1+v_2 ; & v &= (-2, 4, -1) \end{aligned}$$

A nyelv rendkívüli tömörségét mutatja, hogy egyetlen utasításban megadható olyan műveletvégzés, ami az ALGOL-ban például 4 sort vesz igénybe [5]:

$\underline{z} = (z_1, \dots, z_n)$ k-lépéssel ciklikusan balra léptetendő a \underline{z}

APL - program: $\underline{w} \leftarrow k \uparrow \underline{z}$

ALGOL - program: for i: = 1 step 1 until n do
begin if (i+k) < n then j: = i+k
else j: = i+k-n;
w[j]: = z[i] end;

A nyelvet, lehetőségeit ismertető könyv 1962-ben jelent meg először. Mindaddig inkább csak tudományos érdekességnek számított, amíg az IBM 360-as rendszerének formális leírására fel nem használták 1964-ben. Az ESZR első sorozatának leírására is lényegében az Iverson-nyelvnek egy változatát alkalmazták. Az eredeti notáció, a maga óriási jelkészletével (több mint 150 különféle karakter, 4-féle betűtípus) közvetlenül nem alkalmas gépi implementációra. Jelentős előrehaladást jelentett a nyelv alkalmazásában az APL 360 (amelynek azóta újabb implementációi jelentek meg), amely dialógus nyelvként, terminál rendszerben használható. Ebben leszűkített és megújított operátor és karakterkészletet vezettek be.

Aki a nyelvet megismeri és hozzászokik furcsa notációjához, nagyon megszereti. Hátrányaként említhető viszont az egyik legnagyobb előnye: a tömörsége. Egy idő elteltével nehéz visszaemlékezni az agyafurt programozói trükkökre, nehezen olvasható és dokumentálható. Viszont, mivel dialógus nyelvként szokás használni, aránylag könnyen ellenőrizhetők a programok. Mindazonáltal, az APL, igen absztrakt notációjával szélső pólust képvisel a nyelvek, különösen a dialógus nyelvek fejlődési trendjében, amelyek, a speciális számítástechnikai és matematikai ismeretekkel nem rendelkező és egyre növekvő felhasználói tábor igényei szerint inkább a természetes

nyelvekhez közelálló nyelvek irányában fejlődnek.

A nyelvek fejlődése nyilvánvalóan tovább folytatódik, részint a meglévők tökéletesítésével, részint, a technológiából és az alkalmazásokból fakadó új követelményeknek megfelelően. Ilyen követelmények, egyebek között:

- az üzemi módszerekkel végezhető programírás; rövid idő alatt, több kidolgozóval készíthető, jól illeszkedő programrészekből összeállítható, megbízható, jól dokumentálható software termékek létrehozása. A strukturált programozás módszerei (amibe a goto elleni, nem teljesen indokolt irtóháború is beletartozik), az egységesítések, a gépi függetlenség, transzportabilitás biztosítása sorolhatók ide;
- a virtuális rendszererőforrások lehetősége a logikai szint emelését jelenti a felhasználói programozásban; ugyanakkor erőteljesebb eszközök kellenek az "exception handling", tehát a nem üzemszerű, váratlan vagy ritka események (pl. tároló terület kimerülése, hibák megjelenése) hatásos felismerésére és kezelésére;
- az együttműködő rendszerek (szétosztott rendszerek, hálózatok, többszörözött erőforrások) koordinációja, szinkronizálása, ütemezése, az együttfutó vagy sorrendi folyamatok vezérlése;
- az információ titkosságának biztosítása (szükség szerint), az illetéktelen hozzáférések elleni védelem;

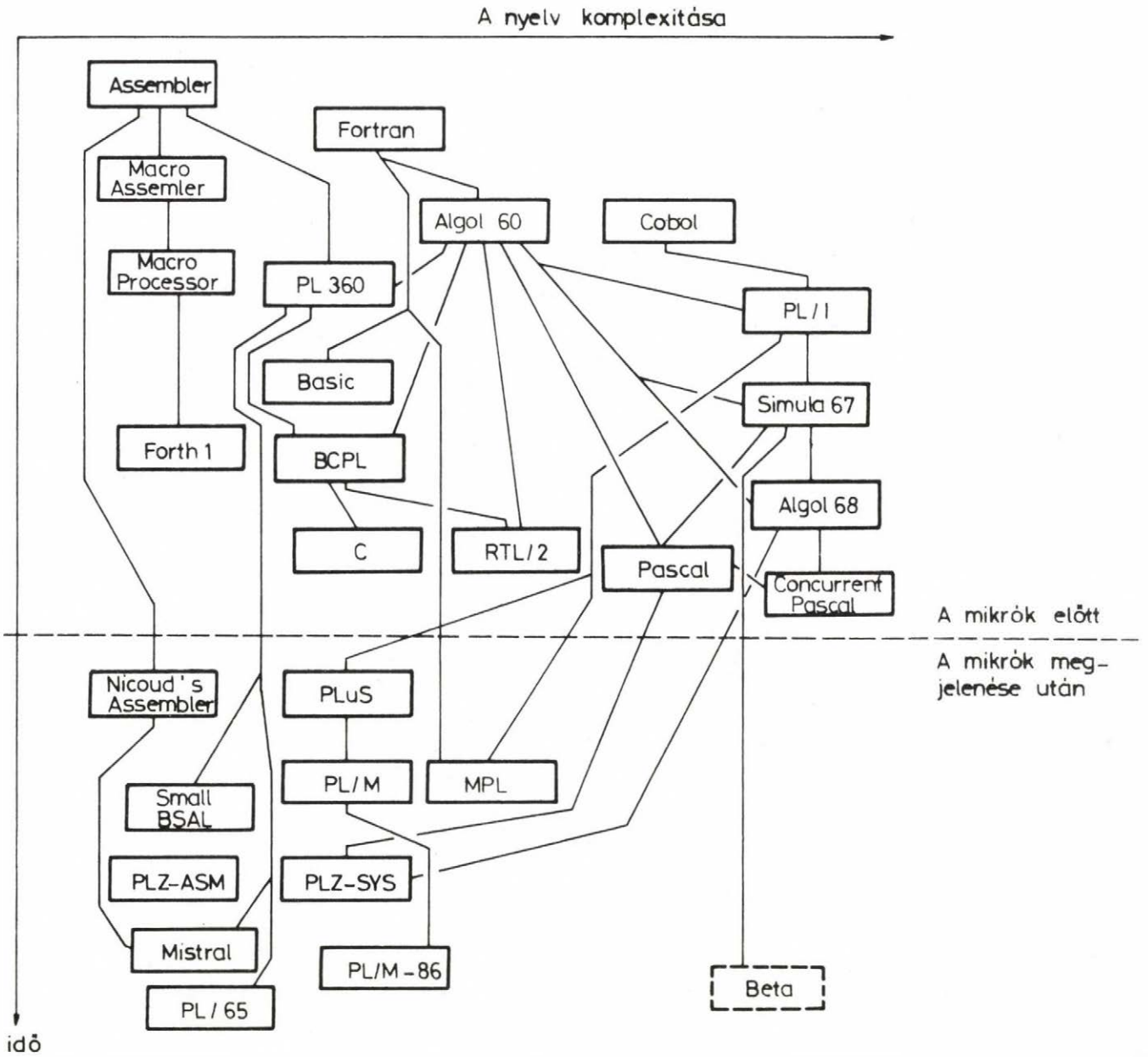
- hiba- és rendellenességfelismerő, diagnosztizáló és üzemvitel értékelő lehetőségek beépítése;
- az I/O kezelés rendezése, különös tekintettel a korszerű rendszerekben rendelkezésre álló ember-gép és gép-gép kommunikációkra (konverzációs kapcsolatok, grafikus kommunikációk, on-line technológiai irányítások, amelyekben a jelek érzékelőktől jönnek, valamint multigépes - hálózatos rendszerek kommunikációi).

Ezeket a követelményeket a jelenleg (a hetvenes években és a nyolcvanas évek legelején) széles körben használt nyelvek nem vagy csak részlegesen tudják kielégíteni. Éppen ezért indította el az USA honvédelmi minisztériuma (ismét a Pentagon, mint a COBOL esetében is!) egy új nyelv kialakítását, nemzetközi szakértői csoportok bevonásával. Byron lányának, Babbage matematikus segítőjének, a fiatalon elhunyt Lady Lovelace-nak tiszteletére Ada névre keresztelt új nyelv már tartalmazza azokat a vonásokat, amelyek várhatóan megfelelnek a minőségileg is új igényeknek és így előreláthatólag ez lehet a következő évtized(ek?) univerzális programozási nyelve.

Új szükségletek jelentek meg a nyelvek területén a mikroszámítógépek nagymértékű elterjedésével. Hamarosan nyilvánvalóvá vált, mint korábban a mainframe-ek esetében, hogy az assembly nyelvek nem alkalmasak széleskörű használatra, mert gép-(konfiguráció-) függők, nehézkeseek, nem portábilisak. Egymást követve jelennek meg az új és újabb mikroszámítógép nyelvek, vagy nyelv-elnevezések. Jelenleg legalább 20 mikrogép nyelv és változat van már forgalomban, amelyek az asszembliktől a magas-

szintű, gépfüggetlen nyelvekig terjednek. Tervezési filozófiájukat, nyelvi konstrukcióikat tekintve, valamilyen ismert asszemblis vagy magasszintű nyelv leszármazottai. A II/1 ábra vázlatosan ezeket a származási kapcsolatokat mutatja, a jelenleg leginkább használatos mikrogépes nyelvekre. A "komplexitás" jellemző csak minőségi mutató. A függőleges tengely az egyes nyelvek megjelenésének idejét mutatja, azonban a szaggatott vonal fölötti rész (a mikrók előtti állapot) más léptékű, mint alatta (a felső szakasz kb. 20 évet, az alsó mintegy 6-8 évet fog át). A mikrogépes nyelvek egy-egy gyárhoz, vagy pontosabban, mikroprocesszor-típushoz kapcsolódnak, még akkor is, ha kísérletet tesznek bizonyos univerzális vonások beépítésére. Látható a II/1. táblázatból, hogy négy közepesen magasszintű (nem asszemblis szintű) képviselőjük szinte egyidőben készült el, a legnépszerűbb mikroprocesszor típusokhoz. Jellemzésükre szolgál az aggregált (tömb és struktúra) adattípusok lehetősége, méretei, illetve szintjei.

A mikrogép programozási nyelvek fejlődésüknek még erősen kezdeti, kiforrási szakaszában vannak. Erre mutat az is, hogy ugyanazon a néven futó nyelv teljesen eltérő operátorkészlettel és alfabettal dolgozik, és nagy mértékben tükrözi annak a processzornak az utasításkészletét, amelyre implementálták. Így, például, Mistral nyelvet a Bell Telephone Labs dolgozta ki, több mikroprocesszorra (jelenleg már csak a Motorola 6800-on áll rendelkezésre) [61]. A Motorola 6800-on és az Intel 8080-on implementált Mistral lényegi eltéréseket mutat. A II/2



II/1. ábra

A mikroépes nyelvek leszármazása

II/1. táblázat

Mikrogép nyelvek összehasonlítása

A nyelv neve	μ P-típus, amelyre készült	Megjel. éve	Aggregált adattípusok	
			Tömb[$a_1:f_1, \dots, a_n:f_n$]	Struktura
PLuS	Signetics 2650	1974	$n=1, a_i=0, f_i < 2^{16}-1$ KT: tetsz.egysz.adat	
PL/M	Intel 8080	1975	$n=1, a_i=0, f_i < 2^{16}-1$ KT: tetsz.egysz.adat v. struktura	SzN=2 FT: tömb (egysz.adatokból, kivéve címke és pointer.) Strukturák egymásba nem rakhatók
MPL	Motorola 6800	1976	$n \leq 3, a_i=1, f_i < 255$ KT: tetsz.egysz.adat v. struktura	SzN ≤ 5 . FT: tetsz.egysz.adat (kivéve pointer)
PLZ-SYS	Zilog Z-80	1977	$n \leq 3, a_i=0, f_i < 2^{16}-1$ KT: tetsz. egysz. adat v. sturktura	SzN: kötetlen FT: tetsz.egysz.adat v. strukturált adat

SzN: szintek száma

KT: komponens típus

FT: field típus

táblázatban a Mistral nyelv különbözőségeit mutatjuk be az előredefiniált azonosítók és a notáció példáján. Látható, hogy a két dialektus legfeljebb annyira hasonlít egymásra, mint a holland és a német nyelv.

A software-ről

A programozás az ember szellemi tevékenységének (valamilyen nyelven történő) formalizálása. A software, amely a programozási folyamat terméke, azoknak az ismereteknek (adatoknak) és tudásnak (problémamegoldó eljárásoknak) a halmaza, amely a számítógépes feladatmegoldó rendszer működését vezérli és az "intelligenciáját" (minőségét) meghatározza. A software alapvető feladata, hogy az ember és a gép (a feladatmegoldó rendszer) közötti interface-ként szerepeljen.

A továbbiakban nem kívánok részletesen belemenni a software készítésének és működtetésének részleteibe, mert az meghaladja e tanulmány kereteit. Mindössze néhány sajátosságára és fejlődésének várható fő vonulatára szeretnék rámutatni.

Bár a software fejlődése korántsem olyan látványos, mint a hardware eszközöké, mégis aligha sorolhatjuk azonos kategóriába az ötvenes években autókódban irt, gyakorlatilag csak numerikus feladatmegoldást végző és kis-méretű programokat, és a hetvenes évek nagy terjedelmű, sok emberéves munkával, magasszintű nyelven készített, jól dokumentált software termékeit. Mindazonáltal a software készítésének egy sor olyan sajátossága, problémája létezik, ami nagy hatással van a kidolgozás időtartamára (sebességére), a költségek, a termékek megbízható-

A Mistral nyelv változatai különböző
implementációkban

µP típus	Motorola 6800	Intel 8080
előredeklarált azonosítók	<p>X index regiszter (16 bit) SP stack pointer (16 bit) PC programszámláló (16 bit) F feltétel jelzőbitek regisztere A,B akkumulátor (8 bit)</p>	<p>B,C,D,E,H,L gépi regiszterek (8 bit) SP stack pointer (16 bit) PC programszámláló (16 bit) F feltétel jelzőbitek reg.e. A akkumulátor (8 bit) BC, DE, HL, AF gépi reg.k (16 bit) (konkatenációval)</p>
notáció	<p><r> ::= A B X SP <a> ::= A B <op> ::= + - +...+carry -...- borrow or and exor <rel> ::= = > < = <= <> << >> <<= >>= <unop> ::= compl invert rotateright.carry rotateleft.carry halve shiftright shiftright <Boolean> ::= true false</p>	<p><r> ::= A B C D E H L <rr> ::= BC DE HL <rs> ::= BC DE HL SP <op> ::= + - +...+carry -...- borrow or and exor <rel> ::= > = > < < <= </p>

ságára és karbantarthatóságára. A leglényegesebb sajátosságok fontossági sorolás nélkül (mivel ilyen sorrend aligha lenne összeállítható):

- a feladatok teljes mértékben nem formalizálhatók, tehát már a feladateleíráskor sem valósítható meg abszolút egyértelműség (még szakaszosan sem mindig);
- nemcsak a teljes mértékű formális leírás nem érhető el, hanem a megoldás menete sem. A probléma megoldás csak a valóságos objektum modelljére vonatkozik és amennyire teljesen tükrözi a modell a valóságot, legfeljebb annyira lehet adekvát a megoldás is. Ez különösen a nagy dinamikájú és nagy méretű objektumokra érvényes;
- a végrehajtó eszközök pontossága korlátozott (szélességek, kapacitások). A pontossági hibákat figyelembe lehet venni, de igen nagy programoknál már halmozott hibák jöhetnek létre, amelyek létrejötte véletlenszerű lehet, a bemenő adathalmaztól függően;
- nincs általános kritériumrendszer és ellenőrző eszközkészlet arra, hogy az adott program azt és csak is azt a feladatmegoldást képezte le, amire készült. A tesztelési módszerek csak gyakorlati tapasztalatokon alapulnak, az elméletileg alátámasztott bizonyítási módszerek (pl. rezolúciós módszer) még kezdetlegesek;
- nincsenek egységes módszerek a software termékek jószágának megítélésére, összevetésükre. (Hozzá kell tenni, hogy abszolút vagy közel abszolút módszerek és eszközök a hardware termékek megítélésé-

re sincsenek, különben nem lehetne versenyeztetni és reklámozni azonos funkcióju és kivitelü berendezéseket.) Minél komplexebb egy termék, annál kevésbé megbízható és reális az összehasonlítás, legfeljebb egyes paraméterek kiemelésével lehetséges (például: kevesebb tárolóhelyet igényel, vagy x %-kal jobb a hatásfoka, vagy m literrel kevesebbet fogyaszt stb.), miközben esetleg más paramétereket nem vesznek figyelembe.

A számítástechnikai eszközök ipari méretü gyártásával mind égetőbbé vált a software készítés iparosítása is. A hetvenes évek elején diavatbajött különféle módszerek (strukturált programozás, goto-nélküli programok írása, top-down programtervezés stb.) lényegében a kézművességből a gyári szervezeti és munkamegosztási formákba való átmenetet tükrözik. A programozási nyelvek fejlődése (fejlesztése), az egységesítési, illesztési, szabványosítási dokumentálási törekvések ugyancsak hozzájárultak (járulnak) a software-készítés üzemeléséhez.

II/3. táblázat

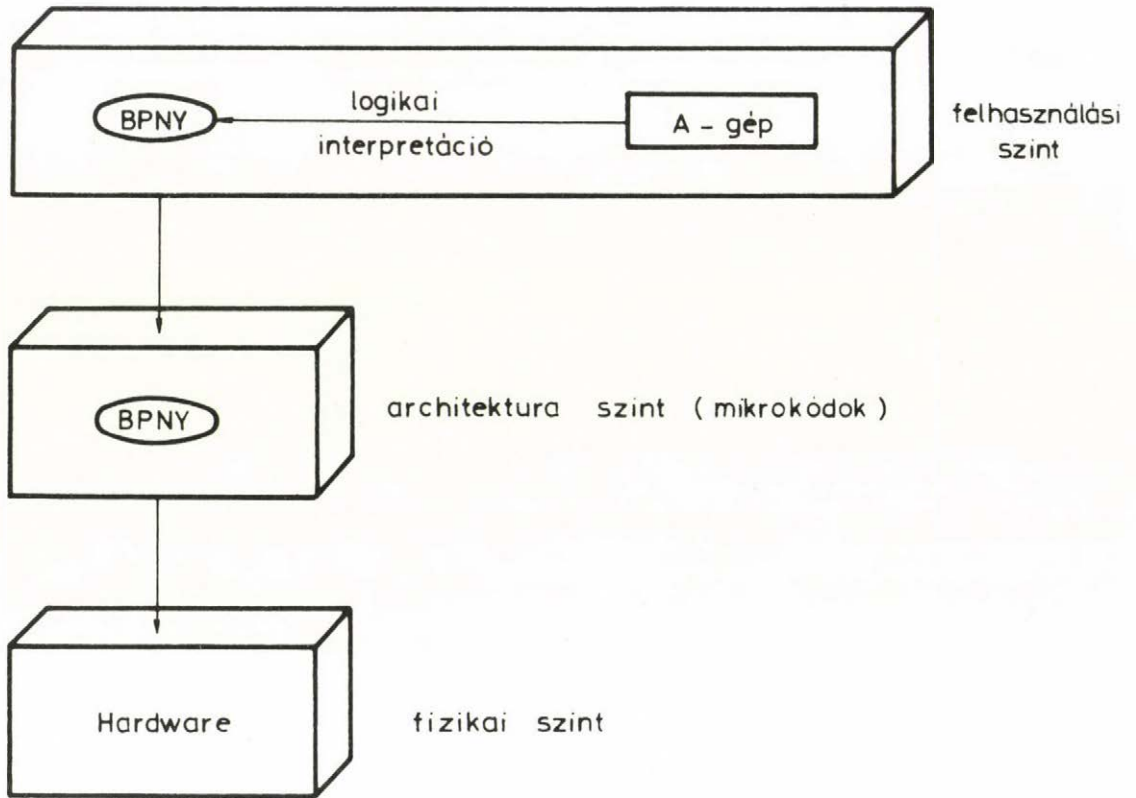
Rezidens fordítóprogramok minimális memóriaigénye

Nyelv	Minim. szükséges memória (KB)
PLZ-ASM	32
PL65	16
MPL	56
PLM	64
PLZ-SYS	48
Basic	48
Pascal	48

A nyelvek szintjének emelése (tehát, a logikai szint távolodása a fizikai megvalósítás szintjétől) jelentősen megdrágítja a software költségeket. Nyilvánvaló, hogy minél közelebb áll a programozás nyelve a gépi szinthez (pl. asszemblí), annál hatásosabban, közvetlenül lehet gazdálkodni az erőforrásokkal és annál kevesebb erőforrást vesz igénybe a szimbolikus konstrukciók lefordítása az automata által végrehajtható utasításokra. A II/3. táblázatban jellemző példát kapunk arra, hogy mekkora memóriaigényük van a mikrogépes nyelveknek (tipikusan 48-64 KByte tárolót foglalnak el a fordítóprogramok a standard operációs rendszerrel együttesen) [61].

Másfelől, éppen a hardware olcsóbbodása tesz lehetővé bizonyos mértékű pazarlást a software készítés kényelme és sebessége érdekében. A számítógépek belső nyelve több szintű programozással (nanoprogram, mikroprogram) magasabb szintre hozható, amelyben a gépi nyelv és a programozás nyelve egybe is eshet, de ez szimbolikus (magasszintű (pl. algolszerű)) nyelv lehet. A belső nyelv különböző részhalmazokból épülhet föl, amelyek felhasználói kívánságra behívhatók, kiterjeszthetők, összefűzhetők. A II/2. ábra ennek a közelítésnek egy lehetséges megvalósítását mutatja [13], ahol a bázis gépi nyelv (BGNy) és a bázis programozási nyelv (BPNy) adott esetben egybe is eshet. Az absztrakt gép (A-gép) a BPNy formális leírása, amely az adott nyelven megírt programok szemantikáját specifikálja. A "bázis" szó az adott architektúra alapján implementált nyelvet jelenti.

A legujabb irányzatok közé tartozik az automatikus programszintézis. Ebben a fogalomban az "automatikus" azt jelenti, hogy a feladat megoldásához szükséges eljárás-



II/2. ábra

A programozási rendszer szintjei

rásokat részben vagy teljesen a gép választja ki, a megadott bemenő kritériumrendszer és korlátozások, valamint valamilyen (kvázi-) optimum figyelembe vételével. Kezdetinek tekinthető módszerek már léteznek [13], azonban gyakorlati eredmények előreláthatólag a közeljövőben nem várhatók, mivel a bizonyítási módszerek és eljárások még messzemenően nem kiforrottak.

II/2. AZ EMBER-GÉP KAPCSOLAT HARDWARE ESZKÖZEI

A hatvanas éveket és a hetvenesek első részét a számítástechnikában elsősorban a központi egységek és a tá-
rak fejlesztésének korszakaiként jellemezhetjük, miköz-
ben meglehetősen nagy elmaradás mutatkozott a gép és kül-
világ közötti kapcsolatot megteremtő berendezések (I/O)
területén. A felhasználási területek számának növekedé-
sével, és főleg, az alkalmazási osztályok típusának bő-
vülésével igen nagy mértékben megnőtt az igény a sokfé-
le, specifikus feladathoz jól illeszkedő, megbízható,
könnyen kezelhető ki/beviteli egységek iránt. Másik i-
rányból, a technológia felől viszont ezt a folyamatot
erősítette, hogy a berendezések intelligenciája (kezel-
hetősége, rugalmas átállithatósága, programozással el-
érhető aránylag nagyfoku univerzalitása) a beépített
mikroelektronikai eszközök révén jelentékenyen emelke-
dett a hagyományos berendezésekhez képest (gyakorlati-
lag nem lényegesen magasabb árért). A nyolcvanas évek-
ben előreláthatólag meghatározó jellemző lesz a számi-
tástechnikában az ember-gép és gép-gép közötti kapcsol-
lat eszközeinek jelentős fejlődése. Ennek a folyamatnak
a legmarkánsabb jellemzői:

- egyes, korábban csak I/O-ként használt berendezé-
sek önállósulnak a beépített intelligencia (ve-
zérlő processzor és saját programtár) révén. Ilye-
nek például a display-k (közülük is elsősorban a
grafikus kijelzők), rajzgépek, a folyamatirányi-
tásban használt real-time eszközök (pl. érzékelők),
műhely-terminálok, asztali kalkulátorok stb. Ezek
lehetnek teljesen önálló (stand-alone üzemű) egy-

- ségek vagy csatlakozhatnak egy nagyobb számítógéphez (pl. szatellit minigéphez);
- különösen megnőtt az interaktív üzemben használható perifériák, az olcsó, helyi (kihelyezett), személyhez kapcsolódó, valamint a folyamatirányítási perifériák iránti kereslet;
 - a központként működő, közepes és nagy számítógépekben (ujabban már a miniknél is) általánossá vált, hogy funkcionális megosztással a perifériakezelést, a kommunikációkezelést és a tárkezelést speciális processzorok végzik, így a bonyolultabb feladatok egy részét a perifériákból át lehet vinni a processzorokba;
 - megnő a grafikus I/O berendezések aránya az alfa-numerikus berendezésekhez képest. (Hozzá kell tenni, hogy ez az állítás így meglehetősen pontatlan, mert nincs definiálva, hogy mire vonatkozik az "arány": az eladási értékre (forgalmi értékre), a típusok számára, az új típusok fejlesztésére és forgalombahozására?) A nyolcvanas évekre kivetithető trendek alapján azt állíthatjuk, hogy figyelembe véve az üzemmódokat (batch, távoli adatbenyújtás, interakció), az alkalmazási típusokat (a keresletet) és a fejlesztéseket, a grafikus I/O-k aránya mind a forgalmazott értékben, mind az új és bevezetett típusok számában megnő az összes I/O között,
 - a háttér táruk terén két jelentős irányatról kell szólni:
 - az olcsó, önálló, helyi számítógépeknél árban kompatibilis táruk iránya (mágneskazetták, hajlékony és merev lemezes diszkek, buboréktáruk),

- . a minitől felfelé terjedő kiépítésekben a hagyományos tárhierarchia felbomlása, átalakulása, illetve egybeolvadása.

A kommunikációs eszközök sokfélesége miatt rendkívül nehéz még egy összefoglaló áttekintést is adni róluk, már csak azért is, mert állandóan újabb bejelentésekkel találkozni a tőkés országok vállalatának kínálatában. (Sajnos Magyarországon - a többi szocialista országhoz hasonlóan - a számítástechnikai alkalmazások leggyengébb része a perifériakínálat szegényessége. Kétségtelen, hogy igen nagy (néhány száz KOPS nagyságrendű) számítógépek sem állnak rendelkezésre egyenlőre szocialista piacon (ld. az I/8. táblázatot), ezekből azonban viszonylag kevés kell (igaz, hogy viszont millió dolláros nagyságrendben mozog a beszerzési árak). Lényegesebb a számítástechnika tömeges alkalmazása, a nemcsak numerikus, hanem grafikus és szöveges feldolgozások széleskörű bevezetése, az interaktív és a szétosztott (tehát a helyi igényekhez alkalmazkodó) működés szempontjából, hogy megfelelő I/O választék álljon rendelkezésre. Egy tanulmányban 1980 közepén kimutattuk, hogy melyek azok a legfontosabb perifériás berendezés típusok, amelyek szocialista piacon nem kaphatók, illetve, az időben még fejlesztés alatt álltak (II/4. táblázat).)

A legmarkánsabb típuscsoportok áttekintéséből látható, hogy a perifériás berendezések területén nem kevésbé erőteljes a fejlődés, mint a központi egységeknél.

A hagyományos perifériák közé tartoznak a papír adathordozós (szalagos, kártyás) I/O berendezések. Ezek jelentősége már a hetvenes években erősen csökkent. Papírszalagos I/O eszközöket már csak néhány kisigényű

II/4. táblázat

Szocialista piacon nem vagy csak részlegesen
kapható perifériák

Tipus	Megjegyzés
TTY teletype-terminál	Az 1979. évi ESzR kiállításon bemutatták a BNK fejlesztését (Siemens másolat); keres- kedelmi forgalomban nem kapható
Sornyomtató	Max. 1800 sor/perc-ig van (CSSZSZK, SzU, NDK); e fölött nincs.
Útésnélküli (non- impact) nyomtató	Termenyomtató fejlesztés: SzU, LNK, NDK, Lézeres nyomtató fejlesztés: MNK. Kereskedelmi forgalomban nincs
Dobos rajzgép	Nomenklatura szerint van 3 méretben és se- bességben szovjet (EC 7053); megrendelést azonban nem vesznek fel rá.
Real-time perifériák	CAMAC és intelligens CAMAC van (MNK, LNK, CsSzSZK); nem teljes választék
Tömegtárolók (extended memories)	nincs
Optikai karakter- olvasók (OCR)	nincs

vagy speciális alkalmazásnál (pl. egyszerűbb NC-gépek) használtak, és ezeknél is, az újabb típusokban folyamatosan kihalnak. A nagy számítógéprendszerekben fokozatosan előtérbe került a mágneses tárolón (pl. diszken) keresztüli, közvetett és nagysebességű adatforgalom. A kis (személyi, helyi) kiépítéseknel pedig a mágneskártyás, vagy ugyancsak háttértárolóról (kazetta, floppy) történő bevitel. A hagyományos adatkivitel teherhordozói, a sornyomtatók terén jelentős változásokat hoztak sebességben és megbízhatóságban a mátrixnyomtatók. A számítóközpontok legtöbb gondot okozó eszközei a nyomtatók, amit részben a nagy igénybevétel, részben a mechanikus működésből adódó sebességi korlátok és megbízhatósági zavarok (kopás, csuszás, szakadás stb.) okoznak. Az elektronikus nyomtatók várhatóan már összhangba kerülnek a processzorok és tárolók sebességével és megbízhatóságával. (Az elektronikus nyomtatókról a későbbiekben még részletesebben szólok). A kis (mikro) gépek kiviteli eszközei az olcsó, de kisméretű és kisigényű termoprinterek.

Az elektromos írógépek sokat veszítettek jelentőségükből, azonban az elektronikus (intelligens) írógépeként már más fajta, módosult funkcionális eszközként újból visszatérnek. A hagyományosnak tekinthető I/O-k közé sorolhatók még az alfanumerikus display-k, mind számítóközponti perifériaként, mind felhasználói helyi eszközként (terminál).

A "hagyományos" és "új" eléggé egymásbafonódik, mert a hagyomásnak tekinthető eszközöknél is lehetnek olyan újítások, amelyek lényegi változást hoznak az alkalmazásukban (mint például az elektronikus printer vagy másoló) és új is sok esetben évek óta ismert, legfeljebb

ujabban, néhány éve ugrott meg a forgalma az alkalmazási lehetőségek felismerésével (pl. rajzgépek.)

Külön érdemes tárgyalni az interaktív ember-gép kapcsolat eszközeit, amelynek jellemző típusai:

- display-k (alfanumerikus, grafikus, alfagrafikus),
- tasztaturák (funkcionális és adatbeviteli),
- rajzgépek (dobos, sík),
- digitalizálók, rajzkövetők,
- optikai karakterolvasók (OCR).

Ezeket az I/O eszközöket, a felhasználások típusaitól és igényeitől függően, különböző kiépítésekben és kombinációkban használják. Illusztrációképpen néhány jellegzetes felhasználói lehetőség:

- (1) Adatlekérdező (pl. helyfoglalás) munkahely.
Alfanumerikus display, tasztaturával, közvetlen csatolással a központi rendszerhez.
- (2) Számítógépes folyamatirányítás vezérlőrendszere
Félgrafikus displayk (félgrafikus = csak vonalas ábrák, menetgörbék, folyamatsémák, általában színesen), alfanumerikus lehetőséggel, funkcionális tasztaturák, folyamatcsatolók (interface), hard copy eszközök (általában printer) a protokollkészítéshez, helyi tároló (rendszerint floppy vagy kazetta) az előfeldolgozáshoz és közbenső adattároláshoz.
- (3) Műszaki tervezői munkahely.
Grafikus display, funkcionális billentyűzettel, beépített mikrogép a vezérléshez, a numerikus számításokhoz és a központi rendszerhez való csatoláshoz (ez utóbbi opcionálisan), helyi háttértároló.

(4) Irodai munkahely.

Elektronikus írógép, szövegszerkesztési és hibajavítási lehetőségekkel, helyi háttértár, opcionálisan csatolás központi adatrendszerhez.

A perifériás eszközök (I/O és háttértárak) fejlődésében két lényegi, egymást kiegészítő irányzat figyelhető meg. Az egyik magának a specifikus eszköznek a fejlesztése műszaki jellemzőinek javításával, a másik, az eszköz használhatósági tartományának bővülése beépített intelligenciával.

A műszaki jellemzők fejlődése igen jól nyomonkövethető az optoelektronikai eszközöknél.

Az optoelektronikai kijelzők két nagy csoportba sorolhatók: aktív elemek, amelyek fényt bocsájtanak ki, és passzív elemek, amelyek a beeső fény irányát változtatják meg. Az első csoportra példa lehet a LED (Light Emitting Diode), a másodikra az LCR (Liquid Crystall), a folyadékkristályos megjelenítő.

A megjelenítőket esetében a tisztán műszaki jellemzők és a korlátozások mellett, mint amilyen pl. a teljesítményigény, a gazdaságosan megvalósítható képelemméret, a technológiai lehetőségek és fizikai korlátok, különös súllyal jönnék számításba az ergonómiai szempontok. A könnyű, fáradság nélküli, tévesztésmentes leolvasást (felismerést) nagy mértékben befolyásolják az olyan jellemzők, mint a kontraszt, a szín, a képelemek kölcsönös elhelyezkedése, a megfigyelés szöge, a gradáció (vagyis a képelemek fényességfokozatainak száma), a villogás és a környezeti megvilágítás hatása.

Az aktív display-k kontrasztja erősen függ a környezettől; minél nagyobb az utóbbi fényessége, annál gyengébb a leolvashatóság. Bizonyos mértékű javulás ér-

hető el, ha a képelem saját színéhez illesztett szűrőelőtétet alkalmaznak. A passzív megjelenítők erősebb környezeti megvilágításkor jobban láthatók, mint a gyengében, sőt, leolvashatóságukhoz szükséges egy minimális megvilágítás vagy segédfényforrás.

Kiépítésük tekintetében a LED megjelenítők monolitikusak vagy hibridek lehetnek. Az előző esetben a képelemek mintegy részei egyetlen félvezetőkristálynak; itt a fénykibocsájtó felület a pn-átmenetek felületével egyezik meg. A monolitikus kijelzőkkel kis méreteket lehet csak megvalósítani, mintegy 3 mm-es számjegymagasságot. Ezt a méretet műanyag lencsével kb. a kétszeresére lehet nagyítani. Nagyobb jelentősége van a nagyméretű LED kijelzőknek. Ezekben minden képelemhez egy LED-kristályt használnak, amelyeket fehér műanyagból készült fényvisszaverő üregbe ágyaznak és - fényt szóró részecskékkkel kevert - átlátszó műanyaggal öntenek ki. Ezáltal jelentősen megnő a világító felület. Ezzel az eljárással jelenleg kb. 20 mm-ig terjedő képelem méretek érhetőek el.

A LED kijelzők egyelőre meglehetősen korlátozott információ mennyiség megjelenítésére alkalmasak. Nagyméretű kijelzőkként jelenleg a katódsugárcsöves display-k a legelterjedtebbek. Versenytársukként megjelentek a gázkisüléses (plazma) megjelenítők. A nagyméretű display-kben sok kis gázkisüléses elemet helyeznek el két átlátszó réteg közé és ugyancsak átlátszó vezérlővezetéseket visznek hozzájuk. A karaktereket 7x5 vagy 9x7 pontmátrixokkal állítják elő. A plazma megjelenítőket egyen- és váltakozóárammal lehet meghajtani; jelenleg vannak már 512x512 képelemes váltakozóáramu plazma képernyők.

Attól függően, hogy milyen világítóanyaggal töltik meg a csövecskéket, különböző színű megjelenítők készíthetők.

A passzív megjelenítők legmarkánsabb és - ez idő szerint - legkiforrottabb képviselői a folyadékkristályok. Kis energiafelhasználásuk mellett egy fontos ergonomiai előnyüket kell megemlíteni: viszonylag kevésbé terhelik a szemet, hatásuk hasonló a papírra nyomtatott szövegéhez, továbbá kontrasztjuk nem csökken a környezeti megvilágítás erősödésével, sőt még napfényben is jól leolvashatók.

A folyadékkristályok általában hosszukás, pálcikaalakú molekulákból állnak, amelyek mind magukban, mind a molekulakötéseikben erősen irányfüggőek. Villamos mező hatására a beállítás iránya változtatható, amely utóbbi viszont a kristály optikai tulajdonságait (áteresztés, reflexió) befolyásolja.

A dinamikus szórású folyadékkristály elemekben abban az esetben, ha nem jut feszültség az elemre, a fény akadálytalanul átjuthat a cellán (a molekulákat úgy orientálták, hogy kikapcsolt állapotban a fényirányba álljanak). Feszültség ráadásakor a mező "összezilálja" a molekulákat, a fény szétszóródik rajtuk és nem tud áthatolni. Az első esetben az elem világos marad, a másodikban sötétnek látszik.

Ujabban a dinamikus szórású folyadékkristály elemeket kezdik kiszorítani a térhatáson működő LCR-ek, amelyek legjelentősebb változata az u.n. Twisted Nematic Cell. Ebben a sejtben a folyadékkristály molekulákat az üveglappal párhuzamosan alakítják ki. Az előlaptól a hátlapig a rétegen belül az irányítottság folytonosan változhat 0 és 90° között. A végtelen sok rezgésszerű be-

eső fényt az elem előtt lineárisan polarizálják egyetlen rezgéssíkba, például az elülső lap molekuláinak irányába. Így a fény akadálytalanul áthaladhat. A rétegen belüli molekulák orientációjának megfelelően a fény rezgéssíkja 90° -kal elfordul a folyadékkristályon való áthaladáskor. Az elem mögött egy második, hátsó polarizációs lap van, amelynek forgatósíkja megegyezik az elülsővel. Ez meggátolja a fény kilépését, mivel annak rezgéssíkja most éppen 90° -ra van a sajátjához. Ha feszültséget adnak a képelemre, a villamos mező derékszögben elforgatja a molekulák irányvektorát és a beeső fény ki tud lépni a hátsó polarizátoron keresztül. A fényelem ekkor sötét alapon világos alakban megjelenik. A nematikus cella energiagénye rendkívül kicsi: mikrowatt alatt van.

Ujabban - egyenlőre még laboratóriumi kísérletek formájában - az alfanumerikus és grafikus folyadékkristály display-k mellett megjelentek a kisméretű fekete-fehér mozgóképek megjelenítésére alkalmas LCR eszközök.

A folyadékkristály eszközök egyik lehetséges továbbfejlesztése az ún. FLAD (Fluorescence Active Display). A FLAD-ek egy nematikus LCR cella és fluoreszkáló lap (pl. fluoreszkáló molekulákkal adagolt plexiüveg lapka) kombinációjából készülnek. A környezeti fény tetszőleges irányokból beesik a fluoreszkáló lapra, elnyelődik és gerjeszti a lapkát. A fluoreszkáló fény nagyobb részét befogja a lapka és csak ott léphet ki, ahol rovátkálásokkal eltérítik. Az eltérítési helyeken helyezkednek el az LCR szegmensek, amelyek az előzőekben leírt módon működnek. A fénysűrűség ebben a megoldásban automatikusan alkalmazkodik a környezeti megvilágításhoz, mivel a fluoreszkáló hatás annál nagyobb, minél világosabb a környezet.

A műszaki jellemzők nagymértékű javítására másik jellemző példát mutathatnak a mágneses diszkek, amelyekben különböző műszaki megoldásokkal (pl. légtérrelő pályák a Winchester fejben) a lényegi jellemzőket: a beirási sűrűséget, a megbízhatóságot, az elérési időt többszörössel lehet javítani (II/5. táblázat).

II/5. táblázat

Összehasonlítás a mágneses diszkek
jellemzőinek fejlődésére

Tipusjel	IBM 2314	IBM 3300	IBM 3340 Winchester
Az ipari megjelenés ideje	Az 1960-as évek közepe	Az 1970-es évek eleje	1973 után
Kapacitás (MB/hajtás)	1-100	25-300	25...< 300
Beirási sűrűség (10 ³ bpi)	1-4	4-6	< 6
Hozzáférési sebesség (KB/s)	125-624	806-1209	< 1209
MTBF (óra)	1200	2500	500

Forrás: Datamation, 1978. jan.

A beépített intelligenciával kiterjesztett alkalmazási lehetőségek listája állandóan bővül. Jellegzetes példák az intelligens irodai/ügyviteli berendezések, mint az elektronikus írógép, az intelligens másoló és nyomtató berendezések, a házi tévéberendezések teletext-re való felhasználása, az intelligens (adatfeldolgozással és vezérléssel ellátott) ipari, laboratóriumi mérlegek, a programozható és központhoz csatolt üzleti pénztárgépek stb.

Az intelligens másoló/nyomtató (ICP) berendezésekről külön is érdemes szólni. Felhasználási területük nagyon széles; több, korábban teljesen elkülönülő alkalmazási típust fognak át: a számítógépes kimenetet (printer) az irodai másolókat, a kéziratelőállítást, a szövegfeldolgozást, betűszedést. A kisebb sebességű, kisigényű berendezések (pl. írógép) mikroprocesszoros vezérlővel és néhányszor 10 KB kapacitású tárral működnek, a nagy nyomtatók és másolók minigépes vagy óriás-mikrogépes vezérléssel és digitális képgenerálással működnek. Becslések szerint 1985-re a 370/135-nél nagyobb számítógépekkel működő felhasználások ICP-ket fognak hard copy kimenetként alkalmazni. Jelenleg a világban már csaknem 100 cég foglalkozik ICP-k fejlesztésével (és amelyik időközben nem megy csődbe, majd gyártja is). 1980-ban kereskedelmi forgalomban még csak három cég ICP-je került: a Wang Image Printer, az IBM 6670 és a Xerox 9700.

Mindhárom berendezés az irodai másolásban ismert elektrosztatikus eljárást használja (a másolt dokumentumról visszaverődő fény fotovezető anyaggal bevont dobra vagy szalagra kerül, azt feltölti. A feltöltött anyag festéket vonz magához és azt ráviszi a másolati papírra).

Az elektronikus nyomtatónál az az eltérés, hogy a bemenő jel elektronikus, nem pedig papírról visszavert fény. A bemenő jel ezeknél lézert vagy katódsugárcsővet vezérel. A beépített intelligencia azt jelenti, hogy a másoló szövegek szerkesztésére, a bejövő információ kezelésére, alakítására, módosítására, szövegek behívására programozható.

A II/6 táblázatban a három ICP néhány adata látható. Ebből az is kitűnik, hogy az imponáló sebességértékekhez nem kevésbé feltűnő árak is járulnak. Várható viszont, hogy a piac bővülésével a számítástechnikában eddig már megszokott, bár a nyolcvanas években valószínűleg kevésbé meredek árcsökkenések következnek be az újabb versenytársak és az új felhasználók belépésével.

Végül, szólni kell a távolabbi jövő I/O eszközeiről is: a mesterséges intelligencia módszerekkel működő képkiértékelő és hangfelismerő berendezésekről.

A számítógéprendszerek kapcsolatát a külvilággal jelenleg durván három fejlődési fokozattal jellemezhetjük:

- a barbárság kora. A külvilággal való kapcsolat eszközei a központi egységekhez viszonyítva lassúak, nehézkes működésűek, hamar meghibásodnak (kopás, rezgés, csuszás stb.), egycélúak, csak hardware eszközökkel, kis funkcionális tartományban módosíthatók (nem programozhatók), nehézkesen javíthatók, emellett kicsi a választékuk;
- a precivilizációs kor. Az eszközök választéka bővül, az alkalmazkodóképességük a környezeti igényekhez nő (programozhatóság), a fentiekben felsorolt bajok enyhülnek, mert növekszik az elektronikus eszközök aránya a mechanikusok kárára (pl.



II/6. táblázat

Intelligens másoló/nyomtató berendezések
főbb műszaki adatai

ICP-típus Jellemzők	Wang Image Printer	IBM 6670 Information Distributor	Xerox 9700 Electronic Printing System
Folyamat	Elektrosztatikus crt fényforrás, fotovezetőszalag, másolás közönsé- ges papírra	Elektrosztatikus, vörös HeNe lézer fényforrás, foto- vezető dob, máso- lás közönséges papírra.	Elektrosztatikus, kék lézer fényfor- rás, fotovezető szalag, másolás kö- zönséges papírra.
Bemenet	On-line vezérlők- ről vagy Wang számítógépekről.	Off-line IBM wp- ről mágneskártyá- val, vagy cpu- ról kommunikációs láncról.	On-line host compu- terrel vagy off-li- ne mágnesszalagról. Opcionálisan kommu- nikáció Xerox wp-ról.
Bemeneti buffer (lap)	2	100	< 800
Képfelbontás (pont/inch)	300x300	240x240	300x300
Sebesség (s) Első másolat	10	kb.16s.mágn.kárty. kb.6,5 s cpu-ról	8
Másolási se- besség (lap/p)	18	max. 36	120
Javasolt meny- nyiség (másol- lat/hónap)	(30...40).10 ³	(30...70).10 ³	(0,5...2).10 ⁶
Ár (10 ³ \$)	32	75	285

Forrás: Datamation, 1980. febr.

lézer printer az elektromechanikus helyett, display-k). Az ember-gép kapcsolat rugalmasabbá válik (interaktív üzem);

- a civilizáció kezdeti szakasza. Terjednek az ember és a gép közötti közvetlen kapcsolatra alkalmas eszközök (szóban közölt, közvetlen adatbevitel és vezérlés), a nem-kódolt, folytonos információk közvetlen bevitele feldolgozásra (geodéziai, légi felvételek, orvosi képek, tudományos kutatási felvételek stb.).

A három szakasz erősen átfedi egymást, éles határvonalak nem húzhatók (hasonlóan, mint a történelemben), a jellegzetes korszakos eszközkészletek szimultán léteznek. Nagyon közelítő becsléssel azt mondhatjuk, hogy az első szakasz domináns ideje az ötvenes évek elejétől (amikor az ipari méretű számítógépgyártás - és alkalmazás megkezdődött) a hetvenes évek elejéig tartott. Jelenleg a második szakasz kezdetén, annak felfutó ágában vagyunk. A harmadik szakaszra jellemző eszközök tömeges elterjedése a kilencvenes évek második felére várható. A most kapható berendezések még drágák, működési tartományuk szűk. Például, a hangbemeneti egységek néhányszor 10, legfeljebb 100 szót értenek meg, korlátozott egyéni hangfelismeréssel; a képfelismerő berendezések az általában egyébként is drága, többnyire kevés számban készülő, az esetek többségében védelmi célokat szolgáló rendszerek részei, ahol ezeknek az egységeknek a saját költsége nem mérvadó a teljes rendszeréhez viszonyítva.

II/3. GÉP-GÉP KAPCSOLATOK (hálózatok, szétosztott rendszerek)

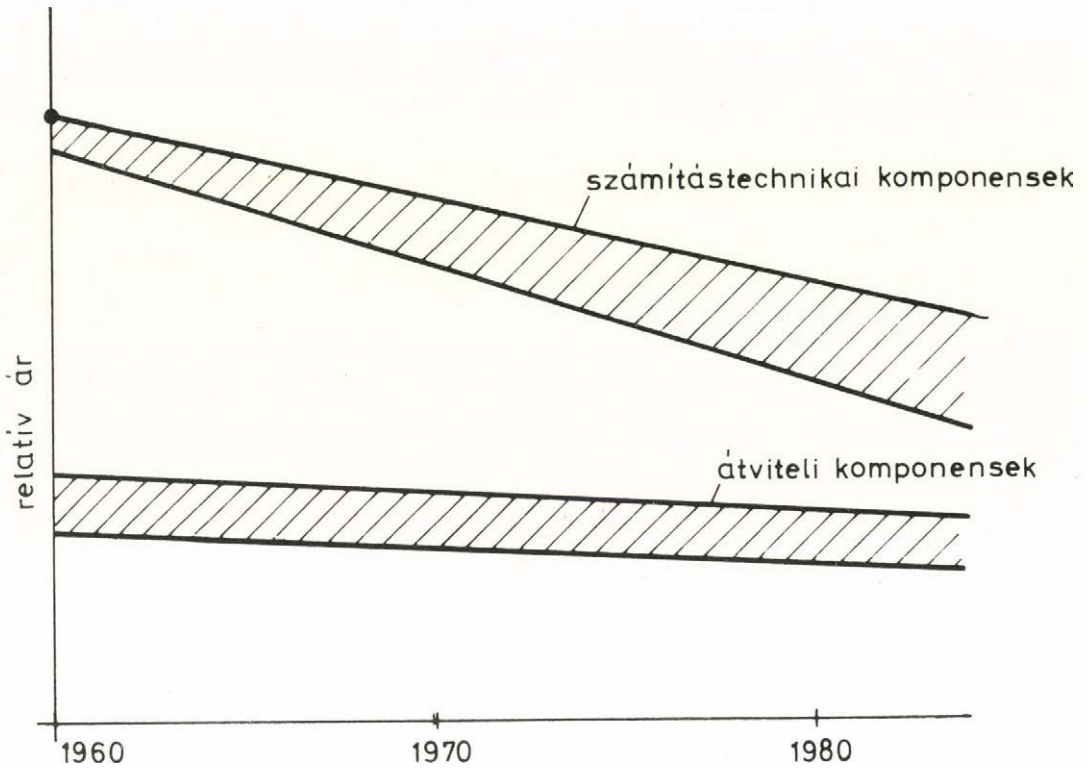
A kommunikáció speciális formája a számítástechnikában, amikor egy adott feldolgozó egység környezetét további jelfeldolgozó/átalakító egységek (rendszerek) képezik, a végső felhasználó általában nem ember, hanem adatforrás, vagy nyelő. Többprocesszoros és többgépes rendszerek - hálózatok - a hetvenes évek elején kezdtek létrejönni, oly módon, hogy lehetőleg minden nagyobb cég meghirdette a saját rendszertervét, amely semmilyen másikkal nem kompatibilis.

A számítógép hálózatok kialakítását több tényező együttes hatása segítette elő. A legfontosabb a felhasználói igények alakulása, amelyeket már nem tudott kielégíteni a központi számítógépek merev feladatbenyújtási - eredménykiadási mechanizmusa. A felhasználások egy része fizikailag távoleső alegységek halmaza (pl. kiskereskedelmi rendszerek), más része közös adatrendszerekhez való gyors hozzáférést igényel (pl. államigazgatási vagy védelmi rendszerek), vagy pedig erősen kell támaszkodni közös erőforrások egyidejű kihasználására, illetve szétosztására (pl. nagy tervezői rendszerek). Ezek a felhasználói igények egybeestek a számítási (hardware) költségek relatív csökkenésével.

A kezdeti csoportos kiépítések lényében a távol elhelyezkedő külső egységek és a központi egység(ek) és software közötti csatolásokból álltak. Mivel minden kiépítés más-más volt, a bővítések, átvihetőség, a más rendszerekkel vagy rendszerelemekkel való közvetlen összeköttetés műszakilag rendkívül nehézkes, gazdaságilag indokolhatatlanul drága volt. Egyre sürgetőbbé vált kö-

zös kommunikációs mechanizmusok kialakítása, amelyek segítségével hatékony közös kapcsolatot lehet létrehozni az egyes munkaállomások, és a központi erőforrások között. Ennek a közös mechanizmusnak egyuttal jól kell illeszkednie az eltérő rendszerek és alkalmazási típusok igényeihez, rugalmas kiépíthetőséget és megbízható átvitelt kell gazdaságosan biztosítani. A gazdaságosság jelentős tényező abban, hogy egyes nagy értékű erőforrásokhoz több felhasználó is hozzá tud férni. Ezzel szemben áll viszont a kommunikációs költségek relatív növekedése. A hetvenes évek elején a számítógéprendszerekben a feldolgozó (és tároló) komponensek relatív (feldolgozási egységre vonatkoztatott) költségei jelentősen meghaladták a kommunikációs költségeket, a nyolcvanas évekre ezek közelítenek egymáshoz, mivel a hardware árak nagymértékben csökkentek (ld. I. fejezetet), míg az átviteli költségek lényegében stagnáltak. (A II/3 ábra minőségi képet mutat ezekről a trendekről.)

A gazdaságossági és az összekapcsolhatósági kritériumok általában - nemcsak a számítástechnikában - az egységesítés szükségességét vonják maguk után. Valójában teljesen hasonló folyamat kezdődött a múlt század nyolcvanas éveiben a villamosságban. Az egyedi villamos gépeket összekötötték, hogy nagyobb teljesítményt tudjanak eljuttatni több és fizikailag távollévő felhasználóhoz. Gazdaságossági és összekapcsolhatósági szempontok miatt egységesíteni kellett a rendszerkomponensek műszaki paramétereit, az átviteli hálózat jel-szintjeit, az átvitel módját, a kiépítések strukturáját stb. A felhasználó egy számára transzparens rendszerrel állt kapcsolatban, nem ismerte és általános e-



II/3. ábra

A számítástechnikai és kommunikációs
komponensek relatív árának alakulása

setben nem is kellett, hogy ismerje a szolgáltató rendszer belső összefüggéseit és elemeit. Az is erősen hasonlít a villamos hálózatok létrejöttére, hogy az egyszerűsítés hosszú éveket vett igénybe; az egyes uralkodó cégek piaci versenye és a felhasználók igényei gyakorta ütköztek (például, Magyarországon a hatvanas évek elejéig még egyenáramú kisfeszültségű hálózat is létezett;

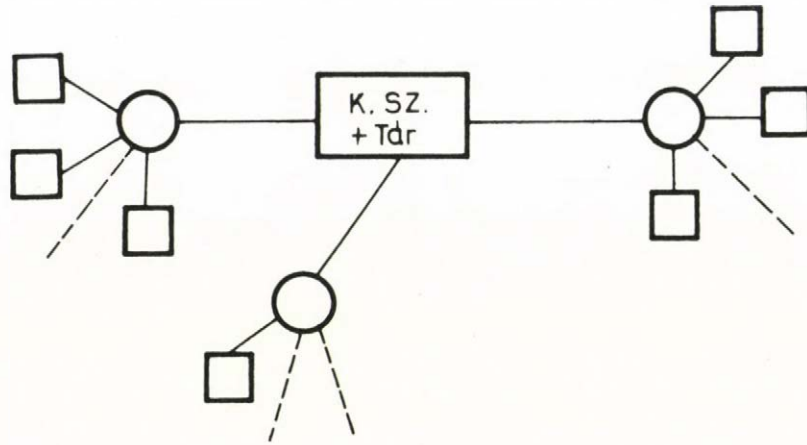
vagy másik példa: ma is az USA-ban 117V/60 Hz, Európában 220V/50 Hz a szabványos feszültség/frekvencia).

A számítógéphálózatok alapvetően a számítástechnika által nyújtott szolgáltatások eszközei. Felhasználói szempontból három kategóriába sorolhatók:

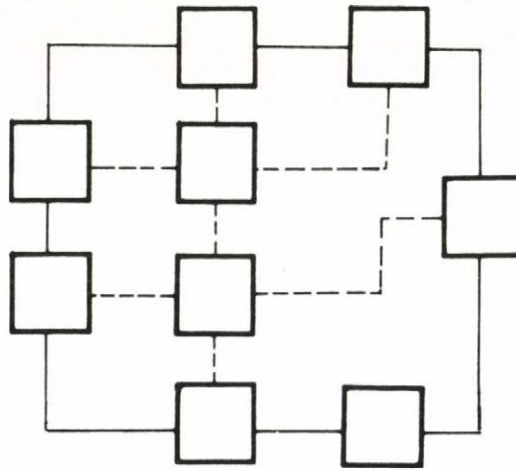
- közös erőforrások használata (resource sharing). Az erőforrások lehetnek fizikai eszközök (pl. adott I/O eszközök, CPU, tárterület), software (pl. nyelvi fordító) vagy virtuális eszköz (pl. file);
- közös adatbázisok, információk és számítási (feldolgozási) tevékenység használata. Példák erre: helyfoglaló rendszerek, adatvisszakereső rendszerek; a közös feldolgozási tevékenységre (interkommunikáló processzorok): ipari folyamatirányító rendszerek;
- számítógépes szolgáltató rendszerek. A központtól távoli munkavégállomásokról elérhető számítási kapacitás, kötegetelt benyújtással (batch entry) vagy interaktív módban.

A hálózatok topológiai kiépítése három lényeges típusba sorolható (II/4 ábra):

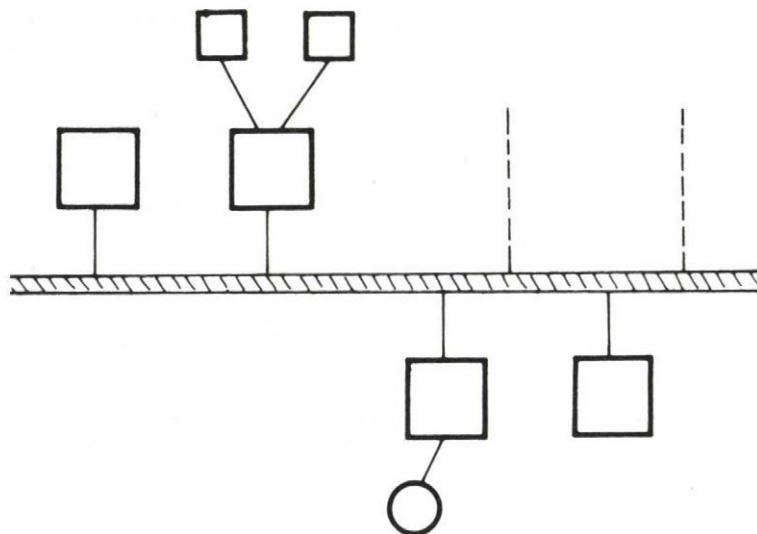
- csillagalakzat. Tulajdonképpen a time-sharing rendszerek hálózati változatai. Ebben a konstrukcióban minden egyes felhasználó egy központi vezérlő egységhez kapcsolódik, amely a rendszer kommunikációkat központilag irányítja. Előnye a csillagalakzatnak a hatásos erőforrás nyilvántartás és az (elvileg) hatékony erőforrás kiosztás. Jelentős hátránya a korlátozott megbízhatóság és



a.) Csillagalakzat



b Gyűrű (hurkolt (szaggatott vonalak))



c.) Sinrendszerű

a sérülékenység, amik a központi egységben koncentrált irányítási és feldolgozási tevékenységgel függnék össze. Ehhez járul még a viszonylag nagy kábelezési költség (minden egység össze van kötve a központtal);

- gyűrűs (vagy hurkolt) alakzat. Előnye, hogy kevesebb kábelezés kell, továbbá a szétosztott vezérlés révén a rendszer kevésbé sérülékeny. Többlet ráfordítás kell viszont a kieső csomópontok kiváltására, hogy az üzenetközvetítés ne szakadjon meg, ha kiesik egy csomópont. A vezérlési algoritmusok bonyolultabbak és az erőforrások nyilvántartása kevésbé hatékony, mint a csillagalakzatban;
- sinrendszer. A konstrukció egyszerű, előnyei megegyeznek a gyűrűs alakzatéval. A rendszer sérülékeny része a sin. Ez a megoldás kis távolságu (helyi) hálózatoknál előnyös, míg a nagy (országos, vagy országok közötti) hálózatokat általában hurkolt hálózatok.

A hálózati működés lényegi vonása a modularitás, a (viszonylag) könnyű és megbízható erőforrás szétosztás és ujraszétosztás (rekonfigurálás) és az egyes rendszerkomponensek közötti jóldefiniált kommunikációs képesség. Egy hálózati struktúra általános felfogásban gráfnak tekinthető, amelyben az egyes csomópontokat relációk (utak) kötik össze. Az összekötéseknek (konnekcióknak) három alaptipusa és szintje definiálható a számítástechnikai hálózatokban:

- az alapvető kapcsolati szint a két csomópont közötti összekötésé (link). Ilyen például két azonos szintű készüléket összekötő vonal, vagy többszörösen vonuló kapcsolat több berendezésen keresztül;
- a következő szint az üzenetet küldő és a címzett csomópont közötti utvonalé (path level). Ez logikai kapcsolat, amelyben a tényleges fizikai összekötés - a hálózat funkcionális megjelenítésétől függően - állandó is lehet és változhat is az üzenetközvetítés során;
- a harmadik szint a párosított véghasználók közötti kapcsolaté, akik általában nem humán használók. Az egyik véghasználó (end user) egy alkalmazói program, amely adatokat kap, illetve küld a másikhoz. Ez utóbbi maga is lehet program, vagy valamilyen érzékelő (beavatkozó) egy technológiai folyamatban, egy I/O intelligens kontrollere, de lehet ember is, aki valamilyen I/O eszközön (tasztatura, display stb.) kommunikál a rendszerrel.

Funkcionálisan a hálózatok egymásra épülő rétegek-ből épülnek fel, amivel biztosítható a jóldefiniáltság a rendszer működésében. A réteges kialakításban legfelül van az alkalmazói programok rétege, legalul a fizikai megvalósításé. Konvenciószerűen a rétegek között a kommunikáció olyan, hogy a legfelső (n-dik) réteg csak a közvetlen alatta lévő, (n-1)-dik rétegen keresztül juttathatja el parancsait lefelé, és számára az alsóbb rétegek nem "láthatók", közvetlenül nem tud beavatkozni azok működésébe. A legfelső, alkalmazói réteg a végfel-

használók hozzáférési rétege, a következő a funkcionális irányítás (function management) rétege (esetleg több, további szintre osztva, rendszerkiépítéstől függően). Itt mennek végbe a berendezés-specifikus transzformációk az egyes csomópontok között, itt kezelik a véghasználók közötti kapcsolatokat. Az alsó réteg(ek) az adattranszmissziók, a tényleges átviteli vonalak kiépítésének rétege. A réteges kialakítás lehetővé teszi, hogy az egyes funkciók között standard interface-eket (mind fizikai, mind logikai szinten) lehessen kialakítani, amivel a transzportabilitás, a megbízhatóság, a védetőség, a viszonylag olcsó előállítás, illetve szolgáltatások és a rendszer bővithetőség kritériumait lehet kielégíteni.

A napi szakmai szóhasználatban gyakorta szinonimaszerűen jelennek meg a "hálózatok" és a "szétosztott rendszerek". Kétségtelen, hogy a hálózatok is szétosztott, egymástól fizikailag távoleső és egymással valamilyen strukturában összekapcsolt (al)egységek rendszere. Mindazonáltal, a szétosztott feldolgozó rendszereknek (DPS = Distributed Processing System) szigorú kritériumhalmaznak egyszerre elegettevő strukturákat nevezünk. Ezek a kritériumok [32] alapján:

- a DPS-ben egyes, általános felhasználású fizikai és logikai erőforrások többszörözve fordulnak elő;
- az erőforrások szétosztása a feladatokhoz dinamikusan (valamilyen stratégia figyelembe vételével) történik,
- van egy hálózati vezérlés, amely integrálja a rendszkomponenseket, biztosítja az együttműködést (pl. dead-lock kiküszöbölése), miközben az egyes alegységeknek saját, nem-rendszerszintű feladataik végrehajtásához saját vezérlésük is van,

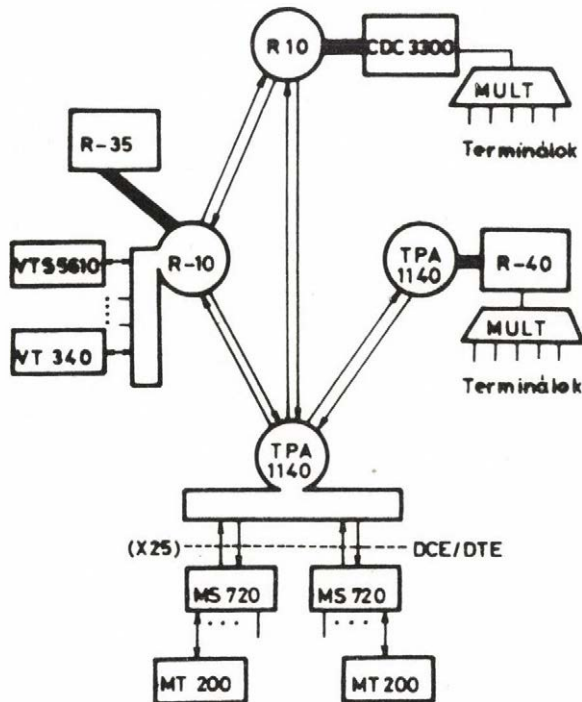
- a rendszer a felső (felhasználói) rétegek számára transzparens, az erőforrásokat csak logikai szinten kell definiálni.

A jelenleg működő hálózatok ezeket a kritériumokat együttesen nem tudják kielégíteni, bár már vannak közeleltő eredmények (néhány, főleg egyetemeken által létrehozott kísérleti rendszer [33]).

A különböző mainframe gyártók a hetvenes évek közepétől egymás után jelentek meg hálózati architektúrákkal. Az IBM 1974 szeptemberében jelentette be SNA (Systems Network Architecture) rendszerét, amelyet 1976 novemberében kibővített több host (alap-) géppel működő hálózattá, ACF (Advanced Communication Function) nevű software-je segítségével. Ugyancsak 1976 végén jelentkezett a Sperry Univac DCA (Distributed Communication Architecture) hálózatával, az NCR pedig 1977 júniusában jelentette be a DNA-t (Distributed Network Architecture). A többi nagygépgyártó (Burroughs, CDC, Honeywell) szintén foglalkozik szétosztott rendszerekkel (ismertek például a Honeywell TDC 2000 szétosztott folyamatirányító rendszerek, a CDC összekapcsolt géprendszerei), azonban formális architektúrákról nem tettek bejelentést. A minigépgyártók közül a DECnet hálózati rendszere (DNA) és a Hewlett-Packard rendszere jelentős kereskedelmi szempontból.

Magyarországon az MTA részére épül ki számítógéphálózat, amelynek kidolgozásában elsősorban az MTA-SzTAKI és a KFKI vesz részt. Az ASzH (Akadémia Számítógép Hálózata) három csoportból álló alhálózatának (első kiépítési szakasz) topológiája [34] szerint a II/5. ábrán

látható. A három csomópont két R10 és egy TPA 1140, host gépek: CDC 3300, R35, és R40. A DCE/DTE az X.25 nemzetközi ajánlás szerinti interface, az MS 720 mikroprocesszoros csatolóegység.



II/5. ábra
Az ASzH topológiája

III. A SZÁMITÁSTECHNIKA ALKALMAZÁSAI

"Lehet, hogy az olvasó meglepődik és nem is ért velem egyet, mégis úgy vélem, hogy ha a másodpercenként 1000, sőt 20000 aritmetikai műveletre képes, nagy sebességű számítógép már ma itt lenne, legalább két évre lenne szükség, mielőtt a gép hatékonyan és hatásosan működne. Tökéletesen felkészületlenek lennénk arra, hogy ezt a készüléket hatalmas befogadási sebességének megfelelően lássuk el problémákkal. Másfelől, ez egy ördögi körnek csak az egyik fele, mivel addig nem lehet kellő nemzetközi érdeklődést felkelteni a számítógép oktatás iránt, amíg a berendezés ténylegesen nem áll rendelkezésre.

A számítógépek - úgy tűnik - végülis meg tudják a legtöbb feladatot oldani, de csaknem bizonyos, hogy semmi esetre sem olyan hamar, ahogy azt előre jelezték. Sok év és hatalmas fejlesztési összegek választanak el minket reményeink megvalósításától."

(Jay W. Forrester: Whirlwind and High-Speed Computing, 1948.)

III. A SZÁMITÁSTECHNIKA ALKALMAZÁSAI

Jelenleg a világban már mintegy félmillió számítógép működik, és ezekbe nem számítódnak bele az elmúlt mintegy 5-8 év során rohamos gyorsasággal terjedő zseb-kalkulátorok és egyéb - személyhez kötött - számítástechnikai eszközök. Magyarország nem tartozik a számítógépesítésben élenjáró országok közé és mégis eléggé erőteljes növekedés figyelhető meg. Különösen jellemző a 70-es évekre a miniszámítógépek és a terminálok átütő sikere és a nagy számítógépeknél gyorsabb alkalmazási üteme.

Ezek a számok nemcsak önmagukban érdekesek, hanem főleg azért, mert a számítástechnika széleskörű és ma már joggal mondhatjuk általános elterjedését is mutatják a legkülönbözőbb alkalmazási területeken. Tudományosan megalapozott becslések nélkül is, még egyszerű lineáris extrapoláció alapján is, nyugodtan állithatjuk, hogy a számítástechnika a század végéig a fejlett és a közepesen fejlett gazdaságu országokban a termelés, a közigazgatás, az oktatás - a társadalmi tevékenységek és funkciók minden szintjének és ágazatának - szerves alkotóelemévé válik.

Ezzel összefüggésben, a III/1 fejezetben a számítógépek áráról, gazdaságossági kritériumairól szólunk, majd a III/2 fejezetben néhány jellegzetes felhasználási területet elemzünk a rendkívül nagy számu és eltérő típusu számítástechnikai alkalmazásokból.

III/1. RENDSZERÁRAK, TELJESITŐKÉPESSÉG ÉS A PIACI MOZGÁSOK

Az I/1 fejezetben a komponensek árának mozgását vizsgáltuk, figyelembe véve a növekvő bonyolultságot (integrálódást), míg az I/2 és I/3 fejezetben a különböző rendszerkiépítések perspektíváit és szintjeit tekintettük át.

Az alkalmazások - az alkalmazók - szemszögéből azonban nyilvánvalóan a komponens-árak önmagukban semmitmondóak. A különböző kiépítési típusokban nemcsak az ár és a költségek, hanem a teljesítőképesség értékelése is erősen rendszerfüggő. Sokáig az un. Grosch-törvényt használták ökölszabályként, amelyet H.Grosch még a negyvenes évek végén fogalmazott meg és 1953-ban publikált először. A formula viszonyításként használható. Eszerint, amennyiben ismert egy K rendszer ára, akkor, ha M rendszer ára kétszeres, várható, hogy utóbbi teljesítőképessége négyszeres a K-hoz képest. Ez a szabály elsődlegesen a teljesen vagy erősen centralizált rendszerekre érvényes, és lényegében csak a hardware árakra és az alapsoftware-re vonatkozik, de nem tudja figyelembe venni a mai (a hetvenes évek végén, a nyolcvanas évek elején üzemelő) rendszerek olyan szolgáltatásait, mint a diagnosztikai tulajdonságok, software átvihetőség, szervizelhetőség, betanítás stb., ami a tényleges vagy a possibili felhasználó számára egyenértékű lehet a hardware jellemzőkkel. A Grosch-törvény érvényességét először a minigépek megjelenése és elterjedése tette kétséges. Egyes szerzők rámutatnak [38], hogy ez a törvény különösen kevésbé használható a mikrogépek és a szupernagy gépek ár/teljesítmény viszonyának értékelésére.

A teljesítőképesség maga meglehetősen homályos fogalom, és erősen felhasználás-függő lehet. A különböző mixek ezt figyelembe is veszik. Kétségtelen, hogy lehet bizonyos alkalmazási osztályokat felállítani és ezekre specifikus összehasonlító értékeléseket végezni, így például: erősen CPU-orientált alkalmazások (pl. műszaki számítások), nagymértékben I/O-orientált rendszerek (pl. lekérdező rendszerek), nagymennyiségű memóriáhozáférést igénylő felhasználások (pl. adatbankok). Amint a jelzőkből is látszik ("nagymértékben", "erősen"), ezek távolról sem diszjunkt osztályok, ezért szigorúan elhatárolt jellemzőket sem lehet kialakítani rájuk.

A hatvanas évek közepén több-kevésbé jól használható algoritmust dolgozott ki K.Knight a számítógépek "teljesítményének" mérésére. Abból indult ki, hogy milyen erőforrásokat köt le egy adott rendszerben egy tipikus job-stream. Ezt benchmark programok segítségével mérte és a statisztika alapján súlyozási tényezőket határozott meg. Eszerint egy számítógéprendszer teljesítménye utasítás/másodperc-ben mérve:

$$T = f \cdot \frac{M}{t_c + t_{io}},$$

ahol f - súlyozási tényező,

t_c - számítási idő,

t_{io} - be/kiviteli idő,

M - a központi memória kapacitása bitekben.

A t_c az az idő, amely öt utasítástípusból alkotott mix végrehajtásához szükséges. Ezeket az utasításokat (fix-pontos összeadás, lebegőpontos összeadás, szorzás,

osztás, logikai összehasonlítás) egyenként súlyozótényezővel kell megszorozni. A t_{iO} az az idő, amelyet a processzor várakozással tölt a fenti műveletekhez szükséges I/O műveletek végrehajtásakor.

A fenti modell előnye az egyszerűsége és a tapasztalati valósággal való kötődése volt. A hatvanas évek második felétől kezdve ez a közelítés egyre kevésbé tükrözte a számítási rendszerek tényleges jellemzőit. Így, például, a memóriaméretben nem veszi figyelembe a virtuális tár lehetőségeket, az I/O-ban a csatornák szerepét, az átlapolt CPU és I/O működést, azt, hogy a primer I/O helyére a direkt hozzáférésű (DASD) tárolóegységek léptek. Egy másik közelítés [38] már statisztikusan jobb korrelációkat adott a rendszerek árával (adott bevezetési évre vonatkoztatva):

$$T = \frac{M + \text{DASD}}{t_a},$$

ahol M - memória méret,

DASD - direkt hozzáférésű tárolók kapacitása,

t_a - összeadási idő (pl. fixpontos).

Ezek a modellek mind erősen leegyszerűsítettek; néhány működési és kiépítési vonást tudnak csak megragadni. Mindenesetre, minőségi kép és trendek felvázolásához már használhatók. A III/1. és III/2. táblázatokból - amelyek, rendre, univerzális és kis, vállalati adatfeldolgozás célú számítógéprendszerek néhány reprezentánsának memóriakapacitás, DASD-kapacitás értékeit, bevezetési évét, és az akkor érvényes árát mutatják - jól

Univerzális számítógépek össze-
hasonlító adatai

Rendszer	Ár (\$000)	Memória (K-byte)	DASD (M-byte)	Bevezetés elvé
CDC 3170	725.6	195.0	236.0	1970
HONEYWELL 115	166.0	12.0	18.4	1970
NCR Centruy 300	976.7	512.0	400.0	1970
BURROUGHS B6748	1271.5	768.0	543.0	1971
HONEYWELL 1015	639.0	48.8	36.8	1971
HONEYWELL 2015	916.0	196.5	175.0	1971
HONEYWELL 6030	1209.2	441.0	235.0	1971
HONEYWELL 6050	2032.6	882.0	470.0	1971
HONEYWELL 6070	3319.7	1179.0	707.0	1971
IBM 370/145	1969.7	524.0	1600.0	1971
UNIVAC 70/2	610.7	65.0	14.5	1971
UNIVAC 70/3	927.3	262.0	116.8	1971
UNIVAC 70/6	1282.2	262.0	116.8	1971
UNIVAC 70/7	1821.1	524.0	233.4	1971
XEROX SIGMA 8	770.3	256.0	60.9	1971
XEROX SIGMA 9	1598.2	1024.0	220.1	1971
DEC 1060 (A)	475.1	432.0	25.6	1972
DEC 1060 (B)	826.2	864.0	200.0	1972
HONEYWELL 6040	1279.1	441.0	235.0	1972
HONEYWELL 6060	2113.3	882.0	470.0	1972
HONEYWELL 6080	3434.4	1179.0	707.0	1972
IBM 370/135	583.8	98.0	140.0	1972
IBM 370/135 (B)	860.3	524.0	280.0	1972
BURROUGHS B3741	500.0	100.0	182.4	1973

III/1. táblázat
(folytatás)₁

Rendszer	Ár (\$000)	Memória (K-byte)	DASD (M-byte)	Bevezetés elve
HONEYWELL 6025	1027.0	360.0	235.0	1973
IBM 370/168	4434.2	2096.0	1216.0	1973
NCR CENTURY 251	490.1	192.0	120.0	1973
UNIVAC 9480	571.0	131.0	116.0	1973
UNIVAC 90/60 (A)	677.2	524.0	600.0	1973
UNIVAC 90/60 (B)	878.5	1048.0	1000.0	1973
UNIVAC 90/70	1678.6	1572.0	1200.0	1973
BURROUGHS B4771	928.9	250.0	543.2	1974
CDC CYBER 172	1452.7	1425.0	472.0	1974
CDC CYBER 173	1976.7	1920.0	472.0	1974
CDC CYBER 174	3077.6	4755.0	1890.0	1974
CDC CYBER 175	4618.8	5242.5	1890.0	1974
HONEYWELL 62/60	187.4	81.0	58.4	1974
HONEYWELL 64/20	362.2	128.0	87.0	1974
HONEYWELL 66/20	1113.9	131.0	400.0	1974
HONEYWELL 66/60	2462.2	1179.0	800.0	1974
HONEYWELL 68/80	3525.5	5850.0	9600.0	1974
IBM SYS/3 MOD 15 (A)	121.2	48.0	4.9	1974
IBM S/3 MOD 15 (B)	252.8	128.0	87.0	1974
NCR CENTURY 151 (A)	133.7	32.0	9.8	1974
NCR CENTURY 151 (B)	275.8	128.0	96.0	1974
NCR CENTURY 201 (A)	300.0	64.0	96.0	1974
NCR CENTURY 201 (B)	634.4	256.0	192.0	1974
UNIVAC 90/30 (A)	162.7	32.0	57.8	1974
UNIVAC 90/30 (B)	231.8	98.0	173.7	1974
UNIVAC 90/30 (C)	417.7	196.0	231.6	1974

III/1. táblázat

(folytatás)₂

Rendszer	Ár (\$000)	Memória (K-byte)	DASD (M-Byte)	Bevezetés elvé
XEROX 550	328.7	64.0	14.3	1974
XEROX 560	980.0	160.0	405.8	1974
BURROUGHS B4790	1523.4	400.0	892.8	1975
DEC 1080 (A)	739.6	1152.0	200.0	1975
DEC 1080 (B)	969.5	1152.0	300.0	1975
HONEYWELL 62/40	108.0	65.0	11.6	1975
HONEYWELL 64/40	523.7	160.0	400.0	1975
IBM 370/158-3	2518.1	1048.0	678.0	1975
UNIVAC 1100/20	1173.0	589.5	200.0	1975
UNIVAC 1100/20 (B)	1925.4	1179.0	604.7	1975
BURROUGHS B6807	1030.0	786.0	20.0	1976
BURROUGHS B1776	198.0	81.0	174.4	1976
BURROUGHS B1726	186.8	65.0	87.2	1976
BURROUGHS B1728	416.9	163.0	182.5	1976
DEC 2040 (A)	315.0	576.0	100.0	1976
DEC 2040 (A)	531.4	1152.0	400.0	1976
IBM 370/115-2	268.6	65.0	140.0	1976
IBM 370/115-2	354.3	98.0	140.0	1976
IBM 370/125-2 (B)	525.7	131.0	280.0	1976
IBM 370/148	1225.1	1048.0	420.0	1976
NCR CRITERION 8550	259.0	128.0	200.0	1976
CRITERION 8570	458.3	256.0	300.0	1976
UNIVAC 1100/10	763.6	589.5	116.6	1976
UNIVAC 90/80 (A)	2156.7	1048.0	1200.0	1976
UNIVAC 90/80 (B)	3131.1	2096.0	1600.0	1976

III/1. táblázat
(folytatás) ₃

Rendszer	Ár (\$000)	Memória (K-byte)	DASD (M-byte)	Bevezetés elvé
BURROUGHS B1830	108.7	48.0	4.6	1977
BURROUGHS B1860	230.0	128.0	130.4	1977
BURROUGHS B1870	550.0	393.0	361.8	1977
DEC 2050	485.0	1152.0	200.0	1977
IBM 370/138	706.0	512.0	540.0	1977
UNIVAC 1100/80	2430.9	2394.0	2450.0	1977
IBM 370/3033	3800.0	4192.0	1216.0	1978

Forrás: Communications of the ACM, April 1979.

III/2. táblázat

Kis adatfeldolgozó számítógépek
összehasonlító adatai

*DEC PDP Processor **DG Nova or Eclipse Processor ***INTEL 8080
Processor. ≠ Microdata Processor

Rendszer	Ár (\$000)	Memória (K-byte)	DASD (M-byte)	Bevezetés elve
IBM S/3 MOD 10	68.7	12.0	4.9	1970
NCR CENTURY 50	55.8	16.0	8.4	1970
DIG SCI M 4/1130	100.0	64.0	40.0	1970
HONEYWELL 105	77.0	12.0	9.2	1971
BASIC/FOUR M 350	35.0	24.0	20.0	1971
BASIC/FOUR M 400	45.0	32.0	20.0	1971
FOUR PHASE SYS IV/70	110.0	96.0	2.5	1971
DIG SCI M 4/1800	150.0	96.0	100.0	1971
NCR CENTURY 101	80.5	16.0	9.8	1972
COMP INTER COMPRO II	40.0	16.0	26.0	1972
STC ULTIMACC 2000**	44.0	32.0	10.0	1972
XEROX 530	80.1	16.0	0.0	1973
FOUR PHASE SYS IV/40	70.0	72.0	2.5	1973
DISPLAY DATA INSIGHT≠	64.0	40.0	40.0	1973
HOTEL	250.0	64.0	5.0	1973
ICL 2903	150.0	336.0	120.0	1973
LOCKHED SIII/A	20.0	32.0	5.0	1973
MICRODATA REALITY≠	66.9	40.0	10.0	1973
MICOS 1003 (MINI-COMP SYST)**	49.9	64.0	10.0	1973
MCS-2000A	150.0	48.0	10.0	1973
MICOS 2003**	74.6	64.0	80.0	1973
MICOS 3003**	84.4	64.0	160.0	1973
MICOS 4006**	104.9	128.0	160.0	1973

III/2. táblázat
(folytatás) ₁

Rendszer	Ár (\$000)	Memória (K-byte)	DASD (M-byte)	Bevezetés elve
CHC DIST SYS*	100.0	128.0	88.0	1974
DATASAB D15	75.0	32.0	20.0	1974
DIMIS TOTAL 100	135.0	64.0	50.0	1974
LITTON 1300 CASSETTE	19.5	16.0	0.0	1974
LMC ADAM	40.0	32.0	10.6	1974
NORTHROP BDS-2000#	62.8	24.0	20.0	1974
WARREX CENTURION III	35.1	32.0	10.4	1974
WARREX CENTURION IV	42.7	32.0	10.4	1974
IBM S/32 (A)	33.6	16.0	3.6	1975
IBM S/32 (B)	45.1	32.0	9.3	1975
IBM S/32 (C)	67.7	32.0	13.9	1975
IBM S/3 MOD8	63.4	16.0	2.5	1975
BINARY DATA UCOM**	60.0	64.0	10.0	1975
DIG SCI M 4/VM-TSO	140.0	96.0	100.0	1975
GRI SYSTEM 99	33.0	32.0	10.6	1975
GEN ROB TSS/11	59.8	120.0	10.0	1975
LITTON 1300 DISK	21.5	16.0	1.5	1975
NIXDORF 8870 (A)	40.0	48.0	10.0	1975
NIXDORF 8870 (B)	94.2	64.0	20.0	1975
NORFIELD NOVA**	110.0	64.0	25.0	1975
NORTHROP BDS-1000#	49.5	16.0	10.0	1975
QUANTEL 900	30.0	32.0	6.0	1975
QUANTEL 950	40.0	40.0	12.0	1975
QUANTEL 1400	65.0	64.0	25.0	1975
RANDAL LINK 100	20.0	32.0	0.6	1975
RAYTHEON PTS/1200	67.6	48.0	5.0	1975
STC ULTIMACC 3000**	94.0	96.0	30.0	1975

III/2. táblázat

(folytatás)₂

Rendszer	Ár (\$000)	Memória (K-byte)	DASD (M-byte)	Bevezetés elve
WANG 2200	14.7	16.0	0.0	1975
WANG PCS-II	6.2	16.0	0.5	1975
WINTEX 200 NS	15.0	8.0	0.5	1975
IBM S/3 MOD 12	102.9	32.0	100.0	1976
BASIC/FOUR M600	55.0	32.0	20.0	1976
CADO SYS 40 SBS	20.0	5.0	1.2	1976
FOUR PHASE SYS IV/50	98.0	72.0	2.5	1976
COMPUCORP 450/OPD	18.4	16.0	1.2	1976
SYFA(1)(COMPUTER AUTO)	72.3	64.0	20.0	1976
SYFA(2)	88.0	64.0	20.0	1976
SYFA(3)	117.0	64.0	160.0	1976
COMP COV CPBS-1*	24.0	56.0	0.5	1976
CTL 8030	70.0	96.0	9.6	1976
CTL 8050	147.0	144.0	19.2	1976
ECLIPSE C/330 (DG)**	148.3	256.0	96.0	1976
GIS ABLE/324*	39.0	32.0	7.2	1976
GIS ABLE/322*	24.9	32.0	0.5	1976
GEN ROB GRC 11/03	14.0	24.0	2.4	1976
ICL 2904	260.0	480.0	240.0	1976
IC MIDAS	100.0	96.0	50.0	1976
JACQUARD J100(A)	27.3	64.0	0.0	1976
JACQUARD J100(B)	58.3	128.0	0.0	1976
MICRODATA REALITY 11≠	31.5	16.0	10.0	1976
MICRODATA REALITY 11(B)	45.7	32.0	10.0	1976
MICRODATA EXPRESS III	70.0	128.0	10.0	1976
MYLEE 3056	40.0	56.0	48.0	1976
MYLEE 3088	80.0	152.0	96.0	1976

III/2. táblázat
(folytatás)₃

Rendszer	Ár (\$000)	Memória (K-byte)	DASD (M-byte)	Bevezetés elve
Q1 LITE	21.0	16.0	1.0	1976
RANDAL LINK 200	27.0	32.0	10.0	1976
STC ULTIMACC 3370**	200.0	256.0	400.0	1976
APPLIED DC SER 70 FLOPPY***	12.0	32.0	1.0	1977
APPLIED DC SER 70 CART. DI***	27.0	32.0	10.0	1977
CADO SYS 40 TERM***	15.0	5.0	1.2	1977
NORTHROP BDS-700#	38.9	16.0	10.0	1977
WARREX CENTURION I-A	18.0	32.0	1.0	1977

Forrás: Communications of the ACM, April 1979.

látható a fajlagos (pl. az M-re és DASD-ra vonatkozta-
tott) rendszerárak csökkenése is. Ez a menet azonban ko-
rántsem folytonos. Például, a Honeywell 68/80 modelljé-
nek bevezetési évében (1974) ára kb. 3,5 millió dollár
volt, az M=5850 KB, a DASD=9600 MB. Ugyanakkor, az IBM
3033-as modellje 3,8 M\$-ba került 1978-ban, miközben
M=4192 KB, és DASD=1216 MB. Nyilvánvaló, hogy az érté-
keléshez még hiányoznak egyéb jellemzők, amilyenekre
például a korábbiakban utaltunk.

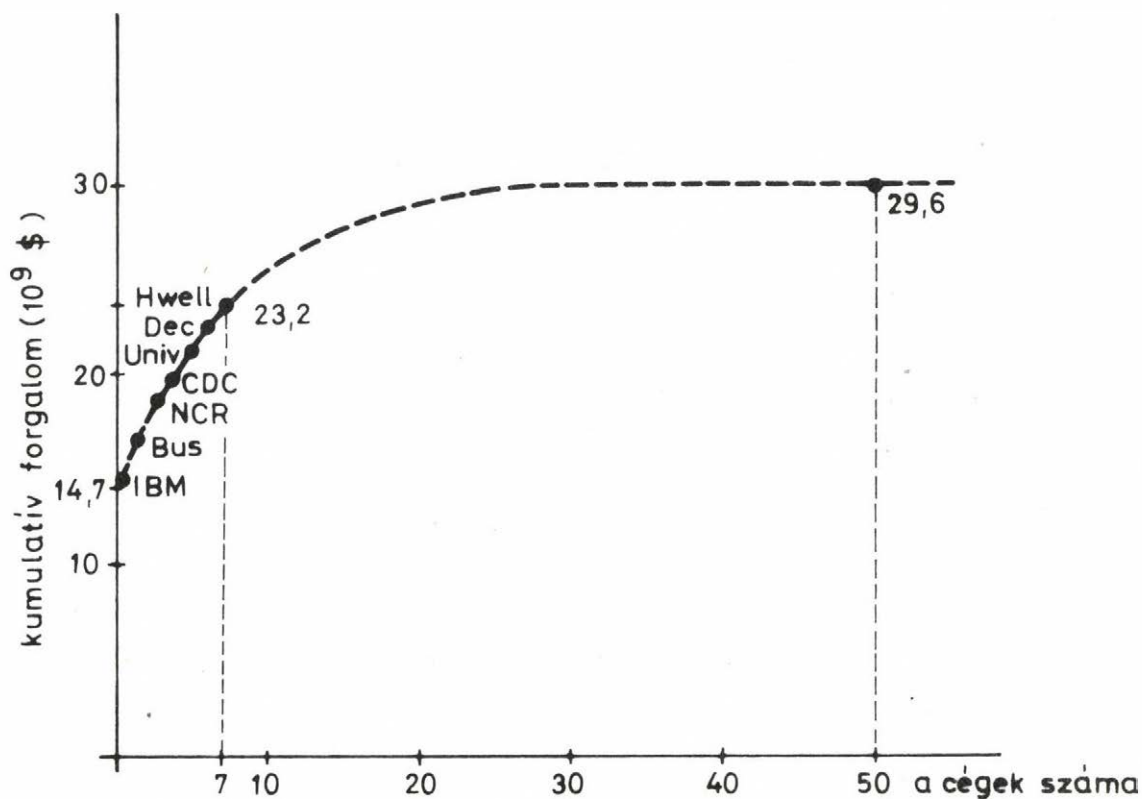
Egy sokat használt és hivatkozott jellemző például az
időegységben végrehajtott utasítások száma, amelyet u-
jabban már milliós faktorial számolnak: MIPS - millió u-
tasítás másodpercenként (million instructions per se-
cond). Ennek az igen jól megfogható paraméternek az a
kétségtelen hibája, hogy durván leegyszerűsítő és ezért
csak nagyon közelítő minőségi kép alkotására alkalmas.
(Mintha egy embert csak a vérnyomásával jellemeznénk.) A
MIPS is erősen job-függő, nyelv-függő, konfiguráció-füg-
gő és valóban csupán nagyságrendi, osztályozási (tartó-
mányba-sorolási) célokra alkalmas. Nyilvánvaló, hogy
csak a mainframe-ek (mininél nagyobb, univerzális cé-
lu számítógépek) esetében használható a milliós faktor,
bár egyes megaminik már alulról közelítik ezt a tartó-
mányt.

Valójában az ár/teljesítmény értékek alakulásának
domináns meghatározói nem a műszaki, hanem a gazdasági
és bizonyos mértékig a társadalmi tényezők. A fejlett
tőkés országokban az árak alakulását jelentősen befolyá-
solja a piaci verseny, a versenytársak, a konkurrencia
letörése és kiiktatása. Ez a klasszikus képlet viszont
elsősorban egy új termékcsoporthoz bevezetésének korai,

felfutó fázisára érvényes csak tiszta formában. A konszolidálódott szakaszban a piac erős integrálódása, a vállalatok közötti piacfelosztás tapasztalható, bár ezt az egyensúlyt gyakran borítják fel az ujonnan betörni szándékozók. Az előző állításokra példaként lehet felhozni a mikroprocesszorok és a mikrogépek árainak alakulását. Egy ma 50 ezer dollárba kerülő mikrogépes rendszer tíz év előtt (egyenértéknek vehető műszaki paraméterekkel) kb. félmillió dollárba kerül volna. Rengeteg apró cég alakult, amely egymást alullicitálva nyomta le az árakat, de egyuttal szolgáltatásaik (software, karbantartás) színvonala elég ingadozó. Már a hetvenes évek legvégén ezen a téren is megindult az integrálódás és egy sor apró és kis cég kiesett (részben megbuktak, részben beolvadtak) [67]. A mainframe piacon a konszolidálódás első szakasza a hetvenes évek elején következett be, az IBM tulsúlyával. Mellette az UNIVAC, az NCR, a Burroughs, majd később a CDC között kialakult egy (ingatag) egyensúlyi állapot, bizonyos területfelosztással (pl. a CDC és a UNIVAC óriásgépeket gyártott, az IBM-étől jelentősen különböző architektúrával, a Burroughs főleg adatfeldolgozási célú rendszereket). A minigépek megjelenésével és gyors elterjedésével a fő versenytársak (pontosabban piac-uralók) közé betört a DEC is.

A piac integrálódását jól jellemzi a III/1. ábra. 1977-ben az USA-ban a számítógéppiacon a teljes forgalom kerekén 30 G\$ volt. Ebből a "hét nagy" 23 G\$-ral részesült.

A nagyfoku koncentráció még szembetűnőbb, ha összevetjük az USA-beli hét legnagyobb számítógépgyártó cég forgalmát a tőkés világ többi vezető cégének forgal-



III/1. ábra

A piac integrálódása a számítástechnikában

mával (III/3. táblázat). Ilyen nagymértékű koncentráció mellett, "szabad", "tisztán értékarányos" ármozgásokról nem lehet beszélni. A műszaki jellemzők befolyása másodlagossá válik. Erre egyébként jó példa az IBM 360-as rendszere, amelynek architektúrája közepes színvonalu, software ellátottsága gyenge volt, különösen a bevezetés első éveiben, tehát a hatvanas évek közepén. A szocialista országok közös számítógépes vállalkozása,

az Egységes Számítógéprendszer (ESzR) mégis ezt utánozta le.

III/3. táblázat

A vezető számítógépgyártó cégek
forgalma 1977-ben

	C é g	Ország	Sz.gép forgalom (10 ⁶ \$)
1.	IBM	USA	14765
2.	Burroughs	USA	1844
3.	NCR	USA	1574
4.	CDC	USA	1513
5.	Sperry Univac	USA	1472
6.	DEC	USA	1059
7.	Honeywell*	USA	1037
8.	Fujitsu**	Japán	856
9.	CII-HB	Franciaorsz.	765
10.	Hitachi**	Japán	720
11.	Siemens	NSzK	550
12.	Nippon Electric**	Japán	400
13.	Nixdorf	NSzK	384
14.	ICL***	N.-Britania	233

* A CII-HB nélkül, az francia majoritású közös cég.

** Japánban a pénzügyi év fordulója márc. 31.

*** A pénzügyi év vége szept. 30.

Forrás: Datamation, June 1978.

A szocialista országokban az alkalmazások szempontjából az ár/teljesítmény arányok nem értékelhetők egyenlőre. Ennek több oka van. Az egyik az, hogy viszonylag kevés számú típus áll rendelkezésre. A kapitalista országokból beszerezhető modelleknél nem elsődlegesen a fajlagos ár szerepelt szempontként, hanem egy sor egyéb, nem gazdasági és műszaki tényező, mint például viszontszállítások lehetősége, a felkinált, megkapható alkalmazási programcsomagok, embargó korlátozások átléphetősége - és néha szubjektív tényezők is. Az ESzR-gépek megjelenése (a hetvenes évek közepe) lényegi változást nem jelentett az ár/teljesítmény viszonyok tükröződésében, mivel az alapvetően eladói hiánypiac és a nemzetközi szocialista csereforgalom sajátosságai következtében reális, összehasonlítható értékelés egyelőre nem alakítható ki.

A másodlagos, nem tisztán műszaki és nehezen kvantifikálható jellemzőknek (a különböző szolgáltatásoknak, piacbefolyásoló hatása elég meggyőzően kimutatható a vezető mainframe-gyártó cégek forgalmi trendjének és a felhasználók "elégedettségi szintjének" összevetéséből. A III/4. táblázat a 8 vezető cég 1979. évi forgalmát mutatja. Ebből látható, hogy a legkisebb forgalomnövekedést az IBM mutatja, 7,4 %-kal, a hátulról második és harmadik helyen a Honeywell és Burroughs áll, kb. egyformán 12-13 %-os növekménnyel. A többiek, a Sperry Rand kivételével, erősen elhuznak a mezőnyben. (A nyolcadik helyen álló H-P különösen feltűnően kugrik a sorból, 41 %-os forgalomnövekedésével. Ez azonban már más kategória, a többiekhez képest mintegy 1,5-2-szeres növekményt az asztali kalkulátorai és személyi számítógépei iránti növekvő keresletnek köszönheti.)

III/4. táblázat

A vezető számítógépgyártó cégek forgalma
1979-ben

C é g	1979.évi sz.gép forga- lom (10 ⁶ \$)	1978/79 évi növekmény (%)	Növekmény szerinti sorrend
1. IBM	18338	7,4	8
2. Burrough	2432	13,5	6
3. NCR	2404	24,4	3
4. CDC	2273	21,7	4
5. Sperry Rand	2270	15,5	5
6. DEC	2032	26,9	2
7. Honeywell	1453	12,3	7
8. Hewlett-Packard	1030	41,1	1

Forrás: Datamation, July 1980.

Elég jó korrelációt mutat a forgalomnövekedési értékekkel az a felmérés, amelyről a Computerworld 1980. május 19-i száma tájékoztat. A Datapro Research Corp. felmérést készített az USA-ban működő 3885 nagy számítógéprendszer 2006 felhasználójával arról, hogy mennyire elégedettek a rendszereikkel*. A válaszadók 0-tól maximum 4 pontig terjedő értékelést adhattak olyan kér-

* A teljes felmérés a minigépeket és asztali számítógépeket is magában foglalta, és összesen 5337 felhasználó adott választ.

désekre, hogy mennyire elégedettek rendszerük és perifériái megbízhatóságával, a karbantartási készséggel és annak hatékonyságával, a hibafeltárás lehetőségével, a betanítással, a dokumentációval, az alkalmazási programokkal. Arra is válaszoltak (igen-nem-mel), hogy ajánlanák-e másoknak a náluk működő rendszert (feltéve, hogy azok nem ellenségük). A súlyozott és összegezett válaszok alapján a III/5. táblázat szerinti sorrend alakult ki. Érdekes, hogy igen magas helyezést kaptak az ún. IBM-PCM (plug-compatible-mainframe) gyártók, az Amdahl, a Magnuson és az ITEL (jelenleg NAS) cég, amelyek az IBM nagy rendszereinek leutánczásából élnek oly módon, hogy jobb ár/teljesítmény viszony mellett kielégítőbb szolgáltatásokat is nyújtanak, mint az IBM. A számítógép nagyhatalom mindössze a nyolcadik helyre került, csaknem holtversenyben a Burroughs-szal és a Honeywell-lel, amelyek az 1979. évi forgalomnövekedési listán ugyancsak a hátulállók között vannak (az első nyolc USA-beli számítógépgyártó cég között).

III/5. táblázat

Az USA-beli számítógép felhasználók
elégedettségi sorrendje 1980-ban
(maximálisan elérhető pontszám: 4,0)

1.	Amdahl	3,6
2.	Magnuson	3,5
3.	DEC	3,3
4.	NAS (Itel)	3,2
5.	CDC	3,1
6.	Sperry Univac	3,1
7.	NCR	3,0
8.	IBM	3,0
9.	Burroughs	3,0
10.	Honeywell	2,9

Forrás: Computerworld, May 19. 1980.

III/2. A SZÁMITÁSTECHNIKA ALKALMAZÁSÁNAK FŐ IRÁNYAI

A számítástechnikában az elkövetkező évek leglényegesebb vonása a felhasználó és a számítástechnikai eszközök (és rendszerek), valamint módszerek viszonyának alakulása lesz. Ez a folyamat a technológiai fejlődés és az alkalmazási területek kiszélesedésének kölcsönhatásaként alakult ki.

Amint az I. fejezetben rámutattunk, a számítógépek teljesítőképessége (műveleti sebessége, tároló kapacitása) az elmúlt években rohamosan nőtt (pl. a műveleti sebesség kezdetben ötévenként százszorosára, később mintegy tízszeresére). A fejlődés során a gép és az ember közötti kommunikáció jelentősen megjavult, ami lényegében a számítógépet használó ember kényelmét eredményezte. Mit jelent ez a "kényelem"? Egyfelől azt, hogy a programozás kevésbé titokzatos, a programozási nyelvek közelebb kerültek - ha nem is a hétköznapi nyelvekhez, de - legalább a matematika és az egyes szaktudományok nyelvéhez. Másrészt, kényelmesebb lett magának a számítógéprendszernek a kezelése, a rendszer üzemvitele, a feladat megoldásához szükséges erőforrások meghatározása és szétosztása, mivel ez már nem a feladatot beadó embert terheli, hanem e munkák zömét a rendszer maga végzi el.

A fejlett iparu országokban a számítástechnikát már nemcsak a tudományban, hanem a gazdaság- és társadalomirányítás csaknem teljes spektrumában alkalmazzák és ez a tendencia mennyiségileg mindenképpen folyamatosnak tekinthető. Ahogy terjed a számítástechnika, szaporodik a gépek száma, mind több ember kerül közvetlen kapcsolatba velük. Ezt a kijelentést annyiban korrigálni kell, hogy

a kapcsolat csak részben vagy még inkább látszólag közvetlen. Ugyanis a számítógépeket közvetlenül kiszolgáló személyzet, a géptervezőkön és a fejlesztőkön (hardware fejlesztők és tervezők, software készítő, rendszerprogramozók) kívül a valódi felhasználók túlnyomó része sohasem kerül közvetlen kapcsolatba a számítógéppel.

Ahogy például az átlagos telefonáló mindössze a saját készülékét tudja kezelni (felveszi a kagylót, ha cseng a készülék, vagy tárcsázza a hívott fél számát), és életében nem jut el egy telefonközpontba, hasonló kezd lenni a helyzet a számítástechnikában is, ahol egyre nő az olyan alkalmazók száma, akik csak a displayvel, írógéppel, nyomtató-berendezéssel, tasztaturával állnak összeköttetésben, és éppoly kevésbé találkoznak a számítógéppel, mint a telefonáló a crossbar berendezéssel.

A tulajdonképpeni (átlagos) felhasználó - gyakorlatilag a felhasználók zöme - tehát a számítógépes szolgáltatások igénybevétele útján kerül kapcsolatba a számítástechnikával. Ez az "átlagos" felhasználó a legkülönbözőbb foglalkozású és képzettségű lehet, akinek számítástechnikai ismeretei az általa használt (legtöbb esetben meglehetősen primitív) kommunikációs nyelven kívül legfeljebb a műszaki ismeretterjesztés szintjéig terjednek. A feladatokat adó és azok megoldását vagy ellátását váró tömeges felhasználók zöme nem matematikus vagy mérnök, mint a számítástechnika elterjedésének kezdeti idejében volt, hanem - rendszerint terminálokon keresztül - orvos, adminisztrátor, szálloda, vagy utazási iroda alkalmazottja, jogász, nyelvész, vagy ha éppen mérnök, akkor sem elsősorban számítástechnikus.

A nagyszámu, különféle képzettségü és szakmai orientált-ságu, strukturájában rendkívül inhomogén felhasználók igényei alakítják már ma is, és az elkövetkező egy-más-fél évtizedben még inkább, a számítástechnika fejlődését. A felhasználói igények alapvetően a következő - egymás-nak részben ellentmondó - kritériumokból tevődnek össze: gazdaságosság, megbízhatóság, verzatilitás (sokféle fel-adataira való használhatóság), és kényelem. Ezeket a kri-tériumokat részletesen vizsgáltuk a [26]-ban.

A számítástechnika alkalmazásának sokrétűségét és egy adott ország gazdaságában betöltött, növekvő jelen-tőségü szerepét alátámasztandó, ebben a fejezetben né-hány jellegzetes felhasználási típust mutatunk be. Ezek kiválasztása meglehetősen önkényes volt, legfeljebb az-zal indokolható, hogy részint e tanulmány szerzője ezek-vel került közvetlen kapcsolatba, másrészt pedig, hogy jelentősebb hazai eredmények vannak már az adott alkal-mazási területen. Tényleges fontossági sorrendet alig-ha lehetne felállítani a különböző felhasználási tipu-sokban, már csak azért sem, mert ismeretes, hogy milyen rendkívül dinamikus, gyors változások mennek végbe a számítástechnika alkalmazásában, amikhez a világ gazda-ságában lezajló, olykor drámai megrázkódtatásokat oko-zó jelenségek járulnak. Tehát, igen nehéz, sőt, egye-nesen kilátástalan vállalkozás lenne kialakítani egy fontossági listát, megmondani, hogy általában a fej-lett iparu országokban és konkrétan, Magyarországon me-lyik alkalmazási osztályt kell előnyben részesíteni, pontosabban, előbbre sorolni. Ilyenkor - úgy vélem - tisztességesebb szubjektív ítéletre hagyatkozni, mint látszólagos elfogulatlansággal az objektívítás igényé-vel fellépni.

Jelen esetben, e tanulmány keretében azokat az alkalmazási típusokat emeltem ki, és tárgyalom részletebben, amelyeket egyrészt a távlati (és részben már a jelenlegi) gazdasági és társadalmi kihatások szempontjából fontosnak, erőteljesnek vagy erősödőnek tartok, és másrészt, amelyekkel korábbi munkáimban kapcsolatba kerültem.

A számítástechnika alkalmazása a műszaki tervezési munkákban

Az általános műszaki tervezés több fázisból áll:

- a gyártmány, vagy konstrukciós tervezésből,
- a gyártás, vagy technológiai tervezésből,
- a termelésprogramozásból, amely egy termelőegység vagy komplexum gyártását ütemezi.

Ez a szétválasztás eléggé mesterséges, bár vannak törekvések, a felsorolt fázisoknak egyetlen egységben való kezelésére (komplex teamek). Mégis, az esetek többségében jelenleg a konstrukciós tervezés eléggé elkülönült, körülhatárolt terület. A továbbiakban a tanulmány a "műszaki tervezés" elnevezés alatt alapvetően a konstrukciós tervezéssel fog foglalkozni.

A különböző szakterületek műszaki tervezési munkái tartalmilag jelentősen eltérnek egymástól. Van azonban néhány invariáns vonásuk, amelyek bármilyen tervezési munkára jellemzőek. Egy műszaki objektum (villamos gép, hid, épület, jármű, szerszám stb.) tervezési feladatának megoldása a következő, viszonylag jól elkülöníthető szakaszokból állhat:

- a/ az adott technikai paramétereket megvalósító cél felvázolása és a megoldási módszerek meghatározása (műszaki vázlatok készítése, eljárások, formulák kikeresése);
- b/ számítások végzése (ehhez szabványok, segédletek, nomogrammok, táblázatok, korábbi termékekről műszaki adatok stb. felhasználása);
- c/ összeállítási részletrajzok készítése, a tervek dokumentálása.

Ezeknek a tevékenységeknek csak egy része kíván alkotó emberi munkát, elsősorban az (a) fázis. Természetesen, a számítások során (b) is szükség van emberi mérlegelésre és döntésre, amennyiben az egyes számítási ciklusokban az embernek kell az eredményeket értékelnie és a szükséges módosításokat (pl. új paraméterek, konstansok megválasztása) eldöntenie.

Az automatizálás a műszaki tervezésben alapvetően a rutinszerű, gépies - és ezáltal géppel végezhető munkáktól - mentesíti a tervezőt, de korántsem kapcsolja ki a tervezési munkából. Az alkotó munka, a lehetőségek, kompromisszumok mérlegelése és az alternatívák közötti döntés változatlanul az ember-gép együttes humán tagjára hárul. Az automatizált műszaki tervezéstől (rövidítve AMT) a következő előnyök várhatók:

- gyorsabbá válik a tervezés. A tervezési ciklus rövidülését a számítógéppel végzett számítások, a gyors adatvisszakeresés lehetősége, és a közvetlenül a számítógéphez csatlakozó rajzberendezések segítik elő. A tervezési idő lerövidítésének rendkívül nagy szerepe van a termékek gazdaságos piacra bocsátásban, versenyképessé tételében, valamint olyan esetekben, amikor a

gyors tervezéshez jelentős ösztársadalmi érdekek fűződnek (pl. utépités, nagy beruházások);

- megnő a tervezés megbízhatósága. Ez különösen a nagybonyolultságú műszaki objektumok tervezésénél rendkívül fontos szempont. Egyes korszerű műszaki objektumok ma már "kézi" eszközökkel nem is tervezhetők. Ilyen pl. a nagybonyolultságú integrált áramkörök (LSI), a nagy vegyi technológiai berendezések és rendszerek, nagy antennarendszerek, mikrohullámu rendszerek, repülő objektumok stb. tervezése;
- részleges munkaerő-megtakarítás lehetősége. A részleges megtakarítás azt jelenti, hogy elsősorban az alacsonyabb képzettségű munkaerőt lehet csökkenteni, tehát, azok számát, akik a gépies számításokat, alsóbbszintű szerkesztői munkákat végzik.

A műszaki tervezésben a számítógépet már a második generációs gépek megjelenése óta használták, numerikus számítások végzésére. Az automatizált műszaki tervezés ennél többet foglal magában: a teljes, többszakaszos tervezési folyamat gépi segítését, lehetőleg zárt rendszerben, közös adatbázisok felhasználásával.

A fejlett iparu országokban (USA, nyugat-európai országok) különösen néhány iparágban (pl. hajóépítés, autógyártás, elektronika) már a hetvenes évek elejétől használnak eszközöket és módszereket a műszaki tervezési munka automatizálására. A piacon széles spektrumú eszközválasztékot (grafikus display-k, rajzdigitalizálók, rajzgépek, mikrofilmes berendezések stb.) kínálnak, továbbá, igen sok cég hirdeti alkalmazói program-

csomagjait és rendszerkiépítési szaktanácsadói szolgáltatásait. Néhány éve az európai szocialista országokban is megkezdődtek erőfeszítések az AMT-hez szükséges - speciális - hardware és software eszközök és rendszerek kialakítására. A jelenlegi helyzetből extrapolálva várható, hogy a mérnöki tervezési munka jelentős mértékű, minden fejlett iparágban általánosan használt automatizálása hazánkban az 1990-es évekre valósul meg.

A feladatok nagyságától és a felhasználó anyagi lehetőségeitől függően, az automatizált műszaki tervezéshez használt eszközöknek a következő tipikus kiépítési szintjei valósíthatók meg:

- a/ automatizált tervezői munkahelyek (ATM);
- b/ központi gép, automatikus munkahelyekkel;
- c/ komplex tervezői számítógépes szolgáltatások.

a/ Automatizált tervezői munkahelyek (ATM)

Az első szakaszban a viszonylag olcsó, egy-egy tervező vagy kisebb, legfeljebb 4-6 fős tervezőcsoport közvetlen rendelkezésére álló automatizált munkahelyek terjednek el. Az ATM a tervezőmérnökök számára mindennapi munkaeszköz, a logarléc (vagy kalkulátor) és a vázlatfüzet fejlett változata. Alapkiépítésben egy asztali kalkulátor és display - célszerűen egybeépített - együttese. A display egyszerűbb esetben alfanumerikus, fejlettebb - és hasznosabb - változatban olcsó, kisméretű grafikus display. A berendezés vezérlőegysége mikroprocesszoros, félvezető RAM-mal. Ehhez csatlakoztatható kazettás vagy hajlékony lemezes (floppy disk) külső tároló is. Ideális megoldás, ha mindegyik tervező munkaeszköz-

közként saját személyi számító-rajzoló egységgel rendelkezik. A jelenlegi ártrendek alapján ez a helyzet a nyolcvanas évek második felére várható.

Az automatikus tervezői munkahely fejlettebb változata az, ha az asztali készülék egy központi számítógéphez, illetve annak szolgáltatásaihoz is tud csatlakozni. Ennek a megoldásnak egyik első fázisa lehet a távoli feladatbeadás (remote program loading), amikor a tervező nagy méretű programjait, amelyek nem férnek bele a kis személyi számítógépébe, a nagygépen kívánja futtatni, vagy pedig, amikor a központi gép által kezelt adatbankból vagy archiv alrendszerből akar információkat kapni. A központi géppel való kommunikáció ekkor off-line: meghatározott időközönként kap összeköttetést a tervezői munkahely a központi géppel.

Az ATM-ek másik változatában a display-n kívül más perifériás berendezéseket is használhatnak, így például, plottert, kisigényű (kis méretű és olcsó) rajzgépet, esetleg rajzdigitalizáló bemenetet is.

Az automatizált tervezői munkahely használata nagyon egyszerű, kezelése a programozható kalkulátorokéhoz hasonlóan igen gyorsan elsajátítható, tehát semmiféle különleges felkészültséget, tanfolyamvégzést nem igényel a tervezőtől. A viszonylag olcsó áron kívül ez a vonása valószínűsíti a gyors elterjedését.

b/ Központi gép, automatikus munkahelyekkel

Az előzőekben már érintettük ezt a megoldást. A központi gép rendszerint az ATM-ektől térben nem távol (lehetőleg ugyanabban az épületben) helyezkedik el. A köz-

ponti számítógép lehet kisgép (pl. az ESzR R-15 modellje vagy az MSzR második sorozatának valamelyik modellje), amelyhez az előbbiekben ismertetett ATM-ek csatlakoznak. Lehet közép gép (pl. R-35), minigépes szatellit hálózattal, ahol a szatellit gépekhez csatlakoznak a munkahelyek.

A kétféle kiépítés a feladatok nagyságától függ. Az első egyetlen tervezőiroda, míg a nagyobb kiépítés egy nagyvállalat (pl. építőipari tröszt, nagy hajógyár) tervezői szolgáltatásai láthatja el.

A központi számítógép kettős feladatot lát el a tervezésben. Az egyik a számítási (továbbá, grafikai és szövegfeldolgozási) szolgáltatás a nagy erőforrás igényű (tárolókapacitás, feldolgozómu sebesség, sokféle periféria) programok fordításához és futtatásához. Ez a tevékenység már hazánkban is sok helyen hagyományosnak tekinthető. Azonban a számítógépes szolgáltatásokkal való közvetett kapcsolat (batch feladatbenyújtás) és főleg, a szigorú szintaktikai szabályok szerinti programozás miatt a tervezőmérnökök elég tekintélyes része (akik elsősorban a saját szakmájukhoz értenek) idegenkedik a számítógép használatától. Ezért a mérnöki munka nagy mértékű automatizálásának, a számítógépeknek a műszaki tervezésben való általános használatának előfeltétele, hogy a tervező

- a szakterületéhez közelálló, annak fogalmaira épülő, kvázitermészetes nyelven tudjon kommunikálni a számítógéppel;
- ne terhelődjék a számítógép erőforrásai kijelölésének feladatával, vagyis, csak logikai szinten kelljen megadnia, milyen eszközöket kíván felhasználni;

- a géppel közvetlen, párbeszédes üzemmódban tudjon kommunikálni. (Megjegyezve, hogy ez a feltétel nem kűszöböli ki a szükség szerinti köteget feldolgozás lehetőségét, hanem azzal párhuzamosan kell, hogy rendelkezésre álljon.);
- könnyen érthető, színvonalas kiképzést kapjon az automatikus eszközök és módszerek használatának lehetőségeiről és előnyeiről.

A műszaki tervezés számára a központi számítógép másik szolgáltatása az információs bázis. Ebben rendezik, tárolják és mozgatják

- a konstrukciós ismereteket: matematikai modelleket, adatstruktúra leírásokat, számítási, méretezési algoritmusokat;
- a tervezéshez szükséges adatokat: anyag-, alkatrész-, alapkonstrukció stb. leírásokat, szabványokat, normatívákat, korábban tervezett objektumok dokumentációit stb.

Az információs bázis szolgáltatásait a tervező ugyancsak off-line és közvetlen (párbeszéd) módon is használhatja.

c/ Komplex tervezői számítógépes szolgáltatások

A komplex rendszerekben a tervezői munkát alátámasztó mindkét szolgáltatás-típus rendelkezésre áll. Ezekben a rendszerekben a tervező a helyi, személyes ATM-eszközeivel végzi a gyors, munkaközi és részletfeladatok megoldását, míg a központi géphez való hozzáféréssel nagy volumenű számítások elvégzésére, struktu-

rák mozgatására, adatok, ismeretek elérésére, továbbá más tervezővel vagy tervezői kollektívákkal való együttműködésre van módja.

Ilyen szolgáltatások rendszeres alkalmazása a tervezői gyakorlatban a nyolcvanas évek végétől várható hazánkban. Néhány mintarendszer azonban előreláthatólag a nyolcvanas évek közepétől működni fog.

Egy komplex rendszerben a tervezői munka nagy vonásokban a következőképpen történik. Az első vázlatokat és a feladat megvalósításához szükséges számítások első közelítéseit a tervező az asztali munkaeszközén (ATM) végzi. A számítógéptől lekéri ehhez a szükséges adatokat, és létrehozza (logikai szintű utasításokkal) a saját munkafájl-jait. Amennyiben ugyanazon objektumot több tervező tervez, a gépi segítséggel létrehozhatnak egy közös bázist, amelyen a csatlakozó felületeket, paramétereket illeszteni tudják. A tervezés konkrét fázisában a számítógéphez csatolt nagy grafikus display-t és egyéb számítógép perifériákat (pl. sornyomtató, rajzgép) is felhasználja a tervező. Ekkor a számítógép tervezési tanácsadói, numerikus számítási, adatközlő és kiértékelő segítséget ad. Végül, a tervezés végső szakaszában, a dokumentálásban a számítógép végzi a jegyzék kiírásokat, a szövegszerkesztést (és esetleg nyomtatást is), a részlet- és összeállítási rajzok rajzolását és az archiválást. Ez utóbbi, az archiválás igen fontos része a tervezői munkának a későbbi módosítások, ellenőrzések végzése és az új tervezések alátámasztása céljából.

Végül, meg kell említeni az egyéb számítástechnikai hálózatok által nyújtott szolgáltatásokat is. Egy-egy iparág vagy ágazat (pl. építőipar vagy elektronikai ipar) saját hálózatában az adott terület teljes információs

rendszere áll majd rendelkezésre. Nagy, összetett objektumok, nagy beruházások műszaki tervezéséhez, idő-, költség-optimum szerinti kialakításához, a tervezőknek gyártó- és kivitelező vállalatokkal való együttműködésében és a visszajelzések feldolgozásához, nagy tervezői kollektívák összehangolt munkájához használják majd elsősorban a számítógép hálózatokat a tervezésben. A különböző ágazati hálózatok együttműködését is biztosítani kell egy-egy átfogó, nagy méretű projekt tervezésekor és kivitelezésekor. Hazánkban ilyen, a tervezési munkákat alátámasztó hálózatok rendszeresen és megbízhatóan előreláthatólag a kilencvenes években kezdenek működni, várhatóan az ESZR harmadik sorozatának gépeivel, hardware, software és rendszertechnikai eszközeivel. Az együttműködő hálózatok rendszeres működése ettől néhány évvel későbbre várható.

Integrált tervező és gyártó rendszerek

A műszaki tervezés önmagában nem lezárt tevékenység, hanem szorosan kapcsolódik a termeléshez. (A termelés fogalmat széles értelemben véve, tehát, az ut-, hid-, épületépítést is ideértve.) A megmunkáló, összeszerelő és feldolgozó iparágakban a termelési tevékenység ütemezését, végrehajtásának előkészítését (művelettervezés) a technológus végzi. Egyes technológusi munkák automatizálására (elsősorban a gépiparban) vannak már eredmények és működő rendszerek, köztük Magyarországon is. A konstruktóri és a technológusi munka szétválasztása tulajdonképpen kényszerűség, hiszen a termék létrehozása a tervezéstől a tesztelésig egyetlen egysé-

get képez. A hagyományos ("manuális") termeléselőkészítésben ezeket a szakaszokat azért választották szét, mert egy embernek vagy csoportnak tulságosan nagy méretű feladat lenne a teljes munkafolyamat átfogása.

Az integrált automatizált rendszerekben ez a szétválasztás megszűnik. A műszaki tervezői rendszer által kiadott konstrukciós terv, amely elsősorban geometriai, felületi, illesztési, anyagfajtára vonatkozó előírásokat tartalmaz, jelenti a technológiai tervező rendszer egyik bemenetét. A technológiai rendszer tervezi meg a munka kiosztását, ütemezését, az adott konkrét megmunkáló (feldolgozó, összerakó) gépeken történő megmunkálás tervét. A bemérések, hiba-, selejtvizsgálatok eredménye visszacsatolódik a rendszerbe és visszajelzést ad a konstruktőröknek is.

Az integrált tervező és gyártó rendszereknek jelenleg még a világ élvonalában is csak egyes, többé-kevésbé különálló komponensei léteznek. A rendszer kialakításának alapvetően nem a rendelkezésre álló hardware szab gátat, hanem a nagyméretű software és főleg a rendszerterv létrehozása. Ezeknél a nagy, bonyolult, többszörösen hurkolt rendszereknél már jelentős stabilitási és megbízhatósági problémák léphetnek fel, amelyek elméleti megalapozást kívánnak. Ezek miatt a nehézségek miatt az első integrált rendszerek alapvetően soros működésűek lesznek és lényegében független funkcionális alrendszerekből tevődnek össze. Nagymértékben szétosztott intelligencia jellemzi ezeket a rendszereket, ami által a központi irányítás jelentősen tehermentesül a lokálisan megoldható feladatok végrehajtásától.

Integrált tervező és gyártó rendszerek néhány vezető ipari ország (USA, Japán) kiemelt iparágaiban (pl.:

autó-, hajóipar) a 80-as években már rendszeresen fognak működni. A félvezetőiparban az MSI- és LSI- gyártásban az integrálás lényegében már megvalósult. Az európai szocialista országokban, köztük hazánkban ilyen integrált rendszerek folyamatos üzemben várhatólag a 90-es évektől fognak működni, de referencia-rendszerek - a kutatások és fejlesztések alapján becsülve - már a 80-as évek közepére várhatók.

A számítástechnika alkalmazása technológiai folyamatirányításokban

A számítástechnika már néhány éve megjelent az új irányítástechnikai berendezésekben és rendszerekben. Az egyszerűbb, olcsóbb, célra-orientált berendezésekben mintegy 8-10 éve kezdték kiszorítani a mereven huzalozott szabályozó berendezéseket a programozott logikájú irányító berendezések (PLC). A számítástechnikai eszközök nemcsak a szorosán vett, hagyományos szabályozó funkciókat (pl. PI- vagy PID-típusú szabályozások), hanem hibastatisztika-készítő, naplózó, ütemező stb. feladatokat is ellátnak. A nagy, komplex rendszerekben pedig (pl. nagy vegyiüzem vagy erőmű irányítása) a számítógépeket már mintegy 15 éve alkalmazzák.

Elmondhatjuk tehát, hogy a számítástechnika a szabályozástechnika, a folyamatirányítás szerves részévé vált. Ezt a folyamatot az elektronikai technológia, elsősorban a félvezetőgyártás terén elért rendkívül gyors haladás segítette elő (ld. I/1 fejezet). Különösen vonzó ezekben a szabályozó-berendezésekben, hogy a különböző felhasználók nagyon rövid idő alatt alkalmazhatják saját speciális eszközeikhez, mert áramkörtervezés he-

lyett gyakorlatilag csak programozni kell. Ezek a tényezők indokolják, hogy a mikroprocesszorokat vagy a belőlük kiépített mikrogépeket gyakorlatilag minden ujonnan fejlesztett irányítástechnikai berendezésben megtalálhatjuk. Ez ma már nem egyszerűen divat kérdése, hanem azt mutatja, hogy enélkül aligha lehet az - egyébként legtöbb esetben hagyományos felszereltségű - folyamatszabályozási eszközöket eladni. A számítástechnikai rész ára nem emeli meg jelentősen az egész berendezés árát, szolgáltatásai viszont lényegesen nagyobbak, mint egy hagyományos vezérlésű berendezésé. Ez az oka annak, hogy még az olyan területeken is megjelent a beépített intelligencia, ahol korábban ennek nem volt hagyománya (pl. a mérlegtechnikában).

A szabályozott szakaszok (tehát az irányított folyamatok) köre is kibővült. A hagyományosnak tekinthető folytonos folyamatok mellett igen nagy hangsúlyt kaptak a szakaszos gyártási folyamatok.

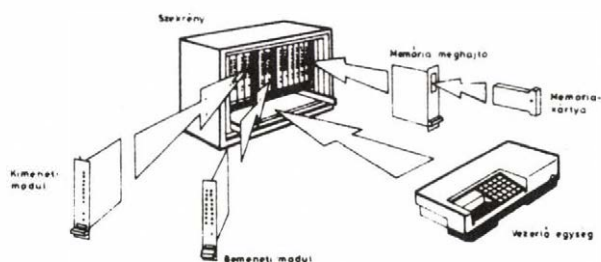
A folyamatok méretétől és igényeitől függően különböző kiépítések szükségesek, amelyek az "egyszerű" PLC-ktől az ún. "szabadon programozható" (tehát valamilyen leegyszerűsített programnyelven vagy folyamat-diagramos módszerrel programozható) PLC-ken keresztül, egészen a terminálokkal egy központi géphez kapcsolódó, zártláncu folyamatirányításig teljes spektrumot fognak át. Ezek közös jellemzője - különösen nagy rendszereknél - a moduláris elemkészletből való rugalmas kiépíthetőség. Azáltal, hogy az alapberendezésekben, a helyi egységekben is van feldolgozó rész ("intelligencia"), nem kell minden részfeladattal a központi egységet terhelni. Ezért viszonylag kis gép (mini vagy óriás-mini) is elegendő a központi vezérlő gép feladatainak ellátására.

Programozható logikáju vezérlőberendezések (PLC)

A PLC-kben a különböző logikai, aritmetikai funkciók, az irányítási függvények és a rendszerkezelő rutinok részben vagy egészben eleve be vannak építve és ezeket - a kalkulátorokhoz hasonlóan - tasztaturán lehet aktivizálni és belőlük a kívánt programsorozatot előállítani. A PLC-khez különféle I/O-kezelőegységek és kijelzők (általában display-k) tartoznak, általában kazettás vagy hajlékony lemezes (floppy disk) programtárolóik vannak, továbbá esetleg csatlakozási lehetőségeik is lehetnek egy hierarchikusan felettük álló rendszerhez. Áruk - a kiépítéstől függően - néhány ezer, esetleg tizezer dollár.

Példaként az alábbiakban három, a piacon kapható PLC-típust mutatunk be.

- Az ITT cég Director elnevezésű PLC-je az egyszerűbb kiépítések közé tartozik. Igen szellemesen, egyetlen, asztalra helyezhető szekrényben foglal helyet az egész rendszer. Alfa-numerikus display-je nincsen, csak LED-es numerikus kijelzője. Az előre behuzalozott funkciókat, rutinokat és a külső programok tárolóit 14 modul tartalmazza. A felépítés a III/2. ábrán látható: a szekrényben helyezkedik el a 14 modul, a billentyűzetes vezérlő egység és a tápegység is. Egy program maximálisan 1000 utasítást tartalmazhat. A különböző - pl. előre elkészített programok - dugaszolható (plugin) kártyákon cserélhetők. Egyenként 256 be- és kimeneti csatorna csatlakoztatható a berendezéshez. Egy kimeneti modul 8 darab csatornát, míg egy bemeneti modul 16 darab csatornát tartalmaz. A berendezés ára alapkiépítésben 4500 dollár (1978. évi adat).



III/2. ábra

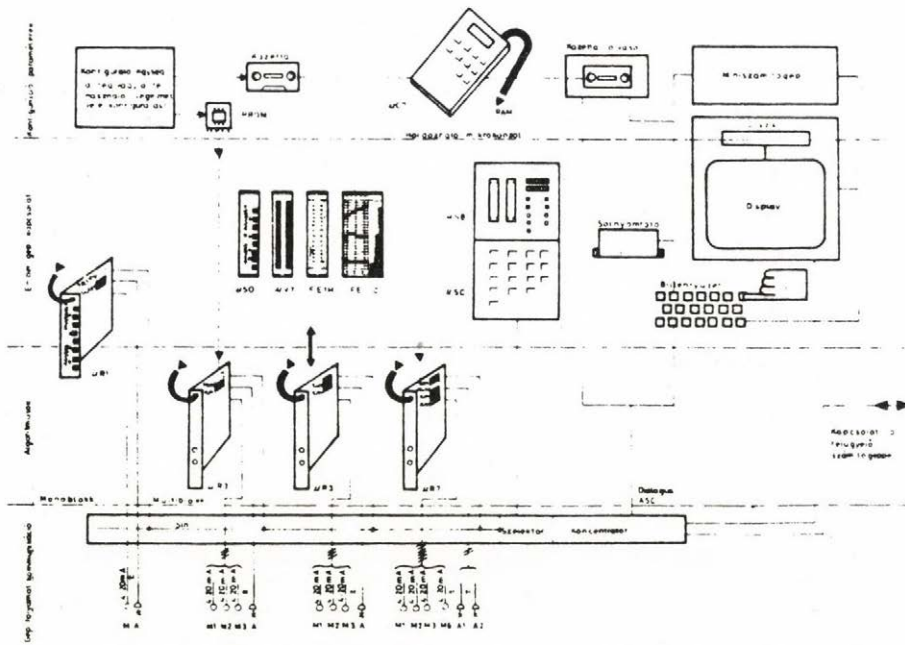
Az ITT Director felépítési vázlatja

- Az Allen-Bradley cég programozható logikájú vezérlése mágnesmagos tárolóval működik, amelynek kapacitása 4 Kszó (egy szó 16 bit). Hordozható, billentyűzettel és kis display-vel ellátott készüléken lehet programozni, programmódosításokat végrehajtani, és egyúttal ez a berendezés szolgál a rendszer ellenőrzésére is. Összesen 1024 be- és/vagy kimenetet tud ellátni. A B/K kezelést nyolc lapra helyezték el, minden lapon 8 B/K-csoport van, egyenként 16 csatlakozási hellyel.

A PLC kétféle üzemmódban alkalmazható: a centralizált rendszerű üzemben a B/K-lapok a processzor közvetlen közelében helyezkednek el (gyakorlatilag ez azt jelenti, hogy az első lap max. 4,5 m-re lehet a processzortól és a kábel teljes hossza - 8 egymásután kapcsolt lap esetén - max. 24 m lehet). Ekkor a processzor és a B/K-lapok között párhuzamos az adatátvitel. Ezt a megoldást olyan esetekben alkalmazzák, amikor a teljes rendszert egyetlen szekrényben tudják elhelyezni és ez közvetlenül a vezérlendő objektum mellett áll. A decentralizált rendszerű üzemben a B/K-lapok az érzékelők és a beavatkozók közvetlen közelében helyezkednek el és egyenként max. 1,5- km-re lehetnek a processzortól, amelyhez egy B/K-csatlakozó lapon keresztül, négyerű árnyékolt kábellel, csillagalakban kapcsolódnak. Ez esetben a B/K-egységek és a processzor közötti adatátvitel soros. A B/K-lapokon LED kijelzők vannak a mindenkori állapot és az esetleges hibák kijelzésére. Egyetlen lap meghibásodásakor a teljes rendszer nem áll le, csak a hibás laphoz kapcsolódó program, illetve folyamat.

- A francia Controle Bailey cég μZ rendszere lényegében hasonló az előzőhöz. Elsősorban folytonos folyamatok szabályozására és ellenőrzésére alkalmas. Amint a rendszersémán (III/3. ábra) látható, közvetlenül miniszámítógéphez csatlakoztatható. Érdekessége, hogy minden kimenethez külön mikroprocesszort használ. A rendszer moduláris kiépítésű. A négy szint közül a legalsón folyamathoz való csatlakozások vannak; a következő szint a vezérlő algoritmusoké. Ezek közül egy (a $\mu R1$ el-

nevezésű) fix PID-algoritmus, a többi a felhasználó programozhatja. Az ember-gép kapcsolat szintjén analóg és digitális kijelzések, valamint be/kiviteli eszközök (display, sornyomtató, billentyűzet) vannak. Végül a legfelső szint a konkrét alkalmazásoknak megfelelő konfigurációk kialakítására szolgál. Szellemes megoldása a rendszernek a hordozható mikrokonzol. Ez nagyobb zsebszámítógép méretű eszköz, amelynek segítségével programmódosításokat, átkonfiguráló parancsokat, ellenőrző jelek behívását lehet közölni a rendszerrel.



III/3. ábra

A Controle Bailey cég μZ rendszerének blokk-sémája

Decentralizálás a nagy folyamatok irányításában

A nagyméretű, térben kiterjedt, sok alegységből és részfolyamatból összetett szabályozott objektumoknál - amint arra már az előzőekben is rámutattunk - nagy szerepet kap a helyi előfeldolgozás (vagy egyes önálló részfeladatok esetén a helyi feldolgozás), tehát a szabályozási lánc komponenseibe beépített intelligencia. Ezt a lehetőséget az olcsó - és várhatóan még olcsóbbodó - mikroprocesszorok hozták gyakorlati közelségbe. Ilymódon egyrészt a központi rendszer mentesül egy sereg adattól és feladattól (az utasítás fogadásától és kiadásától), ami az adatátvitel költségeit és gondjait ismerve (pl. zaj- vagy fizikai védelem) jelentős olcsóbbodást hozhat a rendszerárakban; másrészt a többé-kevésbé önálló egységekből a változó feladatoknak megfelelően rugalmasan építhetők ki a rendszerek. A korábbi monolitikus nagy rendszereket a szétosztott intelligenciájú, modulárisan kialakítható rendszerek váltják föl.

Ezt a tendenciát az alábbi három példarendszeren kívánjuk bemutatni.

- A Digital Equipment Corp. (DEC) 1977 áprilisában jelentette be a DPM (Distributed Plant Management) elnevezésű rendszerét. Az ilyen rendszerek iránti igényre jellemző, hogy már az év végéig több, mint tíz megrendelést kaptak rá.

A DPM abban tér el a korábbi rendszerkonceptióktól, hogy a technológiai folyamatirányítást és az üzemi termelési adatfeldolgozást és irányítást együttesen, integrált rendszerben végzi.

A rendszer-konfiguráció két fő részből áll: a számítógépből és a DECdataway elnevezésű, egységes sinrendszerhez csatlakoztatható alrendszerekből és adat be/kiviteli egységekből. A DPM rendszert a cég jelenleg két kiépítésben kínálja:

- a DPM60 konfiguráció alapja egy PDP-11/34 számítógép, központi tárolója 192 KByte-os MOS memória, amely 256 KByte-ig bővithető. Ez utóbbi bővítést a rendszerbe integrált Memory-Management teszi lehetővé oly módon, hogy a normális 16-bites címzést 18 bitre terjeszti ki. A rendszerhez diszkek csatlakoztathatók (7-14 MByte), sinrendszere két soros DECdataway-ből áll;
- A DPM80 konfiguráció PDP-11/70-et használ központi gépként, 256 KByte-os központi tárral, max. 176 MByte kapacitású diszkekkel és négy DECdataway sincsatlakozással.

Mindkét kiépítést az RSX11 operációs rendszer működteti, amely Cobol és Fortran IV nyelvek fordítását és valós-idejű üzem alkalmazását teszi lehetővé.

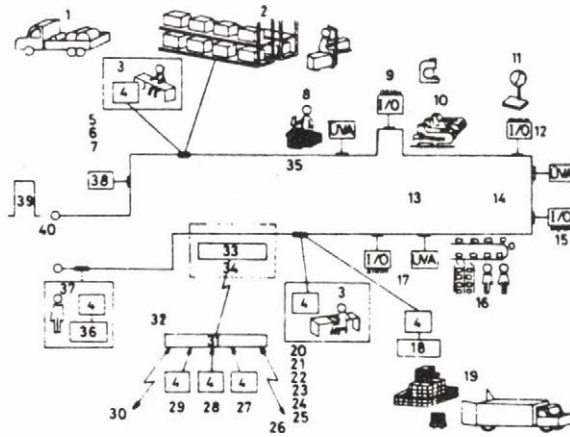
Az adatgyűjtésre három terminál-típus szolgál, amelyek a sineken keresztül kapcsolódnak a rendszerhez. A terminálokba beépített mikroprocesszorok segítségével előfeldolgozások, adatredukciók, helyi ellenőrzések és jelzések végeztethetők.

- Az RT801 jelenlétellenőrző terminál a hagyományos bélyezőórát helyettesíti és az automatizált bérkiszámítást szolgálja. Ennek digitális óra és bizonylatolvasó a lényeges részei.

- Az RT803 munkahelyi állomás anyagellátásra, leltár-felügyeletre, specifikus munkahelyi adatok beadására szolgál. Ennek a terminálnak már lényegesen több funkciója és komponense van, mint az előzőnek: bizonylatolvasó, 22-oszlopos lyukkártya-olvasó, 32-karakteres alfanumerikus kijelző, nyomógombok és jelzőlámpák vannak rajta.
- Végül az RT805 az előző kibővített változata. Ez a termináltípus egy egész gyártó szakaszt tud ellenőrizni

A terminálok és alrendszereket a DECdataway soros sinrendszer kapcsolja össze a számítógéppel, árnyékolt kábel segítségével. A terminálok és a központi gép közötti távolság elérheti a 4,5 km-t is. Egy rendszerben maximálisan négy sin lehet, és egy sinhez max. 63 I/O berendezés csatlakoztatható.

Végül röviden egy alkalmazási példa, szakaszos folyamat irányítására (III/4. ábra). A rendszer középpontjában a számítógép áll. A gyártási folyamat egyes szakaszaiban adatgyűjtő és ellenőrző egységek csatlakoznak a rendszerhez, az egységes sinrendszeren keresztül. A különböző szintű termináloktól, valamint a folyamatban elhelyezett érzékelő- és mérőkészülékektől termelési adatok áramlanak a központi géphez; ezeket részben a dolgozók adják be, részben közvetlenül mért értéként kerülnek a rendszerbe. Ha például beérkezik egy teherautó anyaggal, a kocsikisérő a terminálon beadja a szállitmány azonosítóit, súlyát, mennyiségét, a szállító cég és a szállítást



III/4. ábra

Gyártásirányító- és ellenőrző rendszer a DEC
DPM-mel (ÜVA = Üzem Viteli Adatok)

- | | |
|---------------------------|---|
| 1 - Árubeérkezés | 14 - Folyamatellenőrzés,
mérőműszeres felügyelet |
| 2 - Raktár | 15 - Folyamatcsatoló |
| 3 - Üzemiroda | 16 - Futószalag-vezérlés |
| 4 - Display | 17 - Minőségellenőrzés |
| 5 - Munkautalványozás | 18 - Somyomtató |
| 6 - Nyilvántartás | 19 - Kiszállítás |
| 7 - Készletgazdálkodás | 20 - Munkaerő-felhasználás |
| 8 - Anyag/szerszám kiadás | 21 - Termelési helyzet |
| 9 - Folyamatcsatoló | 22 - Munkasorrend |
| 10 - Géppark | 23 - Teszteredmények |
| 11 - Mérőállás | 24 - Minőségi adatok |
| 12 - Folyamatcsatoló | 25 - Gépleterhelés |
| 13 - Termelési tartomány | |

26 - Központi kereskedésvezetés	33 - Számítógép
27 - Áruvásárlás	34 - Gyári vezérlő terem
28 - Eladástervezés	35 - Adatsin
29 - Bérszámfejtés	36 - Kiiró berendezés
30 - Más termelőhelyek	37 - Termelésvezető
31 - Számítóközpont	38 - Munkaidő/személyzeti terminál
32 - Főlérendelt számítógép/ adatbank	39 - Ajtó
	40 - Biztonsági ellenőrzés

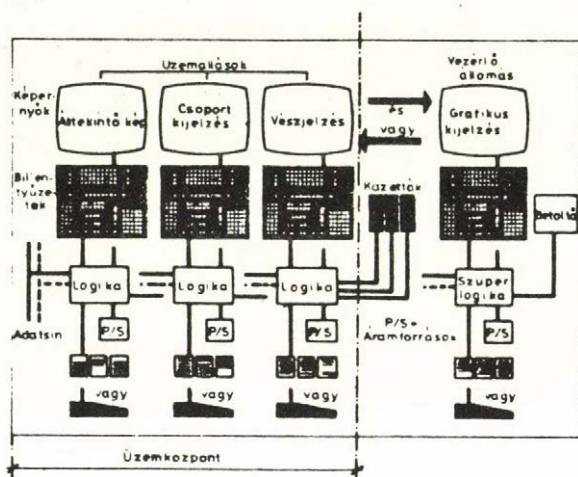
végző dolgozók azonosítóit és még más adatokat a rendszerbe. A raktáros a mindenkori be- és kivételezett árut ugyancsak terminálon keresztül közli a rendszerrel. A termelésről, a termékek mennyiségi és minőségi adatairól terminálokön és mérőérzékelőkön keresztül érkeznek a rendszerbe információk. Az RT803 jelű terminálba például a terminál felügyelete alatt álló gépet (vagy gépeket) kiszolgáló munkás beadja a személyi munkakártyáját és a terminál kezelőgombjain bebillentyüzi a munka típusát, az elvégzett feladatokat (a munka megkezdésének és befejezésének idejét a terminál regisztrálja). Ilymódon feldolgozható a munkás teljesítménye is és egyúttal a termelésirányítás kap adatokat. Szükség esetén a dolgozó a terminálon keresztül információkat és utasításokat is kérhet és kaphat a központi irányítástól.

- A Honeywell cég TDC (Total Distributed Control) elnevezésű rendszere az előzőhöz hasonló felfogásban, a problémamentes, rugalmas rendszerbővítés, az egyszerű, megbízható kezelés és megfigyelés lehetőségeit kínálja a felhasználóknak. A TDC

2000 architektúrája decentralizált szabályozókból, megfigyelő, ellenőrző és kezelő központból, valamint a szétszótottan elhelyezkedő egységek és a központ közötti adatátvitelből alakul ki. A felhasználó kívánsága, megoldandó feladatainak nagysága és bonyolultsága szerint ebből az architektúrából különböző szintű automatikus irányításokat válogathat össze: egyszerű, önálló szabályozóköroket, termelő alegységek és szakaszok irányítását, vagy teljes (nagy)-üzemek optimális irányítását. A rendszerkiépítési koncepció szerint a TDC 2000 három funkcionális alrendszerből tevődik össze:

- üzemviteli központból,
- a vezérlő központból és
- az irányító központból.

Az üzemviteli központ az hagyományos mérőműszeres kapcsolótáblát és az írógépes protokollkészítő munkahelyet pótolja. Maximálisan 1000 mérőhely csatlakoztatható hozzá, amelyektől analóg és digitális jelek érkezhettek. A mérőhelyeket egytől nyolcig terjedő számban csoportokba lehet összefogni, összesen legfeljebb 150 csoportba. Az üzemviteli központ három üzemállomásból áll, ezek műszerteknikailag egyformák, azonban közülük az egyik a vészjelző állomás szerepét is betölti. Az operátor három színes display-n követheti a folyamatokat (III/5. ábra).



III/5. ábra

Az üzemviteli és a vezérlő központ
architektúrája a TDC 2000-ben

Ezeket áttekintő állapotadatokat, a mérőhelycsoportokra vonatkozó adatokat, részletadatokat, trendeket, vészhelyzet-kijelzéseket, valamint a rendszerkonfigurációra vonatkozó információkat kaphat. A színes display-ken megjelenő számok, szövegek és görbék nagymértékben megkönnyítik az operátor munkáját, mert viszonylag kis területen, emberközelben kapja az információkat. Ezeket kívül hagyományos mutatós és regisztráló műszereken is leolvashatók az üzemi értékek és változásaik.

A TDC 2000 vezérlőközpontja foglalja magában azokat a funkciókat és információkat, amelyek a gyártóegységek működésének elemzéséhez és/vagy koordinálásához szükségesek. Amellett számítás-

kat, logikai döntéseket is tud végezni. Grafikus display-n jelenítik meg a folyamat dinamikus hatásvázlatait; ez a lehetőség integráns része a vezérlőközpontnak. A vezérlő funkciók logikai függvények, továbbá különféle algoritmusok (összesen 50 féle) lehetnek. A rendszer vezérlő állomásonként 40 mennyiségi pillanatértékét tudja 4 napig tárolni. Ha csak 1 napig kell ezeket az értékeket tárolni, a mennyiségek száma 160 lehet. A tárolás főleg üzemzavarok esetén ad hasznos támogatást a felhasználónak, mert így áttekinthető a mért mennyiségek időbeli lefolyását. A folyamatba történő mindenféle beavatkozást (pl. alapérték-állítást) a rendszer tárolja és kívánságra az utolsó 1250 beavatkozást kinyomtatja. A TDC 2000 központi számítógép nélkül is el tud látni egy sor felügyeleti és vezérlési funkciót az irányított folyamatban. Amennyiben a felhasználó optimális irányítást vagy termelésirányítást is akar, az alaprendszert kiegészítheti folyamatirányító számítógéppel. Minthogy a feladatok nagy részét a helyi szabályozók elvégzik, általában elegendő egy miniszámítógép is. Az irányító központ az optimalizáló, termelésirányító, centralizált beavatkozást igénylő feladatokat látja el, standard számítástechnikai hardware- és alapsoftware-eszközökkel, felhasználva az üzemviteli központ és a vezérlő központ által adott adatokat és szolgáltatásokat.

- A Ferranti PMS700 folyamatirányító rendszerének magja a cég ARGUS 700 számítógépein alapszik. Maga a rendszer hierarchikusan egymásra épülő hardware és alkalmazási software építőelemekből ala-

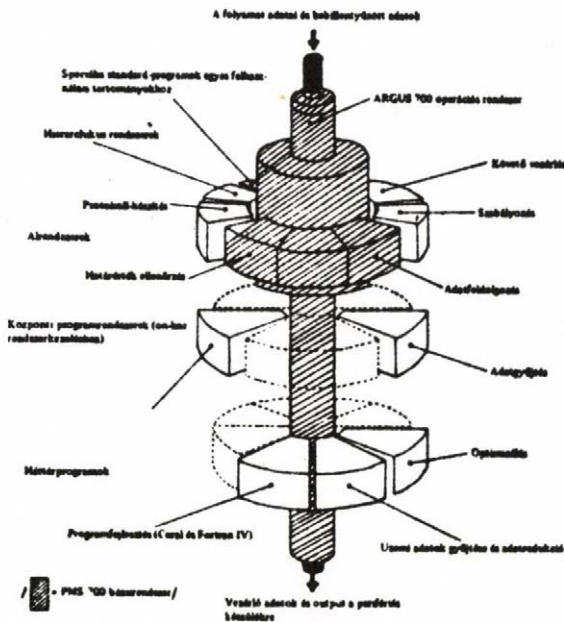
kitható ki, tetszőleges kombinációkban. A programozása egyszerű, hasonló a PLC-kéhez, jelfolyamdiagrammal készíthető, dialógus üzemben is és közvetett módon (adathordozóról) is. Emellett háttérben futtathatók Fortranban vagy Coralban írt programok is.

A kiépítés moduláris: az egyes funkcionális alrendszerek működhetnek önállóan is és hierarchikus rendszer alá rendelve is. A következő funkcionális alrendszerek lehetnek a PMS 700-ban:

- adatgyűjtést, adatfeldolgozást és határértékfigyelést végző,
- protokollkészítő, valamint a kezelő személyzet és a számítási rendszer közötti kommunikációt végző,
- követő vezérlési,
- szabályozási

alrendszerek. Ezek az alrendszerek tetszőlegesen kombinálhatók, az adott termelési folyamatra nézve specifikus kapcsolatok hozhatók létre köztük és kölcsönösen hívni tudják egymást. A felsorolásban első alrendszer, amely adatgyűjtést, adatfeldolgozást és határérték-megfigyelést végez, különleges helyet foglal el a többi között, mivel gyakorlatilag minden alkalmazásban előfordul. A Ferranti cégnek hagyományosan jó hírneve van az olaj-, a vegyiparban, az energiatermelésben és ellátásban, a könnyű- és az élelmiszeriparban. PMS 700 rendszerét is elsősorban ezeken a területeken kínálja, felügyeleti, vezérlési/szabályozási, optimalizálási, terheléselosztási stb. feladatokra.

A PMS 700 strukturáját a III/6. ábrán tekinthetjük át, amelyen jól látható a moduláris kiépítés és a hierarchikus szintek rendszere. Az Executor, Inspector, Constructor szolgálati (utility) programok nevei. Az Executor segítségével ütemezni lehet az alkalmazási programokat, az Inspector az operátort segíti (adatmódosítások, kijelzések stb.), míg a Constructor a konfiguráció változások végrehajtására szolgál.



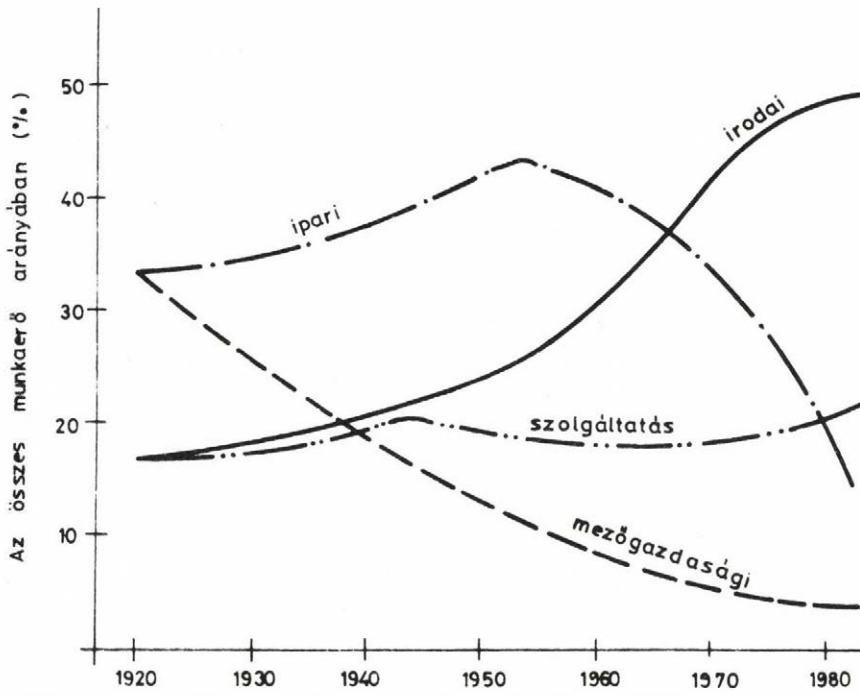
III/6. ábra

Funkcionális alrendszerek a PMS 700-ban

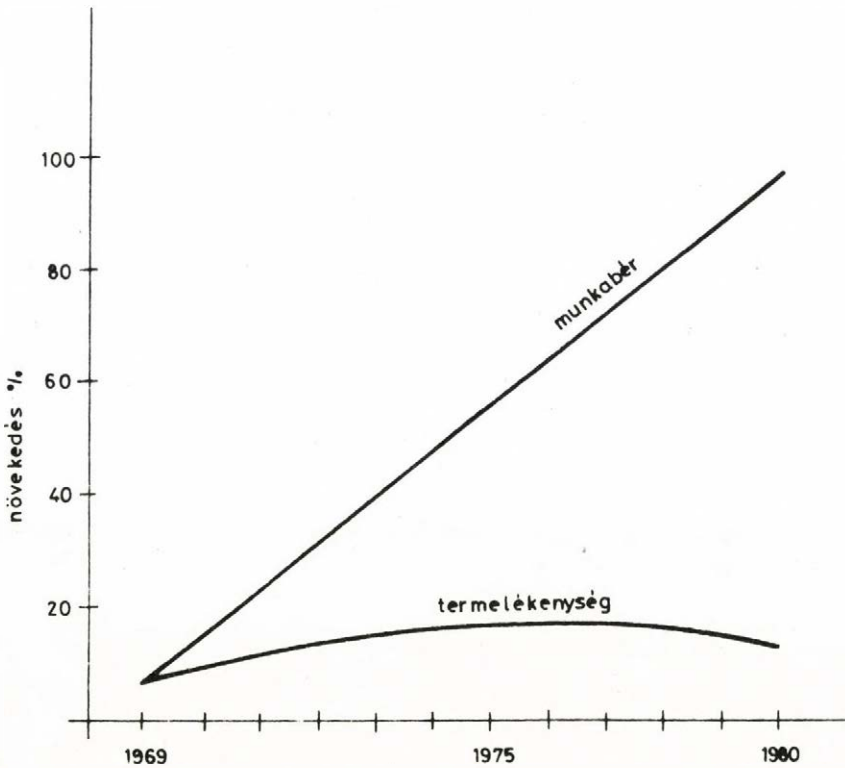
A számítástechnika alkalmazása az irodai-ügyviteli munkában

Egy amerikai szerző, R.E.Likert találóan mutat rá, hogy az irodák a 19. századi szervezési módszerek utolsó végvárai napjainkban, amely századokkal ezelőtt kialakult munkaköri módszerekkel (merev munkaköri hierarchia, mindent írásba foglaló kommunikáció, szigorúan elhatárolt munkakörök) és manuális eszközökkel dolgozik. Jellemző, hogy a fejlett iparu tőkés országokban egy irodai dolgozóra 2000 \$ értékű berendezés jut, míg a gyári dolgozókra ennek 15-20-szorosa [82]. Egy amerikai konzultációs cég, a Booz Allen kimutatja, hogy 1979-ben az USA-ban a vállalatok mintegy 800 millió dollárt költöttek ügyvitelre. Az 1920 óta eltelt hatvan évben az iparban dolgozók aránya közel felére, a mezőgazdasági dolgozóké tizedére csökkent, miközben az irodai munkaerő 20 %-ról 50 %-ra nőtt (az összes aktív munkaerő arányában). 1969 és 1979 között az irodai munkabérek közel megkétszereződtek, miközben az irodai munka termelékenysége csökkent (III/7 a. és b. ábra) [81]. Hozzá kell tenni, hogy az irodai munka termelékenységére vonatkozó adatok csak igen elnagyoltan közelítőnek tekinthetők, mert nincsenek elfogadható mértékek az irodai-ügyviteli munka termelékenységének mérésére. Mindazonáltal, közelítő becslésnek elfogadható a közölt adat.

Kézenfekvő tehát az az elgondolás, hogy az olcsóbbodó és sokrétűen használható elektronikai eszközöket, a számítástechnikai berendezéseket és módszereket valamilyen módon az irodai munkáknál is hasznosítsák. Mivel ezek a munkák nagyobb részükben szövegek előállí-



a/



b/

Forrás: The Economist, Dec.27.1980

III/7. ábra

A munkaerő-struktúra, az irodai munkabérek és az adminisztratív munka termelékenységének változása az USA-ban

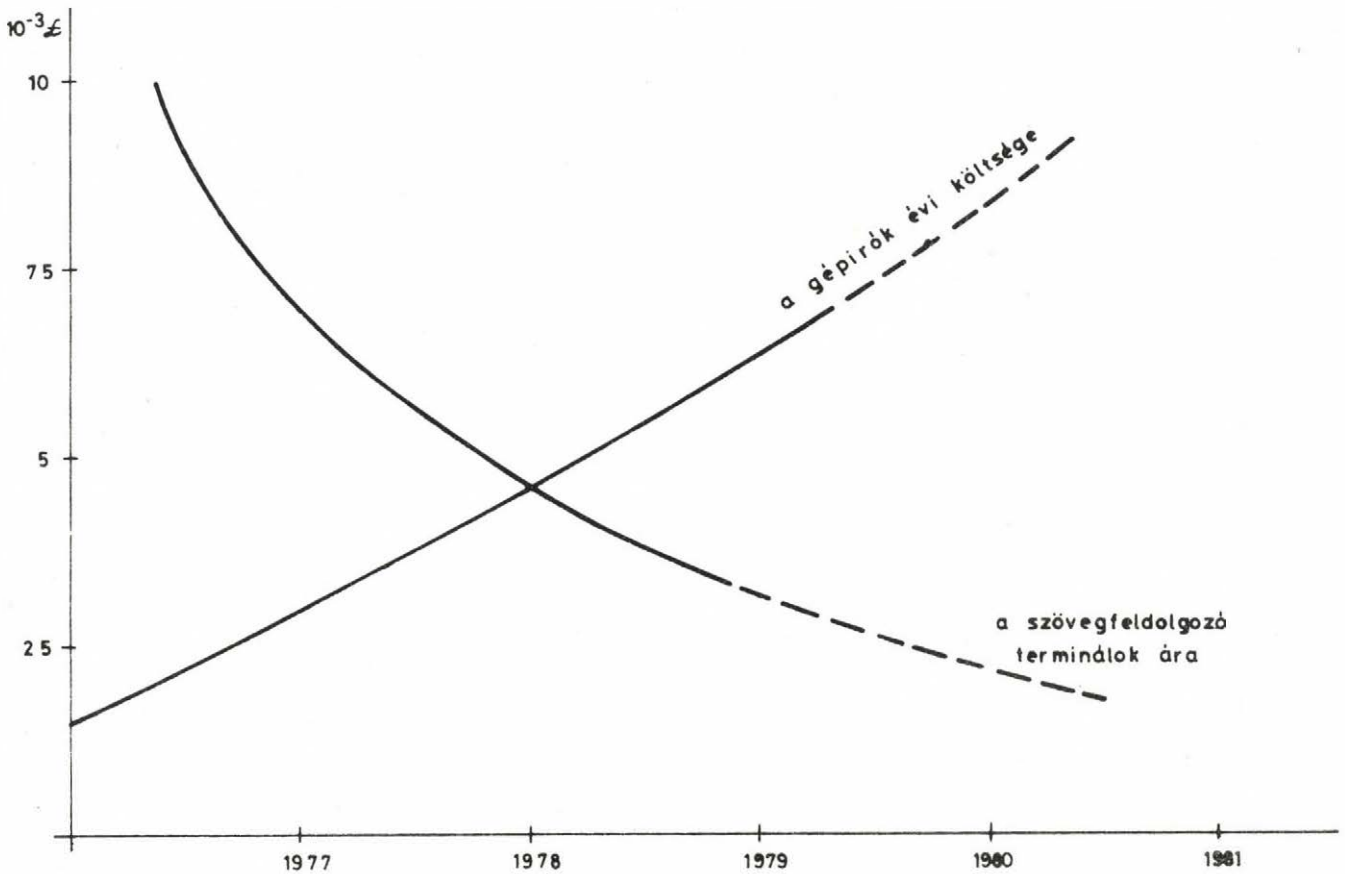
tásával, szerkesztésével, előkeresésével és tárolásával kapcsolatosak, szövegkezelés vagy szövegfeldolgozás néven szokták összefoglalóan említeni. A "szövegfeldolgozás" (word processing) kifejezést elég régen, 1964-ben az IBM vezette be. A szövegfeldolgozó rendszerek első időben nem az irodai munkában, hanem a nyomdatechnikában kerültek alkalmazásra. A nagy lökést a tömeges méretű elterjedéshez itt is a mikroelektronika hozta, mert:

- a berendezések használhatósági szférája megnőtt (intelligens írógépek, kis, helyi elektronikus kartotékozók, intelligens másolók stb.),
- a berendezések ára erősen csökken, míg az alkalmazottak bére az inflációval közel arányosan növekszik (nem szólva az utóbbiak által követelt szociális ráfordításokról),
- az egyedi, helyi készülékek, állomások összefüggő rendszerekbe integrálhatók.

A III/8. ábra a szövegfeldolgozó terminálok árának és a gépirókra fordított éves költségeknek az alakulását mutatja, Angliában, 1977-től, 1981-ig előrevetítve. Látható, hogy az olló elég meredeken nyilik szét.

Az irodai munkákban használt eszközök már ma is elég széles választékban állnak rendelkezésre. Típus szerint a következők lehetnek:

- elektronikus írógépek, különböző mértékű szöveg-szerkesztési-, transzformálási- és tárolási lehetőségekkel. A vezérlő egységek mikroproceszorosak, tároló RAM, floppy diszk vagy kazetta. Stand-alone vagy csatlakoztatható kivitelek. A fejlettebbekhez display is járul, ezen látja szerkesztéskor vagy lehíváskor a kezelő a szöveget,



III/8. ábra

Szövegfeldolgozás vagy gépirók

Forrás: Office Technology: The trade union response.
APEX report, London, 1979.

- nyomtatók, egyebek között, elektronikus írógép-
hez csatlakoztatva, hard-copy kimenetként,
- elektronikus "kartotékozó" rendszerek, hivatali
levelezések, dokumentációk rendezésére, osztá-
lyozására, visszakeresésére (mágneses, mikrofil-
mes),
- diktafonok, telefonválaszoló berendezés,
- elektronikus posta,
- numerikus feladatokat ellátó eszközök (számlázás,
számítások stb.). Ezek közönséges asztali számi-
tógépek lehetnek,

Berendezés típus	U S A						J a p á n					Ny. - E u r ó p a				
	1977	1978	N ₁	1979	N ₂	1982*	1977	1978	N ₁	1979	N ₂	1977	1978	N ₁	1979	N ₂
Irodai berend.	5109	5730	12	6387	11	8292	732,5	830	13	1010	22	2254	2611	16	2978	14
Szövegfeldolg.	800	1000	25	1200	20	1830	N i n c s a d a t					144	186	29	243	30
Adatfeld.rendsz.	8035	9842,5	22	12303	25	19620	3809	4225	11	4718	12	5622	6344	13	7258	19

III/6. táblázat

Az elektronikus irodai berendezések és az adatfeldolgozó rendszerek
forgalma, 1977-1979 (1982)

Forrás: Electronics, 4. Jan. 1979.

A forgalmi értékek 10^6 \$-ban

N₁: 1978/1977 (%),

N₂: 1979/1978 (%),

* Előjelzés

- a fentiekből, különböző kombinációkban kiépíthető munkahelyek.

Az automatizált irodai berendezések iránti kereslet igen erősen növekszik, azonban még elmarad az egész számítógépiac forgalomnövekedésétől. A III/6. táblázatban összehasonlítás látható az irodai berendezések, ezen belül a szövegfeldolgozó eszközök és az általános adatfeldolgozó rendszerek (minden fajta számítógép mérettel) forgalmáról, abszolút értékben és növekményben, 1977 és 1979 között (az USA-ra 1982-re szóló becsléssel). Az irodaautomatizálás még erősen pályája kezdetén van. Ez, egyebek közt, onnan is látható, hogy nem egységes a terminológia, mit értenek iroda-automatizálási berendezés alatt az USA-ban, Japánban és Nyugat-Európában.

Irodai berendezések az Electronics osztályozása szerint:

- USA: szövegfeldolgozás eszközei,
nem-kommersz kalkulátorok,
diktáló berendezések,
másolók,
irodai kéziratkészítők (facsimile),
irodai szedőberendezések,
számlázás, könyvelés berendezései,
nyomtatás, sokszorosítás;
- Japán és Nyugat-Európa:
szövegfeldolgozás eszközei,
számlázás és könyvelés gépei
irodai és tudományos kalkulátorok,
másoló berendezések,
diktáló berendezések.

Ezekből egyedi munkahelyi állomások alakíthatók ki, amelyek, az igények szerint, összekapcsolhatók összefüggő rendszerbe (pl. egy bank, biztosító, kereskedelmi hálózat irodai-ügyviteli rendszere). Az irodai munka automatizálását nemcsak kifejezetten adminisztratív tevékenységnél lehet hasznosítani, hanem például a műszaki tervezésben (műszaki dokumentáció előállítás, szerkesztése, tervjavaslatok összeállítása, ajánlati tervek kidolgozása), vagy vállalati termelésirányítással integrálva.

Az integrált iroda-automatizálási rendszerek elterjedése, sőt, létjogosultsága is erősen kérdéses a nyolcvanas években, még a fejlett ipari országokban is. Ez részben, de kisebb részben árkérdés, bár a jelenlegi nagy gazdasági visszaesés valószínűleg néhány évig még kihathat az új beszerzésekre. Bár az iroda-automatizálási eszközök ára is jelentősen csökkent a hetvenes években, mégis, egy automatizált munkahely ára, a kiépítéstől függően, 4000-10000 \$-ba kerül. Csak a nyomtatóberendezések ára tipusosan mintegy 6000 dollár. Az integrált rendszerekre jellemző példa az IBM Distributed Office Communication System-je, amely a cég legújabb (43xx, 30xx) gépeihez csatlakoztatható. A 12 display-állomásból és 5 nyomtatóberendezésből álló konfiguráció havi bérlete 1980-ban 5000 dollár volt (az ár számítógép nélkül értendő).

Az árnál lényegesebb probléma azonban a befogadó-készség. Az automatizálás szervezési előkészületek nélkül csak ráfizetéses lehet. Maga az "irodai munka" gyűjtőfogalom, amely sokféle, egymástól esetenként erősen különböző tevékenységfajtát takar. Beleértendő a gépi-rók és alacsony szintű adminisztrátorok munkája éppúgy,

mint a menedzsereknek főleg tárgyalásokon, információ-hozzáféréseken és szöveggeneráláson alapuló munkája. Ezeknek csak kis része algoritmizálható, tehát kevésbé gépesíthető. Az adatrendezés-, tárolás-, visszakeresés gépesítésének lényegi előfeltétele a tiszta, áttekinthető és jól-formulázott szervezési struktúra.

Végül, komoly visszahúzó tényező, az előbbivel összefüggően, az alkalmas software hiánya, nem megfelelő megbízhatósága.

Egybevetve tehát az erőteljes hardware fejlődést és kínálatot (a fejlett iparu országokban) és a visszahúzó, főleg szervezési és software problémákat, az valószínűsíthető, hogy az irodai automatizálás a nyolcvanas évek első részében főleg egyedi gépesített munkahelyekként fog erőteljesen terjedni. Integrált (pl. termelésirányítással, vagy nagy információs rendszerekkel összekapcsolt) rendszerek szélesebb körben való elterjedése csak az évtized végére várható.

Nagy információrendszerek

A számítástechnikának egyik legtávolabbra kiható alkalmazása a gazdasági és társadalmi élet szervezését, irányítását, belső és külső védelmét alátámasztó információk rendszerezése, tárolása feldolgozása és (gyors) hozzáférési lehetőségének biztosítása. Viszonylag korán felismerték a felhasználók az adatrendszerek hasznosításának előnyét, azonban a gépek működési sebessége, a kiépíthető tárkapacitások gazdasági korlátai, a hozzáférési idő nagysága erősen korlátozta a megvalósítás határait. Egyes országokban emellett a társadalmi

közvélemény negatív hozzáállása lassította a nagy adatrendszerek kiépítését (pl. Skandináv országok, Kanada).

A hetvenes évekre a műszaki korlátok nagyjából megszűntek vagy legalábbis erősen kitolódtak, mert megnőtt a konvencionális számítógépek teljesítőképessége (a műveleti sebességek elérték a néhány száz KOPS-ot, megabyte-os címzési lehetőségek, sok felhasználót szimultán kiszolgálni tudó virtuális rendszerek), másfelől, a tárolók fajlagos ára csökkent, hozzáférési idejük és megbízhatóságuk nőtt [I/1 és II/2 fejezet].

Az információrendszerek alapjául szolgáló nagy adattárak kifejlesztését - legalábbis koncepcionális szinten - a hetvenes évek elején Magyarországon is megkezdték. A III/7. táblázat a hazai felhasznált számítógépidők százalékos megoszlását mutatja. Ebből látható, hogy a nyilvántartásokra fordított CPU-idők hét év alatt mintegy 2,5-ször, míg az általános értelemben vett információfeldolgozási feladatokra (készletgazdálkodás, statisztika, ügyvitel, nyilvántartások) fordított gépidőfelhasználás közel 12 %-kal nagyobb arányu lett az egyéb felhasználások között.

Magyarországon is megkezdődött a nagy állami- és szakigazgatási, és egyéb, országos vagy regionális, többfunkciós alapnyilvántartások, nagy adattárak kialakítása. Az alábbiakban vázlatosan bemutatjuk ezek készenléti szintjét a VI. ötéves terv indulásakor.

A funkcionális állami szerveknél (PM, OT, KSH, MTA, MüM, OMFB) megkezdődött az alapnyilvántartások géprevitele. Ezekben a rendszerekben kormányzati szintű információkat rendeznek és tárolnak.

III/7. táblázat

A számítógép-idők megoszlása alkalmazások szerint Magyarországon

	1970	1977
Tudományos számítások	8,6	8,3
Gazd.tervezés, op.kutatás	4,3	3,4
Műszaki konstrukciós számítások	10,7	3,6
Termelésirányítás	3,0	7,2
Készletgazdálkodás	5,0	13,2
Statisztika	14,4	6,7
Ügyvitel	22,4	26,5
Nyilvántartás	1,9	4,8
Folyamatirányítás	...	3,3
Oktatás	1,0	3,3
Egyéb (pl. sw-készítés)	<u>28,7</u>	<u>19,4</u>
	100 %	100 %

Forrás: Számítástechnikai Statisztikai Évkönyv, 1978.

Az Országos Tervhivatal már használja a korábban kidolgozott modellrendszert a hosszutávu tervezéshez, a hozzátartozó adatbázissal együtt.

A Központi Statisztikai Hivatal folyamatosan használ számítástechnikát az egyszeri és rendszeres adatgyűjtések feldolgozására, ezekből statisztikai adatbázisok kialakítására. A statisztikai információrendszer - amelynek fejlesztése folyamatban van - decentralizált, hierarchikus, többcsatornás rendszer (megyei és központi, különböző funkciójú állami és közigazgatási szervekkel kapcsolódva).

A Pénzügyminisztérium mintegy 10 évvel ezelőtt kialakított koncepció alapján fejleszti pénzügyi adatbankját és az V. ötéves tervben megkezdte a területi hálózat kiépítését. A pénzügyi információs rendszer integráns részét képezik az OTP, az Állami Biztosító és a bankok rendszerei.

Az MTA országos műszer- és országos izotópforgalom nyilvántartást hozott létre és megkezdte a publikációs nyilvántartás kialakítását.

Az OMFH felügyelete alatt hozták létre az Országos Szakmai Információs Rendszert (OSzIR) és ehhez kapcsolódva a Kutatás-fejlesztés Információs és Irányítási rendszerét.

Koncepcionális kidolgozás stádiumában vannak a tárlalmányi és a szabványügyi információs rendszerek.

A nagy műszaki adatbankok helyzetét és a szükséges intézkedéseket a [83] foglalja össze. Elmondható, hogy mindegyik, termelőágazat, továbbá, a közlekedés, a hírközlés, területén dolgoznak ki nagy számítógépes nyilvántartásokat.

A nagy műszaki adattárak közül az alábbiakban felsoroljuk azokat, amelyekben már vannak konkrét, bevezetési működtetési eredmények:

- földmérési adatbank. 1972-ben kezdtek foglalkozni a kialakítással. Az adatbank célja a nagyméretarányú földmérési alaptérképek leképezése számítógépes tárolórendszerben, egy jól definiált adatstrukturában;
- országos teleknyilvántartás. Kizárólag alfanumerikus rendszer, (grafikus információkat nem tartalmaz);
- agrokémiai információs rendszer,
- talajmechanikai és geodéziai vizsgálatok számítógépes rendszere,
- nyersanyag információs rendszer (az ásványvagyon kutatás, termelés- és felhasználás adatait tartalmazza). Szorosan kapcsolódik a geológiai információs rendszerekhez;
- a főváros városvezetési adatbankja, amelynek keretében készül a közterületazonosítási rendszer, háztömb mélységű felbontásban. 1979-ig elkészült a rendszerterv, jelenleg a géprevitelt kezdték meg;
- Velence-tavi komplex információs rendszer;
- az OVH információs alrendszerei:
 - felszíni víz minőségi adatok tára,
 - a vízkészlet-gazdálkodás létesítményeinek adattára,
 - vízellátási közművek műszaki adatainak tára,
 - hidrometeorológiai jellemzők számítógépes feldolgozásának tára;

- uthálózatok nyilvántartási rendszerei,
- postai kábel nyilvántartás. Ez elsősorban a karbantartási, hibaelhárítási feladatokra vonatkozó információkat tartalmazza, a kábelek térbeli elhelyezkedését azonban nem;
- villamos hálózatok nyilvántartási rendszere. 1972-ben kezdődött az MVM és az áramszolgáltató vállalatok integrált információs rendszerének kidolgozása. 1977-ben elkészült a rendszerterv;
- olaj- és gázvezetékek nyilvántartási rendszere. A rendszerterv egyenlőre javaslati szintig jutott el. Csak a hálózat statisztikai adatait tartja nyilván, térbeli azonosítási információkat nem terveznek beépíteni;
- hidak nyilvántartási rendszere;
- a MÁV kezelésében levő ingatlanok nyilvántartási rendszere (magasépítési objektumok, műtárgyak, hálózatok adatai). A rendszer gépi feldolgozása folyamatban van, teljes feltöltése 1983-85-re várható.

A nem-termelő szakágak információrendszerei között ki kell emelni, hogy a külkereskedelem terén folyamatosan fejlesztik az áruforgalmi statisztikai adatgyűjtési és feldolgozási rendszert.

Az V. ötéves tervben kezdték meg (többnyire koncepcionális szinten) több nagy állami alapnyilvántartás létrehozását:

- állami népességnyilvántartás,
- munkaügyi alapnyilvántartás,
- tömegkommunikációs nyilvántartás (politikai adatbank),

- jogszabályok nyilvántartása,
- járműnyilvántartás.

A belső és külső védelem (HM, BM) ugyancsak épít ki adatrendszereket, ezekről azonban információ nem áll rendelkezésre.

Az impozáns felsorolás a hazai számítógépes alapnyilvántartásokról kétségtelenül jelentős anyagi és szellemi ráfordításokat és mintegy kétévtizedes számítástechnikai tudás és tapasztalat alapján felhalmozódott eredményeket tükröz. Ezekkel szemben azonban elkerülhetetlenül szembe kell nézni egy sor olyan tényezővel, amelyek azt mutatják, hogy az információrendszerek tényleges és hatékony működése és jelentős társadalmi kihatásai Magyarországon még csak kezdeti fázisában vannak, így:

- a III/8. táblázatból látható, hogy Magyarországon 1980-ban 5 nagyteljesítményű és 30 közepes-nagy számítógép üzemel. Ezek egy része meglehetősen régi (ld. a III/9. táblázatot), és az újabb beszerzésű gépek nagy része sem tudja azokat a szolgáltatásokat adni, amelyek a nagy információrendszerekhez szükségesek (pl. nincs távadatfeldolgozási lehetőség);
- az egyes ágazati, funkcionális és átfogó információs rendszerek többnyire nem csatlakoztathatók egymáshoz, mert nem kompatibilisek a hardware, software és a szervezés terén. Különösen vonatkozik ez az ágazati, a műszaki adatrendszerekre. Az inkompatibilitás kegyevésbé súlyos - vagy inkább, gazdasági és hatékonysági áldozatok révén áthidalható - a hardware tekintetében,

annál is inkább, mert várható, hogy az egységesítés a számítástechnikai eszközök beszerzésében tovább folytatódik és az elkövetkező években belépnek ESzR nagygépek is (ld. az I/8. táblázatot). A legsúlyosabb a helyzet az adatrendszerek megszervezésében és az egységes kódrendszer kialakításában. Egységesíteni kell az azonosítók (pl. térképi jelek) rendszerét, a rekordszerkezetet (rekordazonosítók, hosszak stb.) és a kódszámrendszert. Sajnos, a helyzet az, hogy minden hatóság, ágazat ragaszkodik a saját rendszeréhez és mivel már többnyire működő rendszerekről van szó, elég kilátástalannak tűnik (gazdaságilag is és emberi vonatkozásokban is) az átállás;

- a fentieknél kevésbé lényeges probléma, hogy esetenként túlságosan sok az adat, amelyek jelentős részét alig vagy csak ritkán használják. Ez inkább gyerekbetegség jellegű tünet, ami a felhalmozódó tapasztalatokkal várhatóan lecseng,
- végül, nem rendezett még az adatbiztonság és védelem kérdése, az állampolgárok és csoportok jogainak törvényesítése ezen a téren.

Egyéb alkalmazások

Az "egyéb" korántsem jelenti azt, hogy az előzőekben részletesen bemutatott és értékelt alkalmazási típusokhoz képest ezek kevésbé fontosak, hanem - ahogy e fejezet bevezetésekor már elmondottam - azokról tudtam mélyebb betekintést adni. A gazdaság fejlődésére és a társadalom mozgására gyakorolt lényeges hatások alapján

III/8. táblázat

A magyarországi számítógépállomány
1977- és 1980-ban

Teljesítmény kategória	d a r a b		ΣBruttó eszköz- érték (10 ⁹ Ft)		Értéka- rány 1977-ben (%)
	1977	1980*	1977	1980*	
Nagyteljesítményű	2	5			} 19,8
Közepes-nagy	17	30			
Közepes	150	180	13,4	18,1	48,0
Kis-közepes	30	30			} 32,2
Kisteljesítményű	322	470			
Összesen:	521	715			100
Minigép	150	580			
Terminál	276	500			

* Becsült adat

Forrás: - Számítástechnikai Statisztikai Évkönyv, 1978.

- K/26 műszaki-gazdasági koncepció, OMFB, 1979.

III/9. táblázat

A számítógép állomány várható kor szerinti megoszlása 1980. végén, Magyarországon

	Számítógép állomány ^{1/} 1980. dec.31.	e b b ő l		
		1-4 éve	5-7 éve	7 évnél régebben
		beszerzett gépek száma		
1. Vállalatok	347	160	115	72
2. Állami irányítás	69	34	23	12
3. Oktatás	81	26	22	33
4. Tudományos kutatás	96	38	38	20
5. Számítástechnikai szolgáltató szervezetek	122	47	36	39
Összesen	715	305	234	176

1/ minigépek nélkül

Forrás: K/26. sz. műszaki-gazdasági koncepció, 1979.

viszont semmiképpen sem lehet említés nélkül hagyni (legalább, felsorolásszerűen megemlítve) a számítástechnika további nagy alkalmazási területeit:

- szimulációs feladatok. A műszaki tervezési munkában jelentős része lehet a számítógépes szimulációs modellezésének. Hasonlóképpen, a közép- és hosszútávú gazdasági tervezésben elterjedten használnak szimulációt. Meg kell említeni az igen nagy rendszerek modelljei között a különféle világ- és regionális modelleket, amelyek érvényességének és megbízhatóságának ugyan alapvető elvi korlátai vannak [8], de a világ közvéleményére rendkívül nagy hatást gyakoroltak.
- vállalati termelésirányítás. A III/7. táblázatból is látható, hogy 1970 és 1977 között Magyarországon csaknem 2,5-szeresére nőtt a termelésirányításra fordított számítógépidő. Ez az a terület, ahol valós megtérüléseket és gazdasági előnyöket lehet kimutatni a számítógépek alkalmazásával, különösen, ha a készletgazdálkodást is idesoroljuk (ez is 2,5-szeres növekményt mutat a III/7. táblázat szerint). Magyarország még igen elmaradott a számítógép-alkalmazásokban a fejlett iparu országokhoz képest [44], ennek ellenére, a vállalati termelésirányításban már az V. ötéves tervben jelentős eredmények jöttek létre (pl. Volán Tröszt, Tejipari Vállalat, MÁV, Győri Vagon és Gépgyár, DÉLÉP házgyári termelésirányítása, TAURUS Gumiipari Vállalat stb.).

- a számítástechnika alkalmazása megmunkáló ipari folyamatokban. NC gépek, számítógéppel vezérelt NC-rendszerek (DNC), ipari robotok. Jelentőségük a termékek minőségének, megbízhatóságának, egyenletes kivitelének biztosítása, a kis sorozatok és egyedi gyártmányok gazdaságosságának növelése, rugalmas termék (vagy termékváltozat) átállások lehetősége rövidebb idő alatt, mint a hagyományos eszközökkel.
- a számítástechnika alkalmazása a mindennapi életben: az oktatásban, a háztartásban, a szabadidőben (szórakozásban). Ez jelenleg az egyik leggyorsabban felfutó iparág, amelynek nagymértékű bővülését az olcsó (az igényes ipari alkalmazásokból már kieső, másod-, harmadosztályu) mikroelektronikai eszközök adják.

Összefoglalóan, azt mondhatjuk, hogy várhatóan a nyolcvanas években a számítástechnika alkalmazásában a következő trendek fognak dominálni:

- erőteljesen megnövekszik a nem-numerikus (grafikus, szöveges) tevékenységek aránya. A hardware eszközök terén szélesedik a grafikus és WP (word-processing) berendezések választéka, a softwareben erős kereslet van (és lesz is) az ezeket kiszolgáló alkalmazói csomagok iránt;
- az ember-gép kapcsolatban a tömeges felhasználással, a számítógéphez nem értő, a számítástechnikát szolgáltatásszerűen használó alkalmazók igényeinek kielégítését szolgálják az egyszerű ke-

zelő rendszerek (az adott terület szakterminológiájára támaszkodó kezelői nyelvekkel), a nagyobbbrészt dialógus üzemi kommunikáció és a távoli információhozzáférés;

- az alkalmazások nagyobb része két pólus körül csomósodik: (1) az egyik pólus a személyhez kapcsolódó, viszonylag olcsó munkahelyi berendezések, állomások, valamint a mindennapi életben használt kézi (a kényelmet, az élet minőségét javító) eszközök tömeges elterjedése; (2) a másik pólus a nagy, kiterjedt adatrendszerek növekvő mértékben történő kiépítése, amelyek nagy számítógépeket és géprendszerket, kommunikációs eszközöket, jól-definiált adatszervezést és hatékony software-rendszereket igényelnek.

IV. A SZÁMITÁSTECHNIKA TÁRSADALMI HATÁSAI

(Makro- és mikroeffektusok)

"Mint gép, a munkaeszköz azonnal konkurensévé lesz magának a munkásnak. (...) Mihelyt a szerszám kezelése a gépre száll át, a munkaerő használati értékével együtt megszűnik csereértéke. A munkás eladhatatlanná lesz, mint a használaton kívüli papírpénz. (...) A pauperizált munkásoknak, mondják, szolgáljon vigaszul részben az, hogy szenvedéseik csak "mulandók", részben pedig az, hogy a gépi berendezés csak fokozatosan kerít hatalmába egy egész termelési mezőt, miáltal megsemmisítő hatásának terjedelme és intenzitása megtörik. Az egyik vigasz agyonüti a másikat. Ahol a gép fokozatosan ragad meg egy termelési mezőt, ott krónikus nyomot idéz elő a vele konkuráló munkásrétegben. Ahol az átmenet gyors, ott tömegesen és akutan hat".

(Karl Marx: A tőke. I. kötet,

Magyar Helikon, Bp. 1967, 473-474 old.)

IV. A SZÁMITÁSTECHNIKA TÁRSADALMI HATÁSAI (Makro- és mikroeffektusok)

A tömeges alkalmazások, vagyis a számítástechnika mély behatolása a mindennapi élet gyakorlatilag tetszőleges szférájába és az, hogy különböző képzettségű, felkészültségű és elhivatottságu emberek mindennapjaik során közvetlen vagy közvetett kapcsolatba kerülnek a számítástechnikával, egy sor - jelenleg hatásaiban még igen nehezen felmérhető - társadalmi és egyéni problémát hoznak előtérbe.

A számítástechnika társadalmi hatásait ma már egyre több országban vizsgálják. Egyelőre még inkább az egyes tényezők vagy hatáscsoportok feltárásáig sikerült eljutni és a javasolt megoldási alternatívák inkább technikai, mint társadalmi jellegűek. Magyarországon ezek a problémák időben eltolva - a gazdasági és műszaki adottságok miatt késleltve - jelentkeznek. Ha azonban felidézzük, hogy pld. a környezetszennyezéssel, vagy a személyautók nagytömegű elterjedésével kapcsolatos gondok a nálunk fejlettebb gazdaságu országokban előttünk 10 vagy 15 évvel korábban megjelentek (amit mi meglehetősen félvállról vettünk és azt hittük-hirdettük, hogy ezek a problémák minket elkerülnek), akkor joggal számíthatunk arra, hogy hasonló helyzet állhat elő a számítástechnikában is. Kétségtelen, hogy hazánk eltérő társadalmi szerkezete más társadalmi válaszokat gerjeszt hasonló műszaki jelenségek indukáló hatására, ezért mechanikusan, lényegi megfontolások nélkül nem vehetők át azok a tapasztalatok, amelyeket

a számítástechnika tekintetében nálunk évtizeddel vagy annál többel előbbre tartó országok felmutatnak.

Ebben a fejezetben a számítástechnikának a társadalom szerkezetére és mozgásaira, tagjainak életére, boldogulására, művelődésére, kapcsolataira legmélyebben kiható vonásait tárgyaljuk.

Jellemző vonások

A számítástechnika (az informatika) hosszutávú hatásaival foglalkozó hozzászólások, tanulmányok, elemzések a fejlett kapitalista országokban szinte kivétel nélkül sötét árnyalatúak - de legalábbis borúsak. Nem számítom persze ide a nyilvánvalóan kereskedelmi célú vagy kincstárian optimista "eladói" publikációkat, amelyek a technológiai eredmények eufóriájától vezetve az "egyre kisebb és egyre gyorsabb és exponenciálisan növekvő (csökkenő) és kiváltja és felváltja és tulszárnyalja" lelkendezésével lihegnek. A szocialista országokban megjelenő publikációk viszont - másik szélsőségeként - általában csak a kedvező vonásokat sorolják föl, erősen technicista közelítésmóddal, és kevésbé vagy alig veszik számításba a jelentős társadalomformáló hatásokat.

A technika minden jelentős eszköze alapjában véve az emberi test funkcióinak kiterjesztését, felerősítését és/vagy kiváltását eredményezte, és ezáltal történelmileg hosszabb vagy rövidebb idő alatt lényegesen módosította a termelésben részt vevő emberek és csoportok szerepét a termelési folyamatban, ami viszont szerkezeti és funkcionális változásokat hozott

a társadalmakban. Az élő szervezetek és csoportosulások létének két alapvető forrása az energia és az információ. A korábbi korok technikai újdonságai az energia-termeléssel, átalakítással és felhasználással kapcsolatosak, amelyek alapján véve az ember fizikai tevékenységét könnyítették meg, vagy váltották ki. Az információs befogadás, feldolgozás, továbbítás, tárolás területén az első forradalminak tekinthető technikai újítás mintegy 5000 évvel ezelőtt az írásbeliség kialakulása volt. A tömeges információátadás lehetőségét megteremtő könyvnyomtatást, amely körülbelül 500 éve ismert a világ nyitottan kommunikáló részén (Kinában mintegy 2000 éve ismerték) ugyancsak mélyreható - egyesek szerint forradalmi - hatásnak tekinthetjük az emberi társadalmak fejlődésében (a kereskedelem elősegítésével meggyorsult a polgárosodás, kulturális, világnézeti hatások). A múlt században felismert villamosság, illetve a század végén a villamosság ipari elterjedése alapozta meg az információ harmadik forradalmi átalakulását, amely a 20. század végére a tömeges elektronikus információ-befogadás-, tárolás, közlés-, átalakítás (feldolgozás) lehetőségeiben csucsosodik ki.

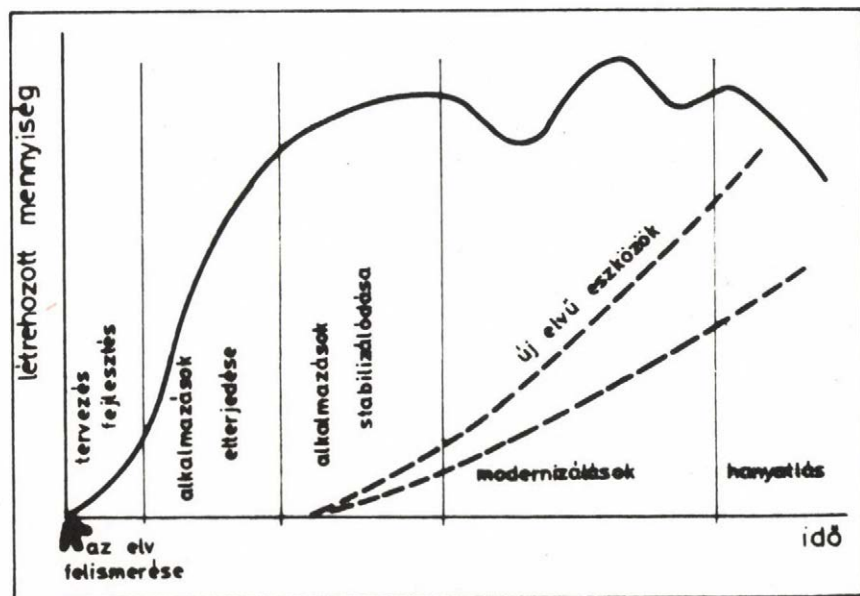
Az emberek és emberi csoportosulások (társadalmak) információfeldolgozó tevékenységének (a létezés egyik alapvető forrásának az energiafeldolgozás mellett) külső eszközökkel való felerősítése és "gépesítése" - ez a számítástechnika lényegi jelentősége.

Ezek után nézzük meg a számítástechnika (pontosabban, az informatika, tehát a híradástechnika és számítástechnika együttesének) legfontosabb jellemzőit, amelyek meghatározóak az egyének és a társadalmak szempontjából.

Amint említettük, alapvető jellemzője, hogy eszközei és felhasználásai az embernek nem a fizikai, hanem a szellemi (megismerési, tárolási, feldolgozási), tehát a gondolkodással összefüggő tevékenységét terjesztik ki, erősítik föl - és, ami a megrendülést vagy éppen a lelkesedést okozza - több-kevesebb mértékben ki is váltják azt.

További megkülönböztető jellemző az időtényező. A világ csodálatos egységét bizonyítja, hogy az élettelen jelenségeknek éppugy van életciklusuk, mint a haldóknak, legfeljebb azok kiterjedése és megnyilvánulása különböző. Egy technikai eszköz életpályája durván a következő, egymást esetenként átfedő szakaszból állhat: az elv felismerése; a megvalósítás terveze; az első működő realizációk; "ipari", nagy mennyiségű előállítás és alkalmazások; az előállítás és felhasználás stabilizálódása; eközben egyes hiányosságok felismerése és módosító javítások (modernizálások) elvégzése; majd a teljes hanyatlás, amit a közben felismert új működési elvek és belőlük realizált eszközök keltenek (IV/1. ábra). (Jól illeszkedő példa erre a folyamatra az elektroncsövek pályafutása, ahol a "modernizálást" a miniatűr csövek és a több elektródás csövek jelentették és a hanyatlást a félvezető eszközök ipari előállítása okozta.) A mikroelektronika különlegessége az életciklus erőteljes csökkenése. Korábban a megújulások több generációt iveltek át, ma egyetlen nemzedék munkaképes életében mennek végbe.

Végül meghatározó és lényeges vonás az alkalmazási lehetőségek felsorolhatatlan sokfélesége, amelyeknek néhány jellegzetes típusát a III/2. fejezetben tárgyaltuk részletesebben.



IV/1. ábra

Életciklus-görbe

Szegények és gazdagok

A számítástechnika a legfejlettebb iparu országokból (USA, Nagy-Britania) indult el, majd ezekhez csatlakozott később néhány más, erősen iparosított ország, mint például az NSzK, Franciaország, Japán. A közepesen fejlett országok - köztük hazánk is - nemcsak, hogy később kapcsolódtak be a számítástechnikai eszközök gyártásába és a számítógépek alkalmazásába, hanem ezek termelésének és felhasználásának növekedési üteme kisebb mint a fejlett iparu országokban. A számítástechnikában különösen élesen jelentkezik a szakadék a gaz-

dag, a félgazdag, a szegény és a nagyon szegény nemzetek között, mivel éppen a számítástechnika (az elektronika) gyártása és alkalmazása a legfejlettebb technológiákat és sok, nagyon jól képzett szakembert igényel. Önmagában még a pénz sem elegendő; a számítástechnika elterjesztéséhez elsősorban a befogadói kulturát kell növelni. A számítástechnikai eszközök a velük kapcsolatos módszerek jelentőségét és jövőbeli növekvő szerepét a gazdaságban, a társadalom egészében mutatja, hogy az UNESCO (együttműködve a Nemzetközi Informatikai Irodával) 1978 őszén kormány szintű nemzetközi konferenciát szervezett az informatika területén szükséges stratégiákról és eljárásokról (SPIN - Strategies and Policies for Informatics). Ez a konferencia, amely elsőként foglalkozott világméretben és nemzetközi összefüggésekben az informatikával, és amelyen 76 ország 260 képviselője és több nemzetközi szervezet megfigyelője vett részt, különösen élesen mutatott rá az egyre gyorsulva növekvő szakadékokra a gyengén és az erősen fejlett országok között, amit a számítástechnika még tovább mélyít. A konferencián a fejlődő országok rendkívül élénken tárgyalták azokat a tényezőket, amelyek hátráltatják országaikban az informatika célszerű felhasználását, illetve az abból nyerhető előnyök megszerzését. A konferencia rámutatott, hogy míg a tudományos, technikai gazdasági és kulturális információnak egyre növekszik a szerepe a nemzetek fejlődésében, ugyanakkor a világ népességének egytizede rendelkezik számítógépes adatbankjaiban a világ műszaki, kulturális, tudományos és gazdasági információjának 95 %-val. Ebből nyilvánvalóan következik, hogy ez a helyzet tovább szélesíti a fejlődő és a fejlett országok közötti elmaradást [28].

Ország (társaság)	1960		1970		1973		1978		1983 ³		1988 ³	
	darab ¹	érték ²	darab ¹	érték ²	darab ¹	érték ²	darab ¹	érték ²	darab ¹	érték ²	darab ¹	érték ²
USA	5,5	8,8	65	92,6	110	124,2	200	193,6	400	302,4	700	403,2
Ny.-Európa	1,5	2,6	21	40,5	55	62,3	110	124,8	225	224,0	450	320,0
Japán	0,4	0,5	6	7,5	19	16,8	45	33,6	70	49,6	140	76,0
Többi ország	1,6	0,8	18	9,6	46	22,4	95	72,0	205	128,0	460	195,2
Egész világ	9,0	12,7	110	150,2	230	225,7	450	424,0	900	704,0	1750	994,4

1/ 10^3 darab

2/ 10^9 dollár

3/ előjelzés

Forrás: Diebold Europe, 1979.

A számítógépek számának, a számítógépek és számítástechnikai berendezések értékének földrajzi eloszlása 1960 és 1978 között, valamint előrejelzés 1988-ig

A IV/1. táblázat az alkalmazásban lévő számítógépek eloszlását mutatja a világban. Jól látható, hogy 1978-ban a kereken 450000 működő számítógépnek csaknem 80 %-a az USA-ban, Nyugat-Európában és Japánban üzemelt és - az előrejelzések szerint - ez az arány csak igen lassan módosul (1983-ban 77 %, 1988-ban 74 %). Ha az értékállományt tekintjük, amibe belefoglaltatik valamennyi, a számítógépekkel kapcsolódó hardware eszköz (háttér táruk, I/O-k, csatolók, átviteli vonalak stb.), akkor még súlyosabb az arányeltolódás (1978:83 %, 1983:82 %, 1988:80 %), azaz, a helyzet lényegében változatlan marad.

Az egyik legnagyobb gond a jólképzett, felkészült szakemberek hiánya; vagyis olyan közép és felsőfoku képzettségű embereké, akik üzemeltetni és alkalmazni tudják a költséges számítástechnikai berendezéseket.

Visszatérő panasz a fejlődő országok részéről, hogy a nagy számítógépes monopóliumok becsapják őket, vagy legalábbis nem azt adják a pénzükért, amit a leghasznosabban kívánnak felhasználni. Ezért a nemzetek közötti együttműködésnek egyik lényeges vonása kell, hogy legyen az elkövetkező időben a szakemberképzés, a szakmai továbbképzés és különösen a számítástechnikát oktatók rendszeres kiképzése és továbbképzése. Sok esetben nagy gondot jelent a nyelvek ismeretének hiánya.

A fejlődő országokban az informatikát elsősorban állami nyilvántartások, (statisztikai feldolgozások) gépesítésére használják. Ez azonban az országok részére azt a veszélyt rejti magában, hogy a számítástechnikát szállító, a rendszert kialakító monopóliumok kezébe jelentős, a nemzeti érdekeket mélyen érintő adatok,

információk kerülhetnek [47]. Az, hogy az elmaradottabb országokban az informatikai rendszereket külföldi cégek telepítik, sőt, sok esetben üzemeltetik is, együttjár azzal a veszéllyel, hogy ezek a cégek megkerülhetik a nemzeti törvényeket és egyirányu információáramlás jön létre. Magyarul szólva, a fejlett országok - aszámítás-technikát szállítók - kormányai vagy vállalatai olyan adatok birtokába juthatnak, amelyek sérthetik a befogadó ország gazdasági, védelmi és egyéb ezzel összefüggő érdekeit.

Sajnos ezek a tendenciák folytonosak és állandónak látszanak, bár kétségtelen, hogy vannak törekvések arra, hogy a kiegyensúlyozatlanságot legalább némileg csökkenteni lehessen (az ENSz szervezetein, a Világban-
kon keresztül és egyes kormányok fejlesztési támogatásaival). Ennek ellenére, a jelenlegi helyzetet alapul véve, valószínű, hogy századfordulóig a fejlett ipari országokban jelentős előrehaladás és váltás várható a számítógépek és eszközök műszaki jellemzőiben (működési elvek, fizikai komponensek stb.) és alkalmazástechnikájában egyaránt (tömeges alkalmazás, a lakosság gyakorlatilag teljes egészében kapcsolatba kerül a számítástechnikával), ugyanakkor a fejlődő országok csak parciálisan, mindössze néhány kiemelt ágazatban tudják használni és hasznosítani a számítástechnikát. Az elmaradási rés tehát várhatóan nemcsak szélesedik (az azonos vagy hasonló eszközök gyártásának és bevezetésének időeltolásából keletkezik), hanem egyuttal mélyül is (az alkalmazások elterjedése, hatékonysága).

Gazdasági hatások, munkaerőstruktúra

A mikroelektronika, és annak legmarkánsabb alkalmazási területe, a számítástechnika* manifesztálja napjainkban legélesebben a tárguló részt a világ iparilag erősen fejlett országai, a középmezőny (ahová Magyarország is tartozik) és a szűkülködő, esetleg éhező régiók között. Jelenleg még a fejlett iparu európai tőkés országok is több évvel elmaradtak az e téren elhuzó USA és a szorosan a sarkába érő Japán mögött. Érdekes ellentmondása ennek az elmaradásnak, hogy miközben a nyugat-európai országok kemény küzdelmet folytatnak a multinacionális monopóliumok polip-politikájával szemben, gyártó, összeszerelő és felhasználó iparuk következetesen profitál az átvett technológiából és ismeretekből.

Az ellentmondások, elmaradások legsúlyosabbika kétségtelenül a termelési/gazdasági szférában jelentkezik. A számítástechnika alkalmazásai új vonásokat hoznak az országok közötti piaci, kereskedelmi versengésben, a termelési szerkezet kialakításában, a termelés irányításában, a munkahelyek összetételében és számában. Sajátos kettősség tapasztalható ebben a vonatkozásban.

* A mikroelektronikát és a számítástechnikát gyakorta szinonimaszerűen felcserélve használják, holott korántsem azonosak, mert a mikroelektronika elsősorban eszközkészlet, amelyet - egyebek, pl. a telekommunikáció mellett - a számítástechnika is felhasznál. A számítástechnikai módszerek (a tárolás, a programozható működésmód) azok, amelyek ezt az olcsó, nagy sebességű és nagy fizikai tömörségű eszközkészletet különlegesen sokféle és tömeges felhasználásra alkalmassá teszik.

Az eszközgyártás oldaláról egyelőre csaknem áthidalhatatlannak látszik a többszörösen is "nagy" (méretben, gazdasági potenciálban, technológiai felszereltségben) országok előnye. A nagy integráltságú és általános igényeket kiszolgáló egységek (pl. mikroprocesszorok) gyártása évi több százezer darab fölött gazdaságos. Ugyanakkor van (vagy kell legyen) egy választékoptimum, a különféle specifikus feladatok megoldására. Hozzá kell tenni, hogy a gyártótechnológia még önmagában kevés, mert megfelelő rendszerbe szervezés és software-készítés is alapfeltétel a műszakilag kielégítő és gazdaságilag elfogadható alkalmazáshoz. Jelenleg úgy tűnik, hogy a Magyarországhoz hasonló népességű, társadalmi jövedelmű és műszaki felkészültségű ország még legfeljebb néhány, kiválasztott típus gyártására és a szükséges (és gyakorta nem eléggé hangsúlyozott) háttérszolgáltatások kielégítésére képes. Ezt a helyzetet nyomatékosítja, hogy a nálunk sokszorta nagyobb, jelenleg is politikai hatalmi pozícióban lévő, korábbi gyarmati uralmából adódóan jelentős szellemi és gazdasági befolyással rendelkező országok, mint pl. Franciaország, vagy Anglia nemzeti iparuk függetlenségét és piaci lehetőségeik stabilitását féltik attól, hogy nem képesek önellátók lenni az elektronikai komponensek előállításában. Ami a hazai helyzetet illeti, meglehetősen borúsak a kilátásaink, amint arra a Népszabadság cikksorozata is rávilágított a közelmúltban [70].

Minthogy a nemzetközi versenyben az állandó újdonság megjelentetése igen fontos tényező (a műszaki minőség és megbízhatóság és a szállítási, kereskedelmi, szolgáltatási megbízhatóság mellett), az elektronika, a számítástechnika rendkívül jelentőssé vált. Ennek két kiemelkedő okát említhetem. Az egyik a tervezés meggyorsításának és a tervezés rugalmas átállíthatóságának a lehetősége, a másik az adott termék szolgáltatásainak javítása, vagy teljesen új lehetőségek beépítése.

Említettem a számítástechnika sajátosan kettős arculatát a termelési/gazdasági vonatkozásban. Míg az elektronikai eszközgyártás és fejlesztés bizonyos hegemónisztikus trendeket mutat, addig a felhasználások részben a kis szervezeteknek (kis és közepes országok, iparvállalatok) kedvezhetnek, éppen a rugalmas tervezés és gyártmánybevezetés révén. A korlátozott piacra dolgozó termelők viszonylag kis számosságú sorozataikkal vagy egyedi termékeikkel általában nem tudnak versenyképesek maradni a nagy sorozatokkal operáló termelőkkel szemben, egyebek között a termékegységre jutó tervezési és termelésbeindítási/felfutási költségek, másrészt az átállási idők miatt. Ezen segítenek az előbbieken említett megoldások, amelyek, ráadásul, jelentős munkaerő-megtakarítással is járnak.

Ezek illusztrálására néhány példa [50]: egy géptáviró-típust korábban 936 mechanikus alkatrészből raktak össze, 75 munkaóra alatt. Számítógéppel segített ujratervezés után a mechanikus alkatrészek száma 255-re csökkent és 11 óra kellett az összeszereléshez. Másik: egy meglehetősen kicsi, mintegy 150 főt foglalkoztató nyugatnémet öntőüzem áttért a számítógépes tervezésre. Korábban a szerkesztést és rajzolást 2 mérnök

IV/2. táblázat

A munkaerő megoszlása a világban,
ágazatok szerint

Régiók ¹	Év	Mezőgazdaság		Ipar		Szolgáltatások	
		fő ²	% ³	fő ²	% ³	fő ²	% ³
Fejlettebb	1950	149,3	37,6	120,7	30,4	127,4	32,0
	1960	124,3	28,1	152,7	34,6	164,3	37,3
	1970	89,3	18,3	183,5	37,6	215,1	44,1
Kevésbé fejlett	1950	558,4	79,5	58,9	8,4	85,4	12,2
	1960	624,0	72,9	108,6	12,7	123,0	14,4
	1970	679,4	66,4	162,6	15,9	178,8	17,5

1/ A régiók az ENSz - megahatározások szerint:

- fejlettebb: Japán, Dél-Afrika, mérsékelt égővi Dél-Amerika, Európa, Észak-Amerika, Ausztrália, Uj-Zéland, SzU,
- kevésbé fejlett: a többi terület országai.

2/ Millió fő

3/ A teljes foglalkoztatott létszám százaléka.

Forrás: Labour force estimates and projections, 1950-2000.
ILO, Geneva, 1977.

A munkaerő ágazati megoszlása néhány
országban

A foglalkoztatottak százalékában

Ország	Év	Mezőgazdaság	Ipar	Szolgáltatások
Franciaország	1950	31,0	34,5	34,5
	1960	22,1	38,7	39,2
	1970	13,7	39,7	46,6
	1975	10,0	38,6	51,4
NSzK	1950	23,0	43,0	34,0
	1960	14,2	47,7	38,1
	1970	7,5	48,0	44,5
	1977	6,4	44,6	49,0
UK	1950	5,4	49,2	45,4
	1960	4,0	47,7	48,3
	1970	2,8	45,0	52,2
	1976	2,7	31,5	57,8
USA	1950	12,2	36,6	51,2
	1960	6,6	36,4	57,0
	1970	3,7	34,4	61,9
	1977	3,6	30,8	65,6
Argentina	1950	25,1	31,5	43,2
	1960	19,9	35,8	44,1
	1970	16,3	32,1	51,5
Bolivia	1950	61,4	23,1	15,4
	1960	60,9	18,1	20,9
	1970	55,4	21,0	23,4
	1976	47,0	19,5	33,3
Brazília	1950	59,7	14,2	26,0
	1960	51,8	14,8	33,3
	1970	45,6	18,3	36,1
Magyarország	1971	24,6	43,1	32,3
	1980	20,5	41,4	38,1

Forrás: - Labor Force estimates and projections 1950-2000 (az 1950, 1960, 1970 adatok). ILO, Geneva, 1977.

- Year Book for Labour Statistics (egyéb évekre)
ILO, Geneva, 1978.

- Statisztikai évkönyv, 1979.
SKV, 1980.

és 15 műszaki rajzoló végezte. Az új termelési eljárás és elektronikus eszközök révén a létszám 1 (egy) mérnökre, egy kihelyezett számítógépes végállomásra és egy rajzgépre csökkent.

A számítástechnika jelentősen fölerősíti azt a folyamatot, amely (az ENSz-terminológia szerint) fejlettnek nevezett országokban a hatvanas évektől a munkaerőstruktúra átalakulásában végbemegy. A IV/2. táblázat globálisan (fejlettek és kevésbé fejlettek), a IV/3. táblázat pedig néhány országra bontva mutatja, hogy a három alapágazat (ipar, mezőgazdaság, szolgáltatások) közül az utóbbiban jelentősen nő a foglalkoztatottak aránya. A "fejlettebb" kategóriában 1950 és 1970 között még növekszik az iparban foglalkoztatottak aránya. Ennek oka, hogy idesorolták azokat az országokat is, amelyekben a II. világháború után indult meg jelentős mértékben az iparosodás (idetartozik a szocialista országok nagyobb része is.) Azonban már a IV/3. táblázatból kitűnik, hogy a "fejlettek" alsó-középmérfőnyében lévő Magyarországon is megindult az iparban foglalkoztatottak arányának csökkenése a hetvenes években.

Az iparban és mezőgazdaságban, tehát, a közvetlen termelésben dolgozók számának és arányának csökkenése állandóan növekvő termelés mellett megy végbe az iparilag fejlett országokban. Ez egyúttal az élő és holt munka arányának eltolódását jelenti, az utóbbi javára, amit a gépesítés és az automatizálás növekvő mértékű alkalmazása idéz elő. A számítástechnika az automatizálásban kettős hatással jelentkezik:

- a termelő ágazatokban, illetve a technológiai irányításokban hatásosabban működő, rugalmasan és egyszerűen eszközökkel módosítható, vagy a környezeti feltételekhez jól illeszkedő (esetleg alkalmazkodó) megoldások (PLC, NC, ipari robotok), illetve az igen nagy folyamatok irányításának lehetőségével (nagy vegyiüzemek, olajvezetékek, erőművek és hálózatok stb. irányítása);
- a nem-termelő, de a termelés feltételeit biztosító tevékenységek (AMT, termelésirányítás, készletgazdálkodás, ügyviteli, irodai automatizálás, stb.), valamint a gazdaság és a társadalom működését, védelmét biztosító intézmények és rendszerek tevékenységének (nagy adatrendszerek) gépesítésével.

Mindezek a jelenségek jelentős hatást gyakorolnak a munkahelyek számára és összetételére. Már az előző két példából is nyilvánvaló, hogy a számítástechnika hatékony alkalmazása esetén megszűnnek tevékenységek (az idézett öntőüzemben feleslegessé vált 1 mérnök és 15 műszaki rajzoló), illetve más típusú munkahelyek jelennek meg (az előző példánál maradva: szükség lesz egy számítógépes berendezés karbantartóra).

A változások mértékét és trendjeit a technikai fejlettségben előttünk járó országok példáján nyomon tudjuk követni. A következtetések levonásakor azonban óvatosan kell eljárunk. Egyrészt, figyelembe kell venni az eltérő társadalmi rendszereket, történelmi hagyományokat, az esetleges méretkülönbségeket és a

gazdaságok eltérő szerkezetét. Másrészt, tudatában kell lenniük, hogy a fáziskésésből nem-lineáris jelenségek is fellépnek: abból adódóan, hogy amikor mi elérünk egy, mondjuk tíz évvel ezelőtti technikai színvonalat, addigra a műszaki haladás már továbblépett és ennek új eredményei jelentős hatást gyakorolhatnak a mi technikai állapotunkra. Ennek egyik legszembetűnőbb példája éppen a számítástechnikában mutatkozik meg: a mikroprocesszorok, mikrogépek megjelenésével. Napjainkban nálunk nem a tíz, tizenöt évvel ezelőtti amerikai számítástechnikai gyártás és alkalmazás homomorf leképzése jelenik meg, hanem a mikroprocesszorok bevezetésével a 15 év előttitől jellegében nagymértékben elűtő számítástechnikai eszközgyártás és alkalmazás (például, szétszott intelligencia, személyi számítógépek).

IV/4. táblázat

Termelési, termelékenységi és alkalmazási indexek
az NSzK-ban az 1970-1977 közötti időszakra

Ágazat	százalékos értékek (növekmények)			
	termelés	alkalmazot- tak száma	termelékeny- ség/óra	termelési tőkehá- nyad
Teljes gépipar + bányászat	+ 13,5	- 14,5	+ 44,3	+ 7,1
Irodai és adat- feldolgozó gép- gyártás	+ 48,9	- 25,8	+ 105,5	- 16,3
Óraipar, nyomdai és sokszorosító ipar	+ 12,0	- 21,3	+ 43,5	nincs adat
Műanyaggyártás	- 69,5	+ 9,8	+ 64,6	+ 5,3

Igen tanulságos a IV/4. táblázat, amely az NSZK-ban bekvövetkezett változásokat tükrözi a termelékenységben és a munkahelyek alakulásában [50]. A táblázat az NSZK gépiparának és bányászatának 45 szektorában, valamint a műanyagiparban végzett vizsgálatok eredményét mutatja. Jól látható, hogy az irodai és adatfeldolgozó berendezéseket gyártó szektorok a gépiparon belül csaknem négyszeres termelésnövekedést mutatnak föl a vizsgált 7 éves periódusban, miközben létszámukat közel kétszeres mértékben csökkentették az össziparági átlaghoz képest (ez abszolút értékben 20600 embert érintett). Azonban még markánsabb ez a folyamat, ha évenkénti bontásban finomítjuk a vizsgálatot. 1976-ban az irodai és adatfeldolgozó berendezések termelése 1970-ben viszonyítva 116,7 volt (1970=100), 1977-ben viszont 148,9-re ugrott (tehát, 1977/76 növekménye 27,6 %). Ez az ugrás a mikroelektronika széleskörű alkalmazásából következett be. Ugyanakkor a robbanásszerű termelésnövekedés mellett (vagy ellenére, vagy abból kifolyólag?) az érintett gyárakban az alkalmazottak számát 2300 fővel csökkentették (4 %-os csökkenés).

Az 1980-as VIII. IFIP (International Federation for Information Processing) kongresszus egyik felkért előadója, a kanadai Calvin G. Gotlieb ugyancsak sötét képet festett a legutóbbi 10 év tapasztalatai alapján a számítástechnikának a munkaerő-helyzetre gyakorolt hatásáról [78]. Példái között szerepelt az USA-beli Western Electric Co. kapcsolási részlege, ahol hat év alatt több mint 50 %-kal csökkentették a létszámot (39200-ról 19000-re), miáltal a termelékenységet kétszeresére növelték. Japánban 1972 és 1976 között hét

színes televízió gyártó cég 25 %-kal növelte a termelését, miközben az alkalmazottak száma a felénél kevesebbre csökkent. Egy másik előadó, az amerikai Bruce Gilchrist [79] a számítástechnika pozitív, munkaalkalom-teremtő hatásáról szólva elmondta, hogy az USA-ban a számítógépgyártás és alkalmazás folytán mintegy 3 millió munkahely jött létre, vagyis a polgári munkahelyeknek körülbelül 3 %-a. Ugyanakkor jelentős munkahely-pusztító (job-killing) hatás tapasztalható. Különösen elgondolkoztató, hogy Gilchrist a számítástechnikának a szolgáltató ágazatokra gyakorolt job-killing hatásairól számolt be, négy munkahely-típus - telefonos távirász, nyomdász, nyomdász és szupermarket alkalmazottak - kapcsán. Így, például, egyedül New York városban 1966 és 1978 között az ujság-szedők száma 52 %-kal (7993-ról 3851-re), a szedő ipari tanulóké pedig 498-ról 11-re csökkent. A telefonszolgáltatásban 1972 és 1977 között a hívások száma 21 %-kal nőtt, miközben az operátorok száma 32 %-kal csökkent. A távirászok száma a Western Union-nál 1967 óta a felére csökkent (ez nem nagy szám abszolút értékben: 20000-ről 10000-re), mivel a vállalat számítógépes munkákra tért át. A megszűnt munkakörökben dolgozók zömét viszont átképezték számítógép melletti munkákra. Az elbocsájtottak többsége nem képes új állást találni vagy az elveszethez tartalmilag és jövedelemben hasonlót. Különösen hátrányos helyzetbe kerültek a középkorúak, akik már nehezen tudnak átállni, de még a nyugdíjig elég sok idejük van hátra.

Vannak bizakodóbb hangok is. Ezek sem tagadják a munkahely-pusztító hatásokat, de távolabbi jövőbe teszik azt.

Igy például, egy angol felmérés szerint [74] az elkövetkező tíz éven belül legfeljebb 2 %-kal csökken majd a megfigyelt körzetben a mikroelektronika terjedése következtében a munkahelyek száma. Azért ez sem kevés, különösen, ha meggondoljuk, hogy Angliában 1980 végén 2,2 millió munkanélküli volt, és ez az előjelzés még további munkaalkalom-csökkenést jósol.

Van a számítástechnikának egy másik, nem kvantifikálható hatása is, amit az angol nyelv job-erosion-nak nevez. Ez a munka tartalmának változását jelöli, a gépiesebb, szellemileg elnyomó munkavégzés irányába. Erősen vitatható valójában, hogy a számítástechnika a szellemi erők, az alkotóképesség felszabadítása irányába hat-e, vagy éppen ellenkezőleg. A válasz valószínűleg csak differenciált közelítésben adható meg, a munka-típusoktól, sőt, esetleg a konkrét személyektől is függően. Ahogy a gőzgép és a villamosság feltalálása egyfelől a munkástömegek szellemi elnyomításához is vezetett (pl. a szalagrendszerben), másfelől századunkra jelentős jólétet, többlet szabadidőt, általános kulturálódási lehetőségeket is teremtett, hasonlóképpen a számítástechnika ilyen irányú hatásai is összetettek és gyakorta ellentmondóak lesznek.

Az egyénre gyakorolt hatások

Az emberek nagyobb része ma még elsősorban munkája során kerül kapcsolatba a számítógéppel. A munkavállalóknak a számítástechnika tömeges elterjedéséből adódó társadalmi méretű konfliktusairól az előzőekben már részletesen szoltunk. Az alábbiakban azokat a pozitív

és negatív hatásokat kísérelem meg összefoglalni, amelyek a társadalom egyedeit érik a számítástechnika révén, munkája közben, tanuláskor, szórakozáskor és a társadalmi intézményekkel való érintkezése kapcsán.

Amikor a dolgozó ember és a számítástechnika kapcsolatait vizsgáljuk, célszerű még egyszer összefoglalni, milyen funkciókat láthatnak el a számítástechnikai berendezések. Tehát a számítógép - pontosabban a számítógépes rendszer - alapvetően a következő funkciókat végezheti:

- tárol információt. Specifikuma, hogy a tárolást a korábban ismert és használt információhordozókhoz képest (nyomtatott szöveg, kartoték stb.) több nagyságrenddel kompaktabb módon tárolja és - ami talán még lényegesebb - a visszakeresési (elérési) idő is nagyságrendekkel kisebb. Ehhez járul még, hogy az adatokhoz a tárolás helyétől távol és egyidőben többen is hozzáférhetnek;
- feldolgoz információt. A feldolgozás lehet numerikus (számítások), alfabetikus (szövegfeldolgozás), grafikus (rajzok, ábrák) vagy ezek kombinációja (alfanumerikus, alfagrafikus);
- a beérkező információt érzékeli és beviszi (input), illetve a közbenső és végeredményeket kiadja (output).

Mármost, az ember is lényegében ezeket a funkciókat látja el a szellemi munkavégzés közben, csak éppen az egyes munkafeladatok ellátásakor egyik vagy másik funkció lehet domináns. A tervezőmérnök például főleg a számítógép numerikus és grafikus szolgáltatásaival él munkája során, míg a repülőgép helyfoglalást végző ügyintéző a számítási rendszer tároló és alfabetikus

információkiadó képességeit használja föl. Hozzá kell tenni, hogy a számítástechnika nemcsak a szigoruan vett szellemi ("fehérgalléros") munkakörökbe tört be, hanem egyes fizikaiba is, elsősorban a technológiai folyamatokban. Jó példát jelentenek erre a számjegyvezérlésű (NC) szerszámgépek, ahol a munkásnak egy sor hagyományos tevékenysége (fogásmélységvétel, előtolási sebesség megválasztása, késélkorrekció) kiiktatódik és azt a (számítástechnikai) vezérlőegység vagy rendszer veszi át tőle.

A számítástechnikának két lényegi hatása van a szakmai strukturára. Egyrészt új szakmák keletkeznek és gyorsan differenciálódnak; ezek a számítógép gyártással, a számítástechnikai rendszerek tervezésével és üzemeltetésével közvetlenül kapcsolódó szakmák. A másik jelentős hatás a már létező hagyományos szakmák transzformációja.

A számítástechnikával kapcsolódó új szakmák egy része alkotó tevékenységet kíván (rendszertervezők, software készítő, számítógép-üzemeltetői vezető munkakörök). Nehezebb a helyzet az adatelőkészítők, kódolók, operátorok esetében. Ezek olyan tevékenységek, amelyben a viszonylag monoton munkához nagy felelősség, precizitás és megbízhatóság szükséges [36]. Ismeretes, hogy egyetlen téves karakter már lényegi hibákat okozhat (ellentétben például a gépiró munkájával, ahol nem okoz jelentős félreértést, ha valaki mondjuk "munka" helyett a "műnka" szót írja). Felmérések mutatják, hogy ezekben a munkakörökben jelentős a dolgozókra gyakorolt stressz hatás, az állandó félelemérzet.

A technikai fejlődés várhatóan javít a munkaviszonyokon, de abszolút megoldások aligha lesznek. A nagytömegű adatelőkészítés a batch-processing, a harmadik generációs számítástechnika jellegzetes vonása. Az interaktív üzemmódok, a távoli hozzáférés, a szétszertott intelligenciájú rendszerek elterjedése nagymértékben csökkenteni fogja az adatelőkészítési munkák tömegét. Az persze továbbra is nyitott kérdés marad, hogy vajon azok, akik felszabadulnak ettől a monoton, kevés intuíciót igénylő munkától, milyen munkakörök felé orientálódnak. Nagy a valószínűsége, hogy többségükben más munkaterületeken hasonló elfoglaltságot keresnek.

A munkában lévő ember (vagyis a "dolgozó") és a számítástechnika közötti viszony nagyon sok és belátható időn belül aligha feloldható ellentmondásokkal terhes. Itt azokra a szakemberekre, dolgozókra gondolok, akiknek szakképzettsége, érdeklődése nem számítógépes; a számítástechnika náluk csak kiegészítést, gépi alátámasztást, vagy egyes munkafázisok pótlását jelent. Az ellentmondások egy része a technikai fejlődéssel, műszaki ergonómiai megoldásokkal feloldható, de az újabb megoldások, az újabb műszaki színvonal - más szinten - újabb konfliktusokat eredményez.

A számítástechnika előnyei közé sorolhatjuk, hogy a feladatok megoldását felgyorsítja, hogy megszabadít sok feleslegesnek ható, fáradságos, időtrabló munkától. Ilyen segítség például a kutatók munkájában az információkeresés, a szabadalom-kutatás, a nagytömegű mérési adat gyűjtése és feldolgozása; a műszaki tervező számára a tervezéshez szükséges adatok, szabványok, normatívák, segédletek gyors összegyűjtése és átadása, nagytömegű és ismétlődő számítások elvégzése, listázás, stb.

Bizonyos mértékig az előzőhöz kapcsolódnak az ergonómiai előnyök (jól, könnyen és fáradtság nélkül kezelhető adatmegjelenítés, adatkikeresés, rajzolás, képkomponálás, nehézüzemű technológiák irányítása stb.). A munkaerő megtakarítást, a termelékenység növelést is az előnyök közé sorolhatjuk, magasabb, vagy országos szinten, csak éppen nem biztos, hogy ez az előny egyuttal az egyén, az egyedi munkavállaló érdekeivel is találkozik.

Ez utóbbi vonás domináns azokban a frusztrációkban, konfliktusokban, amelyek az embereket a számítástechnika alkalmazása során érik. Kétségtelen, hogy a legtöbb emberben ösztönös félelem és idegenkedés dolgozik mindennel szemben, amit kevésbé, vagy alig ismer. A számítástechnika eszközeinek kezelése, a kommunikáció módja, a feladatok leírása ma még nemcsak az idősebb, hanem a közép-, sőt ifjabb generációk számára is idegenszerű és ezért misztikusnak hat. A mérnökök egy része siratja a logarlécet és felpanaszolja, hogy ma már nem is lehet kapni. Valójában nemcsak az újabb módszertől való idegenkedés sugallja minden esetben a régihez való ragaszkodást, hanem az is, hogy az új módszer nem mindig azonos helyettesítője az ismertnek. Példánknál maradva, a kalkulátor sem helyettesíti teljes egészében a logarlécet, mert igaz, hogy összehasonlíthatatlanul pontosabb, de az adott érték környezetét nem mutatja. (Hasonló a helyzet az ipari folyamatok mérésénél is, ahol már rájöttek, hogy célszerű a digitális pontosságot az analóg képszerűséggel kombinálni.)

Már említettem az egyes munkakörökben óhatatlanul jelentkező monotómiát, és ami ennél súlyosabb, a gyakorlatilag abszolút pontosság szükségességét. Az ember-ember kapcsolatban a harmadlagos jelzésrendszer (hang-

lejtés, grimaszok, gesztikulálás) sok tekintetben megkönnyíti a megértést. Az ember-gép kapcsolatban, még a jövőben egyre inkább terjedő interaktív, közvetlen párbeszédés kapcsolatban is meglehetősen szigorúan megszábotott, szintaktikailag kötött, szemantikailag egyértelmű kommunikáció szükséges. Amellett, ma még gyakorlatilag nincsenek és várhatóan az elkövetkezendő évtizedben még nem is lesznek kiforrott, egységes tervezési módszerek arra, hogy hogyan lehetne az ember-gép rendszer humán komponense szempontjából többé-kevésbé optimális (szellemileg, pszichológiailag és fizikailag egyaránt) kritériumokat és megoldásokat kialakítani. Az emberi pszichikum számára nagy megterhelést jelent egy tárgyilagos, szűk látókörű, amellett a saját tudásánál esetleg nagyobb tudással rendelkező partnerrel való rendszeres kapcsolat. Ehhez járulnak még fizikai hatások is, mint például a képernyő sugárzása, villogzása, a kijelzők zaja és hasonló más fizikai tényezők.

Várható, hogy az elkövetkező időkben a számítástechnika műszaki fejlődésében bizonyos konszolidáció következik be és az erkölcsi kopás jelenlegi, a gazdaság más ágaihoz viszonyítva lényegesen gyorsabb ütemben lelassul. Ezt a feltevést a jelenlegi energiahordozó válság és az ezzel járó takarékosági hullám is alátámasztani látszik. Mindazonáltal, az ismeretek elavulása, a megszerzett tudás gyors eroziója, - ha lassabb ütemben is - tovább folytatódik. Tehát az ismereteket állandóan fel kell ujitani ami - nagyon leegyszerűsítve a formulát - azt jelenti, hogy "az öreg szakember, nem jó szakember", és az emberek nagy része számára

konrántsem vonzó kilátás, hogy szakismeretei egyre rövidülő időközökben elavulnak. Ezt a folyamatot viszont a számítástechnika jelentősen felerősíti.

A tanulás és a szakképzettség szempontjából a számítástechnika két formában jelentkezik. Az egyik a számítástechnika alkalmazásához, hasznosításához szükséges ismeretek elsajátítása, a másik a számítástechnikai eszközök és módszerek felhasználása a tanulásban és az oktatásban.

Ahogy már az előzőekben utaltam rá, az emberekben keletkező félelmek egyik forrása az ismeretek teljes vagy részleges hiánya. Ma már sok országban - köztük Magyarországon is - középiskolákban is tanítanak programozást, megismerkednek a tanulók a számítástechnikai eszközökkel. Ez alapfeltétele annak, hogy az új generációk már az elkövetkező 10 éven belül is természetes eszközként és lehetőségként használják a számítógépes szolgáltatásokat. A nem számítógépes szakmákban a szakmai képző és továbbképző tanfolyamok gyakorlatilag elegendőek a számítástechnikai eszközök kezelésének megtanítására, különösen, ha megfelelő középiskolai oktatási bázisra támaszkodhatnak.

Másik aspektus a számítástechnika alkalmazása a tanulásban és az oktatásban (computer aided learning, computer assisted instruction). Ezeknek a lehetőségeknek a feltárásában még meglehetősen a kezdeti fázisban vagyunk, bár már a zsebszámológépek is bizonyos mértékig ehhez a folyamathoz sorolhatók. Lényegesebb azonban az a lehetőség, amikor a tanuló közvetlen párbeszédés kapcsolatban van a számítógéppel és a számítási rend-

szer nemcsak egyszerűen és mechanikus módon ismereteket közöl, hanem visszakérdez, ellenőriz, javít, konzultál is [68, 69].

Még inkább perspektivikus az oktatást mélységében átformáló lehetőséget nyújtanak a grafikus eszközök, amelyek segítségével objektumokat, folyamatokat, mérési elrendezéseket stb. lehet szimulálni, és ezáltal a tanuló alkotókészségét és fantáziáját rendkívül nagy mértékben lehet fejleszteni. Jelenleg a számítógéppel segített oktatásnak két fő irányzata bontakozik ki: az egyik az óriásgépeken alapuló hálózatos rendszer, amelyben a tanulók terminálokon keresztül kapcsolódnak a rendszerbe (ilyen pld. a CDC PLATO rendszere [45]). A másik irányzatot a mikroeszközök rohamos elterjedése és árcsökkenése teremtette meg: ezek programozható, intelligens terminálok, amelyek önálló üzemben működhetnek, cserélhető (például kazettán tárolt) oktatási programokkal. Sajnos, Magyarországon mindkét irányzat gyakorlati és széleskörű alkalmazása meglehetősen távolinak tűnik, mert ezek az eszközök és rendszerek ma még nagyon drágák. Olyannyira, hogy ez idő szerint még az USA-ban vagy Angliában is csak mintaként és egyes helyeken használják őket. Nálunk jelenleg és az elkövetkező tervidőszakban is be kell érnünk azzal, hogy legalább a felsőoktatási intézményekben (és néhány specializált középiskolában) számítógéphez kerüljenek a hallgatók. Kétségtelen, hogy ez a szükség a számítástechnikai kultúra terjedésének, a befogadókészségnek nagyon is jelentős gátja lesz, aminek hatásait már a nyolcvanas évek közepétől, a számítógépek és egyéb számítástechnikai eszközök nagyobb mértékű elterjedésekor érezni fogjuk.

Gyakorta megjelennek olyan nézetek is, hogy a számítógéppel segített oktatás szellemileg elkényelmesít, gondolkodási tunyaságra nevel, mintegy elsorvasztja a szellemi izmokat. Személyes véleményem szerint, ez csak felületesen igaz. Senkitől nem követelik meg ma, hogy össze tudjon állítani egy trigonometriai táblát, hanem elég, hogy ha vissza tudja keresni a függvényértékeket. Nyilvánvaló, hogy kényelmesebb a függvényértékeket a kalkulátoron néhány gomb megnyomásával behívni, mint előkeresni a táblázatot tartalmazó könyvet, azt föllapozni és kikeresni a megfelelő értéket. A számítástechnika nagy előnyei közé sorolható viszont a logikai képességek, a logikai gondolkodásmód kifejlesztése, az algoritmizálás, a pontos megfogalmazásra és leírásra kényszerítő hatás. Amellett, a számítógéppel segített oktatásban mód nyílik arra is, hogy a jelenleg önkényes és többé-kevésbé mereven szétválasztott tárgyakat egységesen, akár egyetlen óra keretében is tárgyalják.

Az ember életét, mindennapját (a munkájuktól eltekintve) a számítástechnika két, egymástól lényegesen eltérő megnyilvánulása közvetlenül befolyásolja. Az egyik ilyen közvetlen hatás a "házi" vagy "személyes" számítástechnikai eszközöké, a másik - kihatásaiban sokkalta jelentősebb - a nagy adatnyilvántartásoké.

A házi számítástechnikai eszközök - mintegy a "nagy" számítástechnika melléktermékeiként néhány éve jelentek meg. A félvezető technológia fejlődésével, az árak meredek csökkenésével rendkívül gyorsan terjednek a különféle háztartási-gép vezérlő berendezések, min-

denféle furfangos játékok, önoktató eszközök. Az újabb és újabb ötletek egymás sarkát tapossák. A legkevésbé belátható jelenleg az a hatás, amit a játékok a gyermekek személyiségére gyakorolnak. Az elektronikus játékok nagyobb része ugyanis különböző harci cselekedetek szimulációi (hadihajók ütközete, párviadatok stb.). Nehéz megítélni, hogy ezek a játékok erősítik-e a gyerekekben az agresszivitást, vagy éppen levezető, csillapító hatásuk-e. Hasonlóan nyitott ez a kérdés a tanuláshoz használt eszközökkel is: amint arra már az előzőben utaltunk, sokan a számítógéppel segített tanulásban az alkotókészséget fejlesztő lehetőségeket látnak és legalább ugyanennyien vannak, akik szellemi elsorvasztó hatásától félnek.

Meg kell azonban jegyezni, hogy ezek a lehetőségek és gondok egyenlőre csak a gazdag, sőt leggazdagabb országokban jelentkeznek. A közepesen fejlett országokban, mint amilyen mi is vagyunk, még legalább 5-10 év kell ahhoz, hogy a házi számítástechnika társadalmilag jelentős mértékben terjedjen el. A szegény országokban pedig a gondok még várhatóan sok évig nem kalkulátor, hanem palatábla szinten jelentkeznek.

A számítógépes adatnyilvántartások személyi jogokat (privacy) érintő problémáiról rengeteg közlemény, vitacikk jelent és jelenik meg, ezért nem kívánok itt részletekbe belemenni. Egyes iparilag fejlett, a számítástechnika alkalmazásában előrehaladott országokban már törvények szabályozzák a jogszerű felhasználást (USA, NSzK, skandináv országok stb.). A nyilvántartások káros vonásai az egyénre főleg abból származhatnak, hogy egyes szervezetek (pl. hitelintézmény, egészségü-

gyi intézmény) a személyhez fűződő adatokat általa nem ismert módon, tudomása és hozzájárulás nélkül használhatják. A központi (államhatalmi) adatbankok esetén a veszély kisebb. Ezekhez az aggodalmakhoz hozzájárul még az adatlopások növekvő veszélye a nagy, összekapcsolt információs rendszerek, hálózatok létrehozásával, amelyek jelenleg még eléggé sérülékenyek az illetéktelen hozzáférésekkel szemben [47].

Természetesen, a nagy adatbankok alapvetően pozitív hatásuk. A gyors adathozzáférések, a rendezett információk leegyszerűsítik és gyorsítják az államigazgatási munkákat, az ügyintézkést (például, megkönnyítik az építkezések előkészítését, a közművek ellenőrzését és hibajavítását), segítik a betegségmegelőzést, a bűnüldözést stb. Mindazonáltal, az informatika előnyös hatásait csak akkor fejtheti ki a társadalomra, ha a kormányok garantálják az embereknek azt a törvényes jogát, hogy a lehető legnagyobb mértékben informálva legyenek az őket érintő, személyi jellegű regisztrált adatokról és lehetőség van a hibák kijavítására, az adatok felfrissítésére, az illetéktelen hozzáférések elleni védelemre [46, 48].

Mindenesetre, jelenleg úgy tűnik, hogy a nagy, átfogó információs rendszereknek talán a leginkább ellentmondásos és sajtóságos a hatásuk az egyén - az állampolgár, a munkaerő, a fogyasztó - és a társadalom (pontosabban a hatalmi szervezetek) viszonyára. Az informatikai rendszerek jelentős mértékben segíthetik egy társadalom demokratizmusának fejlesztését a bürokráciai áttekinthetetlenség részleges vagy nagy mértékű feloldásával, a szolgálati, ügymeneti hurkok átvágásával,

az ügyintézés lényeges mértékű gyorsításával, az informálás szintjének növelésével. Másfelől viszont az információs hegemoniával, az adatok és ismeretek egyoldalú birtoklásával, a tájékoztatás megtagadásával, elkendőzésével vagy hamisításával az információ birtokosa (ami lehet hitelt nyújtó bank is, lehet államhatalmi szervezet) ellensúlyozhatatlan hatalomhoz juthat. Természetesen lehet felügyelő, szabályozó intézkedéseket hozni, sok országban már érvényes törvények működnek. Hatásukat, hatékonyságukat azonban csak több év múlva lehet majd értékelni.

V. KÖVETKEZTETÉSEK

1. A félvezetőtechnológia felgyorsult fejlődési üteme a hetvenes években minőségi változásokat hozott létre a számítástechnikában. Az abszolút értékben is igen kis térfogatu és az egységnyi funkcióra vonatkoztatva nagyon olcsó logikai és tároló komponensek révén a számítástechnika két, gazdasági, alkalmazástechnikai és kulturális szempontból fókuszálódó ágban mutat jelentős haladást:

- a nagy számítógéprendszerek, amelyekben a teljesítőképességet új szervezési, architekturális elvek alkalmazásával érik el, és
- a személyhez kötött vagy kis helyi rendszerek, amelyek olcsóságukkal, könnyű kezelhetőségekkel és a problémamegoldáshoz való rugalmas illeszthetőségükkel tűnnek ki.

2. A kommunikáció meghatározó tényezővé válik a számítástechnika fejlődésében. A kommunikációs költségek relativ növekedése a számítástechnikai komponensárak csökkenése mellett műszaki és irányítási intézkedéseket igényel (sínrendszerek szabványosítása, adatátviteli egységesítések stb.)

3. A nyelvek még jelenleg is erősen mozgásban lévő "fiatal", dinamikusan alakuló, képlékeny rétegét képezik a számítástechnikának. Erős változások várhatók a dialógus nyelvek, és főleg a mikrogép-orientált nyelvek terén. Valószínű, hogy egyértelmű, hosszabb távra szóló lezárást és konszolidálódást csak valamelyik domináns erő által támogatott nyelv(ek) bevezetése jelent,

amely azonban számítástudományi szempontból egyáltalán nem bizonyosan a leginkább tökéletes megoldás. (Hasonlóan, ahogy a Fortrant az IBM, a Cobolt a Pentagon segítette sikerre.) Nagy mértékben lassítja viszont az új nyelvek áttörését a meglévő, és ma már nagyon nagy mennyiségű software termékek átvihetőségének, vagy legalábbis, illesztésének kérdése. Éppen ezért tesznek ez idő szerint komoly erőfeszítéseket a Job Control nyelvek (JCL) messzemenően megoldatlan egységesítése irányában.

4. A számítástechnika behatol a gazdaság, a tudomány, a társadalom-irányítás minden területére. Éppen a lehetőségek sokfélesége miatt egy olyan, erősen korlátozott erőforrásokkal rendelkező és kis méretű országban, mint Magyarországon, gondos megfontolást igényel, hogy milyen területeken támogassák vagy erősítsék a számítástechnika alkalmazását. A nálunk gazdaságilag erősebb, és a számítástechnika alkalmazásában fejlettebb országok példája mutatja, hogy a piaci kereslet önmagában kevés, hanem komoly és több éven keresztül ható központi támogatás gerjesztő hatása szükséges ahhoz, hogy a számítógépesítés önfenntartó folyamattá váljék, tehát kialakuljon az érdekeltségek és ösztönzések belső visszacsatolása, amely ezt a folyamatot állandósítja. Célszerű megvizsgálni azokat a lényeges gazdaságosság-javító és/vagy kultúraemelő alkalmazási típusokat, amelyeket fokozott ráfordításokkal érdemes meghonosítani. Néhány ilyen, kiemelt figyelmet érdemlő alkalmazási területet tárgyal a jelen tanulmány.

5. A számítástechnika tömeges alkalmazása jelentős kulturális alakító tényező, ami primer módon a munkae-
rőstruktúra alakulásában nyilvánul meg. Magával vonja
az alapoktatás, a szakképzés, az át- és továbbképzés
várható transzformációját az új igényeknek megfelelően.
Hatékonyságnövelő és kulturális tulajdonságai révén a számítástechnika várhatóan mélyíti és szélesíti
az elmaradási rést nemcsak a fejlett gazdaságu és az
elmaradott országok között, hanem a közepes országok-
hoz képest is, mivel ezek nagy része nem rendelkezik
megfelelő mennyiségű erőforrásokkal, és így relativ
gazdasági hátrányuk növekedni fog. Az utóbbi országok
kategóriájába tartozó Magyarországon elsődlegesen a
"kis" számítástechnika fokozott mértékű bevezetésével,
a szakmai, oktatási és általános kultúra emelésével
lehet legalábbis állandósítani a szintkülönbséget, mi-
vel jelentős gyorsításra az elkövetkező évtizedben ke-
vés a remény.

TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

I. FEJEZET

- I/1. Az első tíz elektronikus komponens-gyártó az USA-ban (1955, 1976).
- I/2. LSI és VLSI eszközök jellemzői 1979-ben és a 80-as évek közepén.
- I/3. A mikrogépek aránya a világ félvezető-, illetve IC-forgalmában
- I/4. Az IBM 650 számítógép és a TI-59 kalkulátor összehasonlítása
- I/5. Tipikus számítógéprendszer kiépítések jellemzői
- I/6. Mikro- és miniszámítógép rendszerek hardware szolgáltatásai
- I/7. Univerzális nagyszámítógépek
- I/8. Az ESzR gépek R-3 sorozatának tervezett jellemzői

II. FEJEZET

- II/1. Mikrogép nyelvek összehasonlítása
- II/2. A Mistral nyelv változatai különböző implementációkban
- II/3. Rezidens fordítóprogramok minim. memóriaigénye
- II/4. Szocialista piacon nem vagy csak részlegesen kapható perifériás berendezések
- II/5. Összehasonlítás a mágneses diszkek lényeges műszaki jellemzőinek fejlődésére.
- II/6. Intelligens másoló/nyomtató berendezések főbb műszaki adatai.

III. FEJEZET

- III/1. Univerzális számítógépek összehasonlító adatai
- III/2. Kis adatfeldolgozó számítógépek összehasonlító adatai
- III/3. A vezető számítógépgyártó cégek forgalma 1977-ben
- III/4. A vezető számítógépgyártó cégek forgalma 1979-ben
- III/5. Az USA-beli számítógép felhasználók elégedettség sorrendje 1980-ban
- III/6. Az elektronikus irodai berendezések és az adatfeldolgozó rendszerek forgalma, 1977-1982.
- III/7. A számítógép-idők megoszlása alkalmazások szerint Magyarországon.
- III/8. A magyarországi számítógép-állomány 1977- és 1980-ban
- III/9. A számítógép-állomány várható kor szerinti megoszlása 1980. végén, Magyarországon

IV. FEJEZET

- IV/1. A számítógépek számának, a számítógépek és számítástechnikai berendezések értékének földrajzi eloszlása 1960 és 1978 között, valamint előrejelzés 1988-ig.
- IV/2. A munkaerő megoszlása a világban, ágazatok szerint.
- IV/3. A munkaerő ágazati megoszlása néhány országban
- IV/4. Termelési, termelékenységi és alkalmazási indexek az NSzK-ban, az 1970-1977 közötti időszakra.

ÁBRÁK JEGYZÉKE

I. FEJEZET

- I/1. A fajlagos költség változása az IC komplexitásának függvényében.
- I/2. Az elemsűrűség növekedése az IC-k megjelenésétől fogva
- I/3. Trendek a szilícium alaplapok és az elemtávolságok fejlődésére
- I/4. A memóriatípusok jellemző elhelyezkedése a hozzáférési idő-kapacitás, illetve - ár tartományokban
- I/5. Memóriatrendek 1975 és 1980 között
- I/6. A félvezető alapu memóriák chipenkénti kapacitása
- I/7. IC-típusok ára a gyártott mennyiség függvényében
- I/8. Virtuálisan azonos átbocsájtóképességű számítógép árának változása 25 év alatt
- I/9. A számítástechnikai fejlődés motivációs modellje
- I/10. A Dijkstra-féle hierarchikus modell.
- I/11. Az I/10. ábrán látható modell kiterjesztése
- I/12. Számítási rendszer kiépítési modellje
- I/13. Információáramok szerinti osztályozás
- I/14. Pipeline rendszer vázlata
- I/15. Közös sines multiprocesszor rendszer
- I/16. Krosszbár kapcsolású rendszer
- I/17. Multiport memóriájú rendszer
- I/18. Koprocesszoros kiépítés
- I/19. A csúcs számítógépsebességek alakulása mintegy 20 év alatt

II. FEJEZET

- II/1. A mikroépes nyelvek leszarmazása
- II/2. A programozási rendszer szintjei
- II/3. A számítástechnikai és kommunikációs komponensek relativ árának alakulása
- II/4. Hálózatok topológiai kiépítései
- II/5. Az ASzH topológiája

III. FEJEZET

- III/1. A piac integrálódása a számítástechnikában
- III/2. Az ITT Director felépítési vázlata
- III/3. A Controle Bailey cég μZ rendszerének blokkismája
- III/4. Gyártásirányító és ellenőrző rendszer a DEC DPM-mel
- III/5. Az üzemviteli és a vezérlő központ architektúrája a TDC 2000-ben
- III/6. Funkcionális alrendszerek a PMS 700-ban
- III/7. A munkaerő-struktúra, az irodai munkabérek és az adminisztratív munka termelékenységének változása az USA-ban
- III/8. Szövegfeldolgozás vagy gépirók

IV. FEJEZET

- IV/1. Életciklus-görbe.

HIVATKOZÁSOK

- [1] McCarthy J.: Towards a mathematical science of computation
IFIP Congress, 1962.
- [2] McCarthy J. et al.: LISP 1.5 Programmer's Manual.
The M.I.T. Press, 1965.
- [3] Dijkstra E.W.: The structure of the T.H.E. multi-programming system
Comm. of the ACM, May. 1968.
- [4] van Wijngaarden et al.: Report on the algorithmic language ALGOL 68.
IFIP, 1968
- [5] Szentgyörgyi Zs.: APL - egy sokoldalu programnyelv
MTA AKI Közlemények, 1971
- [6] Flynn M.J.: Some Computer Organisations and their Effectiveness
IEEE Trans. on Computers, Sept, 1972
- [7] Dijkstra E.W.: The Humble Programmer
Comm. of the ACM, Oct. 1972
- [8] Szentgyörgyi Zs.: A világmodell határai
Magyar Tudomány, 1974/4.
- [9] Szentgyörgyi Zs.: Uj Babel épül? A programozási nyelvek fejlődése I-II.
Természet Világa, 1974/4. és 6.
- [10] Gagliardi U.O.: Trends in Computing-System Architecture
Proc of the IEEE, June 1975.
- [11] Atkinson T.D. et al.: Modern Central Processor Architecture.
Proc. of the IEEE, June 1975.

- [12] Schaff, A.: *Frontiers of Science and Technology.*
Kézirat, 1977.
- [13] Предварительный Проект Развития ЕС ЭВМ.
Москва, 1977.
- [14] Finilla CH.A., Love H.H.: *The Associative Linear
Array Processor*
IEEE Trans. on Computers, Febr. 1977.
- [15] Noyce, R.N.: *Large-Scale Integration: What Is Yet
to Come?*
Science, 18. March 1977.
- [16] Linwill, J.G., Hogan, C.L.: *Intellectual and
Economic Fuel for the Economics Revolution*
Science, 18. March 1977.
- [17] Rajchman, J.A.: *New Memory Technologies*
Science, 18 March 1977.
- [18] Abelson Ph. H., Hammond, A.L.: *The Electronics
Revolution*
Science, 18 March 1977.
- [19] Simon H.A.: *What Computers Mean for Man and
Society*
Science, 18. March 1977.
- [20] *Memory Technologies*
Datamation, Jan. 1978.
- [21] Berglund R.G.: *Comparing Network Architektures*
Datamation, Febr. 1978.
- [22] Faggin F.: *How VLSI impacts computer architecture.*
IEEE Spectrum, May 1978.
- [23] Toombs D. *CCD and bubble memories: system impli-
cations*
IEEE Spectrum, May. 1978.
- [24] Szentgyörgyi Zs.: *Rendszerelmélet és szétsztott
intelligencia*
Automatizálás, 1978/5.

- [25] Waser, Sh.: State-of-the-Art in High Speed Arithmetic Integrated Circuits.
Computer Design, July 1978.
- [26] Adorján, B., Szentgyörgyi Zs.: A számítástechnika jövőjéről.
Magyar Tudomány, 1978/7-8.
- [27] Az automatizálási eszközök és az automatizálás területén várható műszaki fejlődés.
14-7701. sz. OMFb tanulmány, Bp. 1978. szept.
- [28] Strategies and Policies in Informatics. Final Document
SPIN International Conference, Torremolinos (Spain), 1978. Sept.
- [29] Jump J.R., Aluja S.R.: Effective Pipelining of Digital Systems
IEEE Trans. on Computers, Sept. 1978.
- [30] Which technology will produce tomorrow's chips?
The Economist, 25, Nov. 1978.
- [31] A számítógéppel segített műszaki tervezés elterjesztésének főbb céljai 1990-ig
16-7602. sz. OMFb koncepció, Bp. 1978. dec.
- [32] Bakonyi P., Csaba L.: Számítógéphálózatok nemzetközi fejlődési irányai
Automatizálás, 1979/12.
- [33] Sugár P.: Szétosztott feldolgozó rendszerek
Automatizálás, 1979/12.
- [34] Bakonyi P., Csaba L., Kocsis J.: Az MTA számítógéphálózata
Automatizálás, 1979/12.

- [35] Dahl O. -J. Dijkstra E.W., Hoare C.A.R.: Struktúrált programozás
Műszaki Könyvkiadó, 1978.
- [36] Tamás P., Szentgyörgy Zs., Nemes L.: Operating facilities operator education, and operator satisfaction
SOTAC, Jan. 1979.
- [37] Thurber K.J.: General Processor Architectures
Computer Design, Jan. 1979.
- [38] Cole E.G. et al.: Price/Performance Patterns of U.S. Computer Systems
Comm. of the ACM, April 1979.
- [39] Anacker W.: Computing at 4 degrees Kelvin
IEEE Spectrum, May 1979.
- [40] Queyssac D.: Projecting VLSI's impact on microprocessors.
IEEE Spectrum, May 1979.
- [41] Feldman J.A.: High Level Programming for Distributed Computing.
Comm. of the ACM, June 1979.
- [42] Szentgyörgyi Zs.: Sakkjátzsma a számítógéppel
Műszaki Élet, 1979/9.
- [43] Bhandarkar D.P.: The Impact of Semiconductor Technology on Computer Systems.
Computer, Sept. 1979.
- [44] A számítástechnika alkalmazása, tekintettel az információfeldolgozó rendszerek fejlesztésére
K/26. sz. műszai-gazdasági koncepció.
OMFB-KSH, Bp. 1979. szept.
- [45] Szentgyörgyi Zs.: Számítógép segíti a tanulást
Műszaki Élet, 1979/17.

- [46] Szentgyörgyi Zs.: A számítástechnika társadalmi hatásairól
Prognosztika, 1979/3-4.
- [47] Turn R.: Privacy and security in transnational data processing systems.
NCC, 1979.
- [48] Anér K.: The political aspect of privacy
IFIP TC9 Newsletters, 1979/7.
- [49] Szentgyörgyi Zs.: On some social effects of microelectronics
Conf. on Socio-Economic Problems and Potentialities of the Application of Microelectronics at Work. Zandvoort, Sept. 1979.
- [50] Friedrichs G.: Microelectronics - A New Dimension of Technological Change and Automation.
Conf. on Socio-Economic Problems ...
Zandvoort, Sept, 1979.
- [51] Briefs U.: Aspekte der gesellschafts-politischen Problematik der Infromationstechnologien
WSI Mitteilungen, 1979/8.
- [52] Wecker S.: Computer Network Architectures
Computer, Sept, 1979.
- [53] Az ESzR Távlati Rendszerének (TR) és tudományos kutatási munkáinak (TKM) hazai feladatai 1985-ig
(Témavezetők: Bálint J., Dávid G., Szentgyörgyi Zs.)
109/1979 sz. OMFb tanulmány, 1979. okt.
- [54] Durniak A.: Memory pinch threatens profits.
Electronics, 25. Oct. 1979.
- [55] Szentgyörgyi Zs.: Szétosztott intelligencia
Műszaki Élet, 1979/23.

- [56] Pyle J.C.: Input/Output in High Level Programming Languages
Software-Practice and Experience, 1979/9.
- [57] Cordero H.: 4341's infrastructure is new from the substrate up.
Electronics, 8. Nov. 1979.
- [58] Supercomputers
Infotech State of the Art Report, Vol. 1,2, 1979.
- [59] Nora S., Minc A.: A számítógépesített társadalom
Statisztikai Kiadó V., 1979.
- [60] Wulf A.W.: Trends in the Design and Implementation of Programming Languages
Computer, Jan. 1980.
- [61] Crespi-Reghizzi S. et al.: A Survey of Microprocessor Languages
Computer, Jan. 1980.
- [62] Delays in the microprocessor revolution
The Economist, 12. Jan. 1980.
- [63] Isaacson P., Juliussen E.: Window on the 80's
Computer, Jan. 1980.
- [64] Hayes J.: MOS Scaling
Computer, Jan. 1980
- [65] Dávid G.: Nem Neuman-elvű gépek lehetősége
Információ-Elektronika, 1980/1
- [66] Palmer J. et al.: Making mainframe mathematics accessible to microcomputers
Electronics, 8. May 1980.
- [67] Szentgyörgyi Zs.: A félvezető ipar
Műszaki Élet, 1980/12.
- [68] Chambers J.A., Sprecher J.W.: Computer Assisted Instruction: Current Trends and Critical Issues
Comm. of the ACM, June 1980.

- [70] Tamás M.: Ez az elektronika! 1-3.
Népszabadság, 1980. július 29, 30, 31.
- [71] Hospital Staffs Found Resistant to Computers
Computerworld, July 7, 1980.
- [72] Sullivan K.M.: Does distributed processing pay off?
Datamation, Aug. 1980.
- [73] Iverson K.E.: Notation as a Tool of Thought.
Comm. of the ACM, Aug. 1980.
- [74] Crombs R., Green K.: Slow march of teh microchip.
New Scientist, 7. Aug., 1980.
- [75] Szentgyörgyi Zs.: Mikroelektronika és társadalom
Természet Világa, 1980. szept.
- [76] Mauriello R.: A distributed processing system for
military applications. Part 1: System overview.
Computer Design, Sept. 1980.
- [77] Bass Ch. et. al.: Local network gives new flexibi-
lity to distributed processors
Electronics, Sept. 25. 1980.
- [78] Computers Hit for Killing Jobs.
Computerworld, Oct. 13, 1980.
- [79] Computers Seen Displacing Jobs Faster then Creating
them
Computerworld, Oct. 20, 1980.
- [80] A nagy számítógépes műszaki adattárak fejlesztése
16-7803. sz. OMFb tanulmány, Bp. 1980.
- [81] Death sentence for paper shufflers.
The Economist, Dec. 27, 1980.
- [82] Rada J.: The impact of microelektronics
ILO, Geneva, 1980.

A TANULMÁNYSOROZATBAN 1980-BAN JELENTEK MEG:

- 101/1980 Gerencsér László - Hangos Katalin:
Diszkrét lineáris sztochasztikus rendszerek
önhangoló szabályozása
- 102/1980 Pásztorné Varga Katalin: Rekurzív eljárás
- 103/1980 Gerencsér Piroska - Szép Endre - Zilahy Ferenc
Marton Zsolt: Robotmegfogók adaptivitása I.
- 104/1980 Knuth Előd - Radó Péter - Tóth Árpád:
A SDLA előzetes ismertetése
- 105/1980 E. Knuth - P. Radó - A. Toth:
Preliminary description of SDLA
- 106/1980 Prékopa András: Sztochasztikus programozási
modellek és alkalmazásuk
- 107/1980 Kelle Péter: Megbízhatósági készletmodellek és
alkalmazásuk
- 108/1980 Almásy Gedeon: Mérlegegyenletek és mérési hibák
- 109/1980 Békéssy A. - Demetrovics J. - Gyepesi Gy.:
Relációs adatbázis logikai szintű vizsgálata
funkcionális függőségek szempontjából
- 110/1980 Gaál A. - Soltész J. - Ruda M. - Ratkó I.:
Tanulmányok a statisztikai adatfeldolgozásról
- 111/1980 Benedikt Szvetlána: Nem ismételhető döntéshozatal
analizise kockázattal járó esetekben
- 112/1980 Verebély Pál: Többprocesszoros, osztott intelligen-
ciájú grafikus rendszerek tervezési és megvalósítás
kérdései
- 113/1980 V. Visegrádi Téli Iskola

- 114/1980 Demetrovics János: Relációs adatmodell logikai és strukturális vizsgálata
- 115/1980 Gergely József: Program package for sparse matrices

1981-BEN JELENTEK MEG:

- 116/1981 Siegler András: Egy 6 szabadságfoku antropomorf manipulátor kinematikája és számítógépes vezérlése
- 117/1981 Knuth Előd - Radó Péter: Principles of Computer Aided System Description
- 118/1981 Demetrovics János - Gyepesi György: Általános függések
- 119/1981 Sztanó Tamás: REAL-TIME programrendszerek eseményvezérelt szervezése

