

Információtechnika — a fejlesztés perspektívái és ennek kihatása a gazdaságra és a társadalomra

HANS-RAINER SCHUCHMANN
Siemens AG, München



Összefoglalás:

Jelenleg két, mindeddig távoli és különálló műszaki fejlesztési irányvonal fut össze: az adatfeldolgozás és a híradástechnika. Szintézisükből egy új, átfogó terület keletkezik, amelyet „információtechnika” elnevezéssel fogunk illetni. Ennek alapvető technológiái, rendszertechnikai koncepciói és alkalmazásai kapcsolatban állnak mindkét származási területtel. Ma kiindulhatunk abból, hogy az információtechnika messzemenően rá fogja nyomni a bélyegét a jövőd ipari társadalmára. Az előadás áttekintést ad a jövőd elképzelt „információs társadalmának” műszaki, gazdasági és szociális vonatkozásairól.

A jelenben tanúi lehetünk két, egyelőre messzemenőleg sajátos fejlesztési vonal összefonásának: az egyik az adatfeldolgozás, a másik a híradástechnika. Szintézisükből egy új, átfogó terület áll elő, amelyet „információtechnika” megjelöléssel kívánunk illetni. Ennek alaptechnológiái, rendszertechnikai koncepciói és alkalmazásai magukon viselik mindkét származási terület jellemvonásait. Ma kiindulhatunk abból, hogy az információtechnika messzemenően rá fogja nyomni a bélyegét a jövőd ipari társadalmára. Az előadás áttekintést ad egy perspektívájában elképzelt „információs társadalom” műszaki, gazdasági és társadalmi vonatkozásairól.

1. Az információtechnika mérföldkövei

A mai információtechnika gyakorlati kezdetei a korai 60-as évekre nyúlnak vissza. A második világháború vége felé megjelenő első számológépekből, amelyek igen megbízhatatlan, rendkívül drága műszaki monstrok voltak, folyamatos fejlődéssel megbízható, kereskedelmileg eladható termékek alakultak ki. Ehhez járult még, hogy a tiszta „számológépekből”, amelyek csak számokkal tudtak bánni, kialakult a „számítógép” (computer) mint univerzális jelfeldolgozó gép. Ezzel egyidejűleg az a kérdés, vajon a jövő az analóg vagy a digitális számológépeké lesz-e, egyértelműen az utóbbiak javára dőlt el.

Arra az időre a berendezéseken túlmenően még a lényeges elvi alapokat is kidolgozták: megszületett az operációs rendszer gondolata, létrejöttek az első használható programnyelvek, és az ezeken megírt programokat gépi úton le lehetett fordítani; közkeletűvé váltak az olyan fogalmak, mint

Hans-Rainer Schuchmann a Müncheneri Műszaki Egyetemen végzett. Tanulmányainak 1963-ban történt befejezése óta a Siemens cégnél dolgozik. Itt először folyamatirányító számítógépek periféria-vezérlésének fejlesztésével, majd kommerciális rendszer-szoftver fejlesztéssel foglalkozott, többek között egy PL/1 fordítóval kapcsolatban. Közreműködött a PL/1 szabványosításában is az ECMA keretében. A továbbiakban szoft-

ver-mérnöki munkát végzett. 1975 óta tevékenységének súlypontját a modern számítógép-architektúrák kutatása képezi a nagy- és legnagyobb számítógépektől egészen a decentralizált munkahelyekig és a személyi számítógépekig, 1983 eleje óta a kutatási és műszaki terület vezetőségének tanácsadójaként tevékenykedik. Tagja az ACM-nek, az IEEE-nek, a Computer Society-nek, a GI-nek; tisztségeket visel az IFIP-nél,

az adatrendszer és az adatbank. Ehhez járult még a számítógépek legfontosabb architektúra-elemeinek feltalálása — a „virtuális címzés”, a „cache” mint gyors átmeneti tároló, valamint a mikroprogramozás. Végül azt is belátták, hogy a mindig újonnan kialakított egyedi gépek helyére hosszú távra kidolgozott kompatibilis számítógép-családoknak kell lépniük, hogy ezáltal a folyamatosan és robbanásszerűen növekvő szoftverigényekkel lépést lehessen tartani.

Mindez azonban még csak adattechnika volt. Az információtechnikaéhoz vezető utat az jelezte, amikor a 70-es évek vége felé elkezdődött az adattechnika és a híradástechnika összeolvadása. A híradástechnika már száz esztendővel ezelőtt kezdetét vette a távíróval. Ehhez jött később a telefon, a telex, a facsimile-átvitel, a rádió és a televízió, az átviteltechnika és a többi. A híradástechnikára az volt a jellemző, hogy különböző megjelenési formái messzemenően eltérő sajátosságokkal rendelkeztek, valamint egymás mellett fejlődtek ki. Ennek az volt a következménye, hogy bár — önmagában véve — sok jó, egyedi műszaki megoldás alakult ki, ezek azonban alig kombinálhatók egymással. Az adattechnika lehetővé tette, hogy ezeket a történelmileg kialakult fejlődési vonalakat egy új technológiai szinten egyesítsék, s emellett az adattechnika és a híradástechnika mindegyikének sajátos világából származó műszaki-mérnöki jellegű tudásból teljesen különböző jellegű hozzájárulások keletkezzenek.

Az adattechnikából erednek mindenekelőtt az információ tárolásának, szervezésének és feldolgozásának eljárásai. Technológiai újdonság első sorban a szoftver közege mint olyan, amely az elektronikus kapcsolásokkal — a hardverrel —

Fordította: dr. Molnár László

Elhangzott az 1987. V. 6—7-én tartott VDE-konferencián.

kombinálva minden információtechnikai rendszer realizálásának alapjait képezi. Egyenrangúságuk, sőt a szoftver és a hardver egymás közötti kölcsönös kicserélhetősége újdonságot jelent az elektronikában. A hagyományos képzettséggel rendelkező mérnök számára eleinte ez nagyon idegenül hatott, elsősorban a szoftver sajátos törvényszerűségei miatt. Itt keresendő az adattechnika, illetőleg az információtechnika bizonyos mértékű megtorpanásának háttere. A kommunikációs oldal az információtechnikához mindenekelőtt a nagy hálózatok felépítésének elvével és gyakorlatával járult hozzá. Ehhez jönnek még azok az eljárások, amelyek az ilyen hálózatokban való hatékony és biztonságos továbbításra szolgálnak. Továbbá még annak ismerete is, mennyire elkerülhetetlen a hosszú távú és világméretű összhang egy információs rendszer alapelvei és összetevői között. A műszaki szabványok érvényesítése itt kezdetől fogva meghatározó szerepet játszott.

2. A technológiai bázis

Felmerül a kérdés, hogy két ilyen, egymástól olyanira különböző terület szintézisének mi volt a hajtóereje, vagyis az információtechnika kialakulásának alapja, mindenekelőtt a számítógép és a számítógép környezetének fejlesztése. Jelenti ez egyrészt magát a számítógéptechnikát, másrészt a digitális jelfeldolgozási technikát, a mikroelektronikát, továbbá újabban az optikai híradástechnikát — mindezeket egymással szoros kölcsönhatásban.

Mérnöki értelemben a számítógéptechnikának mindenekelőtt két gyökere van. Az első programozható számológépet a világon — amint azt jelenleg általánosan elfogadják — 1941-ben állították üzembe a Német Légiközlekedési Kutató Intézetnél. Ezzel kísérletképpen repülőgépek szárnyprofilját akarták számítani. A gép konstruktőre és üzemeltetője Konrad Zuse volt, aki ma 77 évesen Bad Hersfeld környékén él. Úttörő fejlesztésével azonban Zuse alig talált annak idején megértésre és visszhangra. A számítógéptechnika másik gyökere Neumann Jánosig nyúlik vissza, aki Budapesten született, később Németországban, majd a 30-as évektől kezdve az USA-ban élt. Az ő széles látókörének, a technikai alapelvek általa történt világos kifejtésének, valamint az ő befolyásának, — mint tudományos tanácsadónak az 1945 utáni amerikai kutatási politikára — volt köszönhető, hogy a programozható számítógép olyan gyorsan érvényesülhetett, a kezdeti években felmerült óriási technológiai problémák ellenére. A számítógép alapvető újdonsága a régebbi automatákkal szemben abban áll, hogy adatokat képes tárolni és ezeket előírt program szerint feldolgozni. Az ilyen adatok eleinte csupán számértékek voltak: innen származik a „számológép” fogalma is. Mindenesetre már Zuse felismerte, hogy a számértékek tulajdonképpen csupán egy különleges esetét képezik a jelek egészen általánosan vett fajtáinak. A digitális jelátvitelt a kommunikációtechnika mára XIX. századi kezdeteinél, az elektromos távirónál is ismeri. Emellett azonban a

távbeszélő rendszer teljesen más: analóg módon keletkezett, aminek megvolt a maga jó oka. Ugyancsak analóg módon működik még ma is a műsorszórás, tehát a rádió és a televízió, bár időközben a különlegesen értékes zenei felvételeknél már digitális technikát szoktak alkalmazni. Az adattechnikában az analóg és a digitális gépek kezdeti egymásmellettsége után viszonylag hamar a digitális technika túlsúlyba kerül. Ennek oka nem csupán a digitális számolóeszközök nagyobb — elvileg korlátlan — számítási pontosságában rejlik. A digitális adattechnika mindenekelőtt lehetőséget ad arra, hogy a programokat ugyanolyan módon tápláljuk be a számítógépbe és ott ugyanolyan módon kezeljük, mint az adatokat. Ez megint csak előfeltétele annak, hogy programokat gépi úton állíthassunk elő és futtathassunk, amin végső soron az egész szoftvertechnika alapul.

A digitális technika mindenesetre költséges, és ennél fogva még hosszú ideig sok elképzelhető felhasználása költségek miatt nem jöhet tekintetbe. Az áttörést a mikroelektronika hozta magával: egész kapcsolási komplexumoknak messzemenően automatizált tervezési és kivitelezési folyamatok keretében történő miniatürizálásának és igen olcsó előállításának lehetőségével. Ilyen, „chip”-nek nevezett nagy integráltságú építőelemek ma például fél négyzetcentiméternyi aktív felületen negyedmillió bitet képesek tárolni — ez kerekén 15 teleírt gépelt oldalnak felel meg —; rövidesen pedig ennél valamivel nagyobb chipfelületen már 60 oldalnak lesz helye.

Egy chipnek azonban semmiképpen nem kell mindig feltétlenül egy tároló építőelemének lennie. Így a 70-es évek közepe óta mikroprocesszorok valóságban robbanásszerű mennyiségben kerültek piacra. A mikroprocesszor mindenekelőtt két területen képez határozottan mór földkövet a digitális technika alkalmazásában, amelyek végül is a mai információtechnika magját képezik. Az adattechnikában mindez a személyi számítógépekhez vezetett, tehát az információfeldolgozás decentralizálásához és népszerűsítéséhez. A kommunikációtechnika a mikroprocesszorok tömeges alkalmazásával sikerült a költségkorlátot áttörni, és ettől kezdve a digitális átviteli és elosztó rendszerek gazdaságossá váltak.

Amellett, hogy ezek az építőelemek időközben szabványosítottak lettek, a nagy integráltságú kapcsolóáramkörök az alkalmazás-specifikus építőelemek területén különösképpen a jövő szempontjából jelentősek, mindenekelőtt a digitális kommunikációtechnika felé vezető irányzatot keresztül. A digitális kommunikáció rendelkezik azzal a nagy előnnyel, hogy a formalizálható információ minden fajtáját egységesen lehet előállítani, feldolgozni és továbbítani: a vezérlőjeleket és a számértékeket, az írott szöveget és a vonalas ábrákat (grafikát), a beszélt nyelvet és a zenét, az álló- és mozgóképeket.

A mikroelektronika az információtechnikában újabban még egy másik helyen is új és növekvő szerepet játszik: az elektronika és az optika met-

széspontját képezi. Ismeretes, hogy az átvitel-technikában hosszú távon a fényvezetők nagymértékben alkalmazhatók. A rézkábelekkel szemben előnyük a csekélyebb térfogat nagyobb sávzsélesség mellett, párosulva kiemelkedő átviteli tulajdonságokkal és elhanyagolható zavarhatóságokkal, valamint az illetéktelen „lehallgatók” elleni sokkal nagyobb biztonsággal. Az optikai jeleknek mindazonáltal megvan az a szépséghibájuk, hogy ma még sem közvetlenül erősíteni, sem feldolgozni nem lehet őket. Ehhez az optikai közegről elektromos közegre kell áttérni. Az optoelektronikai építőelemek a mikroelektronikának egyik részterületét képezik. Ezeknél nem a logika bonyolultsága, hanem a kapcsolási sebesség (bit-rate) áll az előtérben. Itt — az optoelektronikai sajátosságok miatt — a szilícium helyén más anyagok, mindenekelőtt a galliumarzenid játssza az uralkodó szerepet.

A mikroelektronika egyes vonatkozásait fő alkalmazási területének, az információtechnikának a szempontjából világítottam meg. Emellett a digitális technika mindig csekélyebb villamos teljesítményfelvétellel jár. A mikroelektronika teljes spektruma természetesen ennél sokkal szélesebb: ide tartoznak a teljesítmény-félvezetők, az analóg mikroelektronika, és nem utolsósorban az érzékelő (szenzor) építőelemek, valamint a mikromechanikus építőelemek. Az előállítás technológiája azonban elvben mindig azonos.

Összefoglalásképpen elmondhatjuk, hogy az információtechnika említett négy technológiája — a számítógéptechika, a digitális jelfeldolgozási technika, a mikroelektronika és az optikai hírközlésmélet — nagyfokú érettséget ért el az alkalmazásokban; anélkül, hogy továbbfejlesztésük határainak jelei mutatkoznának. A számítógéptechikában a további teljesítménynövelés érdekében újfajta, nagymértékben párhuzamos gépek kifejlesztésén dolgoznak. A programok feldolgozása tekintetében, architektúrájukban lerögzített új stratégiák képezik az ún. „nem Neumann-típusú gépek” magját. A digitális jelfeldolgozási technikanak lényeges súlypontja van a kódolási eljárásoknál az átviteli sávzsélesség jobb kihasználása érdekében, például a képátvitelnél. A mikroelektronikában közelítenek az egy mikrométer alatti struktúrafinomsághoz, ami százszor nagyobb finomságot jelent egy emberi hajszálnál — ami által egy adott chipen a funkciók még nagyobb fokú integrációja érhető el. Az optikai híradástechnika mindenekelőtt szélessávú elektro-optikai erősítőknél dolgozik. Mindent összevéve a következő években nem csupán bizonyos mértékű innovációval lehet számolni, hanem a dinamikus növekedés ütemének fennmaradásával — ha ugyan nem további emelkedésével — az alkalmazások és a piac területén.

3. Az információtechnika forrásvidéke

Az információtechnika hatása a gazdaságra, továbbá hosszabb távon társadalombefolyásoló hatása is szoros összefüggésben van a benne kirajzolódó három fő alkalmazási területtel. Ezek a

következők: *először is* egy egységes és nyilvános távközlési hálózat megteremtése és kiépítése („*a jövő hálózata*” — „*network of the future*”). Másodsor: új integrációs és hálózattá szervezési lehetőségek a gyártásban — jelszó: „*a jövő gyára*” („*factory of the future*”). Végül és harmadszor a tevékenységek széles spektrumának integrációja az irodai munkában — jelszó: „*a jövő irodája*” („*office of the future*”).

Az ISDN műszaki alapelveivel a *VDE Napok* más előadásai során már foglalkoztak, itt ezért csupán két címszót kell megemlíteni, amelyek körül a tulajdonképpeni innováció lejátszódik. Az ISDN egy tisztán digitális hálózat lesz, és ezen a technológiai alapon valósul majd meg a különböző hírhordozók — vagyis a beszéd, az adatok, a kép és a vezérlő információk — integrációja. A tiszta transzportfunkciókon kívül az ISDN továbbí-
ún. többletszolgáltatásokat is rendelkezésre bocsát, illetőleg közvetít. Széles skálája adódik itt az elvileg elképzelhető lehetőségeknek, egészen az automatikus beszéd fordításig (tolmácsolásig) a nemzetközi telefonhálózatban. Mindazonáltal elsősorban a tényleges piaci kereslettől függ, miképpen valósul majd meg a fejlesztés.

„*A jövő gyára*” dolgában egy rendkívül széles körű és igen rugalmas gyártástechnológia koncepciójáról van szó. A rugalmas gyártástechnológia célkitűzése: egy gyár tervezési és irányítási folyamatait egymással lehetőség szerint megszakításmentesen összekapcsolni. Amiről itt szó van, az mindenekelőtt a „*gyártás-érett*” termékfejlesztés, a megrendelés-feldolgozás, valamint az üzemirányítás „*folyamat-lánccá*” történő összekapcsolása. Mindezek együttesen viselik ma a „*számítógéppel integrált gyártás*” („*computer integrated manufacturing*” — *CIM*) elnevezést, illetve rövidítést. Ezen integráció által a termelés rugalmasságának magasabb fokát kell elérni, még rövidebb átfutási idővel, valamint változatlanul maradó gyártási minőséggel egyidejűleg. Dacára annak, hogy a robotok alkalmazását a nyilvános vitákban különösen sűrűn ki szokták hangsúlyozni, ez csupán részaspektusát jelenti valamely gyártási folyamat teljes komplexitásának.

Az információtechnika harmadik nagy felhasználási területén, az irodatechnikában jelenleg egy rendkívül heterogén területtel állunk szemben, ahol az egyedi készülékek legkülönbözőbb típusai fordulnak elő. Ezeket sokszor csak kevéssé hatékonyan lehet összekapcsolni, amennyiben ilyen összekapcsolás egyáltalán lehetséges. A jövőben ezek helyett többfunkciójú munkahelyi állomásokat fognak alkalmazni, amelyek házon belüli („*inhouse*”) hálózatokon keresztül lesznek egymással összekapcsolva. A Siemens által kifejlesztett *HICOM* kommunikációs rendszer egy példát ad a legkülönbözőbb fajta készülékek változatos összekapcsolási lehetőségeire. Az ilyen irodai architektúra különleges ismertetőjegye a funkcionális kompatibilitás: egyrészt kifelé az ISDN-en át, másrészt befelé busz-hálózatok — helyi hálózatok, *LAN* („*local area network*”) — és hálózatba kapcsolt számítógépek segítségével.

4. Információtechnika mint gazdasági tényező

Amennyiben megkíséreljük az információtechnika fogalmának ilyesfajta körülhatárolását a piacméretek és a piac növekedése számszerű adatainak segítségével, akkor nagyjából a következő kép alakul ki. Az egész nyugati világ elektronikus piaca 1984 és 1994 között nagyjából 1000 milliárd nyugatnémet márkáról 2000 milliárd nyugatnémet márkára fog megkétszereződni. Ezen belül az információtechnika eredeti 50%-os részaránya 75%-ra fog emelkedni. Ez annyit jelent, hogy az információtechnika piaci volumene önmagában véve körülbelül megháromszorozódik. Ez a drámai fejlődés kétségkívül nagy kihívás az elektronikus ipar felé.

Ennek a kihívásnak egy egészen lényeges aspektusa abban áll, hogy az információtechnika forrásvidékének minőségi és mennyiségi kiszélesedésével együtt a szoftver iránti igény tetemesen növekedni fog. A szoftver összpiaça (a nyugati világban) jelenleg körülbelül 60 milliárd nyugatnémet márkát tesz ki, amiből a Német Szövetségi Köztársaságra 4–5 milliárd esik. A 2000-ik esztendőig az összpiaçnak több mint 10-szeresére történő emelkedése várható, hasonló érvényes a [nyugat] német szoftverpiaçra is. Emellett figyelembe kell venni, hogy ez csupán a piaci jellegzetességgel bíró (piaçon forgalmazott) szoftvervolumen jelent. Ehhez járul még a nagyobb felhasználók és nagyobb gyártók által saját igényeik kielégítése céljából kifejlesztett hányad. Ezt a „fogyasztói piaçot” („captive market”) az előbbinek 2–3-szorosára becsülik. Ennélfogva például egyedül a Német Szövetségi Köztársaságban jelenleg a valóságos szoftverigény 20 milliárd márka nagyságrendbe esik. Ami itt szoftverként papír és mágneses adathordozókon rögzítve rendelkezésre áll, az a bruttó belföldi nemzeti termék csaknem 2%-ának felel meg. Ebben az összehasonlításban világos, hogy a kiváltképp az anyagi javakra vonatkozó index-számok, amelyekkel a múltban egy népgazdaság potenciálját értékelték, időközben nem maradtak teljes mértékben érvényesek.

Manapság a szoftver tervezése, előállítás és karbantartása — dacára a jelentékeny módszertani fejlődésnek és teljesítőképes segédeszközök használatának — az eddigiekhez hasonlóan sokkal inkább kézműves, semmint ipari módszerekkel folyik. Ez nem annyira a szakemberek korlátozott képességeinek tulajdonítható, mint az anyag — a szoftver — sajátos törvényszerűségeinek. A szoftver tehát belátható ideig drága termék marad.

A mikroelektronikával egyidejűleg a felhasználói szoftver területén valósággal robbanásszerű diverzifikálás játszódik le. Minden folyamatirányító mikroprocesszor, minden munkahelyi (asztali) számítógép vagy személyi számítógép, minden többfunkciójú terminál — felhasználó-specifikus szoftvert igényel. A gyakorlatban egyetlen alkalmazás sem teljesen azonos egy másikkal — a végfelhasználó szempontjából semmi esetre sem. Ez azt jelenti, hogy a rendszerszoftvertől eltérően az alkalmazói szoftver csak nagyon korlátozott

módon használható fel többszörösen. Itt ezért fokozott mértékben kell a szakértelmet esetspecifikusan bevetni.

Csupán mellékesen említendő meg, hogy a szoftver egyre nagyobb jelentőségével egy sor jogi kérdés merül fel, melyek túlmutatnak a műszaki kérdéseken. Itt van a tulajdonjog nehéz kérdése, mind a programokra, mind az adatokra vonatkozóan. Az anyagi javakra érvényes jogi normák nem alkalmazhatók itt megfelelőképpen, és azok a normák sem, amelyek a nyomdai termékekre vonatkoznak. Egy másik jogi probléma a szoftver végleges átvételének kötelezettsége. Ugyanolyan nehéz valamely szoftver teljesítőképességének ismeretőjegyeit precízen és tökéletesen előírni, mint a későbbiek során a teljesítményelőírások betartásának felülvizsgálatát végrehajtani. Végül is lényegében a szoftvernél a számítógéprendszerekhez való engedély nélküli hozzáférés elleni védelemről van szó, tehát arról, amit adat- és programbiztonságnak lehet nevezni. A hitelbiztosító részvénytársaság nemrégiben megjelent közleménye szerint a számítógépes bűncselekményekből származó kár összege időközben milliókra emelkedett. A készpénz nélküli fizetési forgalom emelkedése, valamint a pénzautomaták használata nagy biztonsági követelményeket állít a műszaki berendezések elé. A számítógép biztonságának problémája a jövőben még sokkal intenzívebben fog bennünket foglalkoztatni, mint az eddigiekben.

Anélkül, hogy ezekben a kérdésekben mélyebben elmerülnénk, mindez elvezet bennünket az információtechnika általánosabb társadalmi összefüggéseire és következményeire.

5. Az információs társadalomhoz vezető úton

1970 körül sok szó esett a Harvard Egyetemen működő szociológus, Daniel Bell könyvéről. Ebben alakította ki a hosszú távon elvárható ipari társadalom struktúrájára az „ipar utáni társadalom” („post-industrial society”) — vagy „iparosítás utáni társadalom” — fogalmát. Ebben — Bell szerint — a gazdaság másodlagos tartománya folyamatosan veszít jelentőségéből egy új, axiális elvű társadalmi szervezet javára, amelyre elsősorban már nem a „termelés” tényezője, hanem az „információ és tudás” tényezője nyomja rá bélyegét. A tudás mint az irányítás eleme, a tudás mint a kereskedelmi forgalom tárgya, a tudás mint tulajdon, a tudás, amely gyárt, közvetít, átalakít és amelyet fogyasztanak és amelynek ezen momentumok által kialakul szabályos árujellege. Mindezek — mondja Bell — bár alapvetően nem újdonságok, azonban minőségileg új dimenziót nyernek. A társadalmi szerkezetből — tehát a gazdaság, a technológia és a szakmai tagozódás által — fog egy új átalakító a politikai rendszerre kihatni, és így végül is egy „ipar utáni kultúrát” létrehozni.

Daniel Belinél olvasva ezeket a gondolatokat, mindez még igen elvontnak és akadémikusnak látszik. Mégis, egy fél évtizeddel később — gyorsabban, mintsem várni lehetett volna — az újonnan kibontakozó „ipar utáni társadalmat” mint „infor-

mációs társadalmat” lehet pontosabban diagnosztizálni. Mindazonáltal nem szabad félreérteni az ilyen szociológiai szóhasználatot. Itt semmi esetre sem vetítenek előre egy olyan jövőbeli társadalmat, amelyben az ipar túlélte volna magát. Éppen ellenkezőleg, alapos okunk van azt feltételezni, hogy társadalmunk iparosítása tovább fog gyorsulni.

Egy ilyen magas termelékenyséű társadalmat szalagszerű és tömeggyártás nélkül elképzelni, amint azt két másik amerikai, Michael Piore és Charles Sabel egy MIT-tanulmányban megfogalmazták — nem más, mint messzemenő képzelgés. Amit ezzel szemben nagy biztonsággal várhatunk, az abban áll, hogy az emberi munka súlypontja és összgazdasági jelentősége áthelyeződik a szolgáltatás területére, tehát a harmadlagos (tercier) szektorba.

Ezen tényállás számszerűsítésére a Német Gazdaságtudományi Intézet (*DIW*) nemrégiben számadatokat ismerttetett, amelyek tekintetbe veszik az információtechnika termékeinek az ipar élenjáró területeire való behatolását, valamint az ennek a technikának az alkalmazásából eredő gazdasági változásokat is. A *DIW* tanulmányából adódóan a Német Szövetségi Köztársaság teljes bruttó nemzeti termékének 41%-át tette ki az információtechnika részaránya és ez inkább egy alsó határt jelent. Előrelátható az az időpont is, amikor az értéktermelés felét az információs szektorban fogják előállítani. Ennek a szektornak a növekvő jelentősége a foglalkoztatási struktúrában is megfigyelhető. A *DIW* tanulmánya szerint az információs szakmák részaránya — tehát azok az emberek, akik hivatásszerűen állítanak elő, dolgoznak fel és osztanak el információt, továbbá azok, akiknek dolguk van az információs javakkal és az információs struktúrával — az összes keresőknek mintegy harmadrészét teszi ki; a szolgáltatási szektorban ez a részarány körülbelül kereken 50%-kal magasabb.

Mind ez számos vonatkozásban visszahat mind az egyénre, mind a társadalom egészére. Végezetül három aspektust kell röviden megemlíteni.

A jövőben egyre több ember fog a saját szakmájában inkább a dolgokra vonatkozó információkkal foglalkozni, semmint hogy magukkal a dolgokkal foglalkozna. Hozzá fogunk szokni egy új „közvetett valósághoz”, amely írott szövegből áll és amely írástudást kíván meg. Ez közvetlen összefüggésben van a számítógépnek mint jelfeldolgozó gépnek a műszaki alapjával. Egy ilyen géppel csupán jelek közvetítésével tudunk kapcsolatba lépni. A nyomógombok, kézikerekek, kapcsolók, tolózárak, műszerek számlapmutatói és jelzőlámpák sokoldalúsága helyébe a jövőben a meglehetősen sztereotip billentyűzet (tasztatúra) és képernyő fog lépni. A gépeket mind kevésbé fogják közvetlenül beállítani. Ehelyett elő kell írni, hogy a gépek miképp állítsák be saját magukat, és ezt nagyon pontosan és hibátlanul kell csinálni. Így lesz ez majd az ipar és a műszaki élet széles

területén. A fejlesztő laboratóriumban, a tervezőirodában, a kezelőszemélyzetnél és a munkahelyen egyre inkább csak a beszéden mint kommunikációs közegen keresztül lehet intézkedni. Ez kétfajta szempontból érvényes: a vezérlő beavatkozásnál ugyanúgy, mint a megfigyelő ellenőrzésnél. Így tekintve a dolgokat, egyes kultúrfilozófusok rémálmai a „*tv-fogyasztás*” és a családi számítógépek következményeképpen előálló új írástudatlanságról — alaptalannak bizonyulnak.

Mindenesetre — és ez a második szempont — az egész képzési rendszernek erőteljesen el kell fogadnia az információtechnika témáit. A számítógépes alapismeretek a jövőben részét fogják alkotni az általános képzésnek. Az iskolák és főiskolák minden szintjén szakmai vonatkozású információtechnikai készülékeket fognak beállítani. Amint az a Német Szövetségi Köztársaságban már ma is részlegesen megvalósult — egy bizonyos minimális mértékű szolid informatikai képzés mindenfajta mérnökképzés tantervébe be kell épülnön. Nem utolsósorban magát az információs szakágazatot kell hatékonyabban bevonni az ipari gyakorlatba. Így például nagyintegráltságú áramkörök tervezését lehetetlen megtanulni anélkül, hogy professzionális *CAD*-rendszerek rendelkezésre ne állnának, és a hallgatók által elkészített gyakorlóterveket egy ipari gyártósoron elő ne állítanák. A Siemens jelenleg — egy kb. 15 főiskolával és egyetemmel folytatott kooperációs projekt keretében — kereken 20 millió nyugatnémet márkát fordít erre. Az információtechnika — és különösképpen a *CAD* — azonban nem vezet ahhoz, hogy az ipari társadalomban megszűnjön a munka.

Minden erre vonatkozó tanulmány nyilvánvalóvá teszi, hogy a technológizálás, a termelésnövekedés és a munkahelyfejlesztés sokkal komplexebb módon függenek össze egymással, mint ahogy azt mostanáig feltételezték. Mindazonáltal egy „*információs társadalom*” munkaerőpiacának struktúrája másképpen fog alakulni, mint a mai „*termelő társadalom*”.

Végtére és harmadjára érvényes az a meggondolás, hogy az információtechnika nem más, mint egy infrastruktúra-technika. Az infrastruktúrák egy társadalomnak nem csupán belső életét befolyásolják, hanem a társadalmak egymás mellettiségére és együttélésére is tartósan hatással vannak. Az iparosítás XIX. századi története ezt nagyon nyilvánvalóvá tette. A távíró és mindenekelőtt a vasút nem csupán távolságokat hidalta át, hanem lehetlenné tettek olyan hagyományos intézményeket is, mint például az út- és a hídvasút; kiszélesítették a tudás horizontját, és együttműködést követeltek az addig áthághatatatlannak tartott határokon át. A mai helyzetre átfordítva ez annyit jelent, hogy például az *ISDN*-nek csupán akkor van értelme, ha az egész világra kiterjed, vagyis ha a határokon átlépve működik. Tehát mindnyájan — a vasút, a telefon és a repülőgép után — az információtechnika következményeképpen újfent szorosabban fogunk összekapcsolódni.