

híradástechnika

VOLUME LVIII.

2003/9

Szeptember

E870

FF



8 000001 558755



Játékelmélet

Az informatika hatása más területekre

Informatika a távközlésben és az oktatásban

A Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesület folyóirata

Tartalom

TERMÉSZETES SZINERGIA (AUGUSZTUS)



JÁTÉKELMÉLET

Bögel György

Játékos stratégia

1

Konkoly Lászlóné, Dr. Fekete István

Nyeresség optimalizálás az üzleti kockázatelemzés és a játékelmélet együttes alkalmazásával

2

7

AZ INFORMATIKA HATÁSA MÁS TERÜLETEKRE

Benczúr András

Számítógépek és híradástechnika: az emberiség új kommunikációs korszaka (I. rész)

18

Dr. Tarnai Géza

Az informatika szerepe a vasúti forgalomirányításban

25

Mojzes Imre

A számítógépek fejlődése és a mikroelektronika

33

Jutasi István

A műszaki anyanyelv

38

INFORMATIKA A TÁVKÖZLÉSBEN ÉS AZ OKTATÁSBAN

Dr. Erdősi Ferenc

Műholdas vagy fénykábeles hálózatok

43

Horváth László

Az oktatás és az informatika kölcsönhatása

51

Az év múzeuma

53

Kitüntetések, elismerések

54

Gábor Dénes-díj 2003

55

Címlap: A Puskás Technikum megemlékezik a szakma nagyjairól és hasznosítja eredményeiket

Főszerkesztő
ZOMBORY LÁSZLÓ

Szerkesztőbizottság
Elnök: LAJTHA GYÖRGY

BARTOLITS ISTVÁN
BOTTKA SÁNDOR
CSAPODI CSABA
DIBUZ SAROLTA

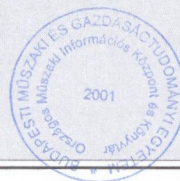
DROZDY GYŐZŐ
GORDOS GÉZA
GÖDÖR ÉVA
HUSZTY GÁBOR

JAMBRIK MIHÁLY
KAZI KÁROLY
MARADI ISTVÁN
MEGYESI CSABA

PAP LÁSZLÓ
SALLAI GYULA
TARNAY KATALIN
TORMÁSI GYÖRGY

Természetes szinergia

(SZEPTEMBER)



Amikor a folyóiratunk is csatlakozik a Neumann-centenárium ünnepi eseményeihez, akkor Neumann János sokoldalúságát igyekszünk kiemelni. Indokolja ezt a törekvésünket, hogy a 20. század a specializált szakemberek kora. Korábban nem volt ennyire ritka a széles látókörű és minden területen újat alkotó tudósok megjelenése. Erre példa, hogy amikor Szentmártoni Tibor, a műegyetem neves matematika professzora a derékszögű koordináta rendszerrel kapcsolatos előadásában először említette Descartes nevét, akkor, ahogy illik bemutatja az alkotót: Descartes, más néven Cartesius, francia tüzérkapitány, híres filozófus, több matematikai módszer felfedezője és gyakorló sebész. Majd hozzátette, ne csodálkozzanak, akkoriban nem voltak annyira egyoldalúak az emberek, mint a 20. században.

Neumann János eredményeivel is találkozunk a távközlés területén, a közgazdaságtanban, és nem csak a számítástechnika megalapozása fűződik nevéhez. Lehet, hogy túlzásnak tűnik, de számos területen szélesebb körben jelentkezik kutatásainak hatása, mint ahogy azt a számítástechnikában látjuk. Ahol a távközlési vagy gazdasági szakemberek megtanulják alkalmazni Neumann gondolatait, ott a különböző tudományterületek kölcsönhatása erősíti egymást és az eredmény a szakma teljes területére kihat.

A beruházások gazdaságosságának vizsgálatánál számos olyan tényező van, melyet csak különböző sztohasztikus folyamatok összevetésével lehet meghatározni. Kérdés lehet, hogy egy új távközlési létesítmény megvalósítása során valóban még szükség lesz azokra a berendezésre, eszközre, vagy hálózatra, melyeket ma használunk? Oly mértékben növekszenek-e az igények, ahogy azt extrapolálni lehet? Jelennek-e meg újabb eszközök, melyek hatására az érdeklődés más irányba terelődik? Befolyásolja-e a piac helyzetét új szolgáltatók megjelenése, akik esetleg jobb minőséget, vagy olcsóbb árat kínálnak? A kockázatelemzés, a játékelmélet és az ehhez kapcsolódó módszerek, melyek mind Neumann zsenialitását dicsérik, segíthetnek ezeknek a kérdéseknek az eldöntésében.

A számítástechnika, a matematika, a fotonika és a szociológia együttes vizsgálata kínálhatja számunkra a legjobb eredményeket. Elképzelhető, hogy négy külön szakember igyekszik a saját szempontjainak megfelelően az optimumot meghatározni, majd megtanácskozva egymás elképzeléseit kialakítják a közös optimumot. Így is elképzelhető a különböző tudományágak szinergiája. A hatásos megoldás azonban az, ha egyetlen módszerrel lehetséges különböző szempontokat figyelembe venni az eljárásban és nem iterációval közelítjük az eredményt, hanem deduktív módszerrel találjuk meg az optimumot.

Ennek a szempontnak megfelelően igyekeztünk néhány cikket összeválogatni, mellyel a Neumann által kialakított gondolkodásmódot hasznosítjuk a távközlési feladatok megoldásában. Így például vizsgáljuk a hálózattírányítás számítástechnikai hátterét, és ennek segítségével igyekszünk a leggazdaságosabb hálózatot kialakítani. Megnézzük azt is, hogy az idők során változó technológiai lehetőségek mennyire befolyásolják az új technikák bevezetését és megtalálható-e ezen a területen a klasszikus eszközök és a korszerű módszerek szinergiája.

Szerzőink között többségben vannak távközlési múlttal rendelkező szakemberek, akik kellő biztonsággal tudnak matematikai módszerekre támaszkodni és az információs technológia módszereit is elsajátították. Vannak szerzőink között informatikusok, akik a távközlés felhasználóivá váltak az országos kiterjedésű információs rendszerek kidolgozása során. Felkértünk matematikusokat is, hogy szerepeljenek ebben a számban, bemutatva, hogy egy jó elméleti szakember nem retten meg, ha tudományát gyakorlati kérdések megoldására kell lefordítani.

E számunk sokszínűségével kívánunk tisztelni Neumann János tudása előtt és hozzájárulni a centenáriumi nagyon sokak számára érdekes mondanivalójához.

Lajtha György

Játékos stratégia

BÖGEL GYÖRGY

*A KFKI Számítástechnikai Rt. stratégiai tanácsadója,
a Közép-Európai Egyetem Üzleti Iskolája tanári karának tagja, a Debreceni Egyetem docense
gybogel@kfk.com*

Neumann János az alkalmazott matematika és a közgazdaságtan sokféle kérdésével foglalkozott. A közgazdaságtan, a matematika és a menedzsment határvonalán elhelyezkedő játékelmélet modelljei jól hasznosíthatók stratégiai döntéseknél. A gazdasági életben, így egyebek között a távközlés és az informatika területén is, számos olyan helyzettel találkozhatunk, amelyek jól leírhatók és elemezhetők a segítségével. Az elméletnek ugyanakkor megvannak a maga korlátai is.

A visszaemlékezések Neumann Jánost többnyire vidám és élénk társasági emberként írják le, aki második feleségével, Klara Dannel szinte minden héten rendezett valamilyen összejövetelt. Fantasztikus memóriájában (egy anekdota szerint képes volt megtanulni a telefonkönyvet) rengeteg viccet tárolt, és bármikor előrukkolt eggyel, hogy az elakadt társalgást ismét mozgásba lendítse. Pókerezni is szeretett, bár állítólag nem játszott valami jól.

Veszített vagy nyert, ez számunkra már közömbös; a lényeg az, hogy játék közben gondolkodott is, s egyebek között arra a következtetésre jutott, hogy a játszók kimenete nemcsak a valószínűségeken múlik, azaz a póker nem (csak) szerencsejáték, hanem *stratégiai játék* is lehet. Matematikusként formalizálni kezdte a „blöffölést”, azaz a másik játékos becsapását, az információk eltitkolását célzó stratégiát.

Háborús játékok

A póker előtte már mást is megihletett hasonló módon. Egy francia matematikus, Emile Borel 1921-ben tanulmányokat publikált a *játékok elméletéről*, azt jósolva, hogy a játékelméletnek nagy jövője van a gazdaságban és a hadászatban. Leginkább az érdekelte, hogy adott játszókhoz létezik-e *legjobb stratégia*, és ha igen, miként lehet azt megtalálni. Munkássága e téren úttörőnek tekinthető, de az elméletben nem jutott igazán messzire. Ez az oka annak, hogy a tudománytörténészek többsége Neumann Jánost tartja a játékelmélet első számú fejlesztőjének és népszerűsítőjének.

Neumann 1928-ban publikálta első cikkét a játékelméletről [10]. Ő is úgy vélte, hogy az új teória előtt fényes jövő áll a közgazdaságtanban. 1929-ben az amerikai Princetonban kapott állást, ahol az osztrák Oskar Morgensternnel közösen megírták azt a könyvet [8], amit ma is a játékelmélet „alaplírási” tekinthetünk. Bár munkájukat elsődlegesen közgazdászoknak szánták, hamarosan világossá vált, hogy hasznát lehet venni a pszichológiában, a szociológiában, a hadvezetésben, a sportban és más területeken is.

Neumann János és a *játékelmélet* kapcsolata a továbbiakban igen érdekesen és ellentmondásosan alakult [18]. Bár jól látta, hogy a teória forradalmi változásokat fog hozni a közgazdaságtanban, személyesen inkább a politikai és katonai alkalmazások iránt érdeklődött, talán azért is, mert gyerekkorában egyik kedvence a „Kriegspiel” nevű, a sakkra emlékeztető hadászati szimulációs játék volt. Amikor kitört a második világháború, egyebek között játékelméleti módszerekkel vázolta fel a konfliktust, a szövetségesek győzelmét jósolva. 1943-ban még közelebbi kapcsolatba került az amerikai katonai vezetéssel, meghívást kapott ugyanis az atombomba kifejlesztését célzó Manhattan Projektbe. Számításai fontos szerepet játszottak a munkában, de modelljeit más célokra, így például a bombázók legbiztonságosabb útvonalának kiválasztására és célpontként szolgáló ellenséges városok kijelölésére is felhasználták.

A tudós 1948-ban a RAND Corporation tanácsadója lett. Ezt a szervezetet hadiipari cégek alapították a légierővel karöltve, abból a célból, hogy „elképzelje az elképzelhetetlent”, így például felmérje egy atomháború lehetőségeit, és stratégiákat dolgozzon ki egy ilyen eshetőségre.

Neumann ekkor a „megelőző csapás” elkötelezett híve volt. Meg volt győződve arról, hogy a szovjet kémek már a világháború idején megszerezték az atombomba gyártásához szükséges információkat, és csak idő kérdése, hogy a Szovjetunió mikor válik atomnagyhatalommá. Úgy vélte, ha az oroszok felépíthetik nukleáris arzenáljukat, Amerika elleni háborújuk elkerülhetetlen lesz. Ebből kiindulva azt javasolta, hogy az USA – egy későbbi tragikusabb háborút elkerülendő –, mérjen megelőző csapást Moszkvára, zúzza szét az ellenséget és váljon domináns világhatalommá. Egyik gyakran idézett, a Life magazinban is megjelent mondása a következőképpen szól: „Ha azt kérdezed, megbombázzuk-e őket holnap, én azt kérdelem: miért nem még ma?” (Egy másik neves matematikus, Bertrand Russell megelégedett volna egy, a Szovjetunióhoz intézett ultimátummal: a megelőző csapást akkor tartotta volna szükségesnek, ha az ellenség nem engedelmeskedik [12].

A „megelőző háború” nem sokkal az után, hogy a gondolata megszületett, lehetetlenné vált. A szovjeteknek 1953-ban már jóval több mint háromszáz robbanófeje volt, azaz bármiféle nukleáris csapásra igen hatásos választ tudtak volna adni.

1954-ben Neumann János az amerikai Atomenergia Bizottság tagja lett. Egy évvel később csonttrákt diagnosztizáltak nála, amit William Poundstone könyve [12] szerint a Bikini szigeteken végzett atomkísérletek közben belélegzett radioaktív por okozott. A betegség nem csökkentette az aktivitását, még akkor sem, amikor már csak tolószéken tudott közlekedni, és irodaként berendezett kórtermében fogadta a légierő és a hadügyminisztérium tanácsokat kérő képviselőit. Valószínűleg ez a közvetlen oka annak, hogy többen úgy vélik: ő volt az (egyik?) modellje a különösen tolószékes német tudósoknak a „Dr. Strangelove” című filmben, Stanley Kubrick briliáns, szatirikus és provokatív fekete komédiájában, ami 1964-ben, nem sokkal Kennedy elnök meggyilkolása után, a „leghidegebb” háború idején látta meg a napvilágot.

A „megelőző atomháború”, a Moszkvára mért atomcsapás gondolata ma öröklétséggé hangzik. A kortárs Neumann János és néhány más tudós számára azonban egy halálos dilemmára adott racionális válasznak számított egy olyan pókerjátzmában, amelyben létező egyik fél sem bíz a másikban és nem tudja, hogy az mikor mond igazat és mikor blöfföl. A történet egyik tanulsága az, hogy a matematikai racionalitásnak, a racionálisan felépített modelleknek, döntési sémáknak óriási jelentősége van, de megvannak a korlátai is.

Játékok a gazdaságban

Ha most áttevünk a gazdaság békésebb vizeire, ugyanezt az érdekes viszonyt figyelhetjük meg: a vezetési szakma időről időre beleszeret a racionális, matematizált, *kvantitatív módszerekbe*, ez a szerelem azonban idővel veszít az intenzitásából, elhalványul, hogy aztán másutt lángoljon fel újra.

John Nash, John Harsanyi és Reinhard Selten 1994-es közgazdasági Nobel-díja [14] világosan jelzi, hogy a játékelmélet már szervesen beépült a *közgazdaságtanba*. Azt is könnyű belátni, hogy a vállalatok versenye számos tekintetben a sakkhöz vagy a kártyázáshoz hasonlít: helyzetek vannak, amelyekben a játékosok döntéseket hoznak, amikre a többiek válaszolnak, és így tovább. A vállalatvezetők ugyanazt szeretnék tudni, amit Emile Borel vagy Neumann János: milyen játszmát játszunk, van-e abban nyerő stratégia, és ha igen, miképpen lehet megtalálni. Tudják, hogy döntéseik következményei a többiek lépéseitől is függenek, hiszen minden lépést valamilyen ellenlépés követ. Ghemawat Pankaj ide vágó könyve [11] a példák valóságos tárháza: sokféle iparágban vázol fel és elemez játékelméleti módszerekkel stratégiai döntési problémákat. Megállapítja, hogy a hetvenes és nyolcvanas években határozottan megnőtt az érdeklődés a teória iránt,

konkrét helyzetek alapján egyre többen foglalkoznak modellek felállításával és azok ellenőrzésével. Úgy véli, hogy a játékelmélet jelentős hatást gyakorol a *vállalati stratégiákra*, illetve a *stratégiaalkotás* folyamatára. Arra is rávilágít, hogy a stratégiaalkotáson belül egyes irányzatok kifejezetten közeli rokonságban vannak a játékelmélettel, mondanivalójuk jól megragadható annak eszékelével.

Hívjuk fel a figyelmet azonban egy érdekes ellentmondásra: a vezetési szakirodalom stratégiai tárgyú könyveiben általában egyetlen szó sincs a játékelméletről. Ha kinyitjuk például Henry Mintzberg és szerzőtársai „stratégiai enciklopédiáját” [7], hiába keressük a tárgyszavak katalógusában. Itt is igazolódni látszik a Nobel-díjas Herbert Simonnak az a megállapítása, hogy az absztrakt és matematizáló „management science” és a földszagú „management profession” úgy viszonyul egymáshoz, mint az olaj és a víz: lendületes mozdulatokkal össze lehet őket keverni, de ha magukra hagyjuk őket, ismét szétválhatnak [15].

Pedig Pankajnak igaza van: egy csomó vezetési helyzet, stratégiai probléma megértéséhez és kezeléséhez valóban fölöttébb hasznos eszköz a játékelmélet: *hídként kötheti össze a közgazdaságtant, a matematikát és a menedzsmentet*. Szerencsére akadnak olyanok, akik e híd megépítésén munkálkodnak és a játékelméletről és a közgazdaságtanból kiindulva olyan következtetésekre jutnak, amelyek gyakorló vezetők érdeklődését is felkelthetik, a vezetés gyakorlatias nyelvén is megfogalmazhatók.

Adam Brandenburger és Barry Nalebuff szerint [2] a játékelmélet a legégetőbb vezetési problémára ad választ: hogy lehet megtalálni a megfelelő stratégiát és miként lehet *jól dönteni*. Különösen akkor hasznos, amikor sokféle egymással összefüggő tényezőt kell számításba venni, amikor döntéseket nem lehet más döntésektől elszigetelten meghozni.

A mai üzleti világ pontosan ilyen: *komplexitása* egyre zavarbaejtőbb. A sikert vagy a kudarcot olyan tényezők befolyásolhatják, amelyekre a döntéshozó nem is gondol. Egy változás hatásai pillanatok alatt végighuláman az emberek és intézmények bonyolult hálózataán. A játékelmélet, amikor a játszmákat komponenseire bontja, segíthet eligazodni ebben a dzsungelben, segít megérteni és elmagyarázni a döntési helyzeteket, a lehetséges és a kiválasztott stratégiákat, segít feltárni, megvitatni és összehasonlítani a döntési alternatívákat. *A játékelmélet gondolkodási mód* – fogalmazza meg a véleményét Brandenburger és Nalebuff.

Verseny és együttműködés

A játékokra a *konfliktusok* jellemzők – állítja Szép Jenő és Forgó Ferenc a játékelméletről szóló könyvük bevezetőjében [17]. A játékokban általában ellentétes érdekű játékosok csapnak össze. Minden játékosnak az az érdeke, hogy az adott játékszabályok mellett biz-

tosítsa a maga számára a játék előnyös kimenetelét. A játék során adódó szituációkban a játékos magatartását a *stratégiája* határozza meg, ami egy olyan magatartástervnek, magatartási következetességnek tekinthető, amely az előálló szituációkban vezérfonákként szolgál. Játék közben a játékosok megfigyelhetik egymás viselkedését, tanulhatnak belőle, akár *koalíciókat is képezhetnek* – és ez a gazdasági alkalmazások tekintetében manapság fölöttébb érdekes és aktuális dolog.

Vannak ugyanis *kooperatív játékok* is. A játékosok egy része feladhatja a függetlenségét annak érdekében, hogy a csoport együttes haszna nagyobb legyen, mint az egymástól függetlenül elérhető összes haszon. A szövetkező játékosok összehangolják a stratégiájukat, azaz nem egymástól függetlenül döntenek.

A játékokban tehát van *verseny* és van *szövetkezés* – és itt megérkeztünk a mai vállalatvezetés egyik legérdekesebb problémájához. A jól működő vállalat értéket termel, de ezt általában nem egyedül teszi, hanem valamilyen munkamegosztási rendszer tagjaként, másokkal együttműködve. A saját haszna két dologtól függ: egyrészt attól, hogy a teljes rendszer mekkora hasznot állít elő, másrészt attól, hogy abból milyen arányban részesedik. Amikor a teljes hasznonról van szó, a rendszer többi tagját *szövetéségesének* tekintheti; amikor a saját részesedéséről, akkor ugyanazokat *versenyőrsaiként* kezelheti.

Az ilyen helyzetekben felmerülő döntési problémákat kiválóan érzékelteti a „fogolydilemma” elnevezésű klasszikus játék. Az eredeti történet szerint egy rablás két elkövetőjét elkapja a rendőrség, de nincs bizonyíték ellenük. Két cellában ülnek, elszigetelve egymástól. A detektívek alkut ajánlanak: ha az egyikük elárulja a másikat, szabadon elmehet, míg a másik megkapja a maga súlyos büntetését. Ha egyikük sem adja fel a másikat (és ilyen módon kooperálnak egymással), megússzák egy kisebb büntetéssel, mivel nincs igazi bizonyíték. Ha mindketten a másik ellen vallanak, megbüntetik őket, de kevésbé, mint ha csak az egyikük árulkozna. A dilemma ott van, hogy a foglyok egyénileg csak két döntési alternatíva közül választhatnak (vallanak vagy nem vallanak), de nem tudnak jól dönteni anélkül, hogy a másik szándékait ismernék.

Az előnyök és károk ilyen elosztása sok *gazdasági szituációban* előfordul. Az együttműködni szándékozó fél veszít, ha a gesztusát nem viszonzózzák. A játék úgy van kialakítva, hogy az együttműködésnek (nevezhetjük ezt szinergiának is) kisebb a személyes haszna, mint az egyoldalú árulásnak, az utóbbi megoldás tehát csábító.

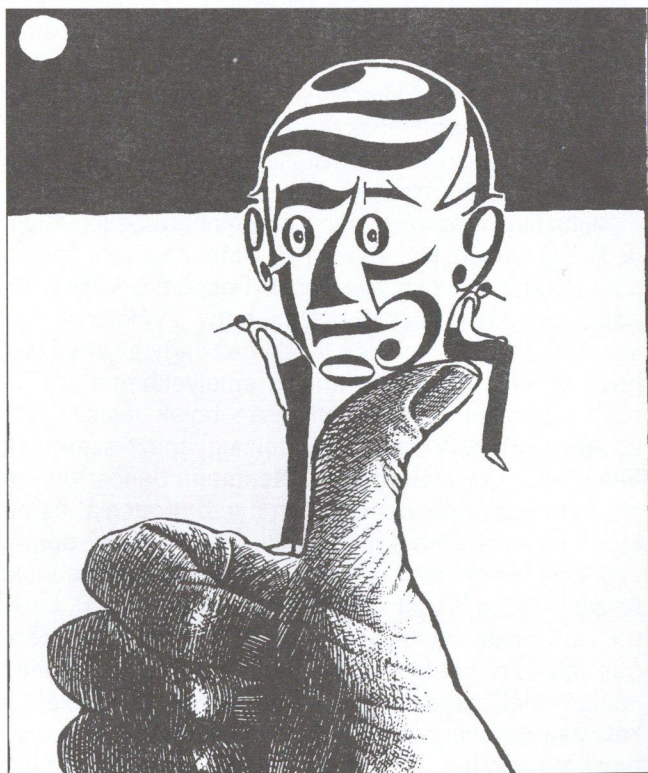
Az a feltételezés, hogy a kooperáció haszna kisebb, a gazdasági életben nem mindig állja meg a helyét, de ha belegondolunk abba, hogy az együttműködés előnyei általában csak hosszabb távon jelentkeznek, a helyzet sokkal életszagúbb lesz. A fogoly-játék jól modellezhet olyan rövid távú döntési szituációkat, amikor a játékosoknak nincsenek terveik és elképzeléseik a jövőbeli együttműködéssel kapcsolatban.

Figyeljünk fel még valamire. Ha az adott helyzetben mindkét fogoly a maga módján *racionálisan* viselkedik, akkor nincs esélye a kooperációnak. A racionalitás a legjobb alternatíva választását jelenti, függetlenül a másik döntésétől. Ha a másik árulkozni, jobban jársz, ha te is áruló vagy. Ha a másik néma marad, többet nyersz az árulással. Ha tehát mindkét játékos tisztán racionális, mindketten vallanak, vagyis egyikük sem nyer semmit. Ha viszont „irracionálisan” a kooperáció mellett döntenek, mindketten simábban megússzák az ügyet, minimalizálva az együttes büntetést. A részek egymástól független optimalizálása tehát kisebb eredményt hoz, mint az *egész rendszer* optimalizálása.

Mint már említettük, a gazdasági életben számtalan olyan eset adódik, amikor a „versengés” és az „együttműködés” között kell választani, egyszerre kell gondolkodni a közös és az egyéni hasznonról, a kettő közötti bonyolult viszonyról, ahol tehát különösen hasznosak lehetnek a fogolydilemmához hasonló játékelméleti modellek.

A szállítókat, termelőket, kereskedőket összekötő *értékláncok* tagjai kétségtelenül versenyeznek egymással, hiszen a lánc teljes hasznán kell megosztóznuk. Ha valaki a láncban belül javítani tud a pozícióján (például eléri, hogy a szállítóitól olcsóbban vásárolhasson), nagyobb szeletet kaphat abból a tortából, amit végső soron a lánc ügyfeleinek vásárlási hajlandósága határol be.

Az egyéni racionalitás tehát ilyen teendőket diktál: versenyezz meg a szállítódat, építs monopóliumot a vevőiddel szemben. Egy sikeres egyéni lépés ebben a versenyben szép hasznot hozhat, nagyobb részesedést a lánc tortájából. Ha a lánc tagjai kooperálnak egymással, korlátozzák az önállóságukat, bizonyos mér-



téig lemondanak az ilyen egyéni érdekérvényesítési akciókról; a kooperáció révén viszont növekedhet a torta, hiszen növekszik a lánc hatékonysága, pontosabbak lesznek a tervek, kisebb költségekkel és készletekkel lehet dolgozni, lerövidülnek a kiszolgálási ciklusidők.

Mennyi versengésre és mennyi együttműködésre van szükség az optimumhoz? Hogyan viszonyul egymáshoz az egyéni és a csoportos haszon? Az *ellátási láncok menedzsmentjében* – ami egyébként a modern informatika és távközlés fejlődése tesz technikailag akár globális szinten is megvalósíthatóvá – ez a játékként is modellezhető dilemma rejlik [14].

Nézzünk meg egy másik példát is: vegyük a vállalati *tevékenységek kiszervezését*, „outsourcingját”. Ebben a játékban kiszervező és szolgáltató állnak egymással szemben. Rövid távon és szűk perspektívából nézve zéróösszegű játszmat játszanak: amit az egyik nyer, azt a másik elveszíti; ha a kiszervező lealkudja a szolgáltatási díjakat, a különbözet nála nyereséggé, a szolgáltatónál pedig veszteséggé jelentkezik, és megfordítva. Hosszabb távon azonban megfelelő kooperatív magatartással elérhetik, hogy a közös torta nagyobb legyen, együttesen több értéket hozzanak létre, mint egymást kijátszó versenytársakként külön-külön, míg viszont versengő magatartással saját magukat is veszélybe sodorhatják [1].

Adott helyzetekben tehát nehéz eldönteni, hogy a többi játékos közül kit kell versenytársnak, és kit szövetségesnek tekinteni, sőt, az is előfordul, hogy valaki egyszerre tartható mindkettőnek. Erre utal Brandenburger és Nalebuff könyvének furcsa címe: „Co-opetition” [2], amit nyilvánvalóan a *co-operation* (együttműködés) és a *competition* (verseny) szavak összevonásával kreáltak. Az általuk használt modellben a gazdasági érték sokszereplős hálóban keletkezik. A benne szereplő cégek bizonyos helyzetekben versenytársai, másokban szövetségesei, kiegészítői egymásnak: egyrészt harcolnak egymással a minél nagyobb egyéni részesedésért, másrészt – ha kooperálnak – együtt dolgozhatnak a nagyobb tortáért.

Ez leginkább akkor válik világossá, amikor egy vállalat fejlődése összekapcsolódik olyan cégek fejlődésével, amelyeket egyébként a versenytársainak tart. Egy olyan fiatal, fejlődő piac, mint amilyen a modern infokommunikációs szektoré, számtalan példát szolgáltat erre. Gondolhatunk például az úgynevezett „hálózati hatásra”: egy hálózat annál többet ér, minél többben csatlakoznak hozzá. Egy távközlési cégnek tehát hasznot hozhat egy másik fejlődése, mivel saját előfizetőinek is bővülnek a kommunikációs lehetőségei. A szektor rendszeresen belefut abba a problémába, hogy a *kiegészítő (komplementer) üzletágak* nem fejlődnek kellő ütemben: van például hálózat, de nincs ami fusson rajta, mert nincs elegendő tartalom.

Tartalomipar, informatika, távközlés: e szűkebb háromszereplős játék klasszikus példát szolgáltat a „versengve kooperáláshoz”, és akkor még nem is beszélünk a többi játékosról: a lakosságról, az államról, a vál-

latokról, a beszállítókról és így tovább. A piac mint egész (vagyis a torta, amin osztózni lehet) fejlődése legalább annyira fontos, mint a szektor együttes hasznából való egyéni részesedés. Aki itt stratégiát csinál, annak összetett ökoszisztémában kell gondolkodnia, aminek modellezéséhez hasznos eszközöket adhat a játékelmélet. A fogolydilemma persze itt is megjelenhet: érdemes kooperálni, ha nem tudom, miként viselkednek majd a többiek? A távközlés példája jól mutatja, hogy a versengő magatartás olyan eredményt hozhat, amit egyik játékos sem kíván [13].

Korlátok és kockázatok

Mint láttuk, a játékelmélet igen hasznos eszköz lehet a gazdasági élet döntéshozóinak kezében. A cikk elején leírtak ugyanakkor óvatosságra intenek. Tudjuk jól, hogy az olyan eszközök, mint például az operációkutatás, a matematikai statisztika vagy a játékelmélet a hadvezetés területén igen figyelemreméltó eredményeket hoztak.

Andrea Gabor részletesen bemutatja [6], miként szedték rendbe az amerikai hadsereget a második világháború alatt és után olyan kiemelkedő matematikai felkészültséggel rendelkező szakemberek, mint Robert McNamara és csapata. Tudjuk, hogy a vietnámi háborút a háttérben már nagyon fejlett modellezési technikákkal, statisztikai apparátussal, módszeresen kontrollált logisztikai rendszerekkel vívták.

Ezt a háborút Amerika mégsem tudta megnyerni. Az okok tekintetében messze nincs egyetértés, de az kiderült, hogy a fejlett optimalizálási modelleket sokszor szándékosan eltorzított információkkal, téves harctéri jelentésekkel etették, matematikai eszközökkel pedig képtelenek voltak kezelni olyan fontos tényezőket, mint például az ellenfél elszántsága.

Az iparban is szerencsét próbál, a Ford elnöki székeig eljutott McNamara azt is megtapasztalhatta, miképpen játsszák ki számszerűsített mutatókra épített kontrolling rendszerét az üzemvezetők, a mérhető minőségi mutatók hogyan terelik el a figyelmet a nem mérhetőkről, vagy a költség-haszon elemzések túlhajtása miként vezethet olyan emberi tragédiasorozathoz, mint amilyen a sorra kigyulladó Ford Pintóké volt a hetvenes évek elején.

A már idézett Herbert Simon gyakorlati megfigyeléseken alapuló megállapításaiából – és persze saját tapasztalatainkból – tudjuk, hogy *az emberi racionalitás korlátozott* [16]: az ember nem az a tökéletesen racionális lény, aminek egyes elméleti közgazdászok ábrázolják. A lehetőségek, döntési alternatívák száma szinte végtelen – optimalizálás helyett az emberek gyakran megelégednek egy elfogadható megoldással, vagy a döntéseknél egyszerűen a szokásaiknak engedelmesskednek, a múltban bevált mintákat követnek.

A vállalati döntéshozatal soklépcsős és sokszereplős folyamat, sokféle érdeklődéssel, formális és informális megállapodásokkal, szakmai vitákkal és hatalmi küz-

delmekkel. Valószínű, hogy az élet szinte minden dolog után érdeklődő Neumann Jánost is éppen ez a komplexitás és sokszínűség izgatta.

Egyszer Londonban, egy taxiban a következőképpen magyarázta el a játékelmélet lényegét a második világháború alatt vele dolgozó Jacob Bronowskinak [12]:

Mivel lelkes sakkozó voltam, ösztönösen feltettem neki a kérdést: „Ugye a játékelmélet valami olyasmi, mint a sakk?” „Nem, nem – válaszolta –, a sakk nem játék. A sakk a számítás jól definiált formája. Lehet, hogy a válaszokat a gyakorlatban nem tudod megadni, de elméletileg léteznie kell megoldásnak, egy helyes eljárásnak minden helyzetben. Az igazi játékok egyáltalán nem ilyenek. A valódi élet más. A való életben van blöffölés, van átverés, van elmélkedés arról, hogy a másik szerint én most mit akarok csinálni. Az én elméletem játékaiban pont ezekről van szó.”

Irodalom

- [1] Bőgel György – Forgács András (2003):
Üzlet, vezetés, informatika.
Műszaki Kiadó (megjelenés alatt)
- [2] Brandenburger, A. – Nalebuff, B. (1997): Co-opetition. Doubleday
- [3] Dixit, A. et al. (1999):
Games of Strategy. W.W. Norton and Company
- [4] Dixit, A. – Nalebuff, B. (1993):
Thinking Strategically. W.W. Norton and Company
- [5] Forgó – Szép – Szidarovszky (1999):
Introduction to the Theory of Games.
Kluwer Academic Publishers
- [6] Gabor, A. (2000): The Capitalist Philosophers.
Three Rivers Press
- [7] Mintzberg et al. (2003): The Strategy Process.
Prentice Hall
- [8] Morgenstern, O. – J. von Neumann (1980):
Theory of Games and Economic Behavior.
Princeton University Press
- [9] Nasar, S. (2001): Egy csodálatos elme.
GABO Könyvkiadó
- [10] Neumann, J. von (1928): Zur Theorie der
Gesellschaftsspiele. Mathematische Annalen
- [11] Pankaj, G. (1997): Games Businesses Play.
MIT Press
- [12] Poundstone, W. (1993): Prisoner's Dilemma. Anchor
- [13] Rosenbush, S. et al. (2002):
The Telecom Depression: When will it End?
Business Week, október 7.
- [14] Salamonné Huszty Anna:
Jövőkép- és stratégiaalkotás. Kossuth Könyvkiadó
- [15] Simon, H. (1991): Models of My Life. Basic Books
- [16] Simon, H. (1997): Administrative Behavior.
Free Press
- [17] Szép Jenő – Forgó Ferenc (1974):
Bevezetés a játékelméletbe.
Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó
- [18] Zalai Ernő (2000): Matematikai közgazdaságtan.
KJK-Kerszöv

Hírek

Hans Hege, a berlini székhelyű médiahatóság, a MABB igazgatója megerősítette, hogy Németország digitális földfelszíni televíziós átállását a jövőben is támogatni fogják, azzal védve meg a döntést, hogy ez teljesen elfogadható módja annak, hogy a piacra bevezetendő új adattovábbítási platformokat támogassák.

A DTT pénzügyi támogatását továbbra is komolyan ellenzik a kábeles rendszert üzemeltetők, akik úgy vélik, hogy a pénzügyi segítség nem elfogadható és fenyegeti a kábeles ágazatot. Hege azonban arra hívta fel a döntéssel egyet nem értők figyelmét, hogy Németországban valamennyi műsorszórásinfrastruktúrát közpénzekből valósították meg. Példaként hozta fel az analóg földfelszíni átjátszások indulását az 1960-as és 70-es években, valamint a kábelhálózat kiépítését az 1980-90-es években.

A médiahatóságok, amelyeket a közszolgálati televízió- és rádiócsatornáktól beszedett műsorszolgáltatási díjakból finanszíroznak, az új technikai infrastruktúra kialakításának támogatására szánt DTT támogatásokat költségvetésükben elkülönítve kezelik.

A magyarországi műsorszórás társaság, az **Antenna Hungária** forrásokat kapott az Országos Rádió és Televízió Testületől és az Informatikai Minisztériumtól átjátszók vásárlására Budapestre, a Balatonhoz közeli Kabhegyre, valamint az ország észak-keleti részén található Kékesre, hogy folytassa és bővítse a fővárosban 1999-ben megkezdett DTT kísérleteket.

Az Antenna Hungáriának engedélye van egy multiplex tesztelésére, ami az mtv, m2 és a Duna TV közszolgálati csatornákat tartalmazza, kiegészítve egy kísérleti szolgáltatással. Azonban az új telekommunikációs jogszabály törvényerőre emeléséig – amelynek legkésőbb 2004 elejére be kellene épülnie a törvénykönyvekbe – a cég nem tud elindítani egy teljes körű DTT rendszert.

Bartha József, az ORTT műsorterjesztési ügyekkel foglalkozó osztályának igazgatójának reményei szerint egy korlátozott DTT szolgáltatás elindulhat majd 2004-ben, a további fejlesztésekre pedig a 2012. évre tervezett analog rendszer kikapcsolása függvényében kerülhet majd sor.

Magyarországon kereskedelmi forgalomba került az első, teljeskörűen magyarított internet TV (Freedomland Netbox), amellyel egy egyszerű televízió készüléken keresztül is elérhetővé válik az internetes tartalmak olvasása, valamint kommunikációs képességei révén (e-mail, fax, sms, hangrög-zítő) a család egyik központi kapcsolattartó rendszerévé válhat.

Nyereség optimalizálás az üzleti kockázatelemzés és a játékelmélet együttes alkalmazásával

avagy 20 filléres feldobásával nem hozhatók meg a legjobb döntések

KONKOLY LÁSZLÓNÉ*, DR. FEKETE ISTVÁN**

* PKI Távközlésfejlesztési Intézet, konkoly.laszlone@ln.matav.hu

** Matáv Üzleti Megoldások Üzletág, fekete.istvan@ln.matav.hu

Reviewed

A cikkben röviden bemutatjuk a versenypiaci környezetben rejlő kockázatok azonosítására és értékelésére alkalmas üzleti kockázatelemzést, melyhez kapcsolódhat a játékelméleti modellezés. A játékellemzés elméleti háttere és legfontosabb jellemzői külön fejezetekben kerülnek tárgyalásra. Ezt követően egy távközlési esettanulmányt adunk közre annak illusztrálására, hogy a vizsgált távközlési vállalatnál miképpen építhető be egy adott termék önköltségének alakulására vonatkozó kockázatelemzés eredménye a versenytársak várható magatartását modellező játékelméleti modellbe. A bemutatott modell elkészítésével a cél az optimális árstratégia kialakítása volt.

Bevezetés

A vállalatok részéről egyre inkább megfogalmazódik az igény, hogy stratégiai és üzleti döntéseik alátámasztására, a kockázatok modellezésére matematikai eszközöket is alkalmazzanak, kapcsolatot teremtve ezáltal a döntések és a döntések várható következményei között. Azokon a területeken, ahol verseny van – így a távközlésben is – különösen fontos a vevők igényeinek magas szintű kielégítése. Emellett valamennyi szolgáltató legfőbb célja az elérhető profit maximalizálása. Mindezt olyan piaci környezetben szeretnék elérni, ahol versenytársak is jelen vannak, és azok szintén a saját hasznukat kívánják növelni. A fenti célok eléréséhez szükséges, hogy a vállalatok üzleti tervezési folyamatukban feltárják és értékeljék a versenypiaci környezetben rejlő kockázatokot is, azaz működésük során figyelembe vegyék a versenytársak várható stratégiáját is.

Erre kiválóan alkalmas eszköz a játékelméleti modellezés. A játékelméleti elemzések választ adhatnak olyan döntéshozói kérdésekre, hogy „mi történne akkor, ha...”, és segíthetnek annak eldöntésében, hogy „mi volna a legjobb lépés akkor, ha...”. A játékelmélet helyes alkalmazása esetenként annyit lendíthet egy vállalat gazdálkodásán, hogy haszna adott esetben például 10 százalékos nyereség lesz, nem pedig ugyanekkora veszteség.

1. Az üzleti kockázatelemzés bemutatása

Az üzleti kockázatelemzés célja, hogy egy vállalat stratégiai és üzleti döntései következményeként fellépő külső és belső, pozitív és negatív hatású kockázati tényezőket feltárja és azok hatását matematikai módszerekkel számszerűsítse. Ennek alapján készíthetők el a kockázatcsökkentő tervek. A versenypiacon a vevők

által támasztott igények magas szintű kielégítését is figyelembe véve, a kockázatok kellő gyakorisággal történő feltárása és kezelése révén az eljárás megalapozza az üzleti tervezési folyamatot, realisabbá téve ezáltal a vállalat üzleti tervét.

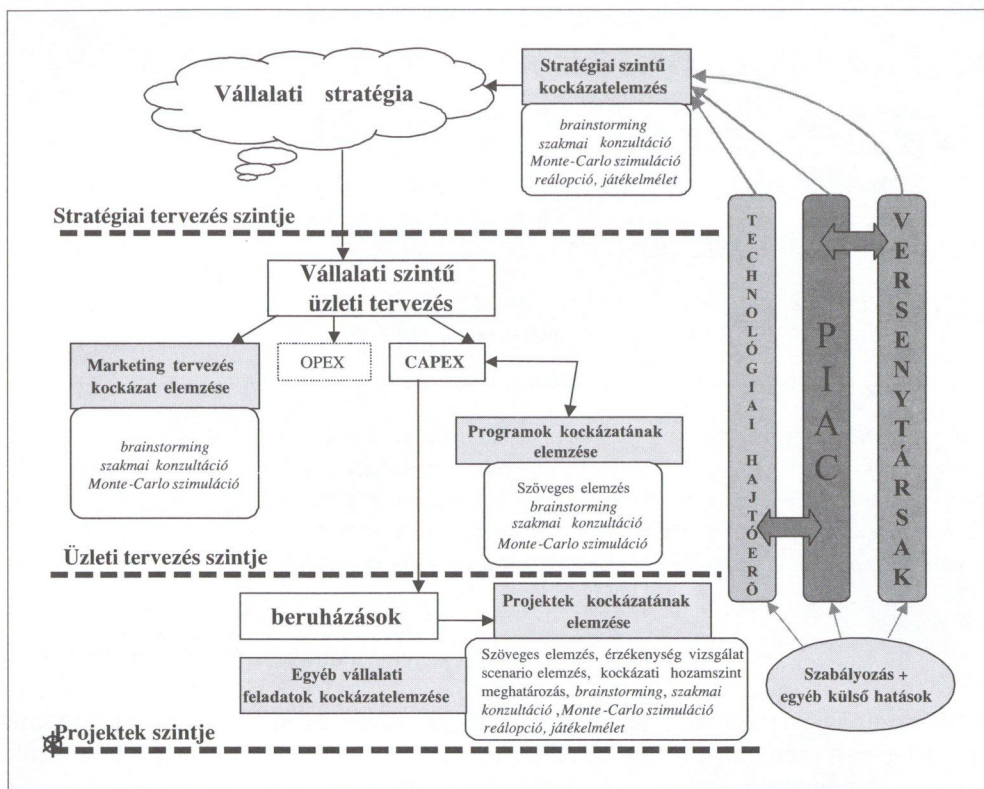
A módszer szükségességét felismerve a MATÁV Rt kifejlesztette az üzleti kockázatelemzési eljárást. Az eljárás részét képezi a kockázatelemzés eredménye alapján megfogalmazott kockázatcsökkentő terv összeállítása is, valamint a visszacsatolás a folyamat hatékonyságának mérésére.

A kifejlesztett eljárás alkalmazásával az üzleti tevékenységgel összefüggésbe hozható kockázatok kezelhetővé váltak, és bekövetkezésük esetén hatásuk megalapozott számszerűsítése megeremtetette a hatékony kockázatkezelés és a változások dinamikus nyomon követhetőségének lehetőségét.

Az 1. ábra bemutatja, hogy az üzleti döntések előkészítése során a tervezés mely szintjein kell kockázatelemzési módszereket alkalmazni.

Az első (legfelső) szint a vállalati stratégia kialakításának szintje, mely sokféle információ feldolgozásának eredményeként alakul ki. Ezek közül is kiemelkednek a tervezés időszakában a várható piaci, technológiai trendek, a versenytársak stratégiája, a szabályozások és egyéb külső hatások. Ezen a szinten az üzleti kockázatelemzés segítséget nyújt a stratégiai célok megfogalmazásához.

- Külön kiemeljük az árstratégia kialakítását. Az üzleti kockázatelemzés során versenypiaci környezetben a játékelméleti modellezéssel lehetővé válik – a versenytársak várható árstratégiáját is figyelembe véve – a szolgáltatók árversenyének modellezése. Ez az alkalmazási lehetőség kerül bemutatásra a későbbiek során.
- Másik fontos terület a stratégiai tőkebefektetésekkel kapcsolatos döntések meghozatala. Kérdésként merülhet fel, hogy mikor, milyen időütemezéssel valósuljon meg egy adott befektetés. En-



1. ábra Az üzleti kockázatelemzés alkalmazása a vállalatok üzleti tevékenységében

nek eldöntéséhez adhat segítséget az üzleti kockázatelemzésen belül a reálopció és a játékelmélet együttes alkalmazása, amelyet az Eurescom* P901 projekt keretében fejlesztettük ki. (lásd alább és [4])

A második szint az üzleti tervezés szintje. Itt – többek között – a vállalati szintű bevételt, valamint a működési (OPEX) és beruházási (CAPEX) költségeket tervezzük.

A marketing tervezés során az értékesítési tevékenységgel összefüggésben felmerülő árbevétel és költségek nagyságát befolyásoló pozitív és negatív kockázati tényezők feltárásával és értékelésével lehetővé válik a vállalat környezetében rejlő bonyolult és sokoldalú kölcsönhatások modellezése és ezáltal az üzleti terv megalapozottságának növelése. Az így kialakított modell alkalmas például arra, hogy milyen kockázati szinten teljesíthető a top menedzsment profit elvárása, és ennek alapján mit kell tenni, hogy a várt profit ténylegesen realizálódjon.

A beruházási programok vizsgálata során az üzleti kockázatelemzés a beruházási források elosztása során a beruházási portfólió optimalizálásához nyújt segítséget, alkalmas pl. a végrehajtandó beruházások prioritási sorrendjének meghatározásához.

A harmadik szint a projektek tervezési szintje. Általában minden projekt esetében szükséges van kockázatelemzés elvégzésére. Ezen a szinten azonban – különösen hosszú átfutású (több éves) projektek esetében a megvalósítás fázisában is célszerű kockázatelemzést végezni, amely elsősorban a projekt átfutási idejére és a megvalósítás költségére vonatkozhat.

Természetesen ezen a szinten a javasolt módszertani elemeket más tartalommal kell megtölteni, mint a stratégiai és üzleti tervezés szintjén.

Valamennyi szinten már korábban is használatban volt a szöveges elemzés, az érzékenységvizsgálat és a kockázati hozamszint meghatározás. Ezeket kiegészítendő került sor a brainstorming workshopok, a szakmai konzultáció, a Monte-Carlo szimuláció, reálopció és játékelmélet alkalmazásának kifejlesztésére, melyet a Magyar Innovációs Egyesület 2002. évben a beadott pályázat alapján oklevéllel ismert el sikeres innovációként [5].

Az üzleti kockázatelemzési módszertan több modulból áll, ezek közül a

reálopció gyakorlati alkalmazására kifejlesztett eljárás mutatjuk be röviden, mivel – információink szerint – jelenleg Magyarországon ez még teljes egészében újdonságnak számít. [15]

Reálopció

Az értékelési modellek jó része statikus, azaz az elemzés időpontjában meghozott döntéseket optimalizálja. Léteznek azonban olyan modellek is, amelyek képesek a döntések dinamikus jellegét, azaz a menedzsment jövőbeli döntési lehetőségét is megőrizni. Ezek közé tartozik a reálopció [18]. A reálopció mind a stratégia, mind a projekt tervezés szintjén alkalmazható a beruházások és a stratégiai tőkebefektetések értékelésére.

A reálopció részletes bemutatását a cikk keretein belül mellőzzük, csupán a gyakorlati alkalmazhatóságra kidolgozott elveket ismertetjük. Szem előtt kell tartani, hogy ahol lehet, használjuk fel a kifejlesztett kockázatelemzési eljárás korábbi szakaszainak eredményeit.

A reálopció alkalmazása során elsőként azt a tényezőt kell kiválasztani, amelynek időbeni alakulása alapvetően meghatározza a menedzsment döntéseit. Ilyen lehet az értékesítési ár, a technológiák megváltozása, vagy a termék iránti kereslet időben véletlen alakulása.

Ahol nem található olyan tényező, amelynek időbeni alakulása nézve hosszútávú nyilvános és könnyen hozzáférhető adatok állnak rendelkezésre, ez a tényező lehet a beruházás vagy a stratégiai tőkebefektetés Monte-Carlo szimulációval előállított jövőbeli pénzára-

mának jelenértéke. Természetesen az opciós értékeléshez ez a tényező csak abban az esetben használható fel, ha megnyugtató módon igazolható, hogy az ily módon előállított pénzáram értékének időbeli alakulása egy bizonyos típusú véletlen folyamatot követ.

A lehetséges folyamatok pl. a geometrikus Brown mozgás folyamat, az Ornstein–Uhlenbeck folyamat vagy a véletlenszerű impulzusokat generáló folyamat, melyek valamennyien az Ito folyamatok nagy csoportjába tartoznak. Az Ito folyamat időbeli alakulását az alábbi általános egyenlet írja le:

$$dS = a(S,t)dt + b(S,t)dz,$$

ahol a folyamat dS/dt megváltozása adott kis dt idő alatt normális eloszlást követ, az $a(S,t)$ a változás trendjét, $b(S,t)$ pedig a változás bizonytalanságát, volatilitását jellemzi.

A pénzáram időbeli változásának normális eloszlására vonatkozó bizonyítást minden egyes alkalmazás előtt el kell végezni. Sok esetben ugyanis a nyilvánvaló manipuláció és nem a véletlen irányítja a folyamatokat. Ha a folyamat nem manipulált, a következő feladat az időbeli változás mértékének bizonytalanságát kifejező paraméter (volatilitás) meghatározása. Ehhez a szakirodalom ismét különböző módszereket ajánl. Ha nem áll elegendő múltbeli adat rendelkezésre, a volatilitás is Monte-Carlo szimulációval határozható meg. Ehhez az előző szakaszban ismertetett módon a Monte-Carlo szimulációval előállított pénzáram adatait kell behelyettesíteni az új szimulációs modellbe a szakirodalomban [15] fellelhető algoritmust felhasználva.

Természetesen az opciós vizsgálat célja is a hatékony kockázatkezelés. A lehetséges kockázatkezelési eszközök: a beruházás vagy stratégiai tőkebefektetés megvalósításának elhalasztása, több szakaszra történő „felszabdálása”, már megvalósítás alatt álló projekt felfüggesztése vagy végleges lezárása.

A játékelméleti modell alkalmazható a reálopció használatával előállított kifizető függvényekkel. Az esetek nagy részében a statikus modellhez képest elmozdulás tapasztalható az egyensúlyi stratégiákban. Így a hosszabb távú döntések meghozatalánál ezt a módszert célszerű használni, persze csak akkor, ha valamennyi feltétel teljesül a módszer alkalmazásához [4,8].

2. Oligopol játékelmélet a távközlési verseny modellezésére

A játékelmélet a matematika és a közgazdaságtan határán lévő tudományág, amelynek segítségével elemezhető a játékosok – például egy adott piacon részt vevő szereplők – viselkedése és kölcsönhatásai. A játékelmélet a 20. század első harmadában fejlődött ki, melyben központi helyet kapott Neumann János munkássága. Neumann kereste a megoldást arra, hogyan lehet a racionálisan gondolkodó játékosok döntéseit

meghozni a kétszemélyes szerencse játékokban (póker, sakk, snóbli stb.) Neumann tétele a véges lépésben befejeződő, véges számú döntési lehetőséget tartalmazó, zéró összegű és teljes információs játékokra vonatkozik. A zéró összegűség azt jelenti, hogy éppen annyit nyer az egyik játékos, amennyit veszít a másik. A játék akkor teljes információs, ha a játékosok ismerik egymás választási lehetőségeit és a választások eredményeit.

Neumann tétele szerint az ilyen játékokban elérhető egyfajta egyensúlyi helyzet, amelyről egyik játékosnak sem érdemes egyoldalúan eltérnie, mert azáltal a nyereségét tovább nem növelheti. A jelen cikkben nem a szerencsejátékokat, hanem a gazdasági életben meghozott döntéseket vizsgáljuk a távközlés területére koncentrálni. A bemutatásra kerülő példa teljes információs, véges, de nem csupán kétszemélyes és nem is zéró összegű.

Ha a vállalatok megfelelően tudják alkalmazni stratégiájuk meghatározásában a játékelméletet, a többiek várható viselkedéséből következtethetnek saját legésszerűbb döntéseikre. A játékelmélet választ adhat arra, mi az, ami várhatóan meg fog történni, mi az, ami valószínűleg soha nem fog bekövetkezni az adott piaci szegmensben.

A számítások elsősorban versenykörnyezetben alkalmazhatók, ott, ahol a piaci szereplőket megfelelő jogszabályok szorítják keretek közé, és amelyeket azok be is tartanak.

A távközlésre alkalmazott játékelmélet egyik kiindulópontja, hogy a piac megnyitásával a vállalatok rákényszerülnek a hatékonyság növelésére, és egyre több pénzt kell fordítaniuk kutatásra és fejlesztésre. Ez meghatározza a piac szerkezetét, kihat az árképzésre és a szereplők közti együttműködés formáira. A versenyt növeli, hogy a technológiai fejlődés révén olyan vállalatok is azonos piacra kerülnek, amelyek között korábban nem is alakulhatott volna ki verseny. Például ma már a kábeltévé-szolgáltatók is nyújthatnak távközlési szolgáltatásokat, a vezetékes hozzáférés után pedig a mobiltelefonia és a mikrohullámú technológia is megteremtette a gyors multimédia- és internet alkalmazások használatának lehetőségét. Hogy könnyebb legyen a piaci küzdelem, és csökkenteni lehessen a kockázatot, a nagyobb vállalatok megvásárolják és magukba olvasztják a kisebbeket. A nyugat-európai tapasztalatok is azt mutatják, hogy a monopolhelyzetüket elvesztő távközlési szolgáltatókkal csak a nagyobb vállalatok tudják eredményesen felvenni a versenyt.

A szakemberek jóslata szerint a magyar távközlési piacon – a többi nagy iparághoz hasonlóan – a liberalizációval nem egy sokszereplős „vad versenyfutás” veszi kezdetét, sokkal inkább egy oligopol piac kialakulására lehet számítani. Az ilyen piacon csak néhány, egymást viszonylag jól ismerő, egymáshoz alkalmazkodni képes vállalat verseng egymással. Az új ver-

senytársak belépését a méret- és választékgazdaságosság korlátozza. Mivel viszonylag kevés lesz a piaci szereplők száma, egyedül is képesek lehetnek például a piaci ár befolyásolására, persze közben figyelemmel kell kísérniük a többiek árait és szolgáltatásait is.

A jelenlegi hazai távbeszélő piacon oligopol struktúra érvényesül pl. a mobil és a bérelt vonali szolgáltatások terén. Az internet szolgáltatók száma már jóval nagyobb, bár az internet forgalom nagy része jelenleg még néhány (4-5) ismertebb szolgáltatónál (pl. Axelero, GTS, Enternet, Interware) jelenik meg. A VOIP szolgáltatást jelenleg több mint 50 szolgáltató képes nyújtani, így ez a szegmens már nem igazán oligopol piaci kategória.

Az oligopol piacra kidolgozott játékelméleti modellek segítségével meghatározható, hogy kölcsönös alkalmazkodással hogyan alakulhat ki egyensúly a piaci szereplők között. A gyakorlati modell (tökéletes információjú játék) felállításához szükséges, hogy a piaci szereplők ismerjék, de legalábbis sejtsek, mit fognak illetve mit nem fognak tenni a vetélytársak. A távközlési piacon egyebek között ismerni kell a többi szereplő szolgáltatásainak fajtáit, azok minőségét, tarifáit, hálózati platformját, költségeit, előfizetőinek számát. Valójában a vállalatok nem egyeztetik – mert nem is egyeztetethetik – tevékenységüket, de képesnek kell lenniük alkalmazkodni egymáshoz.

A játékelméleti eredmények információt szolgáltatnak arról, hogy a vállalatok – stratégiájuk kialakításakor – hogyan következtethetnek saját legésszerűbb lépéseikre a versenytársak várható viselkedéséből. A vállalatok valójában nem egyeztetik tevékenységüket, de a hosszú távú eredményesség érdekében képesnek kell lenniük egymáshoz alkalmazkodni. A játékelmélet az efféle egyensúlyi helyzetek meghatározására alkalmas, és a versenyzők együttes legjobb stratégiájának meghatározásához a matematikai optimalizációt használja fel. Az oligopol esetben ez a feladat a versenytársak számával megegyező számú egyenleten (kifizető függvényen) alapuló stratégia optimalizálási feladatot jelent.

A sokszereplős versenyben résztvevőkhöz hasonlóan az oligopol piaci szereplők is profitjuk maximalizálására törekednek, de döntéseikkel egymás tevékeny-

ségét folyton-folyvást befolyásolják, így természetes törekvésük lehet az is, hogy nyereségük növelése érdekében akár önállóságukat is feladják. (Ezt a szituációt a kooperatív játékmódell írja le.)

Az oligopol játékmódellek meglehetősen nagy információ-, adat- és számítási igénye miatt annak gyakorlati alkalmazására jelenleg csak kevés példa található az irodalomban, de a felhasználást kikényszerítheti a liberalizált távközlési környezet. A modellek körültekintő felállításával számos hasznos információ kinyerhető, pontos adatok és modell birtokában kvantitatív, kevésbé pontos adatok esetében csupán kvalitatív eredményekre utaló információk várhatók.

3. Az üzleti kockázatelemzés és a játékelmélet kapcsolata

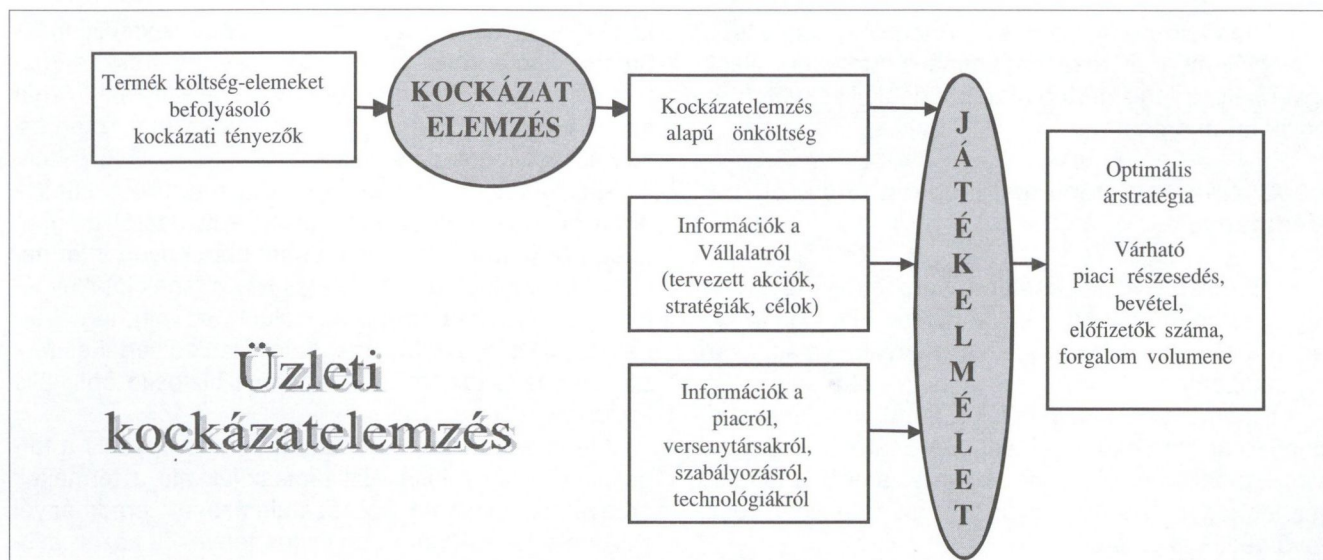
A piaci verseny kialakulhat az ár, az infrastruktúra (pl. hálózat) fejlesztésére irányuló beruházások, pénzügyi befektetések, a nyújtott szolgáltatások választéka, minősége vagy egyéb tényezők (kampány indítása, kedvezményes csomagok nyújtása) vonatkozásában is. A hálózati kapacitás terén kialakuló verseny esetén a cégek arról döntenek, hogy mekkora hálózatot építsenek ahhoz, hogy egy adott szolgáltatás gazdaságosan legyen nyújtható. A hálózati kapacitás meghatározza pl. a maximálisan bekapcsolható (vagy kiszolgálható) előfizetők számát. A profit alakulása az előfizetőszám, az árak és a költségelemeknek a függvénye. Ezekben a modellekben általában az árat nem optimalizálják, de az ár függvénye a kínálatnak, vagyis, ha nagy hálózatokat építenek, akkor az árat feltehetően csökkenteni kell ahhoz, hogy a kapacitások eladhatók legyenek és az ezzel együtt járó árbevétel minél nagyobb legyen. Ezt a kereslet-ár rugalmasságot fejezi ki a közgazdaságtanból jól ismert keresleti görbe.

Árverseny modellezésekor a vállalatok az árat szeretnék úgy meghatározni, hogy profitjuk a lehető legnagyobb legyen. Ilyen esetben is gondoskodni kell a hálózat megfelelő méretének kialakításáról, a nem megfelelő hálózati kapacitás nem biztosítja a növekvő forgalom megfelelő minőségben történő kiszolgálását, s ezáltal gátolhatja a versenyt. Előfordulhat az is, hogy

A játékelmélet nem csak piaci szereplőkre alkalmazható: a világot összekapcsoló szélessávú adathálózatok vezérlésében is szükség lehet arra, hogy egy adatfolyam várható „viselkedésétől” tegyék függővé a hálózat erőforrásainak lefoglalását vagy méretezését [19]. Az algoritmusoknak sokszor kaotikusan változó forgalmi viszonyok, gyakorta változó hálózati feltételek és forgalomirányítási szabályok mellett kell az optimális megoldást megtalálniuk. A modellben a játékosok lehetnek a szoftverek, a felhasználók vagy vegyesen mindkettő. Az alkalmazott módszer megfelelően ötvözi Neumann János zseniális találmányát, a számítógépet és a játékelméleti eszközöket, amelyek kidolgozásában munkásságának szintén nagy szerepe volt.

Egy másik fontos alkalmazási terület a frekvenciasávok aukciójának [20] modellezése is. A leíró modellek ebben az esetben is meglehetősen bonyolultak, általában sok lépéses és sok résztvevős (általában nem oligopol) játékot jelentenek.

Mindkét témában folynak kutatások az alkalmazható eljárások kifejlesztésére, melyekre ezen cikk keretében nem kívánunk kitérni.



2. ábra A kockázatelemzés és a játékelmélet kapcsolódása árverseny esetén

A gyakorlati modell felállításához és a számítások elvégzéséhez szükséges, hogy a piaci szereplők ismerjék, de legalábbis sejtsek, hogy mit fognak (illetve mit nem fognak) a versenytársak tenni. Emiatt kell, hogy információik legyenek egymás fontosabb szolgáltatási, infrastruktúra és beruházási adatairól.

mind a hálózat méretét, mind az árat együttesen szeretnék a cégek optimalizálni. Ebben az esetben a modellezés azonban jóval bonyolultabb, mint a másik két esetben.

A fentiek közül az árverseny modellezésének sémáját mutatja be a 2. ábra a kockázatelemzés és a játékelmélet együttes alkalmazásával.

A játékelmélet és az üzleti kockázatelemzés közti kapcsolat megteremtése abban rejlik, hogy a modellhez szükséges számos adat közül az egyik legfontosabbat, a vizsgált termékre vonatkozó önköltség adatokat a kockázatelemzés felhasználásával kalkuláljuk.

A vizsgálatot végző vállalat tervezett akcióinak, stratégiáinak, céljainak ismeretében, a piac és a versenytársak adatainak, a szabályozási és technológiai információk felhasználásával a játékelmélettel kapott eredmények kiegészítik az üzleti kockázatelemzést és a hagyományos stratégiai tervező eszközöket a piaci környezetben rejlő fenyegetések kvantitatív elemzésével. Az eredmények a várható piaci részesedésre, a bevételre, az előfizetők számának alakulására, a forgalom volumenéből való részesedésre vonatkozhatnak.

4. A játékok általános jellemzése és a várható eredmények

4.1 A játékok általános jellemzése [10,11,17]

• A modellben szereplő játékosok kiválasztása (a modell kezelhetősége érdekében a vizsgált piaci szegmens szempontjából jelentéktelenebb távközlési szolgáltatók eliminálhatók)

• Vizsgálati időtartam (1 év, 2 év, 3 év stb.) specifikálása, amely alatt szeretné a vizsgált cég a hasznát optimalizálni.

• A játékosok által követhető megengedett lépések (akciók) meghatározása a vizsgált időtartamon belül.

• Stratégiák meghatározása, amely az akciókkal kapcsolatos döntéseket meghatározza. A stratégia leír egy viselkedést, amely magában foglalhat egy döntést egy bizonyos akció indításáról, pl. új szolgáltatáscsomag bevezetéséről, a szolgáltatás árának változásáról.

• Információk gyűjtése a saját vállalatról és a versenytársakról. A legtöbb modellhez adatokat kell beszerezni a jelenlegi piaci szerkezetről, versenytársakról, azok piaci részesedéséről, termékekről, helyettesítő termékekről, előfizetők számáról szolgáltatóként és szolgáltatás csomagokként, forgalmi adatokról, piaci szaporulat, illetve penetráció előrejelzésről, beruházási és üzemeltetési költségekről, összekapcsolási költségekről, havidíjakról és forgalmi díjakról, díjcsomagok árai-ról, összekapcsolási díjakról stb.

• További adatok szükségesek az előfizetők más szolgáltatásra történő migrációjának modellezéséhez és a szolgáltató kiválasztásra vonatkozó preferenciáinak jellemzéséhez. Piackutatási információk kellenek az árkülönbségek miatti keresztmigrációk modellezéséhez. Az ár és a kereslet kapcsolatára utaló információk ugyancsak felhasználhatók, ha pl. múltbeli adatokból, piackutatási adatokból előállíthatók.

• Stratégiai kölcsönhatások modelljének kidolgozása (a 6. fejezetben részletesen bemutatunk néhány, általunk kifejlesztett és alkalmazott modellezési lehetőséget)

• Kifizető függvény felírása, amely a játék kimenetelét (eredményét) mutatja a játékosok stratégia-együtteseinek függvényében. A modellekben a játék eredményének mutatójaként a vizsgálati időtartamra vonatkozó működési eredményt használtuk az alábbi képlet szerint: $\text{működési eredmény} = \text{működési bevétel} - \text{működési kiadás}$. A több évre vonatkozó modellek esetén nettó jelenértéket számoltunk.

- A modell eredményeinek kiértékelése, egyensúlyi stratégiák meghatározása (domináns stratégiák, Nash-egyensúly, a legismertebb játék modellekkel való analógiák felismerése)

4.2 Az árverseny-moddellel megkapható eredmények

- Árverseny-modell esetén a versenyben résztvevő cégek számára megkapjuk a követendő legjobb árstratégiát a forgalmi díjak (díjkedvezmények) kialakítására vonatkozóan.

- Eredményként megkapjuk a profit alakulását a különböző árstratégiákra – beleértve a játék eredményeként kapott optimális árstratégiát is, amely a lehetséges legnagyobb profitot biztosítja a versenyben résztvevő cégek számára.

- A hálózati forgalom alakulása (forgalom csökkenést, növekedést, terhelés eloszlás változása stb) a versenypiaci környezetben nyomon követhető, és ezek az adatok a hálózattervezés során felhasználhatók.

- Az optimális ár, árrés mekkora legyen, mennyi forgalmat vagy bevételt veszíthetünk

5. Esettanulmány – a bérelt vonali szolgáltatások játékelméleti modellje

5.1 A modell vázlatos bemutatása

A vizsgált piaci szegmens a menedzselt bérelt vonali szolgáltatás volt (a leggyakrabban igényelt sávszélesség, adott szolgáltatási minőség, retail ügyfelek). A vizsgálat az adott szolgáltatás piacán jelenlévő 3 legnagyobb piaci részesedéssel rendelkező vállalatra terjedt ki. A nem számottevő piaci részesedéssel rendelkező további 3-4 vállalatot – a modell egyszerűsítése végett – elimináltuk a rendszerből. Az árverseny során a szolgáltatók igyekeznek árcsökkentéssel az új igények minél nagyobb százalékát megszerezni, a meglévő előfizetők minél nagyobb százalékát megtartani és átcsábítani magukhoz a többi cég előfizetőit.

A játékelemzést megelőzően kockázatelemzésre került sor. Az üzleti kockázatelemzés legfőbb feladata a bérelt vonali költségkalkulációban rejlő bizonytalanságok számszerűsítése volt, melyet két fázisban végeztünk el.

Az első fázisban az adott téma szakértői workshopok keretében feltárták a költségalapú kalkuláció elemeinek nagyságát befolyásoló, illetve az aktuális célkitűzés megvalósítását veszélyeztető kockázati tényezőket, majd értékelték ezek hatását [12,13].

Az elemzés második felében végeztük el a kritikus tényezők hatásainak mélyreható elemzését és számszerűsítését. A kapott információk alapján Monte-Carlo szimulációs modell [16] felépítésére került sor, melynek eredményeképpen megkaptuk a vizsgált termék ön-

költségének eloszlását, amely alapján egyrészt meghatározható a költség várható értéke, másrészt a kockázat mértékét kifejező szórás vagy terjedelem. Végül az elemzés eredménye alapján kockázatcsökkentési terv összeállítására került sor.

A szimulációs vizsgálatok után rendelkezésünkre állt a bérelt vonali szolgáltatások egységárát meghatározó önköltség eloszlása, és az ebből nyert információkat használtuk a szolgáltatás havidíjának játékelméleti optimalizálása során. Fő célunk az volt, hogy versenypiaci környezetben meghatározzuk az értékesítésből származó maximális eredményt biztosító optimális árrés nagyságát.

A termékek esetében nagyon fontos ugyanis a forgalmi díjak alakulása. Ezt támasztják alá a termékek árbevételét vizsgáló kockázatelemzések eredményei is. Az elemzések során a kritikus tényezők között minden esetben megjelenik a versenytársak tarifáinak alakulása is. Ezért mindenképpen indokolt a szolgáltatók közötti forgalmi verseny modellezése, melyre alkalmas módszer lehet a játékelméleti modellezés.

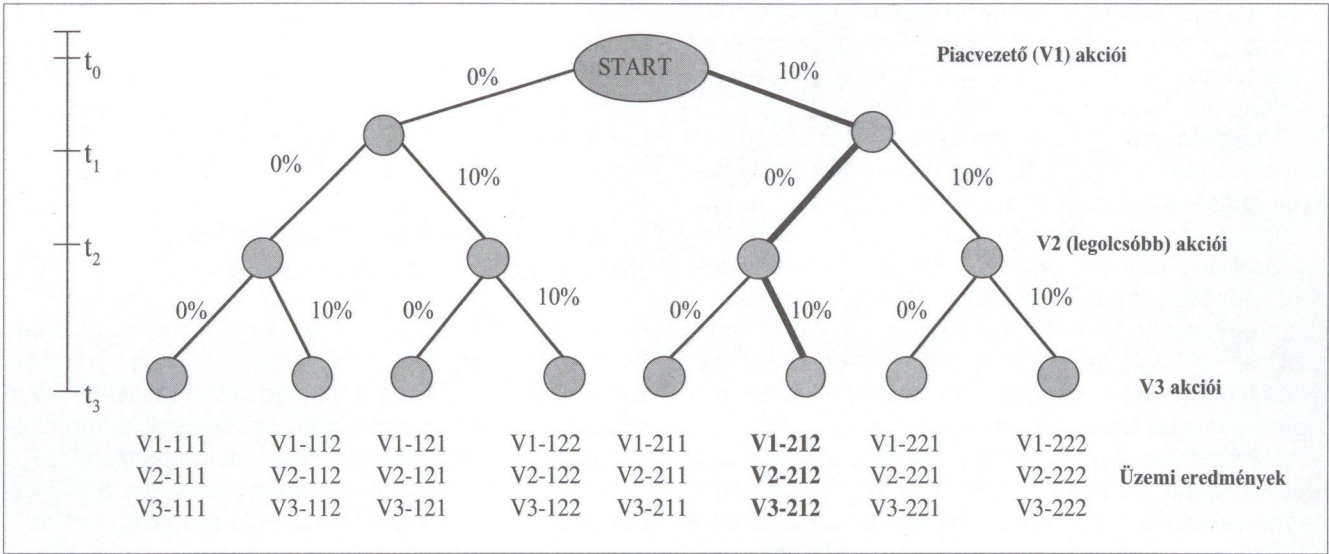
A két módszer eredményének kombinálásával egy adott vállalat számára lehetővé válik egy olyan árstruktúra meghatározása, amely egyrészt tartalmazza az ár-kalkuláció során felmerülő bizonytalanságok számszerű hatásait, másrészt a játékelméleti modellezéssel a piaci versenynek az árpolitikára gyakorolt hatásán keresztül javaslatot tesz az optimális forgalmi díjstruktúra meghatározására. Ezen információk alapján meghatározható egy optimális ár, másrészt meghúzható egy olyan ár-sáv, amelyen belül a kedvezmények még haszonnal adhatók.

A feladat megoldása során a következő feltételezésekkel élünk a havidíj optimális nagyságának meghatározásához:

A vizsgálati időtartam (ebben a példában 1 év volt) elején a piacvezető meghatároz egy árat (amely során adhat egy bizonyos százalékos árcsökkentést az éppen érvényes havidíjának listaárához képest), és bizonyos idő (a bemutatott példában félév) múlva a versenytársak ezt valamilyen árcsökkentéssel követhetik, de lehet, hogy nem követik.

Feltételeztük, hogy ha mindkét versenytárs követi a piacvezetőt, akkor ezt egyszerre, egymástól függetlenül teszi. A havidíj csökkentése a bevételt csökkentheti, de az ár csökkenése miatt bekövetkező előfizető szám növekedés ezt a hatást kedvezően kompenzálhatja. Feltételeztük, hogy az előfizetők – akik az itt vizsgált bérelt vonali szolgáltatás piacán üzleti ügyfelek – nem csak az ár alapján választanak szolgáltatót, hanem figyelembe vesznek egyéb, a szolgáltatás minőségére vonatkozó jellemzőket is (pl. éves kiesési időarányt, a használhatóságot, létesítési időt, ügyfélkapcsolat és ügyfélkezelés jószágát, szakmai tapasztalatokat).

A fenti tényezőkre vonatkozó szolgáltatói minősítések becsült súlytényezőkkel vett összegét használtuk a szolgáltatókról alkotott előfizetői preferenciák meghatározásához.



3. ábra A játék vázlatos modellje

A 3. ábra (egyszerűsített formában) mutatja a játék menetét. Az egyszerűsítés abban áll, hogy a vizsgálatba bevont ötféle (0%, 5%, 10%, 15%, 20%) árcsökkentési lehetőség közül csak kettőt (a 0%-os és a 10%-os csökkentést) tüntettünk fel.

Jelölések:

- V1: piacvezető vállalat
- V2: a piacvezetőnél kb. 2%-kal magasabb áron szolgáltató vállalat
- V3: legolcsóbban szolgáltató vállalat (V1, V2-nél kb. 20%-kal alacsonyabb áron szolgáltató)

A szolgáltatói preferencia értékek a mindenkor ár függvényei. Azonos ár esetén V1 és V3 minősítése nagyjából megegyezett, míg V2 minősítése az előzőkhöz képest alacsonyabb volt.

V1-212 jelöli a V1 vállalatra vonatkozó üzemi eredményt (árbevétel mínusz a működési és beruházási költségek a vizsgált időtartamra vonatkoztatva) a V1 cég 10%-os, a V2 cég 0%-os és a V3 cég 10%-os csökkentéssel járó árstratégiája esetén.

Hasonlóképpen értelmezhető a többi útvonal mentén kialakuló stratégia is. Az ábra bal oldalán lévő időtengely mutatja az egyes lépések időpontját, mely szerint a piacvezető kezdő lépése a t_0 időpont (esetünkben az év eleje), t_1 és t_2 a V2

és V3 versenytársak lépésének időpontja (példánkban $t_1 = t_2$ és ezek a lépések a félév végén történnek), t_3 a vizsgálati időtartam vége (példánkban az év vége volt).

5.2 A modellel kapott eredmények

Az elvégzett számítások eredménye szerint a 3. ábra vastaggal jelölt útvonala által meghatározott stratégia bizonyult a cégek számára a legjobb együttes stratégiának. Az 1-4. táblázatok mutatják a kifizető függvényeket az egyensúlyi pont környezetében. (Az áttekinthetőség kedvéért csak a szignifikáns stratégiákat mu-

V1		V2	
		0%	5%
V3	0%	951 254	947 982
		532 064	529 233
		771 084	756 452
	5%	949 001	945 764
		529 004	524 808
		775 479	767 873
	10%	936 773	933 589
		527 364	522 263
		778 258	775 699
	15%		

1. táblázat
V1 0%-os árcsökkentéssel

V1		V2	
		0%	5%
V3	5%	1 001 171	984 599
		509 027	505 332
		746 211	732 060
	10%	1 000 259	983 717
		506 073	503 678
		750 120	742 509
	15%	998 034	981 521
		504 681	502 136
		748 667	746 194

2. táblázat
V1 5%-os árcsökkentéssel

V1		V2	
		0%	5%
V3	10%	1 032 253	1 021 990
		493 942	492 444
		713 742	700 005
	5%	1 030 490	1 016 253
		491 083	490 298
		728 491	721 355
	15%	1 025 685	1 015 474
		489 740	487 917
		726 787	724 391

3. táblázat
V1 10%-os árcsökkentéssel

V1		V2	
		0%	5%
V3	15%	1 034 293	1 029 547
		485 676	484 987
		697 762	684 173
	10%	1 036 543	1 025 394
		482 866	480 898
		710 579	703 527
	5%	1 028 254	1 020 553
		481 559	478 558
		720 049	717 690

4. táblázat
V1 15%-os árcsökkentéssel

tattuk be. V2 stratégiái közül a nagyobb mértékű (10-20%-os) árcsökkentések eredményeit nem tüntettük fel a táblázatokban, mint látni fogjuk, ezek számára nem is jelentenek hasznot hozó stratégiákat.)

Az egyes stratégia együttesekhez tartozó számhármassok rendre a V1, V2 és V3 cégek kifizető függvényeit mutatják az adott stratégia együttes esetén.

Az 1-4. táblázatokban a háttér változtatásával jelöltük azokat a cellákat, amelyek V2 és V3 számára a Nash-egyensúlyt jelentik V1 adott stratégiája esetén. A Nash-egyensúly azt a stratégia együttest jelenti, amelytől sem V2-nek, sem V3-nak nem érdemes eltérnie, mert ha bármelyikük is egyoldalúan eltér ettől, akkor biztosan rosszabb eredményhez jut.

V2 számára a 0%-os árcsökkentés domináns stratégiát is jelent. Számára mindig ez a legjobb stratégia, bármit választ is a V3 játékos, és bármit is választott a V1 játékos. Ő tehát ettől nem fog eltérni. Ő a legalacsonyabb áron szolgáltató vállalat, számára további árcsökkentés már nem hozna hasznot. V3 számára nincs olyan stratégia, amely a másik két játékos bármilyen stratégiája esetén a legjobb. Számára hol a 10%-os, hol a 15 %-os árcsökkentés a legjobb, attól függően, hogy mit választott a V1 játékos.

A piacvezető V1 0 és 15%-os árcsökkentése esetén V3 számára a 15 %-os árcsökkentés a jobb, míg a piacvezető 5 és 10 %-os árcsökkentése esetén a 10%-os csökkentés a legjobb. Kérdés, mit fog a piacvezető választani, ha tudja, hogy később a többiek hozzá optimalizálják majd az együttes stratégiájukat? Számára a legnagyobb profit akkor lenne, ha a 15%-os árcsökkentéssel magához csábíthatná a felhasználókat. Ekkor azonban V3 számára is a 15%-os árcsökkentés lenne a legjobb stratégia. Ez viszont már lerontaná V1 hasznát ahhoz képest, mintha megelégszik a csupán 10%-os árcsökkentéssel. Ekkor V3 számára is a 10%-os csökkentés lesz a legjobb lépés. Vagyis a nyerő stratégia együttes a V1/V2/V3 cégek számára rendre a 10 % / 0 % / 10 %-os árcsökkentés lesz.

Ha a vállalatok a fenti megfontolások alapján döntenek az árstratégiájukról, vagyis figyelembe veszik azt is, hogy a versenytársak hogyan fognak dönteni, és így optimalizálják a stratégiájukat, akkor hallgatólagoosan alkalmazkodtak is egymáshoz.

5.3 Az üzleti kockázatelemzés és a játékelmélet együttes alkalmazásának eredménye

A kockázatelemzés eredményéből kapott önköltség eloszlás jellemző értékeihez (minimum, maximum, várható érték) a játékelméleti modellezéssel kapott optimális stratégia alapján meghatározható az optimális árrés nagysága. Az így nyert információk részben felhasználhatók a listaár kialakítása során, részben információt adnak az értékesítők számára, hogy ajánlatkérés esetén a kedvezmények nagyságának meghatározása során milyen szélességű sávban mozoghatnak. A V1 vállalat esetén optimális 10 %-os árcsökkentés kb. 6%-os csökkentésnek felel meg az árrésre vonatkozóan.

Szakértők feladata annak kidolgozása, hogy az árcsökkentést a listaár csökkentésével vagy kedvezmények adásával célszerű-e megvalósítani. A kockázatelemzés kockázat csökkentő akcióival az árcsökkenés egy része a legtöbb esetben kompenzálható.

6. A stratégiai kölcsönhatások játékelméleti modellezése

Különbféle módszereket kellett kidolgozni arra vonatkozóan, hogyan vegyük figyelembe a versenytársak stratégiájának hatásait a kidolgozott modellekben. Az irodalomban erre vonatkozóan szinte csak a keresleti görbe (ld. 6.1) használatára találhatók módszerek [3].

Az 5.fejezet feladatának megoldásához a 6.2 és 6.3 fejezetben bemutatásra kerülő módszereket dolgoztuk ki és használtuk fel a modellezés során. Használatuk a játékelméleti modellezés során eredményesnek bizonyult.

6.1 Keresleti görbe

A közgazdaságtanból ismert (pl. Cournot és Bertrand) modellekben a kereslet és ár rugalmasságát kifejező keresleti görbe szerepel. Ezt általában egy lineáris függvénnyel közelítik. Ez azonban nem csak az egyszerűsítés kedvéért van így, hanem bizonyítható is, hogy ha a telefon használóinak hasznossági görbéje kvadrátikus (másodfokú), akkor a keresleti görbe lineáris. A bizonyítást illetően lásd: [3].

A lineáris keresleti görbe duopol esetben az alábbi alakban írható fel: $p = a + b(Q_1 + Q_2)$.

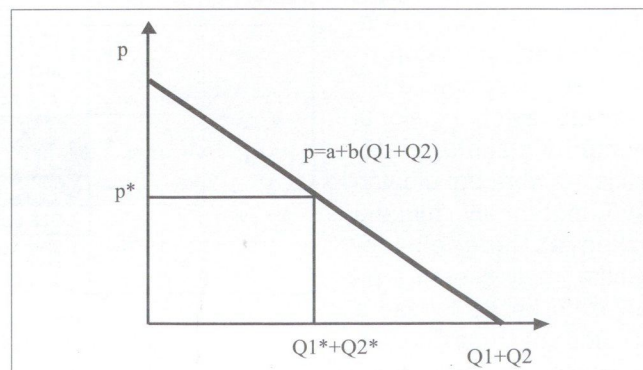
Itt p az ár (feltételezzük, hogy azonos a két cégre), Q_1 és Q_2 a két cég által előállított mennyiséget (pl. hálózatok nagyságát, méretét) jelenti, a és b a lineáris görbe két paramétere.

A 4. ábra egy ilyen egyenest mutat, ahol feltüntetjük az optimális árhoz tartozó optimális mennyiséget is.

6.2 Migrációs függvény

Míg a 6.1 pontban bemutatott keresleti görbe azt mutatja, hogy a hálózati kapacitáson keresztül hogyan hatnak a cégek egymásra, a migrációs görbét (a bemu-

4. ábra Keresleti görbe



tatott esettanulmányban) arra használhatjuk, hogy az árkülönbség miatti előfizetői elvándorlásokat modellezzük. Amennyiben a vizsgált szolgáltatás piacán lehetőség van a szolgáltatók közül történő választásra (lásd 5.fejezet), akár hosszabb távú elkötelezettségek nélkül is (mint például a call-by-call típusú szolgáltató választás esetén), akkor legelőször fel kell tárnunk azokat a tényezőket, amelyek értékétől, minőségétől teszik függővé az ügyfelek azt, hogy melyik szolgáltatót választják.

A Bell Research hazai piackutató és tanácsadó cég 2000 év eleje óta folytat piackutató tevékenységet hazánkban. Az [1,2] sajtóközleményben arról a kutatásról számolt be, amelyet a budapesti közép (50-299 fős) és nagyvállalatok (300 fő feletti) körében végzett azzal kapcsolatban, hogy a liberalizáció után a fenti cégek kipróbálnának-e más szolgáltatót is. A vizsgálat a fix távbeszélő szolgáltatásra vonatkozott.

A 173 megkérdezett választait kiterjesztve a teljes alapsokaságra, az alábbi eredmények adódtak:

- 5-9%-kal kisebb tarifa esetén: 17% (268 cég)
 - 10-19%-kal kisebb tarifa esetén: 30% (719 cég)
 - 20-39%-kal kisebb tarifa esetén: 44% (1371 cég)
- változtatna szolgáltatót.

A vizsgált szegmensben nem volt egyetlen válaszadó sem, aki azt vallotta volna, hogy már 5 %-os tarifa különbségnél átpártolna egy másik szolgáltatóhoz. A fenti adatokkal a BellResearch számítása alapján átlagosan kb. 20%-kal kellene olcsóbbnak lenni egy másik cég tarifáinak, hogy elpártoljanak szolgáltatójuktól a budapesti közép- és nagyvállalatok.

A kumulált hatást az 5. ábra mutatja.

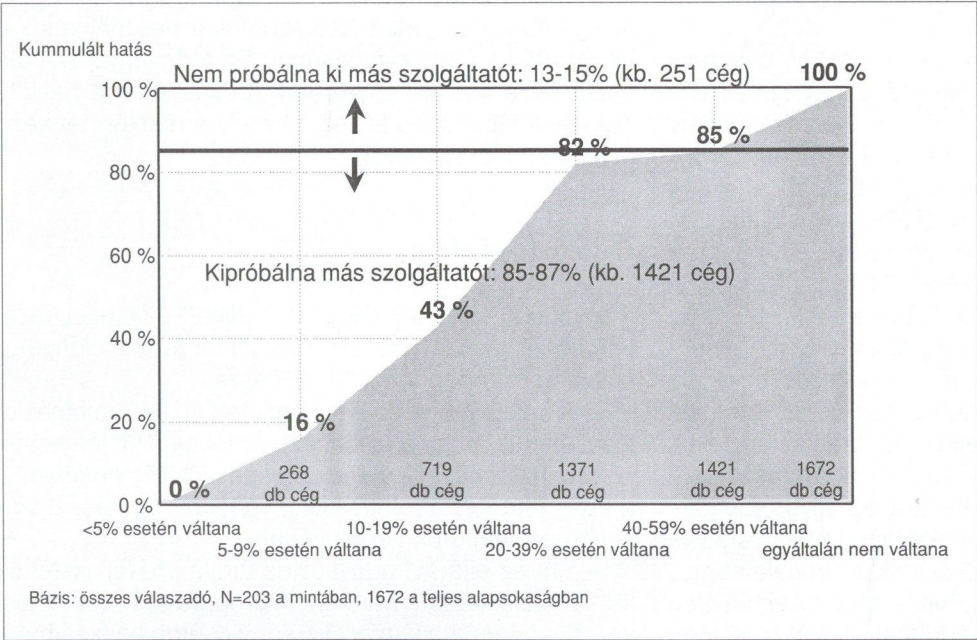
Az 5. ábra a BellResearch piackutató cég felmérései alapján mutatja, hogy az egyes %-os árdifferenciák esetén (vízszintes tengely) százalékosan (függőleges tengely) milyen mértékű elvándorlás várható. A százalékos adatok alatt közvetlenül a vízszintes tengely fe-

lett megjelennek a százalékokhoz tartozó darabszámok is. A kapott adatok azt mutatták, hogy 40%-os árdifferencia felett hirtelen lecsökken a migrálás intenzitása. Ekkora árkülönbség valószínűleg már azt sejteti a felhasználóban, hogy nem fogja megkapni ugyanazt a minőséget. Egy ilyen felmérés az ábra alapján azt is tükrözheti, hogy ha pl. 60%-nál nagyobb igen csábító árkülönbségre kérdeznek rá, akkor gondolkodás nélkül azt válaszolják a megkérdezettek, hogy váltanának. Valójában ekkora árkülönbség nehezen képzelhető el, ezt a versenyhivatal bizonyára nem is engedné, de nem lehetne gazdaságos a szolgáltató számára sem. A megkérdezésen alapuló felmérések eredményei annál pontosabbak, minél nagyobb a kikérdezett sokaság számossága. A fenti vizsgálatban 173 megkérdezett cég volt, az eredmények az ő válaszaik alapján lettek kiterjesztve a kb. tízszer ekkora teljes sokaságra.

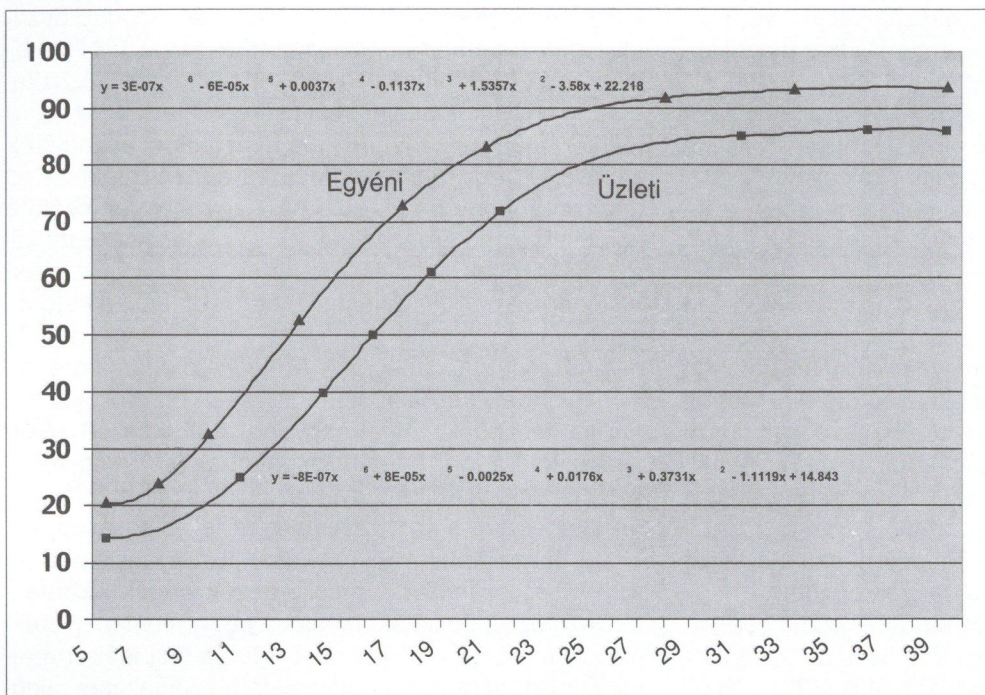
Az új szolgáltatók kipróbálását, illetve a jelenlegivel való teljes szakítást a megkérdezett cégek különféle tényezőkkel indokolták: magas a tarifa, nem megfelelő az ügyfélszolgálat, hosszúak a létesítési idők, rugalmatlanság, nem mindig megfelelő a szolgáltatás minősége, számlázási problémák, lassú a hibaelhárítás, kipróbálnák kíváncsiságból stb. Legnagyobb súllyal (76%) a tarifák kerültek említésre. A mindenkor tarifák ismeretében az előfizető el tudja dönteni, hogy a szolgáltatója tarifái mennyivel magasabbak, mint az egyéb szolgáltatóké. A többi tényező értékelése viszont nem ennyire egyértelmű, azaz nehezebben összehasonlítható például a hibaelhárítás ideje vagy az ügyfélszolgálat minősége.

A fenti adatokat felhasználva elkészítettük a modellezés számára alkalmas analitikus (polinomiális közelítéssel alapuló) görbét. A görbe pontjait úgy kalibráltuk, hogy a tanulmány szerinti tartományban az átlagérték a tanulmányban közölttel azonos maradjon, és a nagyobb tarifakülönbséghez nagyobb migrációs % tartozzon. Ez alapján állítottunk elő az üzleti előfizetőkre egy

5. ábra A tarifacsökkenés hatása a szolgáltató váltásra



migrációs polinomot, melyet a 6. ábra mutat. A grafikon adott %-os árkülönbség esetén mutatja az elvándorlás megfontolásának valószínűségét. Az egyéni migrációs görbére vonatkozóan piackutatási eredmények nem álltak rendelkezésünkre. Így egy hipotetikus görbét szerkesztettünk, amely mutatja az egyéni előfizetőknek az üzleti előfizetőkénél erősebb érzékenységet. Mivel a piackutatási eredmények is azt mutatták, a görbe szerkesztésekor is feltételeztük, hogy 5%-os árdifferencia alatt nincs migráció.



6. ábra Migrációs görbék egyéni és üzleti előfizetőkre

A tényleges szolgáltató választást azonban még további tényezőktől teszi függővé az előfizető. Az is megtörténhet, hogy a többi tényező mérlegelése után az árkülönbség ellenére mégsem fog szolgáltatót váltani.

Az 5. fejezetben bemutatott feladat esetében a migrációs görbét a Matávon belül rendelkezésünkre bocsátott múltbeli adatok felhasználásával készítettük el. Ezek az adatok kiterjedtek a vonal lemondások adataira, beleértve a lemondások okát (áttérés más szolgáltatásra, migrálás versenytárshoz erre a szolgáltatásra, migrálás versenytársból más szolgáltatásra, igénybevétele megszüntetése stb.) is.

6.3. Komplex rendszerek értékelésére vonatkozó több kritériumos módszer (KIPA)

A KIPA (Kindler-Papp féle) módszer a 90-es években került kidolgozásra a Budapesti Műszaki Egyetemen. Először az operációkutatásban alkalmazták a bonyolult rendszerek közül történő választásra. Ez a módszer az egyik legelterjedtebb és legmegbízhatóbb eljárás, amellyel a „komplex rendszerek” (vállalatok, vállalat irányítási rendszerek, információs rendszerek stb.) összehasonlíthatók. A rendszerek közti differenciálásra egy összetett szempontrendszer alapján kerül sor.

A migrációs görbe adatait a komplex rendszerek értékelésére vonatkozó több kritériumos módszerrel [9] együtt használtuk a menedzselt bérelt vonali szolgáltatás piaci versenyének modellezése során az ügyfelek szolgáltatókra vonatkozó preferenciáinak számszerűsítésére. A KIPA értékelés használatos az egyes szolgáltatók minősítésére, de játékelméleti modellben való felhasználásával eddig nem találkoztunk az irodalomban.

Amennyiben a migrációs görbe %-os értékeit úgy tekintjük, hogy a szóbanforgó árkülönbségnél fontolóra

veszik a váltást, de ennek során nem hagynak minden egyéb tényezőt figyelmen kívül, akkor meg kell határozni, hogy mely tényezőket vizsgálunk, hogy valóban váltásnak-e.

A 6.2 fejezetben bemutatott, hogy a [2] piacutatósi eredményei szerint melyek azok a tényezők, amelyekről elsősorban függ, hogy elhagyják-e szolgáltatójukat az előfizetők. A call-by-call szolgáltató választásnál [7] ilyen mérlegelésre valószínűleg nem kerül sor, mivel nem kell elköteleznie az előfizetőnek magát. Ez esetben feltételezhetjük, hogy minden további

nélkül megpróbálkozik az előfizető a váltással. A szolgáltató előválasztásnál [7] már bizonyára fontolóra veszi a szolgáltatást minősítő egyéb jellemzőket is. Ezeket persze nem azonos súllyal. Az ilyen fajta mérlegelés modellezéséhez nyújthat eszközt a KIPA értékelési módszertana, melynek játékelméletben való felhasználhatóságát a kidolgozott modelleken ellenőriztük [6].

Az értékelő táblázat előállításának lényege: az értékelésbe bevont tényezőkre brainstorming keretében osztályzatokat kapnak a szolgáltatók. Ugyancsak ilyen módon rendelhetünk súlyokat is az egyes tényezőkhöz.

A táblázat egy „minta” értékelő táblázatot mutat be a két cégre, VÁLLALAT1-re és VÁLLALAT2-re. A mindenkori alkalmazásnak megfelelően az értékelésbe bevont tényezők halmaza, a súlyok és az osztályzatok természetesen változnak.

A táblázat alsó sorában szereplő súlyozottan összesített értéket tartalmazó számokat használhatjuk a kifizető függvény számításánál. Ez függvénye az optimalizálásra kijelölt tényezőnek (példánkban a havidíjnak, de a táblázatba felvett bármely értékelési tényező átveheti ezt a szerepet).

Összefoglalás

A bemutatott játékelmélettel kombinált üzleti kockázatelemzési eljárás legfontosabb ismérvei és előnyei a következőképpen foglalhatók össze:

- A játékelmélet és a kockázatelemzés kombinációjával elértük, hogy a különböző érdekeltségű játékosok kölcsönhatásait is figyelembe vehessük. Ez érvényesül a szolgáltató és a felhasználó, vagy az egymással versengő szolgáltatók versenyében.

- Bár az eljárást a távközlés területére fejlesztettük ki, kis átalakítással bármely más iparágban (szállítás, kereskedelem) vagy piaci verseny esetén használható.

VIZSGÁLT SZOLGÁLTATÓK		VÁLLALAT1	VÁLLALAT2
Értékelési tényező	Súly	Kapott osztályzat	Kapott osztályzat
Állandó éves rendelkezésre állás	1.4	5.6	4.2
Létesítési díj, egyszeri díj	1.8	9	6.8
Fenntartási díj, havidíj	2.0	10	8
Létesítési idő	1.2	3.6	3.3
Konzultatív értékesítés, ügyfélkezelés	1.0	3	4
Személyes ügyfélkapcsolat	1.0	2	3
Szakmai tapasztalatok	0.4	4	1.6
Átlagos hiba elhárítási idő	1.2	4.8	3.6
Súlyozott összeg		60.7	50

5. táblázat A KIPA-táblázat VÁLLALAT1 és VÁLLALAT2 minősítésére

– Kifejlesztettük azt az újszerű gyakorlati eljárást, amellyel a versenytársak közötti kölcsönhatások is modellezhetők. Különösen újszerűnek tekinthető az a két módszer, melyhez a piackutatási adatok és az előfizetők viselkedésére vonatkozó múltbeli adatok szolgálnak bemenetként:

- az előfizetők szolgáltatókra vonatkozó preferenciáinak számszerűsítése, mely az új előfizetők szolgáltatók közötti választásának modellezésére szolgál,
- migrációs függvény előállítása, amely a meglévő előfizetők szolgáltatók közötti váltásait modellezi.

A továbbfejlesztés irányai tág teret nyújtanak a kutatásokhoz. Mind a további statikus és dinamikus modellek kifejlesztése, mind a piaci információk, az ár és költség adatok pontosítása, mind a kölcsönhatások modellezése további módszerekkel, több termék együttes vizsgálata érdekes kihívásokat tartogat a témával foglalkozók számára.

Irodalom

- [1] Magyar Infokommunikációs jelentés, BellResearch, 2000.
- [2] Mit hozhat a távközlési liberalizáció a fővárosban? BellResearch sajtóközlemény, 2001. március 13.
- [3] Szidarovszky F.–Okuguchi, K.: The theory of oligopoly with multiproduct firms, Springer, Berlin, 1990.
- [4] "Extended investment analysis of the telecom operator strategies", Eurescom P901 strategic study. 1999-2000. Confidential. (Hazai résztvevők: Gyürke Attila, Fekete István, Konkoly Lászlóné)
- [5] Üzleti kockázatelemzés eljárásának kifejlesztése és alkalmazása, Innovációs Nagydíj Pályázat 2002. (Oklevéllel elismert innováció)
- [6] Konkoly Lászlóné–Fekete István: A menedzselt bérelt vonali szolgáltatás piaci versenyének modellezése a játékelmélet módszerével, Matáv belső tanulmány, 2002. június
- [7] 2001.évi XL. törvény a hírközlésről
- [8] Rozália Konkoly, István Fekete, Attila Gyürke: "Evaluation of Uncertainties in Investment Projects", Third European Workshop on Techno-economics for Multimedia Networks and Services, Aveiro, Portugal, 14-16 December 1999.
- [9] Juhász Zoltán: A magyar bérelt vonali piac áttekintése, Széchenyi István Főiskola, Diplomamunka, 2001. jan.
- [10] Konkoly Lászlóné, Gyürke Attila: Játékelmélet alkalmazása a távközlési beruházás-elemzésben, PKI Tudományos Napok, 1999. November 23-24.
- [11] Konkoly Lászlóné, Gyürke Attila: A játékelmélet alkalmazási lehetőségei a távközlésben, PKI Közlemények, 44.
- [12] István Fekete: Analysis&Management of Investment Risks,QSDG Magazine June/July 2000, Vol.3, No.2, pp.43-46, London, United Kingdom
- [13] Fekete István: Kockázati tényezők gyűjtése és értékelése, Magyar Távközlés, 2000/1. szám, 43-46 oldal
- [14] Dr. Fekete István: Az emberi erőforrás kockázata – fluktuáció és kezelése a kockázatmenedzsment eszközeivel, Humán Innováció 2001. Konferencia, Oktáv Rt., Budapest, 2001. október 4.
- [15] Fekete István: A kockázatelemzés szerepe a beruházások pénzáramának meghatározásában, Doktori (PhD) értekezés, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest 2000.
- [16] István Fekete–Tamás Katona: Modellierung der Erfüllung des Plans vom Jahr 2001 zur Verwertung von Immobilien mit Monte Carlo Simulation, Erfahrungaustausch, Bonn, 05.04.2001. Deutschland
- [17] Nem játék a játékelmélet, Napi gazdaság informatikai melléklete, 2000/8
- [18] Timothy A. Luehrman: "Investment Opportunities as Real Options: Getting Started on the Numbers", Harvard Business review, July-August 1998.
- [19] A. Vidács, P. Füzesi: Game Theoretic Analysis of Network Dimensioning Strategies in Differentiated Services Networks, Proceeding of IEEE International Conference on Communications (ICC2002), New York, USA
- [20] Andrew Bye: Applying Evolutionary Game Theory to Auction Mechanism Design, Intelligent Enterprise Technology Laboratory, HP Laboratories Bristol, www.hpl.hp.com/techreports/2002/HPL-2002-321.pdf

Számítógépek és híradástechnika: az emberiség új kommunikációs korszaka

I. rész: A kommunikáció fejlődése és a jelek új világa

BENCZÚR ANDRÁS

abenczur@ludens.elte.hu

Írásomban az emberi kommunikáció jellemző formális modelljeire, az elemi kommunikáció, valamint az információs rendszer modelljére építve jellemzem a kommunikáció fejlődési folyamatát, és ebben helyezem el a jelenkor új kommunikációs világát. A formális modell lehetőséget ad matematikai jellemzésekre, amelyek részletei majd következő részben szerepelnek. Rámutatok benne a korlátokra és a lehetőségekre, ugyanakkor hangsúlyozom, hogy a megoldásokra nincs általános recept, kimeríthetetlen feladatrendszer előtt állunk. A kiszámítható világ nem helyettesítheti a valóságot, csak korlátozott méretékben modellezheti, segíthet megismerésében, a jövő előrejelzésében. A dolgozat második része majd ennek matematikai hátterébe is betekintést nyújt.

Bevezetés

A hírközlés matematikai elmélete – C.E. Shannon – és a számítógépek jelenleg is domináló, formális elve, a Neumann-elv szinte egy időben, alig 60 éve indult útjára. A 60 év még mindig gyorsuló fejlődése új kommunikációs korszakot indított el az emberiség történelmében, amit az informatikai forradalom, a tudás kiemelt fontossága és az információs társadalom kibontakozása jellemez.

A hírközlés Shannon-féle matematikai elmélete alapvetően a véletlen jelenségek leírására épít. Ezzel ellentétben a számítógépek világa a kiszámíthatóságon alapul. A két világ, a véletlenek világa és a kiszámítható jelenségek világa szinte egymás komplementere, ahogy azt a születésének centenáriumát szintén ebben az évben ünneplő A.N. Kolmogorov utolsó, Uszpenszkijvel közös [5] dolgozatában kifejti. Két entrópia fogalom, a Shannon-entrópia és a Kolmogorov-entrópia jellemzi a két világ információmennyiségét. Maga a kommunikáció tulajdonképpen a véletlen miatt szükséges. A kommunikáció meghajtója a véletlen, az új digitalizált világ viszont a kiszámíthatóságra épül. A Shannon entrópia a jövő véletlen lehetőségeinek várható értékben legtömörebb leírására irányul, míg a Kolmogorov entrópia a múlt tényeinek, adatainak legtömörebb jellemzését méri. Gyakorlati szerepük kizárólag a nagy teljesítményű számítások révén, és csak közelítőleg nyer értelemet. A két világot, filozofikusan fogalmazva a jövőt és a múltat, számunkra a kiszámítás köti össze.

Az új korszakkal a jelek szinte korlátlan világába lépünk. A matematika kiterjedés nélküli jelekkel, vagyis 0 téridő térfogatú jelekkel gazdálkodik, míg az informatika alulról korlátozott téridő granulátumú jelekkel. A granulátum méretének csökkentése a lehetőségek növelésének legfontosabb tényezője. Miben játszik szerepet a granulátum mérete: a tárolás, átalakítás, elérés, továbbítás téridő és energia igényének csökkenésében, az idealizált matematikai modellek közelítésében,

az élmények egyre inkább valósághű reprodukálásában, a megismerés folyamatában. A múlt tényeinek nagyobb tömege válik kezelhetővé, ami a számításokkal több törvény megtalálásához és a jövőre vonatkozó kihasználásához vezet.

A nagy kihívás: a jelekkel való korrekt, realizálható számítások feltárása és összekapcsolása a múlt adatain való értelmes jelentésű, hasznos modellekre épülő valós számításokkal. A számítások lehetséges világa messze meghaladja összetettségében a jelenlegi számításokra vonatkozó (programozási) módszereink szintjét, még messze vagyunk az élet számítási folyamatainak komplexitásától.

Neumann János számítása szerint egy emberi élet összes észleléseinek adatmennyisége, az agy tárolási kapacitása $2,8 \cdot 10^{20}$ bit, ami 35 000 Petabyte. Ma a háttértárolók már a Petabájt tartományt ostromolják, s Moore törvénye szerint 30 év múlva lesz mindennapivá ekkora adatmennyiség tárolása. Az agy minőségét elérő feldolgozottságát ekkora adatmennyiségnek ad-digra megoldjuk-e, az erősen kérdéses.

Az informatika fogalmához sokféle úton közelíthetünk, nincs közmegegyezéssel meghatározása. Számomra a meghatározó élmények közé a valószínűség-számításba és az információelméletbe Rényi Alfréd-től kapott bevezetés, majd a sztochasztikus folyamatok elméletében Arató Mátyással végzett közös munkánk, s végül az adatbázisok, információs rendszerek építésének feladatai tartoznak. Saját informatikai képem ebből táplálkozik. Kifejtését már több dolgozatban publikáltam: [1],[2],[3]. Kiindulásomat [1]-ből idézem:

„Az informatikát az emberiség legáltalánosabb értelemben vett kommunikációjával foglalkozó szak- és tudományterületnek tekintem. Az informatika feladatának jellemzését a kommunikáció és az információ fogalmának tisztázásával kezdem. Az információt az informatika szempontjából mindenképpen emberi kommunikációval összefüggésben próbálom meghatározni. Ehhez a kommunikációs folyamat kezdetét és befejezését veszem kiindulásnak.

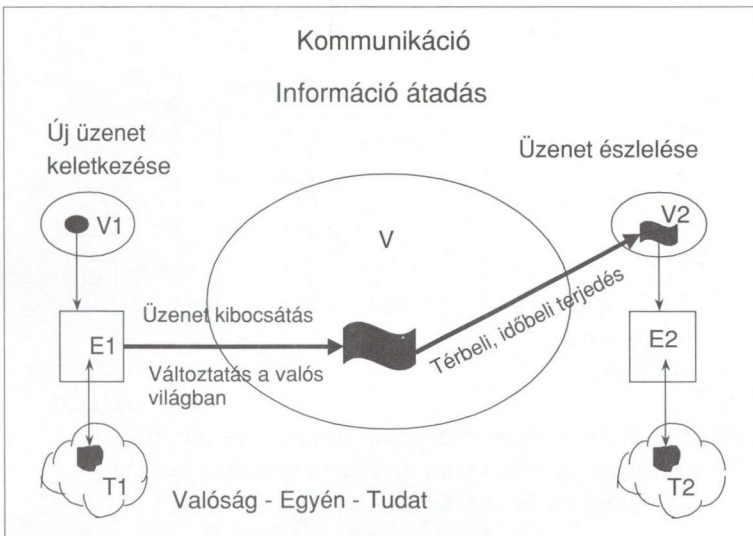
A kezdet egy emberi tudat által kibocsátott vagy kiváltott üzenet (nem feltétlenül tudatosan kommunikációs céllal), ami emberi lény által észlelhető. Mind a kibocsátás, s mind az észlelés történhet eszköz közvetítésével. A befejezés pedig egy emberi lény által észlelt üzenet, amely valaha létező emberi lények üzeneteiből „alakult” ki. A folyamat eleje a hozzáadott, vagy forrás-információ, a vége pedig a kinyert, vagy tudatosult információ. Az információ fogalmát – legalább is ebben a tárgyalásban – ezzel korlátozom az interhumán információra.”

1. A kommunikáció alapvető működési modelljei

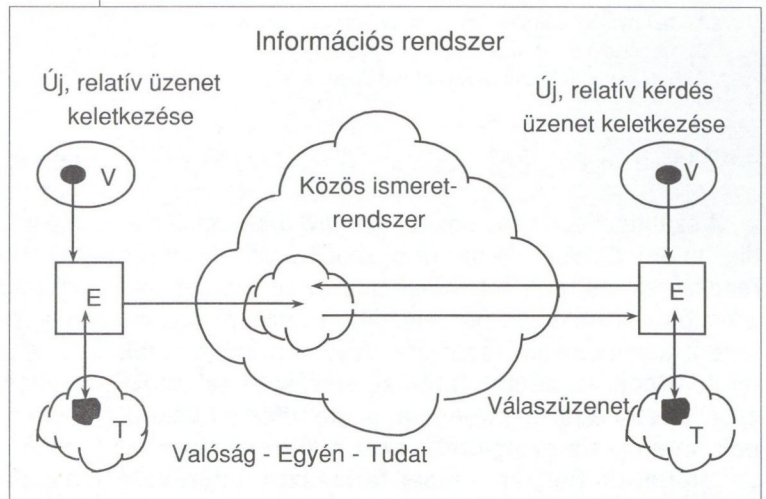
Emberi tudatok kölcsönhatása kizárólag érzékszerveink segítségével történik. Ez azt jelenti, hogy ha hatni akarunk valakire, akkor olyasmit kell tennünk, ami a célszemély érzékszerveivel érzékelhető változásban nyilvánul meg. Az 1. ábra ezt szimbolizálja.

A hatást kezdeményező személy, a forrás, üzenetet választ, amivel el akar érní valamilyen hatást egy másik személynél. A választást többféle véletlen is befolyásolja, amelyek mind a külső valós világ észlelésében, mind belső tudati, pszichés folyamataiban jelen vannak. A következő lépés, hogy az üzenetnek megfelelő változást hozzon létre a fizikai valós világban, amely észlelhetővé válik a célszemély, másként rendeltetési hely számára. A fizikai változás, nevezzük jelnek, térben, időben haladva, véletlen torzulásokat is elszenvedve, a rendeltetési hely észlelhető valós világába kerül. Észlelése a célszemély tudati tevékenységével az üzenet tudatosulásához vezet. **A kommunikáció működőképességének alapvető feltétele, hogy különböző üzenethez olyan különböző változtatás legyen létrehozható a valós világban, amit az észlelő is különbözőnek tud felismerni.**

1. ábra



A kommunikációnak ez az elemi lépése önmagában nem lenne elég hatékony, ha nem venné figyelembe a résztvevőkben az előzetes kommunikációk során megőrződő emlékeket, és nem alapulhatna az érzékszerveink által történő észleléseink gyakorlati szempontból való erős hasonlóságán, a közös észleléseken, a közös élményeken. Az előző üzenetekből emberi közösségekben kialakuló közös ismeretre építve a kommunikációnak lényegesen összetettebb kollektív rendszerei alakulnak ki, amit információs rendszer jellegű kommunikációnak nevezek. Ennek három elemi lépését mutatja be vázlatosan a 2. ábra.



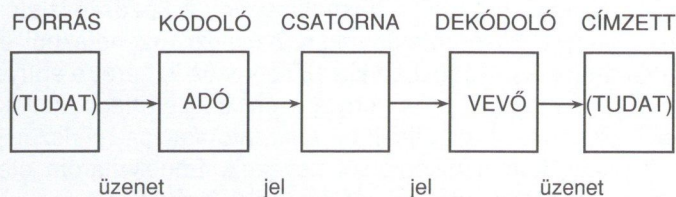
2. ábra

Az előző kommunikációk során a közösségben egy közös ismeretrendszer alakul ki. Az új forrásüzenetek egy része erre hivatkozik, ehhez viszonyított üzenetet jelent, ráarakódik, továbbfejleszti. Az üzeneteknek gyakran nincs közvetlen rendeltetési helye, címzettje. Az információ-kinyerést a rendszerből kezdeményezéssel, kérdésüzenettel, kereséssel lehet kiváltani. Természetesen az új üzenet – ami lehet kérdés is – keletkezésének első lépése az elemi kommunikáció szerint emberi cselekvéssel történik, és a befejező lépése, az üzenet fogadása is a célszemély érzékszervei által észlelhető fizikailag létező jel alapján történik. Fontos részét képezhetik a közös ismeretrendszernek az egyeztetett közös észlelések, különösen akkor, ha az észlelés közel azonosan megismételhető. A közösségi kommunikációnak ez a formája a közös ismeret fenntartására, őrzésére, hozzáférésére, titkosítására stb. sajátos intézményrendszert igényel.

Az írásbeliséghez jött létre az első műszaki támogatás, gépesítés a kommunikáció világában: a nyomtatás, ami a Gutenberg Galaxis kialakulásához, a Gutenberg korszakhoz vezetett. Az emberiség kommunikációjának fejlődésében a beszéd majd az írás korszaka után most új állomásnál vagyunk. A jelenlegi technikai fejlődés kihatása mára felülmúlta a nyomtatás által kiváltott kulturális, társadalmi hatást, és még nem látjuk a fejlődés végét.

Shannon kommunikációs modellje

„A kommunikáció felöleli mindazokat az eljárásokat, amelyeken keresztül az egyik emberi elme a másikra hatni képes.” (W. Weaver)



- A) mennyiségi szint (entrópia és csatorna kapacitás)
- B) megértési szint (jelentés, szemantika)
- C) hatékonysági szint (a kívánt hatás elérése)

3. ábra

A számítástechnika, elektronika, távközlés, multimédia, Internet, World Wide Web, mobil kommunikációs rendszerek, és még sorolni lehetne az új info-kommunikációs technológiák összetevőit, új közeget hoznak létre a kommunikáció számára. **A tér és időkorlátok feloldódnak, az adatok tárolási, elérési és feldolgozási lehetőségei exponenciális ütemben növekednek, intelligens szolgáltatásokat nyújtó közeg épül az ember-ember és ember-természet interakció közé.**

2. A kommunikáció formális sémái

A spontán alakuló kommunikációs rendszerek még a nyomtatás megjelenése idején sem igényeltek műszaki tervezéshez, matematikai jellemzéshez szükséges modelleket.

Először a 20. század közepére a kibontakozó távközlési technikák tették elkerülhetetlenné az elméleti háttér kidolgozását. A nyomtatás az elemi kommunikációba nem hozott be új közeget, új fizikai lehetőséget az üzenet észlehetővé tételéhez, „csupán” felgyorsította az írásban, képen megjelenő üzenet többszörözését, és ezzel elsősorban az információs rendszer jellegű kommunikációra volt forradalmi hatással. A távíró, telefon, rádiófrekvenciás műsorszórás és adatátvitel olyan fizikai jelenségeket iktatott a kommunikáció folyamatába, amely közvetlen emberi tevékenységgel nem alakítható és érdemben nem észlelhető. Shannon [7] közismert modellje, amelyet a 3. ábra kis módosítással mutat, ennek a mesterséges közeget használó elemi üzenetátvitelnek formális sémáját adja. A séma magába foglalja az elemi kommunikáció természetes formáit is, valamint a mesterséges, művi rendszerek közötti adatátvitelt. Utal a kommunikáció három, egymásra épülő szintjére:

- A) a mennyiségi, vagyis reprodukálhatósági szint,
- B) a szemantikai, vagyis megértési szint, és végül
- C) az igazi célt jelentő hatékonysági, vagyis a kívánt hatást elérő szint.

A modell lehetővé tette, hogy a mesterséges átviteli közeg, a csatorna használatára épülő hírközlési rendszer mennyiségi szinten tervezhető legyen és Shannon ennek matematikai megalapozását is megadta.

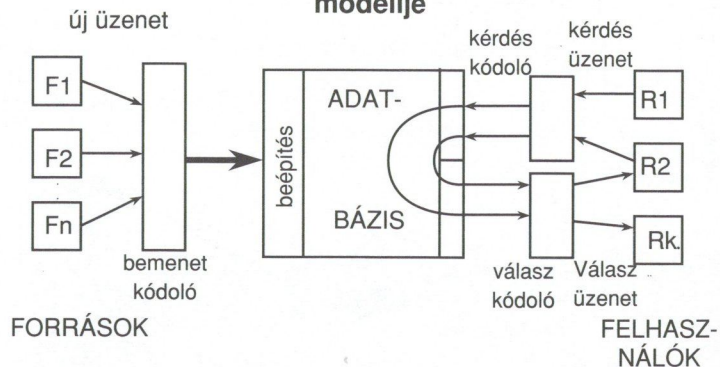
Az automatizált információs rendszerre épülő kommunikáció formális modellje ebből még nem vezethető le, és nem is volt még időszerű az 1940-es években. Milyen egyéb újdonságok jelentek meg, és mi hiányzott még akkor? Egyik fontos előrelépési terület a kép, hang, mozgókép rögzítése, többszörözése, átvitele, mősorszórásban való szétosztása, alapvetően analóg technológiákkal (rádió, televízió, magnetofon stb.) Mindez az információs rendszer jellegű kommunikáció szempontjából nézve elsősorban a közös észlelés, élmény sokszorozása, megismételhetősége területén nyitott új lehetőségeket.

Másik nagy újdonság: megjelentek az elektronikus, digitális számítógépek. Neumann János munkássága ebben ugyanolyan korszakos jelentőségű, mint Shannoné az információelméletben. Neumann elsősorban a gépek működése, a számítások világa érdekelte, jól lehet az adatfeldolgozás a numerikus számítási feladatokkal egy időben vált a számítógépek másik domináló felhasználási területévé. 1957-ben készült utolsó műve [6], a magyar fordításban „A számológép és az agy” címen megjelent könyve, a kommunikáció világában bekövetkező változásokat még egyáltalán nem jelzi. Még nem volt érzékelhető a számítógépeknek a kommunikációban betöltött szerepe.

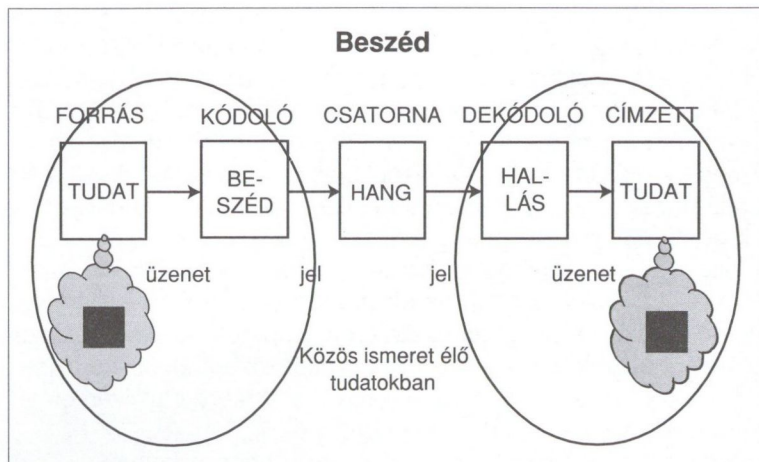
A történeti fejlődés jellemzéséhez Shannon öt komponensből álló sémájának mintájára az automatizált információs rendszer sémáját a 4. ábrán mutatom be.

4. ábra

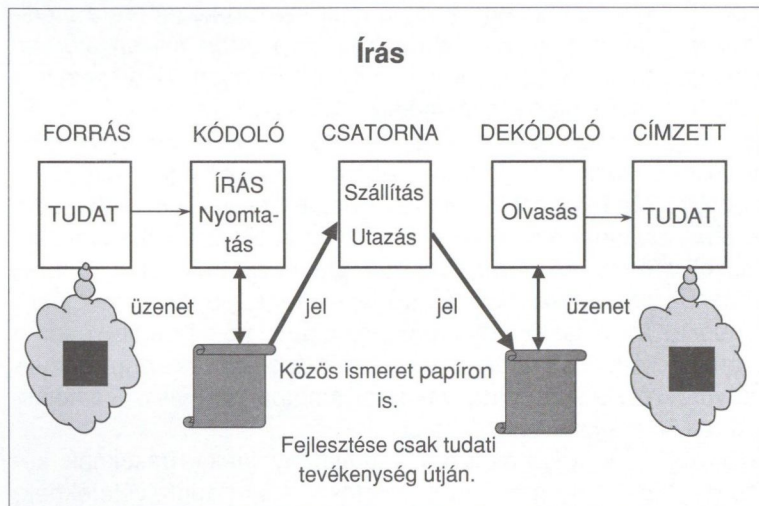
Az automatizált információs rendszer modellje



A kódolók előre rögzített formájú, speciális nyelven írt üzeneteket fogadnak, ehhez intelligens interaktív felületet adnak a források és felhasználók számára.



5. ábra



6. ábra

A leglényegesebb kiindulópontja a sematikus rendszernek a közös ismeretkészlet számítógépeken tárolt része, ami a csatorna komponensnek helyén, mint adatbázis jelenik meg. A továbbiakban erre a két alapsémára alapozva nézzük végig az emberiség kommunikációs fejlődésének fő állomásait.

Utána, amikor elértünk a jelenkor bemutatásához, térünk majd vissza a modellek formális elemzéséhez és a matematikai háttér felvázolásához.

Az 5. ábrán a Shannon séma szerint bemutatott beszéd jellegzetessége a biológiailag adott kódoló-adó és vevő-dekódoló be rendezésünk.

A csupán beszéd alapú kommunikációnál is fontos felhívni a figyelmet a kommunikáló felek közös tudásának szerepére, amely a közel azonos észlelések és az eddigi egymással, a közösség tagjaival való kommunikáció során alakult ki. (Az ábrán a tudatoknak ezt a tartalmát szimbolizáló szürke állományon belüli sötétebb négyzet jelöli.) Nagymértékben ettől függ a 3. ábrán használt jelöléssel a kommunikáció megértési B) és hatékonysági, hatáskiváltási C) szintjének minősége. Az információs rendszer jellegű kommunikáció szem-

szögeből nézve, a közös ismeret készletezését a beszédre korlátozottan csupán az élő tudatokban tudja a közösség realizálni. (Ilyen volt a történelem előtti kommunikáció világa.)

Az írásbeliség ezen a korláton változtat, lehetővé teszi a jelen ismerteinek, üzeneteinek feljegyzését a jövő számára. Működésének vázlata a Shannon-modell szerint a 6. ábrán látható.

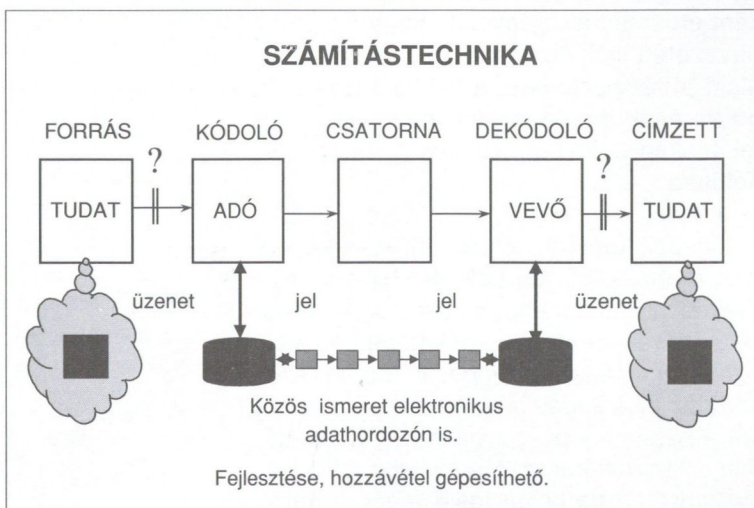
Az íráshoz a térbeli és időbeli terjedést biztosító új, mesterséges közegre volt szükség, valamint másik érzékszervünk, a látás vált az üzenet észlelőjévé. Fontos állomás volt az írásbeliség és a közösségi kommunikáció fejlődésében a nyomtatás, ami az információs rendszer jellegű kommunikációra való kihatásként lehetővé tette a közös ismeretkészlet sokszorozását és széles körben való elérhetőségét, ami egyben személytelenné is tette a forrással való kapcsolatot.

Automatizált információs rendszer még mindig nem jöhetett létre, minthogy az írás egyik fontos jellemzője és korlátja, hogy minden új írás (ami nem sokszorozítás) egyben új üzenet, azaz tudati feldolgozást igényel. Sokféle kommunikációs feladat, működési rendszer megfogalmazható, elemezhető az írásbeliséghez kapcsolódóan, de matematikai modellezést még nem igényelt.

Lépünk most át a fejlődés részleteinek kihagyásával a jelenkor jellemző kommunikációs megoldására, a számítógépek és hálózatok világába. A következő, 7. ábra a két személy közötti új, tipikussá vált elemi kommunikációt mutatja be. Ez már érdemi magyarázatra szorul, amit az ábrán látható kérdőjelek is mutatnak.

Képzeliük el, ahogy a forrás és a címzett is a számítógépe előtt ülve, vagy maroktelefont szorongatva kommunikálnak. A kódoló-adó és dekódoló-vevő dobozok tehát számítógépek, és a csatorna a közöttük adatátvitelt megvalósító számítógépes adatátviteli hálózat.

7. ábra



(Ma ez teljesen természetes, pedig 1970-ben az ARPANET még csak 11 számítógépközpontot kötött össze, 1980-ban vált a TCP/IP hálózati protokoll az egyetemi világ szabad hálózati protokolljává. Még 1995-ben is a jól ismert Moore-törvény mellett, amely szerint az integrált áramkörök sűrűsége 18 hónaponként megduplázódik, Adrew Grove törvényét fogadták el az adatátviteli sávszélesség növekedési ütemére: a sávszélesség csak 100 évenként kétszereződik meg. A fejlődés erre alaposan rácsáfolt, mivel az átviteli csatornák kapacitása minden más komponenst meghaladóan növekszik [8]. Továbbra is csak lineáris tempóban növekszik azonban a háttértárolókon az adatelérési idő.)

A forrás üzenetét most először egy számítógépbe juttatja el. Az üzenetet tehát számítógéppel kezelhető jellel kell alakítani, amihez emberi tevékenységgel, jelenleg kizárólag mozgással – a hangadást, szemmozgást is ide értve – kezelhető közvetítő berendezéseket kell használni, akár többet is egy időben. Ez az üzenet elsődleges jellel alakítási folyamata. A kérdőjellel jelzett megszakítás ezt érzékelteti, s azt is kifejezi, hogy az elsődleges jellel alakítás után a jelek már emberi észlelésre nem alkalmasak. Bekerültek a számítógépek belső világába. Ettől kezdve az átviteli folyamat több lépésben, egymáshoz csatlakozó adatátviteli szakaszokon keresztül eljuttatja az üzenetet egyértelműen hordozó jelsorozatot a címzett által használt számítógépbe. A címzett számára a kérdőjeles kapcsolatot jelentő felületeken a számítógép a vett jelsorozatot „felnagyítja” emberi érzékszervekkel jól megfigyelhető fizikai jelenségekké. Ez a folyamat valamivel több, mint a dekódolás, nem más, mint az elsődleges jellel alakítás fordított irányú párja. Talán helytálló, ha tárgyasításnak nevezem, hiszen a téridőben valós kiterjedésű, emberileg észlelhető „tárgy” keletkezik.

Miután megnéztük a séma működését a forrás és a címzett szemszögéből, nézzük meg lehetőségeit a hírközlési rendszer szemszögéből. A kódolás és dekódolás különféle feladatai – forráskódolás, csatornakódolás, hibajavítás, tömörítés, rejtjelezés stb. – megvalósíthatatlanok lennének számítási teljesítmény igénybevétele nélkül. A digitális adatátvitel természeténél fogva számítógépes processzorok között folyik. Érdekességként érdemes megjegyezni, hogy az IBM által elsőként bevezetett I/O csatorna külön kis számítógép volt. Majd a tranzisztorokat a feltaláló Bell Laboratories az 50-es évek elején polgári célra kizárólag telefonkapcsolókban és erősítőkben használhatta.

A második generációs, tranzisztoros számítógépek korszaka csak 1960-ban kezdődött. (Forrás: C.E. Ceruzzi [4].) Mindez még csak az átvihető mennyiségekre jelent rendkívüli növekedést, de nem hoz be önmagában új minőséget. Az újdonság abban rejlik, hogy az elsődleges jellel alakítás után a jelek a számítógépek, processzorok adattároló eszközein hosszabb-rövidebb ideig, sőt gyakorlatilag korlátlan ideig megőrizhetők.

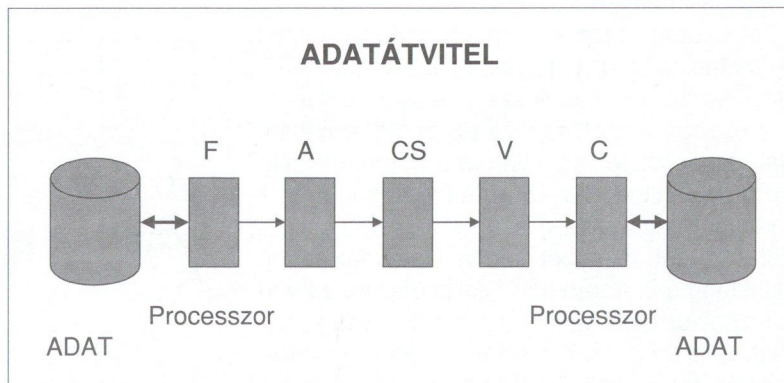
Ezt szimbolizálja az adó és vevő dobozok alá kapcsolt tárolót ábrázoló két henger. A tárolt adatok között automatizáltan, emberi beavatkozás nélkül is folyhat adatcsere, ami Shannon sémája szerint épül fel. Ezt már nem nevezem kommunikációnak, csak adatcserének, hiszen itt már az elsődleges jellel alakítás után keletkezett jelek alapján történik minden, a kezdeményezők és fogadók mindig processzorok.

A világháló az emberi kapcsolódást biztosító interakciós felületek, az elsődleges jellel alakító és tárgyasító berendezések közé épülő processzor-processzor közötti elemi adatátviteli szakaszokból áll össze szinte egyetlen összefüggő hálóvá. A 8. ábra egy ilyen elemi átvitel sémáját mutatja be.

Ne feledkezzünk meg arról, hogy a kommunikáció során a közös élményeknek is igen nagy szerepe van. Már említettem, hogy a múlt század közepére a médiarendszerek fejlődése ezen a téren milyen előrelépést hozott. Erre a technikai fejlődésre is alapozva a mai digitális multimédia rendszerek az észlelések, élmények világát is jelekké alakítva beviszik a számítógépek, a világháló világába. Az elsődleges jellel alakítás folyamatát nem csak emberi cselekvés válthatja ki, hanem a különféle, egyre nagyobb arányban digitális, hang- és képrögzítő berendezések, érzékelők, műszerek adatai is számítógépes feldolgozásra, tárolásra alkalmasak. Átvihetők, feldolgozhatók és igény esetén tárgyasíthatók lettek, ahol a tárgyasítás során emberi észlelésre, vagy valós folyamatba való visszacsatolásra alkalmassá tehetők.

Folyik a múlt rögzített élményeinek – írásoknak, képeknek, művészeti alkotásoknak, hangfelvételeknek, filmfelvételeknek – újrarögzítése és digitális formában való elérhetővé tétele. Míg ez a kulturális életre fejt ki rendkívüli hatást, addig a műszerek, beépített rendszerek fejlődése a természettel való kölcsönhatást – beleértve a gyógyítást is – és a természet megismerését helyezi új alapokra. A korszerű nagyműszerek döntő többsége digitális adattá alakítja a rendkívül nagy sávszélességű érzékelési folyamatát, és csak számítógép segítségével teszi értelmezhetővé. Nagyteljesítményű hálózatra kötve a műszer mérése távolról, több helyről is követhetővé válik. Másik példa, hogy a mobil kommunikációról se feledkezzünk meg: a beépített rendszerek processzorjai ma már kiegészíthetők miniatűr rá-

8. ábra



diófrekvenciás adó-vevővel, s ezen keresztül rácsatlakozhatnak a számítógépes hálózatra. A rendkívül nagy hálózati teljesítményt a jövőben nem az elsődleges jelek emberi bevitelle fogja igényelni – egyidejű billentyűzethasználat esetén a teljes emberiség másodpercenként 10 leütést végezve nem érné el az egy Terabit/sec teljesítményt, ami néhány éven belül az Ethernet hálózat sávesszélessége lesz. A nagy hálózati teljesítményt a műszerek adatainak, az észleléseknek, élményeknek továbbítása igényli.

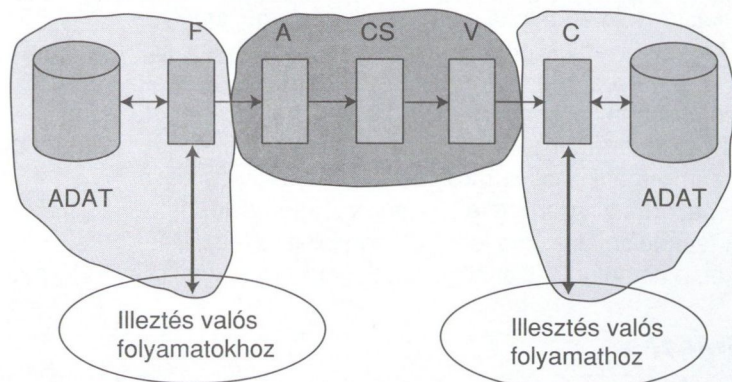
Most érkezünk el arra a pontra, ahol az automatizált információs rendszer 4. ábra szerinti sémája alapján az informatika leglényegesebb újdonsága mutatható be: a számítógépre került jelek világa bármilyen algoritmikus kiszámításnak alávethető, feldolgozható, összeépíthető, visszakereshető. Az elsődleges jellé alakítás után tehát bármi beépíthető adatbázisba. Építhetővé válik az adatbázisokban reprezentált közös ismeretkészlet. A kezdeti kötegelt feldolgozásra alapuló automatizált információs rendszerek izolált, sornyomtatós kimentre épülő első rendszereit több fejlődési szakasz után váltja az Interneten, a világhálón intelligens interakciós felületeken keresztül elérhető adatbázisokra épülő szolgáltatások világa, az e-kereskedelem, s bizonyára az e-kultúra.

Visszatérve a 4. ábra sémájára, [3] írásomból idézem a hozzá fűzött magyarázatot:

„A közös ismeretrendszer adatbázisban való tárolása lehetőségeket és korlátokat is jelent egyszerre. A lehetőségek a tárolás, visszakeresés, feldolgozás, összeépítés, rendkívüli teljesítőképességében jelennek meg, a korlátok pedig a tárolt adatokra érvényes formális, algoritmikus világ törvényei miatt következnek be. Az üzenetek kiválasztásának ehhez alkalmazkodnia kell, az új üzenet, a kérdésüzenet, és a válaszüzenet csak valamilyen előre rögzített, a természetes nyelvnél kötöttebb, formális szabályok szerint fogalmazható meg. A fejlődés során azonban ezek a korlátok az intelligens interakciós felületek közbeépülésével egyre jobban feloldódnak, sőt, a grafikus, vizuális és távjelenlétes felületek még komplexebb nyelv kialakulásához vezethetnek.

A jelek világa azonban új veszélyeket is rejt magában: Azt követően, hogy az üzenetek először adattá válnak, a jelek önálló életre kelhetnek. Bármilyen kiszámításnak alávethető. Azonban a számítás eredményének visszafejtése valós jelentéssé, üzenetté sok veszélyt rejt magában. Az emberi gondolkodásban is benne van a kiszámítás, a számlálás, a rendezés, s ezzel eltér a természeti folyamatoktól. A számítógépek ezt felértékeltek, és felfokozták. A jelekkel való kódolás és ennek alapján a kódokon értelmezett kiszámítás bevezetése olyasmint vihet be a kódolt jelenségbe, ami eredetileg nem volt benne.

Konvergencia: informatika + távközlés + média
Integrálódás: informatika integrálja a komponenseket



Multimédia, mérés és automatizálás, folyamatirányítás, térinformatika, bioinformatika, e-kereskedelem, e-világ, CAD, CAM, beágyazott rendszerek, mobil rendszerek, ...

8. ábra

Kódoljuk például az almát 1-gyel, a körtét 2-vel, a barackot 3-mal. Az adatok között az összeadás művelete és az eredmény dekódolása alapján arra következtethetünk, hogy alma meg körte az barack. (A hiba ebben az esetben az, hogy a műveletünk nem generikus, vagyis nem invariáns a kódok permutációjára nézve.)

A kommunikáció B) és C) szintjei egyre közelebb kerülnek a kommunikáció valódi elvárásaihoz, és egyre kevésbé kezelhetők matematikai, formális modellekkel, ugyanakkor egyre nagyobb mértékben nyernek formális, algoritmikus támogatást az új információs technológiák segítségével.

Az első rész lezárásaként még egy, a 9. ábra alapján nézzük meg a processzor szemszögéből az informatika világát.

Az ábrán a processzor, számítógép három kapcsolódását láthatjuk. A vízszintes vonalkázású területek a számítógépes adat- és információfeldolgozást fedik le, amit általában az informatika területeként szoktak emlegetni. A két processzor között a távközlés rendszerei helyezkednek el a vízszintes vonalkázású területen. A processzorok tényleges feladatát a valós folyamatokhoz, tehát emberi kommunikációs és természeti interakciós folyamatokhoz való illesztés adja. Természetesen egy processzor a három feladat közül nem mindháromhoz kapcsolódik szükségszerűen. Kiemelt figyelmet kapott napjainkban a valós folyamatokból a tömegkommunikációval, a média rendszerekkel való összeépülés, mint nagy tömeghatású új lehetőség. Talán ez a magyarázata a divatos konvergencia elvnek, ami az informatika, a távközlés és a média összeépülése.

Saját megközelitésem alapján ez csak egy fontos állomás, és olyan jellemzés, ami a számítógépet, a processzort helyezi központi szerepbe. Az informatika ebben a felfogásban szűkebb az általam tekintett területnél, és háttérben marad a kommunikáció szerepe. Ahogy a bevezetésben megfogalmaztam saját infor-

matika felfogásomat, számomra rokonszenvesebb az ábra második felirata: az informatika integrálja a technológiai összetevőket. Waever idézve [7]-ből: a kommunikáció „felöleli mindazokat az eljárásokat, amelyeken keresztül egyik emberi elme a másikra hatni képes.” Ezt helyezve az informatika feladatrendszerének középpontjába, a konvergencia helyett helyesebbnek tartom az informatika integráló szerepének kiemelését.

Az informatikának a tárolt adatok és a kapcsolódó processzorok világára, esetleg még az interakciós felületek technológiáira való leszűkítése éppen a feladat lényegét, a kommunikációt helyezi az informatikán kívülre.

Befejezés

Eddigiekben áttekintettük, hogy a jelekkel való gazdálkodás milyen állomásokon keresztül jutott el a mai lehetőségekig, és erre alapozva hogyan épül az emberi- és új kommunikációs rendszere.

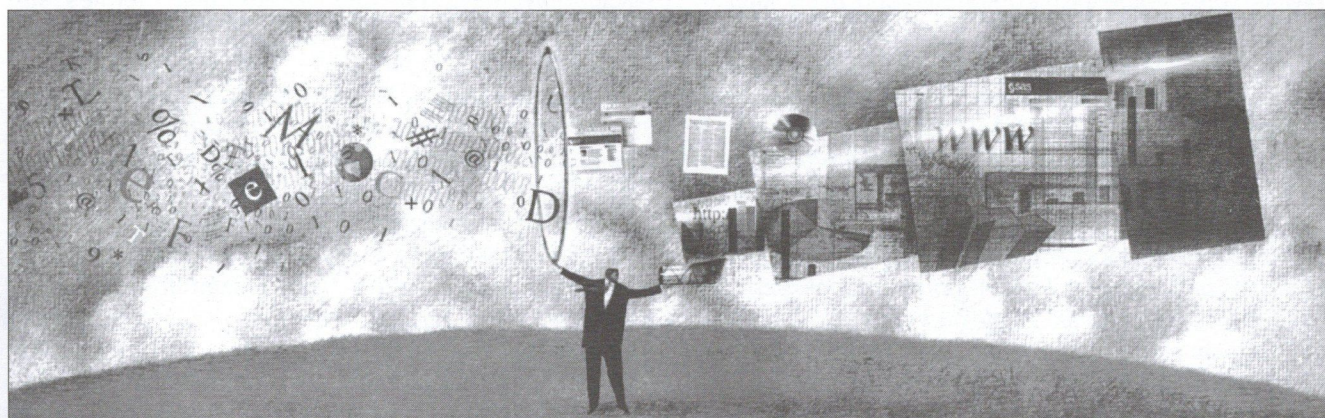
A bevezetőben és a tárgyalás során utaltunk arra, hogy a formális modellek matematikai elemzésekre, és alapvető matematikai törvények feltárására adnak lehetőséget. Ezek a lehetőségek és korlátok az üzenetek, észlelések minél rövidebb leírására vonatkoznak. Adott véges jelkészlet esetén a rögzített hosszánál rövidebb leírások száma jól meghatározott véges mennyiség, és ez korlátozza az ilyen röviden kódolható üzenetek, vagy észlelések számát. A Shannon-entrópiára alapuló tételkör a jövő véletlenségét modellezve a lehetséges üzenetek, jelenségek mindegyikét mintegy előre kódolva a kódhossz várhatóértékét igyekszik minimalizálni. A Kolmogorov-entrópia eszköztára hosszú jelsorozatok tömöríthetőségével foglalkozik, elméletben minden véges (bináris) jelsorozathoz hozzárendel egy egyértelmű hosszúságú legrövidebb bináris kódot. Ezzel inkább a múlt észleléseinek egyszerűbb, tömörebb magyarázatát kereshetjük, amihez hasonló jelenségek bekövetkezésére számíthatunk a jövőben.

Míg a Shannon entrópia alkalmazásának fő problémája, hogy a jövő véletlenszerűségét kellene pontosan előre jelezni, addig a Kolmogorov entrópia problémája, hogy az említett legrövidebb leírásokat nem lehet véges idő alatt megtalálni, s ha meg is találánk, nem tudjuk, milyen hosszú számítással lehet belőlük a visszafejtést elvégezni.

Mindezek ellenére a két entrópia-fogalom meghatározó fontosságú a diszkrét jelekkel való gazdálkodás világában, s a rájuk épülő lehetőségeket és korlátokat egy következő részben, mint a kommunikáció matematikai hátterét mutatom majd be.

Irodalom

- [1] Benczúr András:
Informatika, információs társadalom és információs forradalom, Természet Világa, 1998. június, 242-246., és a „Hivatás és hitvallás”, szerk. ifj. Fasang Árpád és Fodor András, Mundus Magyar Egyetemi Kiadó, Budapest, 1998. pp.230-242.
- [2] Benczúr András:
Informatika – oktatás – informatikaoktatás, Természet Világa, 2000, Informatika különszám, pp.30-36.
- [3] Benczúr András:
Az emberiség kommunikációjának fejlődése és az információs forradalom matematikai szemléltetésben, „A magyar államiság ezer éve” (A millenniumi év alkalmából az Eötvös Loránd Tudományegyetemen 2000. november 23-24-én rendezett tudományos ülészek előadásai). Szerk: Gergely Jenő, Izsák Lajos. ELTE Eötvös Kiadó, 2001. pp.301-325.
- [4] Paul E. Ceruzzi:
A History of Modern Computing, MIT Press, 1998.
- [5] Kolmogorov. A.N. – Uspenskii V.A.:
Algorithms and randomness. SIAM J. Theory of Probability and Applications, 32 (1987) pp.389-412.
- [6] Neumann János:
A számológép és az agy, Gondolat, 1964
- [7] Claude E. Shannon – Warren Waever:
A kommunikáció matematikai elmélete (az információelmélet születése és távlatai), OMIKK, Budapest, 1986.
- [8] Takács György:
Fényvezető hálózat hatása a stratégiára, Híradástechnika, 2003/8. pp.22-28.



Az informatika szerepe a vasúti forgalomirányításban

DR. TARNAI GÉZA

egyetemi tanár, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Az infokommunikációs technikák fejlődése mindig jelentős hatást gyakorolt a vasúti forgalomirányításra, így egyre inkább lehetővé tette a korábban egymástól elszigetelt irányító körzetek hálózatba történő integrálását. Az állomási forgalomirányító helyek között áramló információk teszik lehetővé nemcsak az előre tervezett vonatmozgások hatékony és biztonságos lebonyolítását, hanem a szükségessé váló módosítások problémamentes kezelését is. A cikk bemutatja a forgalomirányítás fejlődésének lépéseit és kitér az egyes fázisok informatikai támogatottságára.

A vasúti közlekedés szervezésének alapvető dokumentuma a *menetrend*, amely minden időpontra meghatározza egy adott vonalhálózatban közlekedő valamennyi vonat helyzetét, és ehhez kapcsolódóan a forgalom előfeltételeinek biztosításával és lebonyolításával összefüggő tevékenységek időrendjét.

A menetrend készítése és karbantartása rendkívül nagy adathalmazon, bonyolult algoritmusokkal végzett tevékenység, amely napjainkban már nagymértékben támaszkodik az információtechnológia által kínált lehetőségekre. Az előbbiekkal kapcsolatban gondoljunk arra, hogy egy kisebb európai ország vonalhálózatának hossza is több ezer kilométer, erősen hurkolt struktúrával, több száz állomással és több ezer naponta közlekedő vonattal.

A menetrendet úgy készítik, hogy a vasúti pálya egy bizonyos szakaszán egyidejűleg csak egy vonat tartózkodjon, és még azt is elkerüljék, hogy a vonatok veszélyesen megközelítsék egymást. Ennek ellenére számos olyan körülmény merülhet fel, amely megakadályozhatja egy vagy több vonat menetrend szerinti továbbhaladását. Ilyen lehet egy pályahiba vagy egy vonat mozgásképtelenné válása, amellyel más vonatok haladását is meggátolja.

Az acél kerék-sín kapcsolatból adódóan a vasúti közlekedés alapvető jellemzője a közúti közlekedéshez képest rendkívül hosszú fékút (nagyobb sebességek esetén 1000 méter vagy még több is lehet). Ez mindenképpen kizárja a közúti közlekedésben szokásos, látra való közlekedés lehetőségét. Amikor a mozdonyvezető észleli a veszélyhelyzetet, már nincs elegendő távolság ahhoz, hogy vonatával a veszélyeztető hely előtt meg tudjon állni.

Ezért a vonatoknak az egyes pályaszakaszokba való behaladáskor az adott szakasz végpontjáig érvényes *menetengedéllyel* kell rendelkezniük. A menetengedélyhez szükséges információk gyűjtése, tárolása és feldolgozása, majd a menetengedélynek az adott esetben nagy sebességgel haladó vonat mozdonyvezetőjével, illetve a mozdony fedélzeti számítógépével való közlése és végül a vonat további menetének a menet-

engedély szerinti szabályozása rendkívül összetett tevékenység. A menetengedély előfeltételeinek vizsgálatát, a menetengedély megadását és közlését a vonattal összefoglalóan *forgalomirányításnak* nevezzük.

1. A forgalomirányítás szervezése

A vasúti forgalom lebonyolításának színterei a *vasút-állomások* és a közöttük elhelyezkedő *nyíltvonali szakaszok*. A vonatforgalom operatív irányítása az állomásokon hagyományosan az ott szolgálatot teljesítő *forgalmi szolgálattevő* feladata, az állomásközök forgalomirányítását pedig a két szomszédos állomás forgalmi szolgálattevője egymással meghatározott módon együttműködve végzi.

A forgalmi szolgálattevőket a forgalom biztonságos lebonyolításában a *vasúti biztosítóberendezések* segítik, az időbeli koordináció alapja pedig, a már említett módon, a menetrend.

A forgalmi szolgálattevők általában saját állomásukon kívül legfeljebb a szomszéd állomásokig terjedő vonalszakaszok és a szomszéd állomások forgalmi helyzetét ismerik. Ezért nincsenek abban a helyzetben, hogy egy vasútvonal egészére vagy a hálózat még nagyobb részére vonatkozóan optimális forgalomirányítási döntéseket hozzanak. Ilyen döntésekre elsősorban a menetrendtől való eltérések esetén van szükség: például valamely vonat nagyobb késése esetén az érintett vonat és egy vele szemben közlekedő vonat találkozásának a menetrendben előirányozotthoz képest akár több állomással való áthelyezése, ami által a késésnek a többi vonatra való hatása mérsékelhető.

Az előbbiekből adódóan már a vasúti közlekedés viszonylag korai szakaszában felmerült egy magasabb irányítási szint, a *menetirányítói szint* iránti igény. A menetirányító egy egész vonal vagy még nagyobb hálózatrész forgalmi helyzetének ismeretében hozza meg diszpozíciós döntéseit, amelyek alapján a forgalmi szolgálattevők tevékenykednek az egyes állomásokon (1. ábra).

állomás

a vasúti pálya több vágánnyal és vágánykapcsolatokkal kialakított része, ahol a vonattalálkozások egyvágányú pályán is lebonyolíthatók (az azonos vagy ellenkező irányban haladó vonatok kikerülhetnek egymást)

(vasúti) biztosítóberendezés

a váltók, a jelzők és az egyes vágányszakaszok között teremt olyan függőséget, hogy az adott vágányszakaszokat fedező (védő) jelzők csak akkor mutathatnak „szabad” jelzést a vonat számára, ha a vonat útjába eső váltók megfelelő irányba terelnek, és a vonat elhaladásáig ebben az állapotukban rögzítve vannak, valamint az érintett vágányszakaszok más jármű által nem foglaltak (lásd vágányút)

foglaltságérzékelés

a vasúti pályát az állomások között és az állomásokon is több olyan szakaszra osztják fel, amelyek mindegyikében egyidejűleg csak egy vonat tartózkodhat. Ezen szakaszok vasúti járművekkel való foglaltságát gépi eszközökkel (sínáramkörök, tengelyszámlálók) automatikusan ellenőrzi a biztosítóberendezés.

forgalmi napló

a vonatközlekedéssel kapcsolatos adatok rögzítésére szolgáló, hagyományosan kézzel, a forgalmi szolgálattevő által vezetett dokumentum. Vonatszámjelentő berendezések és egyéb automatikák alkalmazása (például a biztosítóberendezés kezelésének automatikus feljegyzése) esetén a forgalmi szolgálattevő legalább részben mentesíthető a napló vezetése alól

forgalmi szolgálattevő

az egyes állomásokon szolgálatot teljesítő személy; feladata az adott állomáson és a vele szomszédos nyíltvonali szakaszokon a szomszéd állomások forgalmi szolgálattevőjével együttműködve a forgalom operatív irányítása

menetengedély

a vonat számára a vasúti pálya meghatározott pontjáig való továbbhaladásra vonatkozó felhatalmazás

menetirányító

a forgalmi szolgálattevők tevékenysége fölött diszponáló személy, aki egy egész vonal vagy még nagyobb hálózat-rész forgalmi helyzetének ismeretében hozza meg döntéseit

menetrend, grafikus ~

a vasúti közlekedés szervezésének alapvető dokumentuma, amely minden időpontra meghatározza egy adott vonalhálózatban közlekedő valamennyi vonat helyzetét, és ehhez kapcsolódóan a forgalom előfeltételeinek biztosításával és lebonyolításával összefüggő tevékenységek időrendjét. A grafikus menetrend a menetirányító alapvető munkaeszköze, amelyre a tervezett menetrendnek megfelelő út-idő grafikont előzetesen halvány előnyomással vittek fel. A ténylegesen lebonyolódott forgalomnak megfelelő út-idő vonalakat a menetirányító kézzel rajzolja be a nyomtatványba. Vonatszámjelentő berendezés alkalmazásával ez a tevékenység automatizálható.

nyíltvonali szakasz

a vasúti pálya két állomás közötti szakasza

vágányút

a vasúti pálya két jelző közötti szakasza, amelyen egy vonat a biztosítóberendezés által adott menetengedély birtokában közlekedhet

vonatkövetés

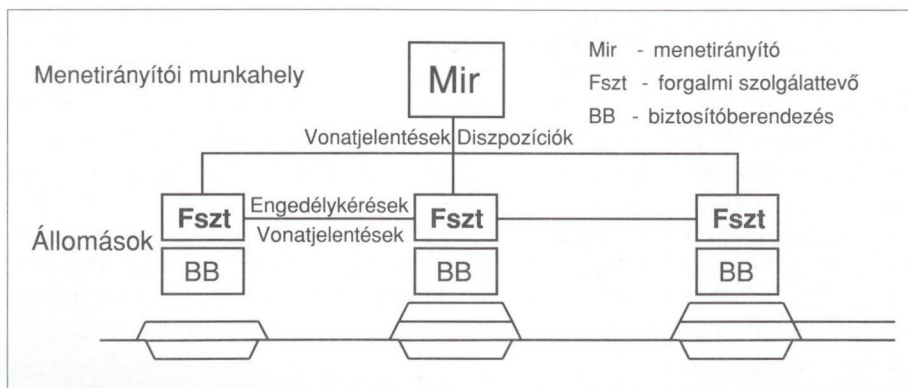
az azonos irányban közlekedő vonatok közötti biztonságos távolság megtartása (l. még foglaltságellenőrzés)

vonatszám, ~jelentő berendezés

a közlekedő vonatok azonosítására szolgáló információ, illetve az ezt az információt a vonatok pályán való haladásának megfelelően továbbító és megjelenítő rendszer

vonatbefolyásoló rendszer

a járművezetéshez szükséges információkat (elsődlegesen a menetengedélyt közvetítő jelzési képeket) pálya/jármű irányú információátvitel segítségével megjelenítik a vontatójármű vezetőállásán. Ez az információ nemcsak a mozdonyvezető tájékoztatására, hanem a fedélzeti számítógép révén a vonat menetébe való on-line beavatkozásra (pl. a „megállj!” állású jelző előtt való megállás kikényszerítésére, vagy akár az automatikus vonatvezetésre) is felhasználható.



1. ábra A forgalomirányítás szervezése

A forgalmi szolgálattelvők egymás közötti és a menetirányítóval való kommunikációjának hagyományos eszköze a távbeszélő kapcsolat. Ebből adódóan a folyamatban résztvevőknek a forgalmi helyzettel kapcsolatos tájékozottsága nem egy esetben kívánni valót hagy maga után (késve, nem teljes körűen, tévesen adott vagy értelmezett információk), ami gátolja a helyes döntések meghozatalát.

A forgalmi szolgálattelvők a vonatforgalommal, korlátozásokkal kapcsolatos információkat kézírásos *forgalmi naplóban* vezetik. Ez áttekinthetővé teszi a tényhelyzetet nemcsak az aktuális döntések meghozatalához, hanem az utólagos, statisztikai vagy balesetelemzési célú kiértékelés számára is.

A menetirányító alapvető munkaeszköze a *grafikus menetrend*, amelyre a tervezett menetrendnek megfelelő út-idő grafikon előzetesen halvány előnyomással vittek fel. A ténylegesen lebonyolódott forgalomnak megfelelő út-idő vonalakat a menetirányító kézzel rajzolja be a nyomtatványba. A két grafikon összehasonlítása alapján megkísérli előre felismerni a konfliktusokat, és ennek alapján beavatkozni a forgalom menetébe.

2. Vonatszámjelentés, központi forgalomirányítás

2.1. A vonatok menetének követése

Az előbbiekben bemutatott hagyományos forgalomirányítási módszer sok telefonálással, kézírással és rajzolással jár, a döntések alapjául szolgáló információ esetenként pontatlan, ezért a módszer hatékonysága sok kívánni valót hagy maga után. Jobb eredményt csak az által lehet elérni, ha olyan műszaki rendszer (*vonatszámjelentő berendezés*) segíti a forgalomirányítók munkáját, amely valós időben ad valós tájékoztatást arról, hogy melyik vonat éppen melyik állomási vagy vonali vágányszakaszon tartózkodik. Ez az információ a leginkább asszociatív módon a forgalmi szolgálattelvő és a biztosítóberendezés kapcsolatát szolgáló grafikus ember-gép interfész (kezelő és visszajelentő készülék) vágányábrájába integrálva jeleníthető meg. A rendszer természetesen nemcsak a telefonon adott vonatjelentést, hanem a hagyományos naplózást is feleslegessé teszi.

Az egyes vonatok azonosítására szolgáló vonatszámot a vonatoknak a vonatszámjelentéssel felszerelt hálózatrészbe való belépésekor többnyire kézi úton (billentyűzettel) viszik be a rendszerbe. Az információ automatikus továbbléptetéséhez az egyes vágányszakaszok foglaltságával kapcsolatos helyzetet a sínáramkörök vagy tengelyszám-lálók szolgáltatják a biztosítóberendezési információk felhasználásával.

Ennek a megoldásnak az az előnye, hogy a már meglévő infrastruktúrát használja fel és nem igényel külön érzékelőket és újabb, költséges kábelhálózatot a pálya menti érzékelők és a forgalomirányító helyiségek között.

Egyes megoldásokban a pálya mentén elhelyezett, de a biztosítóberendezéstől független impulzusadókat használnak a vonatszámok továbbléptetéséhez. Az ilyen megoldás előnye, hogy a vonatszám információ a biztosítóberendezés zavar esetén is rendelkezésre áll. Vannak olyan megoldások is, amelyeknél a vonatokat azonosító jeladóval szerelik fel, és az információt külön, az e célra szolgáló pályamenti eszközökkel olvassák le.

A legújabb rendszerek a pálya menti költséges infrastruktúra elhagyása érdekében a *vonat által támogatott helymeghatározásra* támaszkodnak. Ezeknél a rendszereknél a pálya mentén bizonyos távolságokban a vonatató jármű számára fix helyinformációt szolgáltat, kábelezt és önálló energiaellátást nem igénylő eszközöket, ún. transzpondereket helyeznek el. Az információátvitel a transzponderek és a mozdony aljára szerelt antenna közötti légrésben indukív csatolással, táviratok formájában bonyolódik le.

A vonat helyzetét, a fix helyinformációkat és a jármű saját út-adójától (pl. kerék-jeladótól) folyamatosan érkező jeleket feldolgozó fedélzeti számítógép határozza meg. A vonat azonosító jelét (számát) és aktuális pozícióját tartalmazó információt a biztonsági igényeknek megfelelő vasúti rádióhálózaton (GSM-R) keresztül juttatják el egy központba, majd a forgalomirányító helyekre.

A hagyományosan alkalmazott sínáramkörök és tengelyszámláló berendezések az általuk ellenőrzött szakasz foglaltság-érzékelése révén a vonatok teljességéről is nyújtanak információt, azaz arról, hogy a vonat valamilyen oknál fogva nem szakadt-e több részre, amely részek különböző pályaszakaszokon tartózkodnak. Amennyiben a foglaltság-érzékelést a vonat által támogatott helymeghatározásra támaszkodva oldják meg, a vonatok teljességének ellenőrzését is magán a vonaton kell megoldani. Az erre vonatkozó, az utolsó kocsitól kiinduló és a teljes szerelvényen végighaladó információt a vonatatójármű fedélzeti számítógépe a mozdonyt és az egyes kocsikat informatikai szempontból összekötő buszrendszeren keresztül kaphatja meg.

2.2. Központi forgalomellenőrzés és forgalomirányítás

A vonatszám-információ megfelelő kapcsolat kiépítése esetén természetesen nemcsak a forgalmi szolgáltatókhoz, hanem a számítógépes menetirányítói munkahelyekre is eljuttatható, és ennek alapján a ténymenetrend papíron vagy képernyőn automatikusan megjeleníthető. Az állomási és a vonali biztosítóberendezések állapotinformációi megfelelő összeköttetésen szintén átvihetők, és sématablán vagy képernyőn megjeleníthetők a menetirányító központban.

Az így kialakított *központi forgalomellenőrző rendszer (KÖFE)* révén a menetirányító mindig aktuálisan, korrekt módon informált lesz, mentesül a manuális munkától, és tevékenysége során a megfigyelésre, kiértékelésre koncentrálhat. A KÖFE bevezetése nagy előrelépést jelent a forgalomirányítás hagyományos rendszeréhez képest, mert a menetirányító már on-line módon informálódik az aktuális forgalmi helyzetről. Ugyanakkor utasításait továbbra is telefonon adja, és azok végrehajtásának mikéntje a forgalmi szolgáltatók munkájának minőségétől függ.

Központi forgalomirányítás (KÖFI) esetén a rendszerbe bevont állomások biztosítóberendezéseit nem az állomási forgalmi szolgáltatók, hanem távvezérlő berendezés segítségével maga a menetirányító kezeli. Ez a megoldás a forgalom hatékonyabb lebonyolítása mellett az állomási személyzet részleges, vagy kisebb állomásokon akár teljes megtakarítását is lehetővé teszi.

A forgalom biztonságát KÖFI esetén is a helyi biztosítóberendezések szavatolják, ezért a távvezérlést csak mint „hosszú kezelt” tekintik, és nem támasztanak vele szemben különösebb biztonsági követelményeket. Kivételt képez, ha olyan, biztonsági felelősségű utasítások kiadására is képesnek kell lennie, amelyeknek az a feladata, hogy a biztosítóberendezés hibája esetén, egyes biztonsági függőségek megkerülésével, a forgalmat mégis fenn lehessen tartani.

A biztosítóberendezések helyi (állomási) kezelőkészülékeit KÖFI esetén is megtartják. Ezek tartalékként szolgálnak arra az esetre, ha a távvezérlő rendszer meghibásodna. A helyi kezelésre való átállás mindenképpen zökkenővel jár (sok állomáson egyáltalán nincs személyzet), ezért kívánatos, hogy minél ritkábban legyen szükség rá. A használhatóság elvárt magas szintjének elérése érdekében mind a távvezérlő berendezéseket, mind pedig a központ és az állomások közötti átviteli utakat is redundáns módon építik fel.

3. A vágányútbeállítás automatizálása

A vonatok közlekedésükkor a forgalmi szolgáltató, vagy KÖFI esetén a menetirányító által számukra beállított vágányutat használják fel. A vágányút

beállítása a váltóknak és a jelzőknek a vonat szándékolt haladásának megfelelő állítását és a vonatmenet tartamára való rögzítését jelenti.

A vágányút beállítása a vonatok érkezése, vagy indulása előtt a megfelelő időben, különösen nagy forgalomnál komoly terhelést jelent a biztosítóberendezés kezelője számára. Ugyanakkor a vágányút beállítása az esetek többségében egyszerű, könnyen automatizálható tevékenység, és az automatizálás révén felszabaduló időt a forgalmi szolgáltató, illetve a menetirányító a tényleges irányító tevékenységre tudja fordítani.

Az automatizálás következő fokozatai ismertek:

- vágányút állító automatika,
- kezeléstároló alkalmazása,
- önműködő jelzőüzem,
- vonatirányítás
 - menetrend bázisú,
 - vonatcél bázisú.

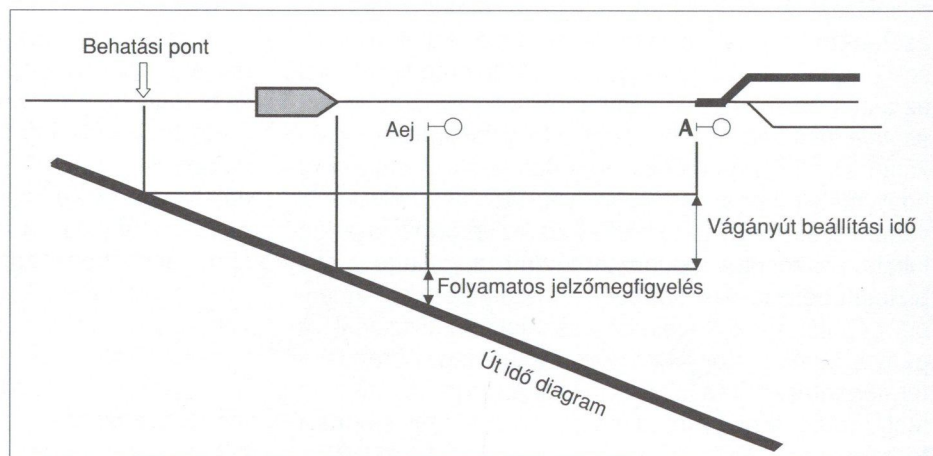
Az automatika hibája vagy a forgalmi szolgáltató beavatkozását igénylő forgalmi helyzetek esetére a kézi kezelésre való visszatérés lehetőségét valamennyi automatizálási fokozatnál biztosítani kell.

A vágányút állító automatika lehetővé teszi, hogy a váltókat és a jelzőket ne egyenként kelljen a megfelelő állásba állítani, hanem a berendezés kezelője csak kezdeményezze a folyamatot, pl. a vágányút kezdő- és végpontjának megadásával. Ez időmegtakarítást és a kezelési hibák csökkenését eredményezi.

A kezeléstároló azt teszi lehetővé, hogy a kezelést ne kötött időpontban kelljen végrehajtani, hanem előre elvégezhető, és a végrehajtás feltételeinek teljesüléséig tárolható legyen. Ez enyhítheti az egyes időszakokban a feladatok torlódását és mérsékelheti a túlterhelés következményeit (pl. kezelés elmaradása miatti vonatkésés).

Az önműködő jelzőüzem (2. ábra) számára minden egyes jelzőhöz fixen hozzárendelhető egy-egy vágányút. A vágányút kezdőpontjában álló jelzőnek (az ábrán „A”) és az ez előtt fékküztávolságra felállított előjelzőnek („Aej”) már akkor „szabad” jelzést kell mutatnia, amikor a vonat az előjelző előtt előírt távolságra van.

2. ábra Önműködő jelzőüzem



Ez azért szükséges, hogy amennyiben a vágányút egyáltalán beállítható, a beállítás késlekedéséből adódó felesleges fékezés elkerülhető legyen.

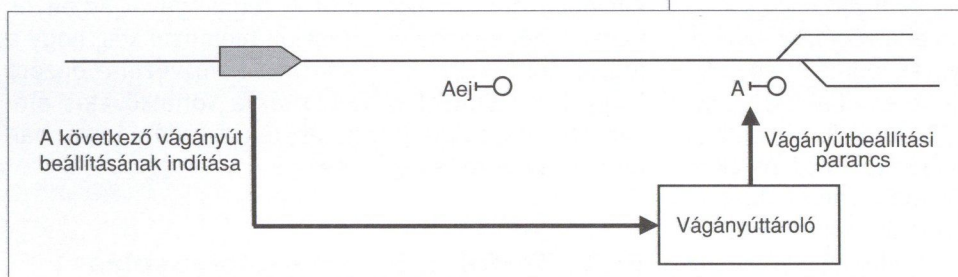
A vágányút beállítása akkor kezdődik meg, amikor a vonat az erre a célra létesített érzékelőhöz (behatási ponthoz) ér és azt működteti. A behatási pont elhelyezésénél az előbbieket alapján figyelembe kell venni

- a vágányút felépülésének (a váltók átállásának stb.) idejét,
- a jelző folyamatos megfigyelhetőségére előírt időt.

Az önműködő jelzőüzem általában jelzőnként ki/be kapcsolható.

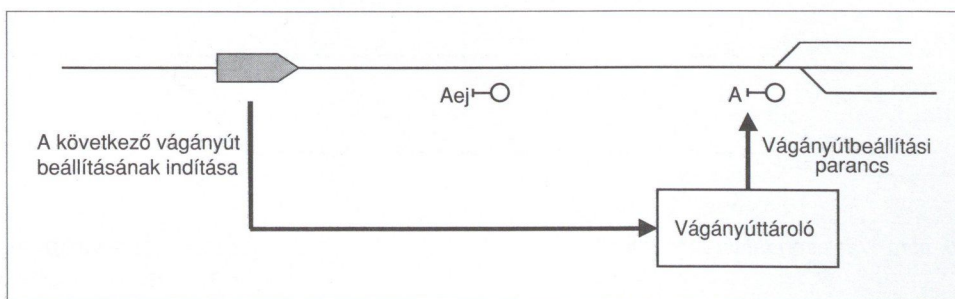
A *vonatirányítás* feladata a pálya nyomvonalának szétágazásainál a vágányút automatikus kiválasztása és megfelelő időben állítási parancs küldése a biztosítóberendezés számára. Kiegészítő feladatként jelentkezik a követési sorrend szabályozása helyi konfliktus esetén. Ez utóbbihoz természetesen megfelelő stratégia szükséges.

3. ábra Menetrend bázisú vonatirányítás



A *menetrend bázisú vonatirányítás*, vagy más néven programozott önműködő jelzőüzem (3. ábra), abban különbözik az önműködő jelzőüzem alapesetétől, hogy minden egyes jelzőhöz egy vágányúttároló tartozik, amelyben az előre meghatározott vonatkövetési rend (menetrend) szerinti sorrendben minden egyes vonathoz fixen egy-egy vágányutat rendelnek. Ez a megoldás a menetrenden alapuló vonatkövetés betartását feltételezi, aminek a villamosra, metróra, HÉV-re jellemző homogén forgalom esetén nagyobb a valószínűsége, mint az inkább vegyes forgalmat lebonyolító nagyvasútnál.

Amennyiben a vonatkövetésben változás van, a forgalmi szolgálattevő beavatkozása szükséges. Ez gyakran fellépő nagyobb menetrendi eltérések esetén a kézi vágányútbeállításhoz való átmeneti visszatéréshez, és ezzel a forgalmi szolgálattevő túlterheléséhez vezet. Lényegesen jobb a helyzet, ha a menetrend bázisú vonatirányítás fölérendelt diszpozíciós rendszerrel működik együtt, amely átveszi a konfliktusfelismerés és -megoldás feladatát, és folyamatosan az aktuális üzemi helyzetnek megfelelő diszpozíciós menetrendet állít elő.



4. ábra Vonatcél bázisú vonatirányítás

A *vonatcél bázisú vonatirányítás*nál, vagy más néven vonattól függő vágányútválasztásnál (4. ábra), a vágányutakat nem a vonatok sorrendjéhez, hanem magukhoz az egyes vonatokhoz rendelik. Ezáltal a rendszer érzéketlen a vonatok sorrendjének megváltozására, a helyi konfliktusokat (pl. késésekből adódó sorrendváltozás) a vonatirányítás vezérlő logikája helyben kezeli, fölérendelt diszpozíciós rendszert e célra nem igényel. Alkalmazásának előfeltétele azonban a vonat azonosíthatósága, amely történhet a teljes vonat szám, vagy csak a vonatszámot kiegészítő vonatirányító karakter alapján.

4. Diszpozíciós irányítási feladatok

4.1. A vonatkövetési rend szabályozása

A vonatforgalomban az eltérések (érkezési, indulási idő megváltozása stb.) a menetrendtől konfliktusokat eredményezhetnek. A konfliktusok lehetnek foglaltsági,

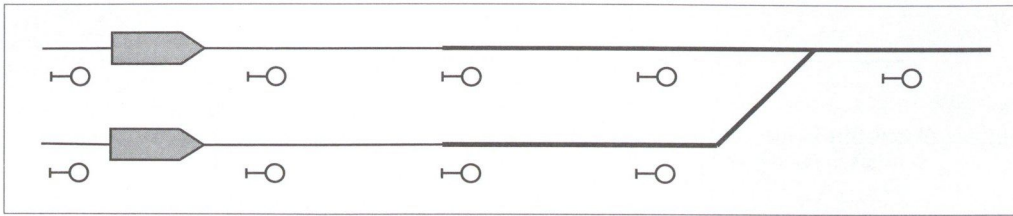
csatlakozási, esetleg más jellegű események. A forgalomirányítás feladata ezeknek a konfliktusoknak a lehetőség szerinti megelőzése, vagy ha ez nem sikerült, akkor a már kialakult helyzet kezelése. Ez alapvetően a vonatkövetési rend megváltoztatásával lehetséges.

A konfliktuskezeléshez mindenképpen szükség van egy, a tényhelyzetből kiinduló *prognózisra*, amely a menetrendi adatok, a vonal topográfiai adatai és a vonatok menetdinamikai paraméterei segítségével kísérli meg a forgalmi helyzet előrejelzését, amely lehetővé teszi

- a készülődő konfliktushelyzetek előzetes felismerését, illetve
- az előzetesen felismert vagy már kialakult konfliktushelyzet korrigálási módjaitának vizsgálatát.

A módzatok vizsgálata során az optimumot iterációs eljárással keresik, amelyet eredményesen támogat a gyorsított üzemmódban futó *forgalomszimuláció*.

A konfliktuskezeléshez rendelkezésre álló eszközök: az egyes vonatok menetidejének módosítása, ami járulékos fékezésekkel, gyorsításokkal jár, vagy a vonatlálkozási helyek áthelyezése.



5. ábra Vázlat prioritási döntéshez

A megoldások keresésénél peremfeltételként kell kezelni mind a pályára, mind a vonatokra megengedett legnagyobb sebességet. Az optimalizálás különböző diszpozíciós szempontokat vesz figyelembe. Ilyenek például:

- az össz-késési idő minimálása, valamennyi érintett vonat figyelembevételével,
- meghatározott vonatok számára a késés lehető leggyorsabb felszámolása,
- egyes kiemelt vonatok elsőbbségének biztosítása,
- a nagy csomóponti állomásokon a lehető legtöbb csatlakozási lehetőség biztosítása.

A konfliktuskezelés módjának eldöntése után a választott megoldási módnak megfelelő, új, átmeneti menetrendet léptetnek életbe, ami többnyire a vonatkövetés rendjének megváltozásával jár együtt.

4.2. Prioritási döntések

Ha két, különböző vágányúton érkező vonat továbbhaladásához szükséges vágányutak legalább egy eleme közös, a két vonat ezeket az elemeket csak egymást követően veheti igénybe (5. ábra). Előfordulhat, hogy a két vonat érkezése közötti idő túl rövid, és előre látható, hogy az első vonat a második vonat odaérkezéséig még nem fogja felszabadítani a mindkét vonat által igénybe venni szándékozott elemeket. Ilyen esetben prioritási döntés alapján határozzák meg, hogy a két vonat milyen sorrendben használhatja a közös szakaszt, azaz melyik vonat számára állítják be előbb a közös vágányutat.

Egyszerű forgalmi viszonyok, pl. egyirányú forgalom esetén a döntési kritériumok is viszonylag egyszerűek lehetnek. Így például

- az előbb bejelentkező vonatnak van elsőbbsége,
- minden esetben az egyik előre meghatározott vonalon érkező vonatnak van elsőbbsége.

A bonyolultabb eseteket is kezelni képes, vonat-szám alapján történő prioritási döntésekkel az egyéni prioritási kritériumok is figyelembe vehetők. Ehhez azonban a kritikus ponthoz közelítő vonatok idejekorán észlelni kell. Ez megoldható például előfoglalással, még a vágányút beállítását kezdeményező behatás előtt, és így az alacsonyabb prioritású vonat vágányútja még a behatási pont érintése előtt letiltható.

A forgalmi szolgálattevő különböző beavatkozási lehetőségekkel rendelkezik az esetleg mégis fellépő vagy fenyegető konfliktusok esetére, például

- manuális vágányútbeállítás,
- a vonatirányítás kikapcsolása egyes jelzőknél,
- egyes jelzőknél „Dispo-Status” – az automatikus vágányútbeállítás csak a forgalmi szolgálattevő megerősítő kezelése esetén hatásos.

4.3. Önzáró helyzetek (Deadlocks)

Önzáró helyzetnek nevezzük azt a forgalmi szituációt, amelyben az egyes vonatok egymást akadályozó módon, úgy helyezkednek el a vágányhálózaton, hogy egyik vonat sem tud mozdulni más vonatok veszélyeztetése nélkül (6. ábra). Ez az állapot sztochasztikus (nem menetrenddel meghatározott) vonatkövetési rend, vagy a menetrendtől való nagyobb eltérés esetén, bizonyos pályaszakaszok adott szekvencia szerinti elfoglalásával jöhet létre.

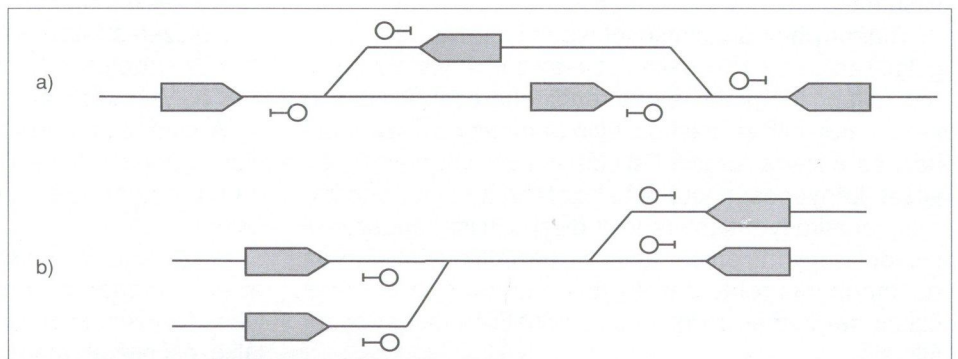
Az önzáró helyzetek elkerülésére triviális megoldást kínál a menetrend minél szigorúbb betartása. Az önzáró helyzetek kialakulása vizsgálható a kiszolgáláselméleten alapuló algoritmusok segítségével. Az egyes vágányutak engedélyezése előtt elemezni kell, hogy a foglaltsági helyzet megváltozása nem vezet-e önzáró helyzethez. Bonyolult hálózat és a vonatkövetés erősen sztochasztikus jellege esetén az eljárás azonban rendkívül ráfordítás-igényes.

5. Az önműködő vonatbefolyásolás egységes európai rendszere

Nagyobb vonatsebességeknél a pályamenti jelzők már nem figyelhetők meg biztonságosan, ezért a járművezetéshez szükséges információkat (elsődlegesen a menetengedélyt közvetítő jelzési képeket) a vezetőálláson ki kell jelezni. Ehhez pálya/jármű irányú információátvitel szükséges.

Az információátvitel módjától függően az alábbi rendszerek különböztethetők meg:

6. ábra Önzáró helyzetek



- *pontszerű* átvitelt alkalmazó rendszerek, amelyek csak a pálya meghatározott pontján adnak át információt a járműnek, és a
- folyamatos átvitelt alkalmazó rendszerek.

Amennyiben a jelzési képeknek megfelelő információ a jármű fedélzetén már rendelkezésre áll, az nemcsak a mozdonyvezető tájékoztatására használható fel, hanem a vonat menetébe való on-line beavatkozásra is (pl. a „megállj!” állású jelző előtt való megállás kikényszerítésére, vagy akár az automatikus vonatvezetésre). Ezt a feladatot látják el a *vonatbefolyásoló rendszerek*.

Történeti okok következtében ma Európában a különböző vasutak sokféle, egymással nem kompatibilis vonatbefolyásoló rendszert használnak. Ezek a rendszerek a műszaki fejlődés különböző korszakaiban keletkeztek, és legalábbis részben eltérő feltételeket igyekeznek kielégíteni. Ebből a szempontból Európa még ma is egyes országokra, régiókra tagolódik.

A jelenleg kialakítandó Európai Vasúti Forgalomirányító Rendszer (European Rail Traffic Management System – ERTMS) célkitűzése a teljes európai vasúti közlekedés számára egységes, közös informatikai bázis létrehozása. Az ERTMS része az *Egységes Európai Vonatbefolyásoló Rendszer* (European Train Control System – ETCS), melynek feladata a nemzetközi vonatforgalom biztonságos, a jelenleginél zökkenőmentesebb lebonyolítása. A rendszer fő jellemzője az *interoperabilitás*, amely a vonatbefolyásolás szempontjából az ETCS járműberendezéssel ellátott vontatójárművek szabad, korlátozás nélküli alkalmazhatóságát jelenti azokon a vonalakon, amelyek a rendszer pálya oldali berendezéseivel fel vannak szerelve.

Az ETCS különböző kiépítési fokozatai az alábbi négy alrendszer megfelelő kombinálásával állíthatók össze:

- *Euro-Balise* – transzponder elven működő, a pálya meghatározott pontjain a pálya és a jármű között kétirányú adatátvitelre alkalmas alrendszer. Az átviendő adatok jellege szerint lehet:
 - fix (állandó adatokat átvivő), helymegjelölő, illetve
 - vezérelhető, a jelzők állásától függően.
- *Euro-Loop* – a sínzálak között elhelyezett kábelhurokkal kialakított, a pálya és a jármű közötti kétirányú, folyamatos adatátvitelre alkalmas alrendszer.
- *Euro-Radio* – a jármű és a pályamenti központ között GSM alapú, biztonsági adatátviteli eljárást felhasználó rádióösszeköttetést teremtő alrendszer (GSM-R: Global System for Mobile Communication for Railways).
- *Euro-Cab* – az ETCS járműfedélzeti berendezése. Fő elemei: a biztonsági számítógép (European Vital Computer – EVC), amelyen a vonatbiztosítás funkcióival kapcsolatos programok futnak, és a járművezetővel való kapcsolattartást szolgáló vezető-állásjelző (Man Machine Interface – MMI).

Az ETCS számára aszerint, hogy a négy alrendszer közül melyiket, és milyen mértékben alkalmazzák egy rendszerben, három különböző funkciófokozatot (kiépítettségi szintet, „Level”) specifikáltak. Az új rendszer létesítését megelőző döntéskor a szintek közötti választás nagymértékben függ a meglévő nemzeti, helyi üzemi viszonyoktól.

Level 1

Megmarad a hagyományos pályamenti jelzőrendszer és foglaltságérzékelés. Ennek megfelelően a vonatok továbbra is fix térköztávolságokkal követik egymást. Az interoperabilitást korlátozza, hogy a pályamenti jelzők továbbra is a nemzeti jelzési rendszerek szerint működnek. A menetengedélyt a biztosítóberendezés adja ki, és a szükséges adatokat szabványosított táviratok formájában viszik át az Euro-Balise-on keresztül a járműre. Amennyiben erre igény merül fel, a pálya két különböző pontján elhelyezett Euro-Balise-ok közötti szakaszon Euro-Loop vagy Euro-Balise révén közbenső, kitöltő (infill) információ juttatható el a járműre.

Level 2

A közlekedés többnyire pályamenti jelzők nélkül, az Euro-Radio által továbbított adatokat felhasználó rádiós vonatbefolyásolással történik. Az Euro-Balise-ok csak helymeghatározó feladatot látnak el („elektronikus kilométerkövek”). A vágányfoglaltság ellenőrzése és a vonatkövetés ennél a szintnél is hagyományos.

Level 3

A közlekedés pályamenti jelzők nélkül, rádiós vonatirányítással bonyolódik le. A pályamenti berendezések és a vontatójárművek közötti adatátvitel megfelel a 2. szintnek. A járművek biztonsági igényű helymeghatározását Euro-Balise-ok (esetleg a jövőben GPS) segítik. A vonatok jelzik helyüket a rádiós központnak, amely ezen információk kiértékelése alapján kiadja a menetengedélyt a vonatoknak. A vonatok teljességének ellenőrzése is magán a vonaton megy végbe, bár ennek gyakorlati kivitele tehervonatoknál még nincs megoldva. A hagyományos foglaltságellenőrzésre már nincs szükség, adott esetben a vonatkövetés (Moving Block) megvalósítható mozgó térköztávolságra is.

A közelmúltban pilotprojekteken vizsgáltak Európa számos vasútján ETCS rendszereket és próbálták ki a rendszer komponenseit. Néhány szakaszon megindult a rendszer üzemszerű alkalmazása is. Az ETCS alapgondolatának ténylegesen megfelelő, határátmenetben interoperabilitást biztosító első kísérleti szakaszt Európában a MÁV létesítette az osztrák vasúttal (ÖBB) közösen, a Budapest-Bécs vasúti fővonalon, Kimle és Bruck között (ETCS Level 1). A kísérleti üzem kedvező tapasztalatai alapján a határ mindkét oldalán, a vonal egész hosszán megkezdődött a rendszer telepítése.

A többi európai vasút elképzeléseihez hasonlóan, a tervek szerint az elkövetkező években a transz-európai

vonalhálózat magyarországi részén is fokozatosan kiépül az ETCS. Így ennek európai szintű elterjedésével belátható időn belül elérhetővé válik a határon átlépő forgalom vonatkozásában a teljes körű interoperabilitás.

6. Kitekintés

A vasúti közlekedésben, csakúgy mint más közlekedési ágakban, a kezdetektől fogva rendkívül nagy hangsúlyt fektetnek a biztonságra. A vasút fejlődése kapcsán az elektronika, a különféle automatikák és informatikai rendszerek elsődleges feladata a vasútüzem biztonsági szintjének fenntartása a vonatok egyre nagyobb sebessége mellett, melyeknél feltétlenül szükséges az emberi – potenciálisan hibás – döntések számának csökkentése, ezért alkalmaznak például vonatbefolyásoló rendszereket kötelező jelleggel bizonyos sebességhatár fölött.

A vonatok nagyobb sebességéből adódó fékűnnövekedés miatt a hagyományosan, pályamenti jelzőkkel felosztott vasúti pálya kapacitása jelentősen csökken. A pályakapacitás fenntartása vagy a vonatok fékezhetőségének javításával, vagy pedig korszerű, a vonatok relatív fékúttávolságán alapuló, a már említett mozgó térköztávolság alkalmazásával érhető el. Egy ilyen rendszer megvalósítása elképzelhetetlen korszerű automatizálási, információs és kommunikációs módszerek és eszközök nélkül.

Irodalom

- [1] Fenner, W., P. Naumann:
Verkehrssicherungstechnik (Hrsg.: Siemens AG)
Publicis MCD Verlag, Erlangen und München,
1998
- [2] Pachi, J.:
Systemtechnik des Schienenverkehrs,
Teubner, Stuttgart/Leipzig/Wiesbaden,
2002
- [3] Tarnai, G., B. Sághi:
Safety Issues of
Remote Control in Railway Signalling,
1st IFAC Conference Telematic Applications
in Automation and Robotics TA2001,
Weingarten, Germany, pp. 319-324
July 24-26, 2001
- [4] Tarnai G.:
Vasúti automatika I.,
URL: <http://www.kka.bme.hu/~bizber>

Hírek

A LinuxWorld konferencia nyitányaként a nyílt forráskódú termékek, így a Linux mellett is köztudottan elkötelezett **Sun Microsystems** bejelentette Mad Hatter kódnevű projektjét, amely egy teljes mértékben integrált, nyílt és ingyenes szoftvereket felvonultató asztali környezet Linuxos és Solarisos vékonykliens rendszerekhez. A Sun – várhatóan még az idén megjelenő – alternatív asztali megoldása a világszerte rendkívül elterjedt és népszerű Java technológiára, valamint a már Magyarországon is bemutatott, Sun StarOffice irodai szoftvercsomagjára épül egy sor más, az irodai környezetekben használt szoftvert is felvonultatva (e-mail, naptárkezelő stb.) üzleti környezetekben nagyságrendekkel alacsonyabb költséget róva a felhasználókra.

A Mad Hatter project, nyílt szabványokra épülő számítógépes asztali-környezete növeli a biztonságot, de a kapcsolatos költségei nem jelentősek. Költséghatékony alternatívát kínálva a Windows-zal szemben, az integrált asztali szoftver-környezet minden napjainkban elterjedt funkcionalitását alkalmazást tartalmaz és képes a Microsoft alapú fájlformátumok kezelésére.

A villamos energiaszolgáltatás legutóbbi üzemzavara az Egyesült Államokban demonstrálta a mobil telefon egyik hátrányát katasztrófa esetén. Az áramszolgáltatástól való függése eredményezte a szolgálat közel teljes leállását. Bár a bázisállomások és az átjátszó állomások többsége szükségáramforrással van ellátva, ami áramkimaradás után 3-6 óra további üzemet biztosít, ennél hosszabb üzemzavar idején a mobil hálózat majdnem teljesen üzemképtelenné válik. Most egyre több előfizető tér vissza a vezetékes hálózat használatára, amit a vezetékes szolgáltatók örömmel fogadtak, mint annak jelét, hogy nem csúszik ki a talaj olyan gyorsan alóluk, mint ahogyan azt a mobil szolgálat rajongói remélik.

Az FCC legutóbbi jelentése szerint a mobil előfizetők száma megközelíti a lakosság felét és a vezetékes hálózat forgalmának kb. egyharmada már átment a mobil hálózatokra. A mostani üzemzavar arra készíti ezeket az üzemeltetőket, hogy fokozzák hálózatuk ellenálló képességét a katasztrófákkal szemben.

A számítógépek fejlődése és a mikroelektronika

MOJZES IMRE

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Elektronikai Technológia Tanszék
mojzes@ett.bme.hu

A XX. Század egyik meghatározó jelensége volt a számítógépek megszületése és széleskörű elterjedése. Ez a technika, a konverzió révén egyesülve a hírközléssel, valóban része lett mindennapjaink termelési, szórakozási folyamatainak, kibővülve a mind nagyobb teret elfoglaló médiával. A számítógépeket – mind a technika legtöbb újdonságát – hadiipari megrendelések alapján fejlesztették ki. Vonatkozott ez nem csak a számítógépre magára, hanem annak létrehozásához szükséges elektronikus alkatrészbázisra is. Ezeket az alkatrészeket leggyakrabban a számítástechnika speciális igényei szerint tervezték meg és kerültek egyre nagyobb sorozatban gyártásra. Vonatkozik ez természetesen nem csak az elektronikus alkatrészekre, hanem a gép létrehozásához szükséges egyéb alkatrészekre, részegységekre is, így a mágneses, elektromechanikus elemekre is. Jelen dolgozatunkban azonban figyelmünket csak az aktív elektronikus alkatrészekre koncentráljuk. Megvizsgáljuk, hogy a gép szempontjából egyre inkább felértékelődő szoftver hogyan hatott vissza az elektronikus alkatrészek iránti igényre, azon belül is a mikroelektronikai elemkészlet iránti folyamatosan növekvő igényre, mind mennyiségi, mind minőségi szinten.

1. Az elektroncsöves korszak

Az 1907-ben Lee De Forest által feltalált elektroncső a múlt század negyvenes éveire megbízható, sokoldalúan felhasználható tömegtermékké vált. Ebben igen fontos szerepet játszott a rádiózás elterjedése, ahol az elektroncsövek kiszorították a galenittel (ólomszulfid) működő detektoros rádiókat. Az elektroncsövek egyre több funkciót valósítottak meg, teljesítményük, megbízhatóságuk nőtt, miközben maguk is egyre bonyolultabbak lettek. Ez elsősorban a rácselektrodák számának növekedésében jelentkezett. Így a folyamatosan bővülő elektronikus funkciók, amely a jelek generálásában, erősítésében, detektálásban jelentkeztek, egyre magasabb szinten vált megvalósíthatóvá, kiszorítva nem egy esetben a másik fontos szereplőt, az elektromechanikus relét is. A számítástechnikai eszközök fejlődése ugyanis a mechanikus gépektől az elektromechanikus (jelfogó) gépeken át vezettek a korszerű csöves, majd félvezető alapú konstrukcióig.

A kulcselem a gyors műveleti sebesség és a nagykapacitású memória létrehozása volt. Ez a versenyfutás lényegében ma is tart. Mindkét területen átütő sikereket csak a digitális technika bevezetése hozta meg, bár elég sok fejlesztés foglalkozott az analóg gépekkel is.

Nem kívánunk itt belemenni a számítógépek kifejlesztésének történetébe, mert azt minden országban kicsit másképpen írják meg. Az első elektronikus számítógép fejlesztési projektek az USA-ban a XX. Század harmincas éveinek végén indultak. A tárolt programvezérlést Neumann János 1946-ban javasolta, mindössze két (!) évvel a tranzisztor felfedezése előtt.

A szovjet fejlesztések a Neumann elv alkalmazásával Kijevben kezdődtek, ezeket ott S.A. Lebedev (1902-1974) vezetésével fejlesztették, az első gépek

alkalmazása 1951-ben indult meg, a sorozat gyártás 1952-53 között kezdődött, két évvel lemaradva az USA után.

A gépek alapvetően a rádiógyártásra kifejlesztett technikákat használták, talán a ferritgyűrű volt a kivétel.

2. A tranzisztoros korszak (1959-1967)

A tranzisztorok kis hely és teljesítményigényük miatt jelentős méretcsökkenést eredményeztek az elektronikai eszközökben, így a számítógépekben is. Megbízhatóságuk kezdetben azonban messze elmaradt az elektroncsövek hasonló paraméterei mögött. Változik a technológiai is, általános lesz az egyre több rétegű nyomtatott huzalozás alkalmazása. Igaz ez a mind fontosabb szerepet játszó perifériákra is. Az igazi mikroelektronikai áttörést azonban az integrált áramkörök hozták meg.

A tranzisztoros számítógép jellegzetes képviselője az eredetileg az Atlas típusú interkontinentális rakéták földi irányítására kifejlesztett AN/GSQ-33 számítógépes rendszer, amelyet a Burroughs (USA) cég készített el. A tranzisztorokat a Philco cég szállította, de igen sok megbízhatósági probléma merült fel. A rendszert, és benne a számítógépet 1957-ben Cape Canaveralban rendszerbe állították. A gépen nem lehetett programfejlesztést végezni, így a szoftvert a Datatron típusú gépeken fejlesztették. A rendszerből összesen 18 darabot gyártottak, és egyetlen start sem hiúsult meg a számítógép meghibásodása miatt. Később a haditengerészet számára is készítettek hasonló rendszereket, ezek azonban már a többprocesszoros működésre is képesek voltak.

Később készültek banki alkalmazásra alkalmas gépek is, ezek havi bérleti díja 10000 USD alatt volt (G.T.

Gray, R.Q. Smith IEEE Annals of the History of Computing vol 25, No2, pp. 50-61, 2003 April-June)

Az első üzleti célú számítógépet a Lyons Electronic Office készítette el 1951-ben, ez volt a LEO I. Ennek tranzisztorizált változata a LEO III 1962-ben készült el, ezt még 1969-ben is gyártották.

Érdemes még megjegyezni, hogy a mesa tranzisztorokat az IBM megrendelésére a ferrites memóriák meghajtására fejlesztették ki, típusszámuk 2N697 volt (G.E. Moore Proc. IEEE vol 86, No1, pp.53-62, January 1998).

A fejlesztés következő lépése a Fairchild-nál a planár tranzisztor felfedezése volt, amely J. Hoerni nevéhez fűződik. (ibid) Ez teremtette meg az alapot a bipoláris integrált áramkörök megalkotásához. A MOS típusú IC-k elemi tranzisztorának felfedezését D. Khang és M.M. Atalla jelentette be 1960-ban egy Pittsburgh-ben rendezett konferencián.

3. Az integrált áramkörök dominálnak

Az integrált áramköröknek, mint a technika sok más alkotásának is több felfedezője volt. A Nobel-díj Bizottság, igaz közel négy évtizedes késéssel, J.S. Kilby-t tekinti annak (US Patent No 2 841 508 July 1958), mások R.N. Noyce-t tartják annak (US Patent 2 981 877 Apr 1961) (ibid) Tény, hogy a dolog igen hamar kapcsolatba került a számítástechnikával, hiszen a Fairchild egyik első planár integrált áramköre egy flip-flop áramkör volt. (A chip köralakú volt, hogy az átalakított tranzisztortokba beférjen....)

Hamarosan új áramköri elrendezések alakultak ki, amelyek meghatározóak a számítógépekben alkalmazott integrált áramkörökben. Ezek első fecskéje a complementer MOS áramkörök, rövidítve a CMOS áramkörök voltak. Az 1. ábra az eredeti szabadalmi bejelentés ábráját mutatja.

Hamarosan sor került a bipoláris és a tervezérelt áramkörök „összeházasítására” is, így jöttek létre a BiCMOS áramkörök. Ez a konstrukció egyesíti a feszültség-

1. ábra F.M. Wanlass CMOS integrált invertere
Forrás: IEEE Spectrum, vol28., No.5, p.44 (1991)

Típus	Késleltetés (ps) $C_L = 0 \text{ pF}$	Késleltetés (ps) $C_L = 1 \text{ pF}$
CMOS	89	480
BiCMOS	125	320
ECL (1 mA)	48	138
ECL (200 μA)	72	232

1. táblázat A CMOS, BiCMOS és az ECL összehasonlítása
Forrás: Solid State Technology, vol.35, No.7, p.39 (1992)

vezérelt és az áramvezérelt eszközökkel működő kapcsolások előnyeit. Ilyen szubmikronos technológiával működnek az Intel mikroprocesszorai a Pentiumok is.

Szólni kell az alapanyagáról is. Az integrált áramkörök alapanyaga a szilícium szerencsére szinte korlátlanul áll rendelkezésünkre, mivel a földkéreg 27,7 %-a szilícium. Bár az első tranzistorokat germániumból készítették, az ezzel az anyaggal tapasztalt technológiai nehézségek, az anyag érzékenysége a nedvességre, ami a megbízhatóságot lerontja, rákényszerítették a kutatókat új anyag a szilícium alkalmazására. (Mojzes I., Farkas B.Z. *Híradástechnika*, LVI. Évf. 8. szám 25-27 o.) A szilícium további előnye, hogy igen jó elektromos szigetelő oxiddal rendelkezik, ami mind szigetelőként, mind szerkezeti anyagként jól alkalmazható az áramkörökben. Hátránya azonban viszonylag nagy dielektromos állandója, ami mára a fejlődés gátja lett. (v.ö. Proceedings of the 2003 International Interconnect Technology Conference, June 2-4, 2003 San Francisco, California)

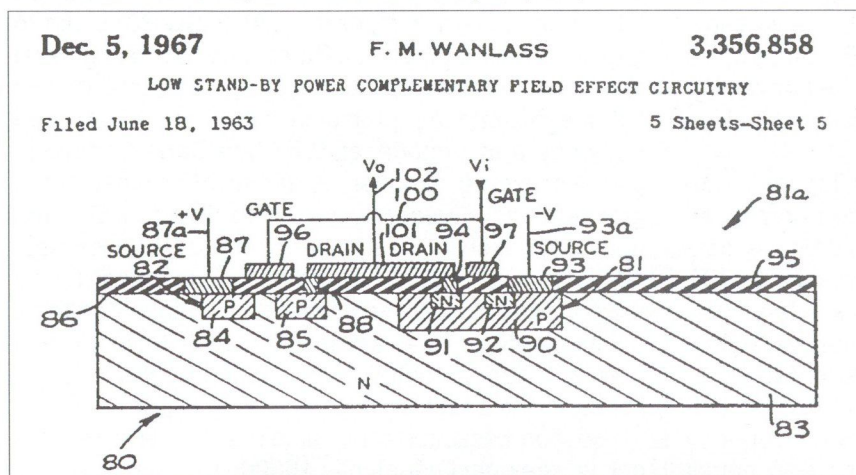
Bár az integrált áramkörök fejlesztése során igen sokféle konstrukció fejlesztése folyt – nemegyszer szabadalmi okok miatt – mára kialakultak az alapvető konstrukciók és technológiák. Érdekes megjegyezni, hogy ilyen tekintetben a mikroelektronikai ipar igen konzervatív, amit az alumíniumnak mint fémzésnek rézzel történő felváltása is jól mutat. Ennek gazdasági okai vannak, hiszen a fejlesztés állandó versenyfutásra készíti a gyártókat, mivel a fejlesztés hatalmas költségeinek megtérülésére csak az első egy-két helvezetnek van esélye.

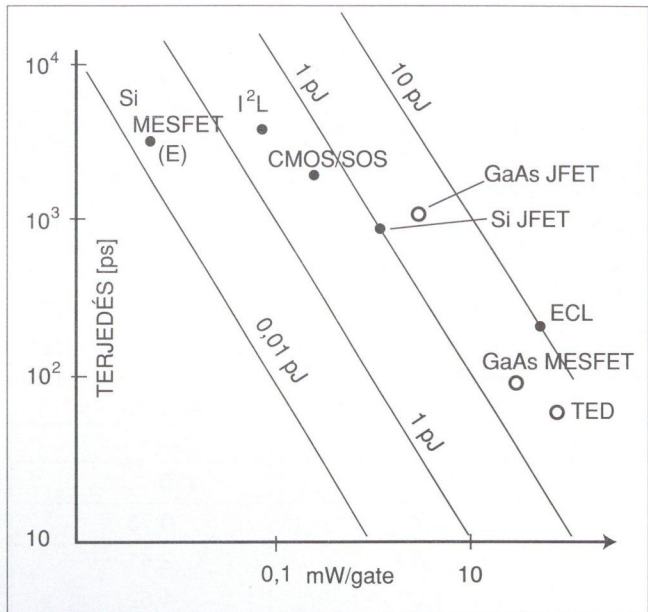
Az 1. táblázatban a CMOS, a BiCMOS és a szintén fontos szerepet játszó ECL (emitter coupled logic) áramkörök összevetését mutatjuk be.

A szilícium eszközök mellett megjelentek a GaAs alapú áramkörök is. (Mojzes I. GaAs alapú mikrohullámú integrált áramkörök, Műszki Könyvkiadó Budapest 1988)

Napjaink technológiai újdonságai a heteroszerkezetek (Si-Ge, GaAs és InP alapú áramkörök) felhasználásával létrehozott áramkörök, ezek sorozatban gyártott számítógépekben történő alkalmazásáról azonban nem rendelkezünk információval.

A vegyület-félvezető alapú és a szilícium áramkörök sebesség-teljesítmény adatainak összevetését tartalmazza a 2. ábra.

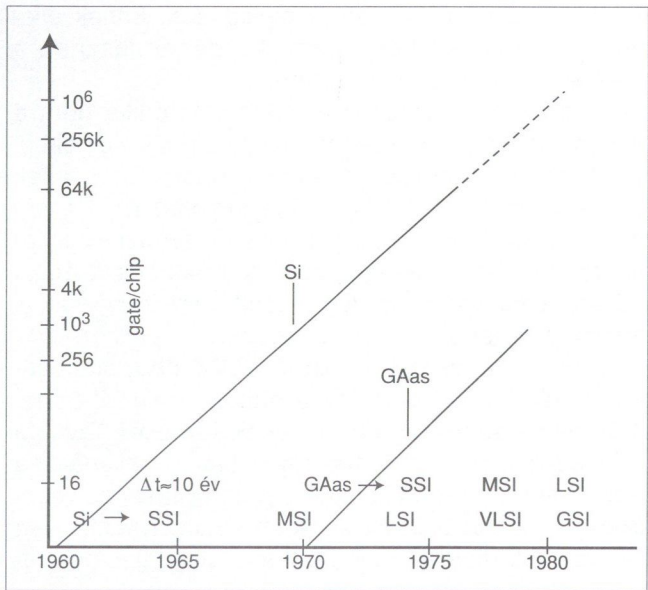




2. ábra Különböző áramkörtípusok sebesség-teljesítmény adatai

Az integrált áramkörök elemsűrűségének növekedési ütemét a Gordon E. Moore által 1965-ben publikált törvény írja le. Nem tekinthetjük ezt természeti törvénynek, mégis az azóta eltelt idő igazolta annak helyességét. A törvény elsősorban a számítástechnikában használt nagybonyolultságú áramkörök fejlődését írja le, nem ismeretes például a teljesítményelektronikai eszközök fejlődését leíró hasonló összefüggés.

3. ábra Az integrált áramkörök elemsűrűségének növekedése

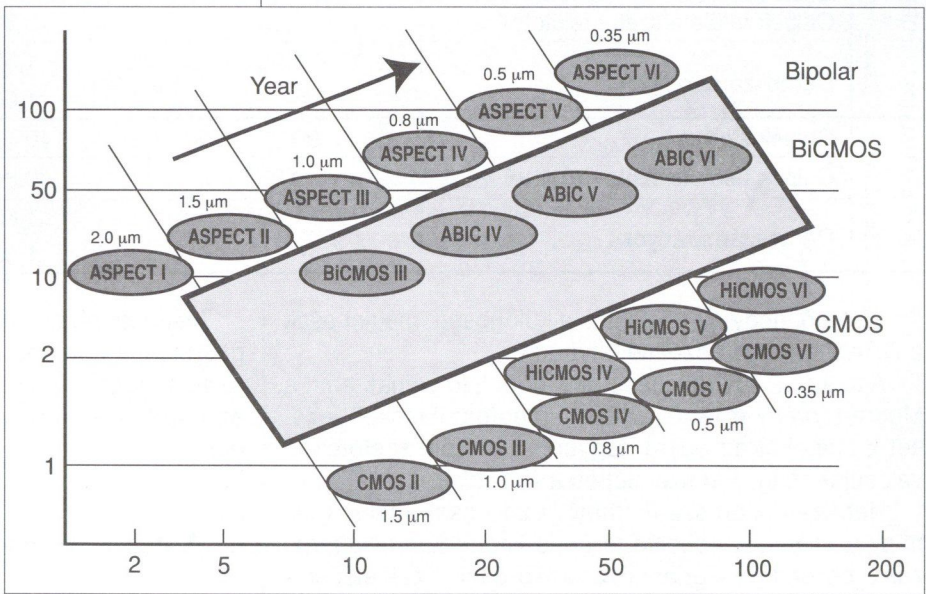


A Moore – törvény kezdeti menetét a 3. ábrán szemléltetjük. Az ábrán bejelöltük a GaAs eszközök fejlődését is. Mint látható, ezek hozzávetőlegesen tíz év lemaradással követik a szilícium eszközöket.

Az elemsűrűség növekedése az egyes elemek mérete csökkenésével valósul meg. A folyamatot úgy lehetne szemléltetni, hogy az első IC az emberi haj méretével volt összevethető, 1980-ban méretük az emberi vörösvértest mérete volt, valahol 1997-ben ért el a baktériumok és a vírusok mérethatárához és a fejlődés – mai ismereteink szerint – feltehetően a vírusok mérete alsó határánál ér véget.

A tervezési szabályok (design rules) és az órajel az a két mennyiség, ahol a fejlődés jól mérhető. Ezek fejlődését a 4. ábrán mutatjuk be. A BiCMOS áramkörök jól áthidalják a bipoláris és a CMOS áramkörök közötti sávot. Ennek technológiai okai vannak. Nevezetesen a CMOS áramkörök kialakítása alapvetően litográfia-ori-

4. ábra Kapusszám és órajel összefüggése különféle technológiákra
Forrás: Solid State Technology, Ápril 1997, p.88



entált. Többlépcsős folyamatban, több maszk alkalmazásával állítják elő a szükséges tizedmikronos távolságokat, általában a szelet felületén. A bipoláris áramkörök előállítására alapvetően az epitaxiális folyamatokon alapul, ahol a tizedmikronos méret csak közepes technológiai feladatnak, illetve színvonalnak felel meg.

A litográfiai technikák fejlődése nem a korábban elképzelt úton haladt, hanem inkább az optikai litográfiai technikákat fejlesztették, mivel az egy lépésben levilágítja az egész szeletet, szemben az elektronlitográfiával, ahol a kialakítandó struktúrákat fel kell „rajzolni” a szelet felületére. A litográfiai technikák fejlődését a DRAM példáján a túloldali, 2. táblázatban mutatjuk be.

A félvezető technológia másik döntő kérdése a szeletátmérő. Szokás a technológia fejlettségi szintjét ezzel a paraméterrel is jellemezni. A szeletátmérő meghatározza az egy technológiai lépésben egy szeleten kialakítható chipek számát, ami egyértelműen hatékonysági kérdés. Ezt szemléltetjük a 3. táblázattal.

DRAM kapacitás (Mbit)	Első minta	Tömegtermelés, csúcspontja	A termelés (mikron) ₂	Vonalszélesség stratégia	Litográfiás
1	1985	1988	1991	1,2-0,8	g-vonal
4	1988	1991	1994	0,8-0,6	g -és i- vonal
16	1991	1994	1997	0,6-0,4	i- és g- vonal
64	1995	1998	2001	0,4-0,3	Excimer és röntgen
256	1997/98	2001	2004	0,3-0,2	Excimer, elektron-röntgen szinkrotron

2. táblázat A litográfiás technikák fejlődése a DRAM példáján
Forrás: Solid State Technology, vol.34, No.9, p.41 (1991)

Megjegyzés:
Több, mint 10 millió darab/hó
a mintától a teljesen befejezett fejlesztésig.

3. táblázat A szilícium szeletátmérő és a chipszám összefüggése
Forrás: Solid State Technology, vol.36, No.4, p.60 (1993)

	Mennyiség	Átmérő 200 mm	Átmérő 250 mm	Átmérő 300 mm
	Szelet felülete (cm²)	314	491	707
(16 Mbit DRAM, 20x6,5 mm)	Chipek száma	195	312	470
	Chipek felülete/szelet felülete)	0,81	0,79	0,76
	Darabszamarányok	1,00	1,60	2,41
			1,00	1,52
(64 Mbit DRAM, 22x8,5 mm)	Chipek száma	135	210	303
	Chipek felülete/szelet felülete)	0,83	0,80	0,80
	Darabszamarányok	1,00	1,58	2,41
			1,00	1,52
(256 Mbit DRAM, 25x11,5 mm)	Chipek száma	90	140	202
	Chipek felülete/szelet felülete)	0,86	0,84	0,81
	Darabszamarányok	1,00	1,65	2,40
			1,00	1,45

Látható, hogy igen jelentős a különbség, megint csak a DRAM példáján szemléltetve azt.

A tárkapacitás fejlődése egy időbeli folyamat, amit a Moore-törvény ír le. Gazdasági megfontolásokból ezeket a chipeket az egyre nagyobb átmérőjű szeleteken valósítják meg. Ezt szemlélteti a 4. táblázat.

Nehezen számszerűsíthető, ezért csak utalunk rá, hogy a számítástechnika terén is kiterjedten alkalmazták a berendezés-orientált áramköröket. Ezek elsősorban az input/output áramkörökben kaphatnak szerepet.

Fentiek alapján megállapítható, hogy a számítógépek fejlesztése jelentős húzóerőt jelentett a mikroelektronika fejlődésében, illetve ezen elemek fejlettségi szintje meghatározta a gyártható számítógépek színvonalát. A megállapítás második része elsősorban a sorozatban gyártott eszközökre vonatkozik, hiszen egyedi készülékeket mindig létre lehet hozni egyedi megoldásokkal.

4. táblázat A szeletátmérő és a belőle előállított DRAM termék változása az évek során
Forrás: Solid State Technology, April 1993, p.59

Szeletátmérő (mm)	DRAM termék	A termelés csúcsidőszaka
200	256, 64, 16 Mbit	2000
150	1,4 Mbit	1992
125	256 kbit	1986
100	64 kbit	1984

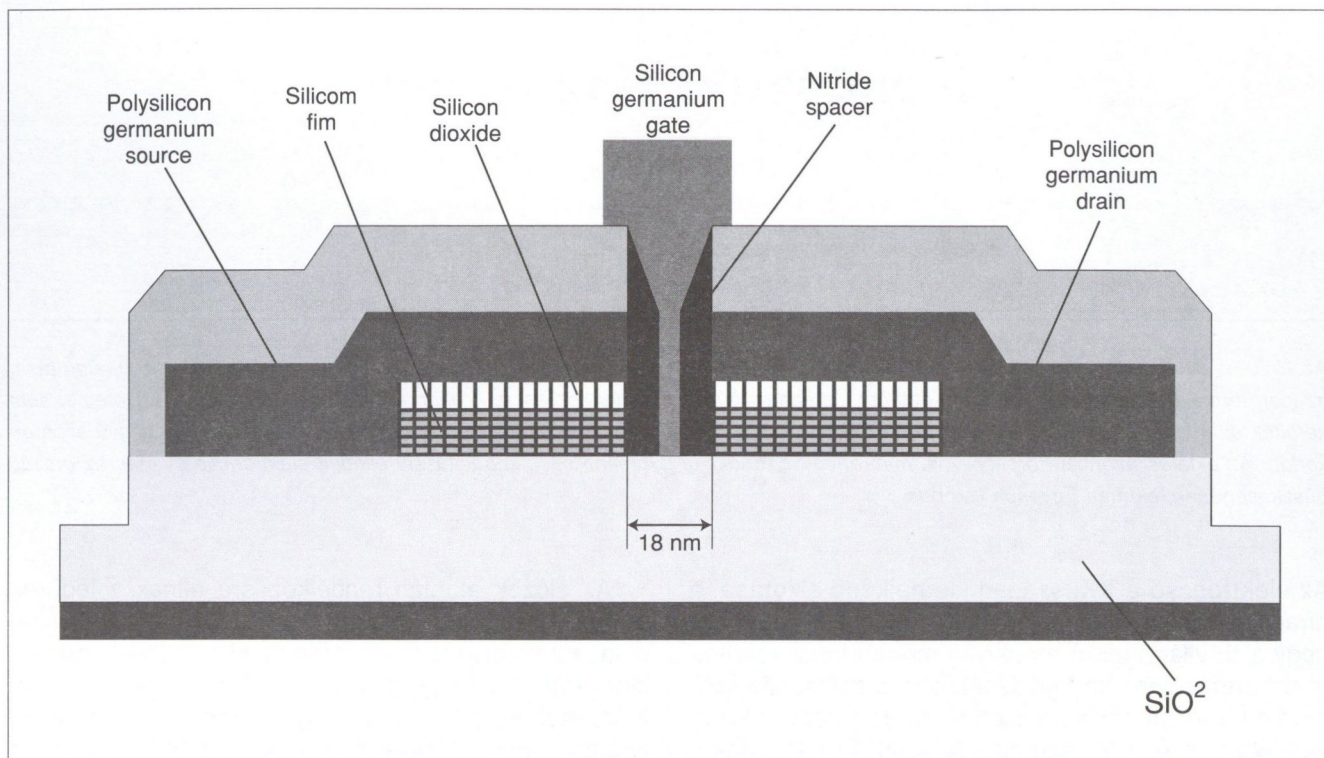
Megállapítható, hogy a mikroelektronikai eszközök gyártásában meghatározó szerephez jut a szeletátmérő és a litográfia, ez előbbi elsősorban gazdaságossági, az utóbbi elsősorban műszaki paramétereket határoz meg.

4. A nanotechnológia

A nanotechnológiát nem a mikroelektronikával foglalkozók fedezték fel, hanem a biológusok. Ennek ellenére prognosztizálható, hogy átfedések lesznek a mikro és a nanotechnológia terén is.

A nanotechnológiához a mikroelektronika nem a „hagyományos” úton érkezett, azaz nem kis elemekből rakjuk össze a nagyobbakat, hanem a nagyobb elemek kicsinyítéséből alakítjuk ki az objektumokat. Ezek gyakran csak egy-egy dimenziójuk mentén tartoznak a nanotartományhoz, más dimenziójuk a mikroelektronika mérettartományába, esetleg a tömbi, makroszkópikus tartományba tartozik (ld.pl. hordozók)

Az eddigi tapasztalatok azt mutatják, hogy önmagában a méretek csökkentése a nanotartományba nem oldja meg a sebesség növelésének kérdését. További intézkedésekre van szükség, így a fémzés ellenállása csökkentése – alumínium fémzés felváltása réz vezetőkkel – illetve a SiO₂ dielektrikum kiváltása valamilyen alacsonyabb dielektromos állandójú anyaggal, célszerűen levegővel (low k dielectrics).



5. ábra Függőleges kapuelektrodájú, tervezérlésű heterótranzisztor metszeti képe Forrás: IEEE Spectrum, vol.37, No.1, p.65 (2000)

Most két nagy terület van a technológiafejlesztés fókuszában, tehát ez a réz fémzés és az alacsony dielektromos állandójú anyagok előállítás, minősítése. Mindez a nanotechnológia mérettartományban. A mostanáig ismert IBM tranzisztor legkisebb gatehossza 6 (hat) nanométer.

Az 5. ábrán bemutatunk egy a Berkeley Egyetemen kifejlesztett tervezérlésű tranzisztor.

Az eszközök kiléptek a planáris síkból, sok kutatóhelyen foglalkoznak a két összeragasztott chip előállításával, ahol a chipok közötti kötést Cu-Ta kapcsolat valósítja meg. A low k megoldások között igen szellemesek is voltak, így a vezetékeket hídszerűn vezették levegőben. A porózus Si is kiterjedt alkalmazásra kerül, egészen egzotikus anyagok, így HfO is alkalmazást nyer. TaN és SiN felhasználásával állítottak elő 60 nm-es analóg áramkört (Samsung).

Az IMEC-ben 193 nm-es optikai litográfiával állítanak elő 85 nm csíkszélességet. Ezeket a méreteket nem egy esetben 300 mm átmérőjű szeleten is reprodukálni tudják.

A Cornell kutatói permalloy-t visznek be a szilíciumba, így építenek terhelést a nagysebességű csatlakozásra.

Igen ígéretesek azok a kísérletek, ahol az órajelet nem a chip felszínén vezetik, hanem kis antennákkal 26 GHz-el besugározzák a tokot. A chip egyes pontjain kis botantennák vannak, ezek ott lokálisan veszik az órajelet.

Jelenleg a kutatásban igen széles az anyag és technológia választék. A sokféle anyag és technológia azt jelenti, hogy nem alakult még ki az a CMOS technológiában sztenderdnek tartott Al-SiO₂-Si anyagrendszernek megfelelő.

Az így előállított nanoáramköröket ma még tesztelik, elsősorban az órajel terjedése és növelése szempontjából. Igen sok még a tennivaló a megfelelő elemsűrűség kialakításához szükséges egyéb technológiai eljárások, elsősorban a litográfia terén.

Összefoglalás

Jelen összeállításunk csak a számítógépek digitális áramköreire terjedt ki. Szükséges azonban megállapítani, hogy ezek az áramkörök ma más digitális jellegük mellett mikrohullámúak is, hiszen az órajelek rég átlépték a mikrohullámú tartomány határát, s ma valahol a mikrohullámú sűrű frekvenciája körül vannak.

Jelen pillanatban nem látni azt a határt, ahol a szerves anyagok felhasználásával történő áramkörök lehetőségei végképp kimerülnének. Az azonban egyértelmű, hogy valamilyen új elvű kapcsolástechnika, új működési elv olyan paradigmaváltáshoz segítené hozzá ezt a területet, mint amilyen volt a csöves korszakról a félvezetős korszakba való átlépés.

A műszaki anyanyelv

JUTASI ISTVÁN

Az 1950-es évek elején – alig öt évvel a II. világháború befejezése után – az újjáépítés lázában égett az ország. Az ipar újraindítása, az ipari termelés fellendítése volt a legfőbb cél, és ehhez mérnökökre volt szükség. A háború pusztításai a Műszaki Egyetemet sem kerültk el, mindenütt lehullott vakolat, törött üvegcserep, a KA 51 előadóteremben, pedig egy elárvult légvédelmi gépágyú szomor-kodott. Az oktatás azonban töretlen volt, mint ahogy a rendkívül gyorsan, teljes kapacitással elindult elektroncső-gyártás az ország büszkeségének tekintett Egyesült Izzóban...

Az elektroncső a XX. század kiemelkedő alkotása, a híradástechnika alapját jelentette. Meg kell jegyezni, hogy a II. világháború rendkívüli módon meggyorsította a híradástechnika fejlődését, de ez kölcsönös volt, mert a híradástechnika a csatatéren és a háború kimenetelében is jelentős szerepet játszott. Itt nem csak a csapatirányításra kell gondolni, hanem a kémkedésre és kémelhárításra is. Ekkor dolgozták ki a matematikusok a titkosítási és kódfeltörő eljárásokat.

A 40-es években, a gimnáziumok alsó osztályainak műszaki érdeklődésű diákjai között a **rádió** jelentette az egyik legnagyobb érdeklődést kiváltó témát. Természetes, hogy a diákfantáziát is megmozgatta annak a rejtélynek a kiderítése, hogyan is működik a rádióvevő készülék. A legegyszerűbb megoldást a „kristálydetektoros vevő” jelentette. Már korábban ismeretes volt, hogy egyes kristályok nem úgy viselkednek az elektromos áramkörben, mint a közönséges fémhuzalok, hanem ellenállásuk változik, aszerint, hogy milyen erős és milyen irányú áram halad át rajtuk. Különösen akkor van ez így, ha a kristályhoz pontszerűen érintjük a csatlakozó vezetőket, vagy két kristályt érintünk egymáshoz. Ezzel a megoldással megvalósul az egyenirányítás, amely lehetővé teszi a modulált nagyfrekvenciás (rádió) jelekről a hangfrekvenciás jelek leválasztását és így a levegőn át kapott jelek „fejhallgató” segítségével hallhatóvá válnak. Ezt a megoldást mi diákok is kipróbáltuk és alkalmaztuk. Sajnos az így nyert hangok csak igen halkak voltak, szükséges volt ezeknek felerősítése, amihez az elektroncső használatával készített berendezés, az erősítő kínálta a megoldást.

Az elektromos áram valójában az elektronok vándorlása. Bizonyos körülmények között sikerül az elektronokat az anyagtól különválasztani és légüres térben, két vezető között áthajtani. A légüres térben tehát megtalálható az az elektromos áram, amely nincs anyaghoz kötve. Szabad elektronok keltésére több módszer létezik, a gyakorlat számára az érdekes, amikor bizonyos fémekből, ezek hevítésével szabadulnak fel elektronok. Edison észlelte először, hogy az izzólámpa fém-szálából elektronok szabadulnak fel, ha azt izzítják.

Az előzők alapján rendelkezésre állnak a légüres térben átszárguldozó, szabad elektronok, amelyek szárguldozását befolyásolni lehetséges. Ha az elektronok útjába aránylag nagy felületű fémhálót, vagy fémrácsot helyeznek és e fémhálót vagy fémrácsot pozitív, vagy negatív irányban előfeszítik, akkor ez befolyásolja az elektronok vándorlását. Ez a vezérlés. Az üvegburában elhelyeztet három elektróda (katód, rács és anód) alkotja a jelek erősítésre alkalmas háromelektródás elektroncsövet, a **triódát**. Később egyre több elektródával szabályozták az elektronok vándorlását, valamint a csövek méretében jelentős miniatürizálás következett be.

Elektroncső anyanyelv

Az elektroncső előzőekben vázolt működésének megértése feltételezi az alapvető fizikai tulajdonságok és fogalmak ismeretét, de legfőképpen annak a **műszaki nyelvnek** az ismeretét, amely lehetővé teszi, hogy az elektroncsövet minden részletében ismerők a tudásukat át tudják adni azoknak, akik birtokába szeretnének jutni az alkalmazáshoz, a felhasználáshoz nélkülözhetetlen ismereteknek.

A BME Villamosmérnöki Karának tanárai, elsősorban Dr. Barta István professzor volt az, aki számunkra villamosmérnök hallgatók számára átadták mindazt az ismerethalmazt, ami az elektroncső működésének megértéséhez és a gyakorlatban való alkalmazásához szükséges volt. Visszaemlékezve Barta professzor óráira, valamint visszatekintve életpályájára, egyértelműnek látszik eredményes munkáinak titka, hogy ő az **„elektroncső-anyanyelven”** nőtt fel, ami meghatározta mérnöki és oktatói tevékenységét is.

Ismert ugyanis az anyanyelv azon csodálatos tulajdonsága, hogy az anyanyelvet beszélő az anyanyelven gondolkodik. Ez a megállapítás átvitt értelemben is igaz, mégpedig úgy, hogy például az „elektroncső-anyanyelven” felnőtt szakember gondolkodását az elektroncső fizikai működési elve alapvetően meghatá-

rozza. Beigazolódott, hogy a műszaki anyanyelvet elsajátítani csakis az elmélet magasszintű ismerete és jelentős gyakorlat útján lehet, ugyanakkor az is tény, hogy a legtöbb újítás, innováció ezektől a műszaki anyanyelvet beszélő-értő, és azt a gyakorlatban rendszeresen használó szakemberektől származott.

Számomra, mint villamosmérnök hallgató számára, aki megtanulta az elektroncső műszaki nyelvét, megismerte működését, elsajátította alkalmazásának sok-sok lehetőségét, még sem vált soha ez az ismerethalmaz „elektroncső-anyanyelvé”.

Az elektroncső számtalan előnye mellett korlátokkal is rendelkezik, mivel működés közben nagymennyiségű hőt termel, ami korlátozza az adott térben elhelyezhető elektroncsövek számát, továbbá működési feszültségük már az emberre veszélyes tartományban van. Az elektroncsöveket 1940-ben kezdték el számítógepek fejlesztésére is használni. 1945-ben Neumann János az USA-ban megfogalmazta a tárolt program elvét, amely szerint a számítógép számára adott utasítások magában a gépben, numerikus formában tárolhatók. Az 1950-es évek elején Amerikában megjelent könyv a „Giant Brains” azokról az új csodákról számolt be, amelyek reprezentánsa: az első teljesen elektronikus számítógép az **ENIAC**, elektroncsöveket tartalmazott és tízes számrendszerben számolt, majd a megjelent **BINAC**, már a kettes számrendszert használta fel. Amikor George Boole kifejlesztette az igen-nem elemre épülő algebrai rendszerét, a „**boole algebrát**”, megteremtette a modern mikroelektronika fejlődésének alapját.

Ezek az események készítették e sorok íróját arra, hogy 1952-ben diplomatervként egy kettes számrendszert felhasználó, elektronikus összeadó- és szorozógép kidolgozását válassza. Az elektronikát ebben az esetben, nem az elektroncsövek, hanem az elektromágneses jelfogók jelentették. Az elvi megoldás szempontjából közömbös volt, hogy elektroncső vagy jelfogó az eszköz, azonban a gyakorlat számára a jelfogós megoldás is elfogadhatatlan volt.

Tranzisztor anyanyelv

A félvezető technika alapjai korábbra nyúlnak vissza. Nem csak a kristálydetektorok, hanem a mikrohullámú detektorok is már jól ismertek voltak a különböző műszaki alkalmazásokból. A kristály elméletet a gyakorlatban is könnyű volt követni, a legegyszerűbb rádió vevőkészülékek ilyen kristályokkal működtek. A kristályok, a félvezetők kutatására világszerte hatalmas összegeket fordítottak. Ennek volt köszönhető, hogy 1948-ban John Bardeen, Walter Brattain és William Shockley kutatócsoportja az amerikai Bell Laboratóriumban kifejlesztette a „transfer resistor”-t, azaz a **tranzisztort**. Később, 1956-ban a félvezetőkkel kapcsolatos kutatásaikért és a tranzisztor-effektus felfedezéséért W. Shockley, J. Bardeen és H. Brattain Nobel díjat kapott. W. Shockley 1949-ben publikálta a tranzisztor leírását

tartalmazó munkáját, ami aztán hozzánk Magyarországra is eljutott.

Magyarországon a tranzisztorok kutatása a Híradástechnikai Ipari Kutató Intézet (HIKI) 1. sz. Bródy Imre laboratóriumában Dr. Szigeti György akadémikus vezetésével indult meg. 1954-ben sikerült germánium kristálytömböt és abból reprodukálható tulajdonságokkal rendelkező tús tranzisztor példányokat előállítani. E munkának részese lehetett e sorok írója, aki akkor a BME-n tanársegédként tevékenykedett. A fiatal mérnök előtt a fizikának az a rejtélyes oldala tárult fel, amely az elektroncsőben az elektronok, illetve a félvezetőben a lyukak viselkedése közötti különbség, és ennek következményei megismerésére vezettek.

A tús tranzisztor előállítása, az egykristály növesztés, a túhegyezés, a tokozás, a mérés voltak azok a folyamatok, amelyek az elméletet a gyakorlatban igazolták, egy új anyanyelv a „**tranzisztor-anyanyelv**” iskolája jött létre, és ezzel számára is az új anyanyelv elsajátítása folyamata kezdődött meg. Érzékelhetővé vált, hogy micsoda óriási különbség rejtőzik az elektroncső és a tranzisztor vezérlési megoldásai között. Ebben a kezdeti időszakban a mérési módszereknek, majd a méréshez szükséges műszereknek a kidolgozása volt a legfontosabb „házi feladat”. Néhány külföldről származó könyvön és folyóiraton kívül más forrás nem állt rendelkezésére.

Miután a kutatás, fejlesztés folyamatában résztvevők elsajátították a tranzisztor anyanyelv alapjait és hozzájutottak néhány külföldi tranzisztor példányhoz is, elkezdődhetett a tranzisztoros áramkörfejlesztés. Ebben az időben a Belojannisz Híradástechnikai Gyár (BHG) a professzionális híradástechnika (vezetékes átviteltechnika, mikrohullámú átviteltechnika, távbeszélő kapcsolástechnika, stb.) fejlesztésének és gyártásának fellegvára volt. E sorok írója ekkor már a BHG Átviteltechnikai Fejlesztésének mérnöke volt, és mérnöki feladatai részét képezték ennek a sikeres csapatnak.

A vezetékes átviteltechnikában az ötvenes évek közepén a 3 és 12 csatornás vívőfrekvenciás berendezések jelentették a világszínvonalat. E berendezések legfontosabb elemei az átviteli rendszer különböző helyein lévő „**erősítők**” voltak, melyeket szigorú, professzionális követelmények kielégítésére kellett tervezni és működésüket ezen előírások alapján ellenőrizni.

Míg Európa nagyhírű híradástechnikai intézetei, gyárai a tranzisztort az elektroncső analógiájára alapulva hasznosították – vagyis az áramkörökben az elektroncső kiváltására igyekeztek a tranzisztort mind jobban hasonlónak tenni az elektroncsőhöz –, addig az átviteltechnikai fejlesztések ezt az utat elkerülve, a tranzisztor-anyanyelv által meghatározott gondolkodás szerint, a tranzisztornak az elektroncsőtől eltérő sajátosságait felhasználva igyekeztek elképzelésüket megvalósítani.

Tranzisztoros átviteltechnikai erősítők

A professzionális átviteltechnikai erősítők legfontosabb műszaki-minőségi követelményei:

- adott frekvencia sávban jól meghatározott bemeneti és kimeneti impedancia,
- az erősítő által termelt termikus zaj és a zajtényező legyen kisebb, mint a világhálóra vonatkozó előírásokból az erre az egységre jutó maximális érték,
- az erősítő által erősített jelek másod- és harmadrendű torzításának termékei ne haladják meg a zajokból és áthallásokból levezetett, előírt maximális értéket.

Az elektroncsöves erősítők e három feltétel közül az elsőt úgy elégtették ki, hogy az elektroncső rács-katód közötti „végtelen nagy” impedanciáját egy ohmos ellenállással zárták le, mely a bemeneti transzformátor áttétele segítségével létrehozta a kívánt bemeneti impedanciát. Az erősítő által termelt termikus zaj az elektroncső saját zajából, valamint a lezáró ellenállás termikus zajából tevődött össze (kettős lezárás). A kimeneti jelek másod és harmadrendű torzítását meghatározta az elektroncső rácsfeszültség-anódáram karakterisztikáján megválasztott munkapont és a kimeneti jel amplitúdója, amit a negatív visszacsatolással lehetett a kívánt mértékben javítani.

Az említett világcégek konstruktőrei a tranzisztoros átviteltechnikai erősítők tervezésénél az elektroncsöveknél jól bevált, az előzőekben vázolt megoldást követék úgy, hogy a tranzisztor bemeneti impedanciáját negatív visszacsatolással olyan mértékben megnövelték, hogy a tranzisztor bemenetét lezáró ellenállás határozza meg a bemeneti transzformátor áttételén keresztül a bemeneti impedanciát. A zajtényező kiadódott a tranzisztor saját zajából és a lezáró ellenállás termikus zajának összegéből, a kimeneti jelek torzítását pedig meghatározta a kimeneti karakterisztikán választott munkapont és a kimeneti jel amplitúdója, amit negatív visszacsatolással lehetett a kívánt mértékben javítani.

A tranzisztor-anyanyelven gondolkodó áramkörtervező ezzel szemben úgy okoskodott, ne kövessük az elektroncső analógiát, hanem használjuk ki a tranzisztor azon tulajdonságát, hogy kicsi a bemeneti ellenállása, amit visszacsatolással stabil értékre lehet beállítani. A tranzisztor bemeneti impedanciája a bemeneti transzformátor áttételével kombinálva előállítja az erősítő kívánt bemeneti impedanciáját. Ezáltal elkerülhető a „kettős lezárás” ami önmagában 3 dB zajtényező javulást eredményez. A tranzisztor munkapontjával beállítható a tranzisztor saját termikus zajának minimuma, ami kisebb lehet az elektroncső termikus zajánál, így végeredményben a fenti elvek szerint készült tranzisztoros erősítő zajtényezője 4-5 dB-el kisebb lehet, mint egy jól méretezett elektroncsöves erősítő zajtényezője.

A fenti okfejtés logikusnak tűnik, márpedig az elektroncső anyanyelven gondolkodó, igen tekintélyes szakemberek mégis ostobaságnak tartották azt, hogy tranzisztoros erősítővel kisebb zajtényezőt lehet elérni, mint az elméletileg termikus zajt nem termelő elektroncsöves erősítővel.

Ezért például nem jelenhetett meg az áramkört kifejlesztő mérnök e témában a Híradástechnika számára

írott cikke sem. Szerencséjére történt ez az elutasítás, mert ezek után a szerző „*Visszacsatolt tranzisztoros erősítőhöz alacsony zajtényezőjű, illesztett bemenő fokozat*” címen szabadalmat kapott. Az 1970-es évek elejéig a szabadalmi leírás szerint legyártott, az átviteltechnikai berendezésekben alkalmazott erősítők száma elérte az ezres nagyságrendet.

A tranzisztor-zaj természetének ismerete egy újabb szabadalom a „*Zajgenerátor beszéd, zene, távíró- vagy egyéb információk átvitelére szolgáló berendezések vizsgálatára*” vezetett, amely a KGST országokban az átviteltechnikai berendezések méréseire, vizsgálatára használtak fel.

Megbízhatóság

Ugyancsak a tranzisztor-zaj természetének ismerete vezetett el az úgynevezett „megbízható tranzisztor” kiválasztásához, majd gyártásához is. Az volt a tapasztalat, hogy rövidebb-hosszabb működési idő után a hazai tranzisztorok zaja megnőtt, ami azt jelentette, hogy ezekkel a tranzisztorokkal készült erősítők használhatatlanná váltak. Ennek megelőzése érdekében szükségesnek látszott a zajosodó tranzisztorok előzetes kiszűrése.

Rájöttünk arra, hogy a tranzisztor I_{co} visszáramának növekedése és a zajtényező növekedése között egyértelmű összefüggés van. Az I_{co} visszáram mérését különböző körülmények között, hosszabb időn keresztül, tömegesen is egyszerűen meg lehetett oldani és ez által kiválogatni a stabil zajtényezőjű tranzisztorok példányait. A módszer egyúttal hozzásegítette a gyártót az úgynevezett megbízható tranzisztorok gyártásához.

A professzionális berendezésektől elvárták, hogy azt a minőséget, amit a gyártást követő átvételi-mérési eljárásnál rögzítettek, meghatározott, hosszabb időn keresztül a berendezés megtartsa, amit **megbízhatóságnak** neveztek. A megbízhatóságnak, mint követelménynek a kielégítése újabb feladatot jelentett, amit úgy nevezhetünk, hogy a „megbízható áramkörök tervezése”.

Valamely rendszer üzembiztonsága növelhető az által is, hogy *tartalékot képezünk*, a tartalék alkatrész a működő alkatrész meghibásodása esetén átveszi annak szerepét (meleg tartalék) vagy a hibás alkatrészt kicserélik (hideg tartalék). Ez a megoldás is az elektroncső korszakból származott, mivel az elektroncső élettartama 1000 órában volt mérhető. A nagy megbízhatóságú, „ipari” elektroncső élettartamára is csak 10 000 órát garantáltak. A tranzisztor élettartama ezzel szemben ennél több nagyságrenddel nagyobb, ha *megfelelően méretezett áramkörbe* kerül beépítésre. Ebből következett, hogy több évig-évtizedig nem valószínű a kiesése. Így ebben a gondolkodásmódban már nem volt elsődleges cél az aktív elemek számának minimalizálása. A megbízhatóság-használhatóság megkívánt értékének garantálásához fontosabb volt, hogy ezen elemek névleges terhelhetőségi szintjük alatt dolgozzanak.

Mikroelektronika

A mikroelektronika elterjedésének egyik előfeltétele volt, a tranzisztor megbízhatóság (élettartam) jelentős növekedése, mivel a több száz vagy akár millió tranzisztort tartalmazó mikroelektronikai áramkörökben gyakorlatilag a meghibásodás valószínűsége évenként az elemek számának egy ezreléke, sőt tízezreléke. Sőt, kritikus gyártmányoknál megkövetelhetik az egyes elemek 1 hiba/félmillió év értéket. Ahogyan az elektroncső, valamint az elektroncső anyanyelven történő gondolkodás lassan feledésbe merült, úgy került a feledésbe az alkatrész csere, vagyis a tartalékolás intézménye is.

Az elektroncső anyanyelv használatával kapcsolatban azt írtuk, hogy „amikor George Boole kifejlesztette az igen-nem elemre épülő algebrai rendszerét, ezzel megteremtette a modern mikroelektronika fejlődésének alapját”. Most, a tranzisztor anyanyelv használatának jelen állapotában pedig megállapíthatjuk, hogy a mikroelektronika magával hozta a **digitalizálást** és ezzel egyenlőre az analóg technológia a háttérbe szorult.

A mikroelektronika világában lényegében a **tranzisztor anyanyelv korszerűsített, tovább fejlesztett változata** él, amely a konstruktőrök gondolkodását meghatározza. Tény azonban, hogy a tranzisztor születésekor elsajátított tranzisztor anyanyelv, és a mostani a mikroelektronika világában használt anyanyelv csak gyökereiben hasonlítanak egymáshoz, a gondolkodásban azonban már egyáltalán nem, mivel az analóg gondolkodást felváltotta a **digitális gondolkodás**. Ennek egyik oka, hogy az integrált áramkörök nagy része digitális, melyeknél más paraméterekkel jellemzik a kereskedelmi forgalomban kapható egységeket. Másrészt az integrált áramkörök már teljes funkciókat (mintavétel, erősítés, számlálás stb.) valósítanak meg, amit korábban több tucat vagy több száz tranzisztorból építettünk fel.

Számítógép anyanyelv

Az emberiség történelmében nem volt még példa olyan segítőtársra, mint a számítógép. A számítógép az embernek az társa, aki az ember szellemi munkájában veszi ki részét, az embert a gondolkodásban segíti. Ez a kapcsolat az ember és a gép között olyan kommunikációt kíván meg, amelyre mind ez ideig nem volt példa.

A műszaki anyanyelv jelentheti egyedül ezt a kommunikációs kapcsolatot, amit a gyakorlat is bizonyít, felértékelve ennek az új anyanyelvnek, a **számítógép anyanyelvnek** a jelentőségét. Nem véletlen, hogy a legfiatalabb korosztály tagjaiból kerülnek ki azok a személyek, akik feltörik a biztonsági rendszereket, megfejtik a megfejthetetlennek hitt kódokat és állandóan újabb fejlesztésekre ösztönzik mind a hardver, mind a szoftverfejlesztőket.

A titok nyitja, hogy a fiatalok abban a (tinédzser, vagy még fiatalabb) korban sajátítják el a számítógép

anyanyelvet, amikor agyuk a legfogékonyabb az új ismeretek befogadására, és a gondolkodásmódjuk már ennek megfelelően alakul. Az idősebb korosztály ugyan csak képes befogadni az új ismereteket, képes megtanulni az új nyelvet, de már lassabban és ez már nem válik „anyanyelvvé”.

A korábbi műszaki anyanyelvekkel szemben a számítógép anyanyelv ugyanis olyan gyorsan fejlődik, hogy ezzel a fejlődéssel csak az igen gyors tanulási képességgel rendelkező fiatalok tudnak lépést tartani úgy, hogy a **gondolkodásuk a fejlődéssel együtt változik**. (A sakkozók anyanyelvének, a sakk anyanyelv elsajátításának folyamata hasonlít legjobban ahhoz a folyamathoz, amit a számítógépes anyanyelv elsajátításánál tapasztalhatunk, gondoljunk csak a Polgár-lányokra.)

E felgyorsult folyamat következménye, hogy egyre fiatalabb korban kell megszerezni azt a vonzalmat, amely képessé teszi az ifjú embert arra a fantasztikus feladatra, ami az ismeretek megszerzése és feldolgozása terén az agyában végbemegy.

Az „elektroncső anyanyelvvél” kapcsolatban Barta István professzorra emlékeztünk, a „számítógép anyanyelv” létrejöttében pedig Neumann János professzor munkásságát tekinthetjük a kiindulásnak.

A számítástechnikával és az amerikaiak első számítógépével, az ENIAC-kal Neumann János 1944-ben került kapcsolatba, amikor a Manhattan-terv keretében nagyon sok numerikus számítást kellett elvégeznie, amihez gépet keresett. Az ismerkedés olyan jól sikerült, hogy 1945-ben már a Princetoni Egyetem Felsőfokú Tanulmányok Intézetében az elektronikus számítógép-program igazgatója.

A tárolt program elvét, nagyon egyszerűen lehet megfogalmazni: a korábbi gépek külön adat- és programtárolóit egy tárból fogta össze. Az elvet a szükség teremtette meg, amikor is Neumann megoldást keresett arra, hogyan lehetne a számítógépeket gyorsabban programozni. Ez a megoldás annyira jól sikerült, hogy még ma is a világ legtöbb számítógépe ezen az elven működik.

A számítástechnika és a számítógép a világ legnagyobb üzlete és az emberek életét, körülményeit lényegesen befolyásoló eszköz lett, amiről nem szabad elfelejtenünk, hogy megalkotásához talán az egyik legnagyobb „építőkövet” hazánkfia, Neumann János adta.

Tekintettel arra, hogy napjainkban a számítógép az élet szinte minden területén segítőtárs, így szemben a korábbi műszaki anyanyelvekkel, amelyek a műszaki tudomány egy-egy eléggé elhatárolható területén érvényesültek, a számítógép anyanyelv a műszaki tudományok mellett, a közgazdaság, a biológia, az orvostudomány, a művészetek, a kultúra stb. területein is valamilyen szinten nélkülözhetetlenné válik. A számítógép anyanyelv e rendkívül széles elterjedésével mintegy „világnyelv” vált napjainkban uralkodóvá.

A számítógép anyanyelvnek ugyanakkor kialakultak „tájszólásai” a hardver, a szoftver és az Internet területeken. A műszaki anyanyelv elsajátításának előfelté-

telei magukkal hozzák a gyakorlat szükségességét, mégpedig minél fiatalabb korban, ami nem más, mint a **játékos ismeretszerzés**. A játékos ismeretszerzésnek pedig nincs korban alsó határa.

Simonyi professzor jegyezte meg egyik előadásán, hogy milyen könnyű dolga volt Muttyánszky professzornak, mert a mechanika törvényeinek megértésének és alkalmazásának kapcsán csak fel kellett idéznie a gyerekkor élményeiből a golyókkal való játékokat a kinetikus energiához, vagy a fára mászó gyereknek a cseresznyefa letört ágára való emlékezését a nyomtér, illetve az erőkar érzékeléséhez, a bonyolult perdület-tételt pedig egy katedrára felállított biciklivel lehetett egyszerűen érthetővé tenni. Ugyanakkor a Maxwell-egyenletek magyarázatához semmiféle gyermekkori élmény nem fűződik, az elektronok nem voltak a játékszerek látható elemei.

Az emberben a számítógép anyanyelv kialakulásához a játékos gyakorlat nélkülözhetetlen, e nélkül a számítógépes ismeret csak, mint egy második nyelv jelenik meg, azzal a különbséggel az anyanyelvhez képest, hogy ez csak korlátozott hatással van a gondolkodásra.

A számítógép anyanyelv elsajátításában a játéknak különösen fontos szerep jut, ezek után talán nem is véletlen, hogy Neumann Jánosnak Oscar Morgenstern-nel írt közös könyve a **játékelméletről** a közgazdasági tudományoknak még ma is az egyik meghatározó eszköze, mely a bizonytalan kimenetelű események között a helyes megoldás kiválasztásához nyújt segítséget. (Lásd e számunk első két cikkét – a szerk. megj.)

Nyilvánvaló, hogy a közgazdaságtannak is megvan a maga „anyanyelve”, melynek tulajdonságai hasonlóak a „műszaki anyanyelv” tulajdonságaihoz. Az összekötő kapocs a két nyelv között a jelen kor legfontosabb követelménye: az információ rendkívül gyors továbbítása és feldolgozása, ami nem más, mint a számítógép által lehetővé vált **„digitális idegrendszer”** működése. Ha ehhez még hozzávesszük az elméleti matematika foglaltárát, akkor a három terület együttesen szabja meg világunk pillanatnyi haladási irányát. A három nyelv konvergenciájáról azonban nem beszélhetünk, annyira eltérők az alapjaik és megértésükhöz, elsajátításukhoz annyira különböző képességek szükségesek. Három anyanyelv elsajátítása csak olyan rendkívüli képességeknek adatott meg, mint Neumann János.

Hírek

Az **Informatikai és Hírközlési Minisztérium** a szakmai kompetenciájába tartozó területeken együttműködési megállapodások keretében, valamint kutatás – fejlesztési pályázatok kiírásával támogatja a tudományos területeket. Az IHM a Magyar Tudományos Akadémiával, az Oktatási Minisztériummal és a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemmel kötött együttműködési megállapodást.

Az MTA-val kötött együttműködési megállapodás keretében támogatási szerződések megkötésére került sor. Ezekben az IHM vállalta, hogy támogatja a társadalomtudományok és a természettudományok területén folyó kutatómunkák informatikai vonatkozásait.

Az Oktatási Minisztériummal kötött együttműködési megállapodás – amely még 2002-ben született meg – a Nemzeti Információs Infrastruktúra Fejlesztési Program tevékenységének és fejlesztésének közös finanszírozására irányul. Az IHM tudatában van az NIIF kiemelkedően fontos szerepének a tudományos élet területén, különös figyelemmel a nemzetközi tudományos világgal fenntartott kapcsolatokra. Elismeri a NIIF Programnak a folyamatos megújulás és a továbbfejlődés utáni vitathatatlan igényét és ebből kiindulva támogatta, illetve támogatja a Nemzeti Információs Infrastruktúra Fejlesztési Programot. Az NIIF a magyarországi kutatói hálózat fejlesztésének és működtetésének programja, mely a teljes magyarországi kutatási, felsőoktatási és közgyűjteményi közösség számára biztosít integrált országos számítógép-hálózati infrastruktúrát, valamint erre épülő kommunikációs, információs és kooperációs szolgáltatásokat, élvonalbeli alkalmazási környezetet, továbbá tartalom-generálási és elérési hátteret. A támogatás elsősorban a technikai elemek fejlesztését, új technológiák bevezetését és ezeken keresztül a szolgáltatások javítását szolgálja.

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem a hazai felsőoktatás meghatározó intézménye. Oktatási tevékenységén túl kiemelkedő szerepet játszik a kutatás-fejlesztés, valamint az innováció területén. A megállapodás keretében két támogatási szerződést kötöttek.

Az egyik – a BME Informatikai Központjával kötött – támogatási szerződés az állam- és közigazgatás hatékonyságát növelő, a szolgáltató közigazgatás kialakítását célzó kutatások támogatását szolgálja. A másik – a BME Információs Társadalom- és Trendkutató Központtal kötött – támogatási szerződés az információs társadalom szakkönyvtárának létrehozását, valamint a BME gesztorálásával kialakításra kerülő, az információs társadalom tudományszervezési és tudománynépszerűsítési feladataival foglalkozó oktató-kutató hálózat (Információs Társadalom Oktató- és Kutató Csoportok, ITOK) ezévi fejlesztéseit támogatja.

Műholdas vagy fénykábeles hálózatok

DR. ERDŐSI FERENC

*tudományos tanácsadó, egyetemi tanár
MTA Regionális Kutatások Központja, Pécs*

Korunk valamennyi csúcstechnológiája közül az egyik leglátványosabb, és a Föld legtöbb lakosa által is közvetlenül élvezhető az információk fejlődése. Az utóbbi évtizedekben a regionális, nemzetközi és földrész szintű kapcsolatteremtésen túlmenően új minőség, széleskörű lehetőségeket kínál a világméretű információcsere leghatékonyabb eszközét megtestesítő interkontinentális műsorszórás és távközlés.

1. Egységes globális távközlés

Távközlési szempontból az „előglobalizáció” a földrészeket összekapcsoló rézerű távíró kábelekkel kezdődött a 19. sz. második felében, hogy az 1950-es évek derekától a tenger alatti távbeszélő kábelek alkalmazásával kiegészülve az 1960-as évek közepén, az első műsorszóró műhold fellövésével fordulóponthoz érjen.

Ahhoz képest, hogy a menetrendszerű óceánjáró gőzhajók 1838-tól kezdtek közlekedni az észak-atlanti vizeken, viszonylag korán, már 1858-ban lefektették az első tengeralatti távíró kábelt a Brit-szigetek és Észak-Amerika között. Gazdasági szükségszerűség, elodázhatatlan igény vezetett e fordulóponthoz, amikor Amerika gazdaságának fejlesztésében különlegesen jelentős szerepet játszott a brit tőke. A kábeles táviratokkal a befektetők gyorsan értesülhettek az amerikai piacok áráiról, az árfolyam változásokról. A 19. sz. végén és a 20. sz. első felében (nem kis mértékben a gyarmattartó hatalmak akcióiként) főként Európa és a többi világrész (Afrika, Ázsia, Ausztrália, Dél-Amerika) között is kiépültek a tengeralatti összeköttetések, mint ahogy Észak-Amerika is megteremtette földrészközi távíró kapcsolatait.

A tengeralatti kábeles távíró-szolgáltatások igénybevételét magas árak egészen szűk körre korlátozta. A földrészek közötti összeköttetések száma – beleértve a rövidhullámú rádió-kapcsolatokat is – az 1930-as években kevesebb volt a menetrendszerű hajójáratok sokféle viszonylatú közlekedési összeköttetéseinél is.

A fejlődés második fejezetét 1956-ban az első transzatlanti távbeszélő összeköttetés, a 48 csatornás TAT-1 vezette be, amelyeket továbbiak (a Csendes-óceánon át elsőként 1959-ben a Hawai-1) fektetése követte. A technológiai fejlesztés eredményeként jelentősen csökkent a rézkábelek beruházási költsége (a TAT-1 több mint félmillió USD-ral szemben a TAT-7 1983-ban csak 23000 USD-ba került csatornánként).

Új korszakot nyitottak a nagytávolságú hírközlésben a műholdak, amelyek korunk kommunikációs inno-

vációjának ígérektek, bár eredetileg más (kutatási, meteorológiai, katonai felderítési, közlekedést támogató stb.) feladatot láttak el. A műsorszórásban és távközlésben a műholdak előnye a földi rádiós adótoronyokkal szemben főként ritkán lakott, nehezen megközelíthető, nagy kiterjedésű térségek kiszolgálásánál jelentkezik.

A műholdas átvitel megteremtette az egész világra, vagy legalábbis egyes földrészekre kiterjedő globális léptékű műsorszórás/távközlés műszaki feltételeit. Három-négy nagy magasságú geostacionárius műholdal lefedhető a Föld szinte teljes felszíne. A telefóniában ez azt jelenti, hogy megoldható a világ bármely pontjai közötti távbeszélő kapcsolat és értelemszerűen a fax, valamint az adatátvitel is. Az 1960/80-as években kialakultak az első globális, nemzeti és nagyregionális, továbbá az egyes ágazatokat szolgáló műholdas rendszerek.

Még mielőtt az egyes földrészeket összekapcsoló hagyományos (fémerű) tengeralatti kábelhálózat kiterjeszthetett volna (a TAT-7-ig és a TPC-2, illetve HAW-4-ig bezárólag). Az 1964-ben 14 ország közötti megállapodás eredményeként Washingtonban létrejött konzorcium, az INTELSAT 1965-ben lőtte fel első hosszabb életű „profi” értékű geostacionárius műholdját, az Early Bird-et (Intelsat I-et), amely 1969-ig működött). Az INTELSAT rendszert eredetileg ugyan főként nagyobb fejlett országok alapították, azonban rövid időn belül olyan országok is kapcsolódtak hozzá résztulajdonosként, amelyek szegények voltak ahhoz, hogy saját műholdas rendszert tartsanak fenn (pl. Argentína, Chile, Szudán, Zaire). A folyamatosan bővülő, 1997-ben már az Intelsat VIII. szériát is üzembe helyező globális rendszer ma már 19 holddal 120 országban 2700 földi állomást szolgál ki.

A világméretű hálózatokon kívül az 1970-es évektől jó néhány nemzeti és földrésznyi területre kiterjedő műholdrendszer is megkezdte működését. Önállóságának mintegy nyomatékokat adva, állami forrásokból elsőként Kanada hozott létre nemzeti műholdas rendszert 1972-ben, majd hasonló lépéseket tett a Szovjetunió (Inter-sputnik), az ugyancsak nagy területű Brazília, valamint Spanyolország, Ausztrália és Indonézia.

A nemzeti műholdak azonban gazdaságilag nem életképesek, ezért csak néhány állam tervez már ilyet a költségvetéséből. Tartósabbnak bizonyultak a több ország összefogásával létrehozott közösségi/regionális műholdtársaságok (Európában az EUTELSAT, az arab országokban az ARABSAT).

A nagy területeket besugározni képes műholdas távközlés számára a legnagyobb „kézzel fogható” sikert a Csendes-óceánban szétszóró, számtalan sziget közötti kapcsolat megteremtése hozta. A sorozatos természeti csapások (tájfúnok, földrengések) és járványok leküzdésének megfelelő információk birtokában jobb esélye van – ez a szempont vezettet a PEACESAT regionális közösségi műholdas kommunikációs rendszer 1971-es létrehozásához. A kedvezményezett szigetek körében megfogalmazódtak olyan, Amerikára nézve hízog vélemények is, hogy a PEACESAT szolgáltatása, közelebből az ATS-1 műhold ingyenes használata a leghatékonyabb segítség volt, amit az Egyesült Államok valaha is nyújtott a Csendes-óceáni térségnek [10].

A Nyugat- és Kelet-Afrikát összekötő PANAFTEL-nek (Pánafrikai Távközlési Hálózat), az 1980-as évek vége felé már félszáz országot kiszolgáló 120 földi állomása volt.

A korábbiaktól eltérő, különleges szolgáltatásokra magán műholdak szakosodtak. Például az amerikai ATS eszköze volt a periférius és az elmaradott/strukturális problémákkal küszködő régiókban (Alaszká, Appalache-hegységben volt bányavidékeken) az átképzési és továbbképzési programokkal kapcsolatos műsorszórásnak is. A globális INMARSAT rendszer forradalmasította a hajózást és a meteorológiai/óceánológiai, forgalmi információk nyújtásával lényegesen biztonságosabbá tette. Az egyházak is megkezdtek saját műholdjaik felbocsátását, így vallási rendezvényeik láthatóvá váltak a távoli hívók lakásaiban [19].

2. A műholdak és a fénykábelek versenye az 1990-es évek derekáig

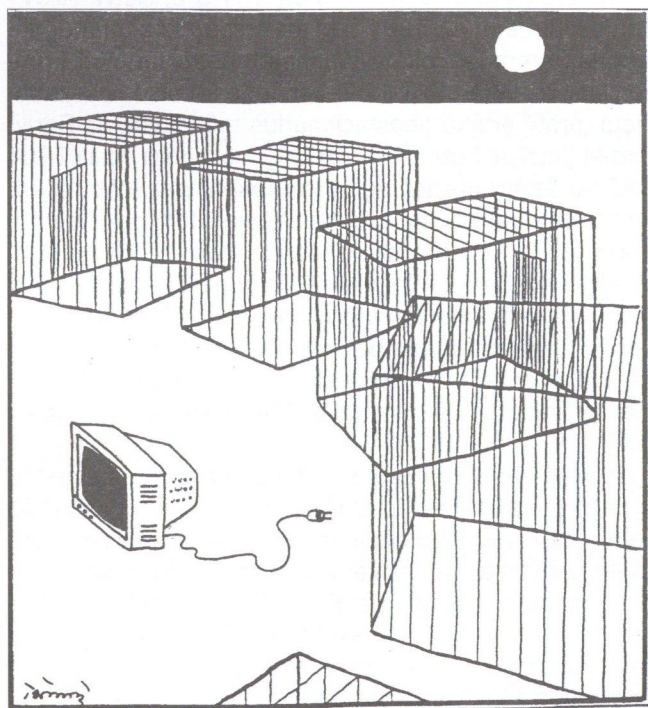
A fényvezető kábelek a fémerűekhez képest sokszoros átviteli kapacitása és olcsósága lényegesen jobb szolgáltatásokat tesz lehetővé szárazföldi viszonylatokban is. Bár az 1980-as évek elején megkezdődött alkalmazásuk, de interkontinentális összeköttetésre, tengeralatti kábelként csak 1988-tól kezdtek el használni. Ez volt az egyidőben 8000 telefoncsatorna létesítésére alkalmas TAT-8. Ugyanebben az évben kezdte meg működését az első – alig fele akkora kapacitású – északi transzpacifik fénykábel is Kalifornia és a Hawai-szigetek, valamint a stratégiailag kiemelkedő jelentőségű légi- és tengerészeti támaszpont, Guam-sziget között.

Ugyan a tengeri fénykábeleket először a legnagyobb forgalmú óceáni vonalakon alkalmazták, e technológia gyorsan terjedt a kevésbé forgalmas viszonylatokban is. A szolgáltatók számára az időközben erősen csökkenő kábelárak és fektetési költségek révén elérhető nagy átvitelkapacitás vonzóvá tette a befektetést e szektorba. Kiderült azonban, hogy a tevékenység racionalitását nem csupán a legközvetlenebb szempontok, az üzemi költség/haszon arányok alakulása alapján kell megítélni. Szükséges figyelembe kell venni a földrajzi viszonyokat, az állami és magán szolgáltatók, továbbá a legnagyobb hardware gyártók közötti versenyt, a nemzetbiztonsági szempontokat, az egyes országok távközlési politikáját, ide értve egyes kormányok azon törekvéseit, hogy kezükben tartsák a kulcsfontosságú technológia fejlesztéseket.

A fénykábelek versenytársa lett a távközlési műholdrendszereknek, de egy ideig még kiegyensúlyozottnak tűnt a verseny, mert úgy látszott, hogy a két átviteli technológia jól kiegészítheti egymást. Az 1960-1980-as években a műszaki-gazdasági fejlődésnek köszönhetően a műholdas szolgáltatások díjai tovább csökkentek, miközben a műholdak élettartama meghosszabbodott.

E folyamat eredménye, hogy az Atlanti-óceánon át közvetített első, 1965. évi színes TV program óránkénti 22.350 USD költségével szemben 1975 (az INTELSAT IV-A műhold felbocsátása) után az előbbinek alig egynegyedébe (5100 USD) került ugyanaz a szolgáltatás, miközben a műhold élettartama megötszöröződött. Hasonló hatékonyság javulást regisztráltak a műholdas telefonálásban. Egy transzatlanti telefonvonal évi fenntartási költsége az 1965. évi 64.000-ról másfél évtized alatt, 1980-ra 9.360 USD-ra, azaz majdnem az egyhatedére esett vissza.

Az INTELSAT I. egyidőben 240 összeköttetést tett lehetővé, viszont az 1979-ben felbocsátott INTELSAT V. már a 12.000 hozzáférést biztosított, majd az 1980-as évek derekától az INTELSAT VI. műhold sorozat 40.000 telefoncsatorna használatát tette lehetővé.



Az új technológia lehetőségeivel élve számos ország az akkoriban nehezen megfizethető földi hálózat helyett szatellitokra alapozta nemzeti kommunikációs rendszerének kiépítését.

Az 1980-as évek derekán készült előrejelzések még azzal számoltak, hogy a legerősebb forgalmú észak-atlanti viszonylatban az új műholdas rendszer lényegesen olcsóbb lesz mint a már akkor tervezett első tengeri fénykábel (a TAT-8), bár a fénykábelek gazdasági előnye a nagyobb forgalomátesztő-képesség kihasználása esetén jelentős lehet [3].

Hamarosan tapasztalható volt, hogy a fénykábel használata a vártnál gyorsabban fejlődik. Ebből adódott az a stratégiai feladatmegosztás, hogy a műholdak csak a kis forgalmú viszonylatokban, a ritkán lakott, elmaradott régiókban maradhatnak meghatározóak (miután költségük tulajdonképpen távolságfüggetlen és az elérésüket szolgáló földi állomások költsége a töredéke a korábbiaknak).

Miután a geostacionárius holdak túlnyomó részét az Egyenlítő fölé bocsátották fel, felvetették azt, hogy a pályák az Egyenlítő menti elmaradott országok tulajdonába tartoznak, ezért a holdat fellövők a pályákért bérleti, illetve használati díjat kell fizessenek [8].

3. Főlénybe kerülnek az interkontinentális fénykábel-rendszerek

Műszaki előnyök és gazdaságossági megfontolások

A fogyasztók főként a párbeszéd folyamatosságát nem zavaró, kisebb késleltetési idő miatt sorolták a fénykábelt a műholdas szolgáltatás elé. A technológiaváltásnak azonban alapvetően a gazdaságosabb megoldás melletti döntés volt az alapja.

Az új távközlési szolgáltatások (állókép, mozgókép stb. átvitele) által sokszorosára növekedett sávszélesség, melynek hatására az elmúlt évtized során az átviteli technológiák a gazdaságossági viszonyokhoz igazodva módosultak. Az 1990-es évek elején még tartotta magát az a korábbi nézet, hogy tartósan kiegyensúlyozott verseny várható a két technológia között, ezért igazi főlényes helyzetbe egyik sem kerül [7].

Szárazföldi nagytávolságú viszonylatokban a fénykábelek sérülékenysége, megrongálhatósága miatt a műholdas rendszerek néhány (főként biztonsági) célra és számos földrajzi területen alkalmazhatóságukban előnyök lehetnek. Egészen másként alakult azonban a verseny a tengeri fénykábelek és a műholdas rendszerek között, mivel a többszáz vagy több ezer méter mélységű vízben, „megbízható” környezetben a kábelek fenntartásának, pótlásának költsége töredéke a szárazföldinek. Az óceánokba lefektetett újfajta kábelek egységnyi sávzélességre számított költsége mindössze ezrede a műholdas technológiának.

A műholdas kapcsolatok további, de a fénykábelektől elmaradó bővülése

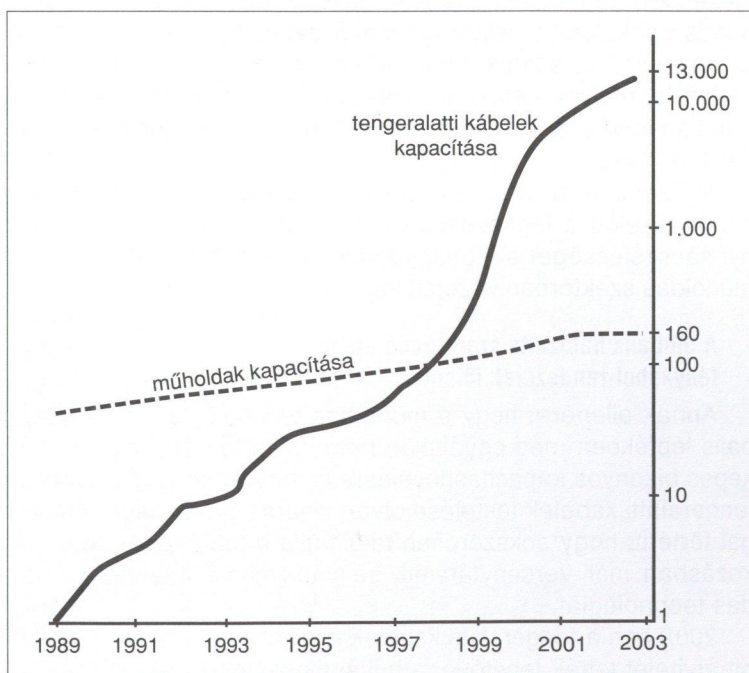
A szatellitok körében sem az állomány méretét, sem kapacitását tekintve nem állt meg a növekedés, sőt 1997-től még meredekebben ível fölfelé. Csupán 1999-2003 között 24 új műhoddal gyarapodott az állomány. 2003-ban világméretben megközelítette a 160 Gbit/s-ot a már mintegy 80 jelentősebb geostacionárius műholdcsalád (1. ábra). Közülük 44 az Atlanti-óceán, 18 az Indiai-óceán és 17 a Csendes-óceán feletti összeköttetést szolgálja.

Az új műholdak mind a Földhöz viszonyított helyzetük/magasságuk szerinti rendszerjellemzők (GEO, MEO, LEO), mind az ezzel összefüggő használatuk (telefon, internetprotokol, adatkommunikáció, multimédia, rádió) tekintetében sokfélék, de egyértelmű a mobiltelefon és internet szolgáltatások felé való fordulás, viszont például TV műsorszóráshoz már alig szaporítják műholdállományukat a jelentős szolgáltatók (1. táblázat).

A műholdas átvitelben hatalmas potenciál rejlik, mert a globális rádiótelefon szolgáltatásokra nagy szükség lenne, de egyelőre a készülékek és a szolgáltatások drágasága miatt csak szűk használói kör alakult ki (pl. olajbányászat, tengerészet, geológiai és más expedíciók stb.).

A főként műsorszórásra berendezkedett legrégebbi GEO-rendszerű műholdtársaságok mindmáig viszonylag jól vészték át a lényegében az igen nagy kínálat-többletből adódó pénzügyi megrázkódtatásokat. Ellenben a távközlésre szakosodott LEO műholdtársaságok körében az időközben megoldott műszaki problémáknál jóval nagyobb, már-már válságos helyzetet előidéző gazdasági nehézségek merültek fel, elsősorban a

1. ábra Az interkontinentális tengeralatti kábelek és a műholdak kapacitásának alakulása 1989-2003 között (Gbit/s)
Forrás: TeleGeography 2003 és Euroconsult 2003)



Műholdas szolgáltató	Műhold típus, db. szám	Üzemelésük kezdete (év)	A szolgáltatások fajtái
Immarsat	9 db GEO	1982 (2004-ben további 3)	hang, adat, IP
Eutelsat	18 db GEO	1983 (2002-ben további 5)	TV, rádió és IP
Intelsat	19 db GEO	1964 (2004-ben további 10)	hang, Internet, TV, rádió
Pan Am Sat	21 db GEO	1983	hang, adat, rádió
Ellipso	2 db GEO	2000–2001	GMPCS
Thuraya	2 db GEO	2000–2001	mobiltelefon és GPS
Europe Star	2 db GEO	2000	rádió, hang, adat
Loral Cyberstar	3 db GEO	1994	globális IP multicast (Több szerepő?)
New Skies	5 db GEO	1998-ban elsodródott	Internet és multimédia
Astrolink	4 db GEO	2003 (további 2 db-ot terveznek kb. 2006-ig)	2 szélessávú elérés
Hughes Spaceway	2 db GEO	2002	multimédia és Internet
SES-Astra	7 db MEO	2002	GMPCS
New Ico (ICO–Teledesic)	10 db MEO	2003	mobiltelefon, PCS
Iridium	66 db LEO	1999 (új szolgáltatás 2001-ben)	mobiltelefon, PCS
Globalstar	48 db LEO	1999	mobiltelefon, PCS
Teledesic (ICO Teledesic)	288 db LEO	2004	„égbolt (műholdas) internet”
Skybridge	80 db LEO	2004 (GEO szolgáltatás 2001-től)	internet elérhetőség, IP

1. táblázat A globális műholdas átvitel meghatározó szolgáltatói

(Forrás: Satellites... PNE Networks, 2001. június. p.40)

túlzottan derűlátó – a fénykábelek versenyével nem kellő mértékben számoló – piaci előrejelzések, üzleti tervek következtében. Leglátványosabb a mindössze 1998–2000 között működő Iridium csődje volt [16].

Az 1990-es évek második felében az Egyesült Államok 1996. évi deregulációs törvénye, majd az Európai Unió piacnyitása után kibontakozó verseny az új technológiák (kiváltképpen az Internet, a vállalati adatkommunikáció és a mobiltelefonia) alkalmazásával az átviteli sebességgel szemben ugrásszerűen megnövekvő igények, de legfőképpen az elérhető magas nyereséghezam ígérete valóságos „sávszélesség robbanást” idézett elő a telekommunikációs piacon. Sok tőketulajdonos spekulációs célból hatalmas befektetésekkel a szükségleteket sokszorososan felülmúló kapacitásokat épített ki, melyek befektetés-visszatérülési ideje beláthatatlanná vált az árak váratlan és zuhanásszerű csökkenése miatt.

A túlkínálat, a ráfizetés csökkentésének kényszere mindenekelőtt a legkevésbé gazdaságos (az egységni sávszélességet a legnagyobb költséggel biztosító) műholdas szektorban vezetett kapacitás leépítésekhez.

A globális hálózattá szerveződő újabb fénykábel-rendszerek fölénye

Annak ellenére, hogy a műholdas technológia globális léptékben még egyáltalán nem omlott össze, sőt képes bizonyos kapacitásnövelésre is, az újgenerációs tengeralatti kábelek fektetése olyan viharos gyorsasággal történt, hogy sokszorososan felülmúlja a több vonatkozásban már versenytársnak sem tekinthető műholdas technológiát.

2002-ben a tengeralatti kábelek már több ezer terabit átvitelét tették lehetővé, a hullámhossz osztásának

bevezetése pedig további két nagyságrenddel növeli tovább a kapacitást.

A tengeralatti kábelekkel kiszolgált országok aránya az 1990-es évek eleji 7%-kal szemben 2002-ben már 48%-os volt. Mivel a Föld országai közül a tengerparttal nem rendelkezők aránya mintegy 10%, e téren még bő 40%-pontos ellátásjavulás várható a jövőben. (Erre jó kilátások mutatkoznak, mivel néhány éven belül valamennyi földrészt többszörös keretbe foglalják a part közeli újabb gyűjtő-elosztó kábelrendszerek.)

Az eddigiekben még a hálózatba bevont országok számánál, illetve arányánál többszörösen gyorsabb ütemben szaporodtak a kábelrendszerek és még nagyobb – a tényleges szükségleteket már messze meghaladó – mértékben nőtt azok átviteli kapacitása, mivel a fajlagos kapacitás átlag is meg többszöröződött.

Az interkontinentális tengeralatti kábelrendszerek teljesítőképességében az 1990-es évek derekától végbement többszázszoros növekedés viszonylatok szerinti differenciáltsága nyomon követhető a 2. táblázat adataiból. A földrészek közötti négy viszonylat közül legnagyobb arányú kapacitás növekedés az Egyesült Államok és Latin Amerika között főként az idegenforgalom igényeire vezethető vissza: az amerikai turisták/üdülők milliószámra látogatják télen a Karib-térség és Közép-Amerika trópusi tengerpartjait, monstre üdülőhelyeit, de – az éghajlati előnyök élvezete miatt – lakóhelyüket is sokan áthelyezték, ahonnet szellemi/informatikai távmunkát végeznek az USA-ban, Kanadában és más államokban levő megbízóik számára. A Latin-Amerika nagyobb részét képező Dél-Amerikának hasonló – de inkább gazdasági/üzleti kapcsolatok által alakított – súlya van a két Amerika közötti forgalomnövekedésben.

Gazdasági szempontból bármennyire is nagy jelentőségű az USA – Ázsia viszonylat, az 1995. évi állapottal szemben, amikor alig maradt el az USA – Latin Amerika viszonylattól, 2002-re már hihetetlen mértékben leszakadt attól, még az egyharmadát sem érte el.

Az Európa és Ázsia/Óceánia közötti rendszer a többi viszonylatokhoz képest kevesebb és főként kisebb kapacitású kábelből áll. Részben azért, mert Nyugat-Európa és Ázsia között esetenként politikailag labilis régiókbeli bel- és melléktengereken keresztül zerguzos vonalvezetéssel olyan hosszúságú kábelekre van szükség, amelyek megtérülése lassú, gazdaságosságuk problematikus, részben pedig a nyelvi-kulturális különbségek korlátozzák e viszonylatban a földrészek közti kommunikációt.

1999-ben a 10 Gbit/sec kapacitású tengeri kábelrendszerek még csupán a globális gazdaság erőközpontjai (Észak-Amerika és Európa, Európa és Dél-/Délkelet-Ázsia/Ausztrália, valamint Észak-Amerika és a Távol-Kelet/Délkelet-Ázsia) között léteztek. Három év múlva, 2002-ben már nemcsak az előbbi viszonylatokban nőtt meg többszörösére a kapacitásuk, hanem új viszonylatokban is nagy számban és tekintélyes kapacitással megjelentek a tengeri kábelek.

A 10 Gbit/sec teljesítményt 2002-re már meghaladta az Afrika és Dél-/Délkelet-Ázsia, továbbá Ausztrália-Ázsia, Új-Zéland-Észak-Amerika – korábban csak néhány Gbit/sec teljesítményű összeköttetés is.

A legelmaradottabb világrész, Afrika körüli keret részben a 32 ezer kilométer hosszú Africa ONE, részben a 26 ezer km hosszú SAT3/WASC/SAFE alkotja. Az utóbbi tíz, afrikai parti országot köt össze Európával, valamint Dél-(kelet)Ázsiával, részét alkotva a világot átfogó tengeralti kábelrendszernek.

Jó néhány afrikai ország számára ezen keresztül nyílik igazán lehetőség az egész Földre kiterjedő információs szupersztrádához való csatlakozásra. Dél-Afrikának azért is életbevágóan fontos a SAT3, mert eddig még a szomszédos országokkal is csak „kerülőúton”, Európán vagy az Egyesült Államokon keresztül tudott műholdas távközlési kapcsolatot létesíteni. Az új lehetőséggel véget ér az ország kiszolgáltatottsága az Afrikán kívüli idegen, eddig monopolhelyzetet élvező távközlési kapcsolóhelyek felé.

A korábbiakkal szemben sokszor nagyobb sávszélességű interkontinentális átvitelek kiépítését az újfajta távközlési igények indokolták, és az új technológiák (pl. DWDM) tették lehetővé, az ezredfordulón azonban már a globális cégeknek is szembesülnie kellett a kábelkapacitás felesleg gondjaival [22].

4. A tér-idő „összeomlás” struktúrái

Közhely ma már az a megállapítás, hogy a fénysebességgel működő modern infokommunikációs technológiák széles körű használatával az információs társadalomban „összeomlik” a tér és az idő [2,14]. Mások a „távolság haláláról” beszélnek [7], vagy a tér és az idő konvergenciájáról [8].

Árnyaltabban kell fogalmaznunk azonban, ha e jelenséget mélyebben elemezzük. Kiderülhet például, hogy a tér-idő degradálódása a távközlési (átviteli) eszközök műszaki rendszertulajdonságai folytán a Földön irányoktól függően megy végbe. Csak a műholdas rendszerek alkalmasak arra, hogy földrésznyi területeket besugározzanak. Az ezekhez képest nyertesnek mutakozó fénykábel rendszerek területi mintái viszont lineárisak. Az óceánokon műholdon és újabban fénykábelben áthozott információt rövidhullámú rádió közvetítők segítségével kétdimenziós cellás sejt-hálózattá alakító GSM mobiltelefon rendszerek 2002-ben csupán a szárazföldek 14%-át fedték le szolgáltatásaikkal.

A nemzeti hálózatok fejlődésének különösen kezdeti szakaszában mutatkozik meg igazán, hogy mennyire meghatározóak az az üzletileg preferált irányok és helyek (gyakran autópályák melletti, nagyvárosi térség közeli) a kiszolgált pontok térbeli elrendeződésében.

Miközben a távközlés általi térlegyőzés következtében a földrajzi távolság szinte tökéletesen detronizálódott, a gazdasági távolság a politikai/gazdasági kapcsolatok által erősen befolyásolt, rendkívül erősen differenciáló szolgáltatástárifa következtében sajátosan alakul, drasztikus különbségeket teremtve az elérhetőség anyagi feltételeiben. Például egy vezetékes, 3 perces telefonbeszélgetés ára az USA-ból Nagy-Britanniába mindössze 0,25 USD, de még Japánba, Ausztráliába és Nyugat-Európába is csupán 0,50 USD, ugyanakkor Délkelet-Európába már 1,00, Kínába pedig 1,50 USD – TeleGeography, 2001).

2. táblázat Az interkontinentális tengeralti távközlési kábelrendszerek kapacitásának (Gbit/s) növekedése 1995-től
(Forrás: TeleGeography 2001. p. 9)

Inter-kontinentális viszonylat	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002*	Index 2002/1995 1995=100,0
USA–Európa	23	23	23	83	178	2.157	4.917	6.822	29.662
USA–Latin Amerika	4,3	10,6	10,6	10,6	15	275	1.595	4.165	96.874
USA–Ázsia	4,1	4,1	14,1	14,1	104	344	384	1.224	29.856
Európa–Ázsia	1,1	1,1	11,1	11,1	31	31	71	171	15.554
Összesen:	32,5	38,8	58,8	118,8	329	2.808	6.968	12.383	38.102

Sor-rend	Viszonylatok	Külke-reske-delem USD értéke alapján %	Kommunikációs alágazatok					
			Közlekedés		Táv közlés			
			tengeri áruszállítás tonna mennyiség alapján, %	menetrendszerű légi közlekedés, utaskok száma alapján, %	tengeralatti fénykábelek tel- jesítménye Gbit/s alapján %	távbeszélő forgalom millió perc alapján %	internet forgalom Mbit/s alapján %	a százalékos arányok átlaga %
1.	Európa–Észak-Amerika	18,5	34,4	32,1	45,7	31,8	73,5	39,4
2.	Észak-Amerika–Ázsia/Óceánia	25,8	6,2	15,4	19,1	25,1	18,9	18,4
3.	Észak-Amerika–Latin-Amerika	15,1	9,3	19,7	24,0	26,9	6,5	16,9
4.	Európa–Ázsia/Óceánia	23,9	21,3	17,9	4,3	7,5	0,6	12,6
5.	Európa–Latin-Amerika	4,0	13,2	3,0	5,7	2,0	0,0	4,7
6.	Európa–Afrika	5,6	7,5	7,0	0,6	4,2	0,2	4,2
7.	Ázsia–Óceánia–Afrika	2,3	2,6	1,2	0,2	1,6	0,0	1,3
8.	Észak-Amerika–Afrika	1,5	3,1	2,3	0,0	0,3	0,3	1,3
9.	Ázsia–Latin-Amerika	2,8	1,1	0,8	0,4	0,3	0,0	0,9
10.	Afrika–Latin-Amerika	0,4	1,3	0,6	0,0	0,3	0,0	0,4
Összesen:		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

3. táblázat A világrészek közötti kapcsolat intenzitása a külkereskedelem és a kommunikációs alágazatok szerint 2000-ben
(Nemzetközi és nagyvállalati statisztikai kiadványok alapadataiból számította és szerkesztette a szerző)

A modern távközlés által képzett, a közlekedési térhez képest másként strukturálódó kibertér további jellegzetessége, hogy „nem tiszteli” az egyenest (mint geometriailag a rövidségénél fogva racionális irányt [6].

Az idő funkcionális szerepe nem zavaró mindaddig, amíg a körbefutási idő 200 msec alatt marad. Így ha feltételezzük, hogy két pont között a maximális távolság kisebb mint 20.000 km, a körbefutási idő 120 msec, azaz elfogadható, 40.000 km mellett viszont már zavaró lehet.

E tulajdonság ad lehetőséget arra, hogy például a Nyugat-Európa–Távol-Kelet közötti távközlési szolgáltatások gyakrabban veszik igénybe az Észak-Amerikán át vezető (az Atlanti- és a Csendes-óceánt is legyőző, de még mindig csak 20.000 km hosszú), ám megfelelő átviteli kapacitással rendelkező utat, mint a rövidebb, de kis kapacitású közvetlent (az Indiai-óceánon keresztül).

5. Polarizáció

Egy-két évtizeddel ezelőtt úgy tekintettünk a megjelenő és terjedő info-kommunikációs technológiákra, mint a területfejlesztés új, a fejlettségbeli kiegyenlítődést, illetve a decentralizációt lehetővé tevő új eszközre [4]. Az azóta végbemenő folyamatok cáfolni látszanak az egykori feltételezést.

Gazdasági oka van annak, hogy eddig a globalizáció nemcsak a gazdasági folyamatokban, a tőke és más termelési tényezők allokációjában, általános fejlettségi szintben, életszínvonalban, hanem a kommunikációs szolgáltatások terén is erős területi különbségek kialakulásához, polarizációhoz vezetett. A polarizáció több vonatkozásban tettenérhető:

- régiókon belül a városok és a vidék között,
- a központi fejlett és a periférikus, elmaradott régiók közötti színvonalkülönbségek elmélyülésében,

– az egyes kontinensek közötti távközlési kapcsolatok intenzitásában.

A vidéki térségek fejlődésével kapcsolatos várakozásokkal szemben a távolságot legyőzni képes technológiák a központi, fejlett régiókban összpontosítják a legnagyobb hozzáadott értéket képviselő „intelligens” gazdasági (pl. informatikai ipari és szolgáltatási) tevékenységeket is. A klasszikusok helyébe lépő új komparatív előnyök differenciáló hatására a verseny során csak korlátozott számú régió válik képessé arra, hogy „megfelelő döntéshozó és tudáscsomópont lehessen a technológia alapú hálózatban” [13]. Európában az info-kommunikációs szektor jelentősebb hardver és szoftver cégeinek 85%-a nagy- és középvárosokban rendezte be központját és a technológiai szempontból kulcsfontosságú üzemét.

A polarizáció a legnagyobb dimenziókban a földrészek közötti kommunikációs közlekedési/távközlési kapcsolatok méretében, intenzitásában és alágazati szerkezetében nyilvánul meg. A világ légi, távbeszélő és Internet forgalmának közel 40%-os részarányával az Európa és Észak-Amerika közötti északatlanti viszonylat vezet (3. táblázat).

- Annak ellenére, hogy a világ gazdaság két hagyományos erőközpontja közötti relációról van szó, részesedése a világ külkereskedelmi forgalmából jóval kisebb, tehát a legszorosabb szimbiózisban élő két földrész rendkívül intenzív kommunikációs kapcsolatában a rokon/magánéleti személyes kötődések és a tágabb értelemben vett kultúra szerepe túlreprezentált a szűkebb értelemben vett anyagi forgalommal szemben.
- A második helyen álló Észak-Amerika–Ázsia/Óceánia kapcsolat intenzitásában csak valamivel több mint a fele az északi transzatlantinak és szerkezetében attól gyökeresen különbözik az internet és a légi forgalom gyengése miatt. Ellenben a kül-

kereskedelmi forgalmi hányad nemcsak magasabb a kommunikációsnál, de egyben világelső is, mert Ázsia a világ ipari műhelyévé válik, viszont a Csendes-óceán egymástól erősen különböző etnikai nyelvi csoportokat és kultúrköröket választ el.

- Az Európa és Ázsia közötti kapcsolatok jellegének hasonló az oka: a külkereskedelem itt is (sőt nagyobb mértékben) felülmúlja a személyes kapcsolatokat.

A világgazdaság három erőközpontja közöttiekhez képest – a két Amerika közötti kivételtől eltekintve – nagyságrenddel kisebb intenzitású a valamelyik erőközpont és egy elmaradott, leszakadt világrész közötti, méginkább az elmaradott világrészek közötti forgalom [5]. Bármelyik szinten vizsgálódjunk is, arra következtethetünk, hogy a korábbi feltételezésekkel szemben a kommunikációt is befolyásoló globalizációs folyamatok mindmáig nem változtatták meg a centrum–periféria viszonyt.

Vitathatatlan, hogy a polarizáció a legszembetűnőbb módon a nagyváros állomány szélsőséges módon végbemenő funkcionális differenciálódásában nyilvánul meg. A Föld mintegy 420 egymillió főnél népesebb településének túlnyomó része az urbanizáció harmadik világbeli, nagytársági funkciók nélküli „fogytékos gyermeke”, a nyomor, az éhség elől beköltözők óriásfalvai. Ezzel szemben a transznacionális gigatársaságok, kiemelkedő nemzetközi szerepkörű és gazdasági, sőt politikai hatalmat is megtestesítő pénzintézetek döntő többsége három globális városban (London, New York, Tokió) összpontosul [18]. A „Triász” kivételesen erős interakciói ma már nem csupán a légi forgalom méreté-

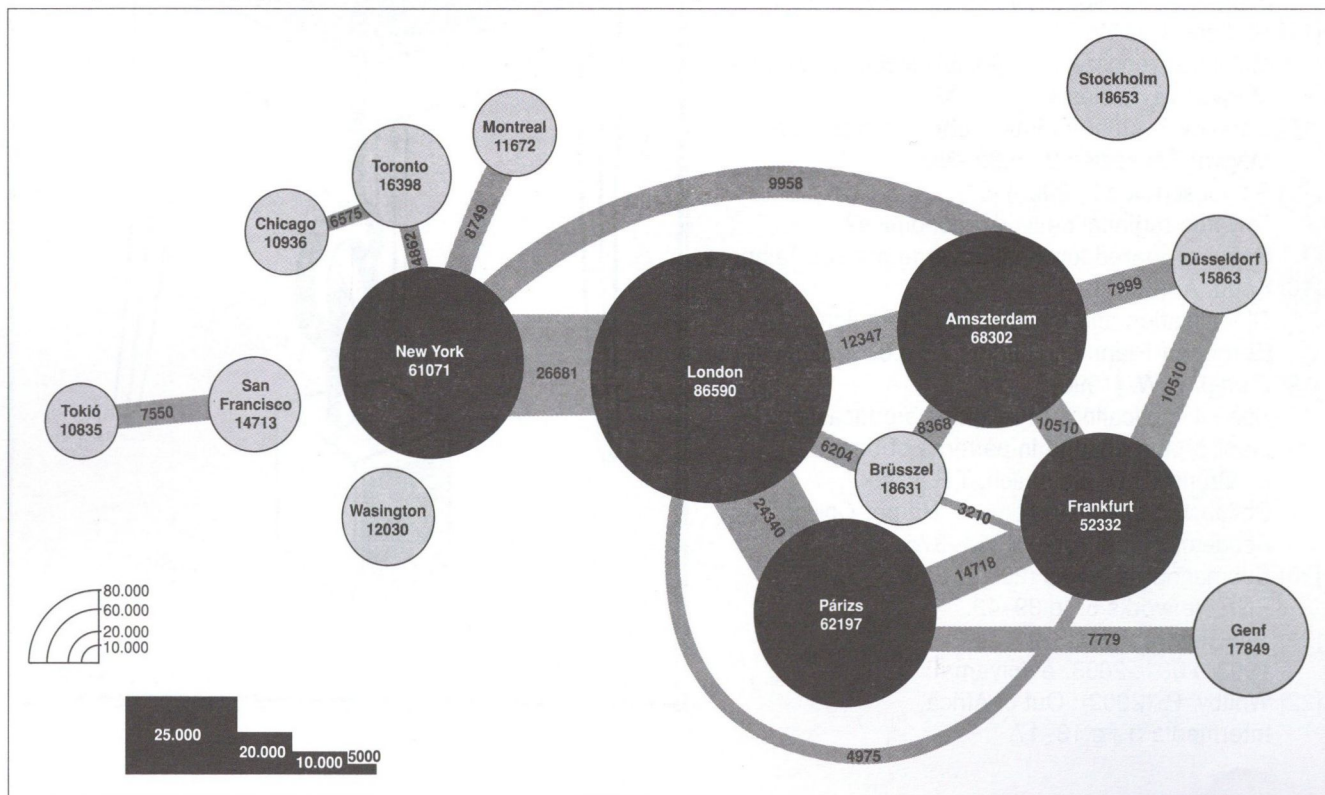
ben, hanem a globális távközlési (pl. Internet-hub szerepkörben is kifejezésre jutnak (2. ábra).

Nem valószínű, hogy belátható időn belül a globális gazdaság térszerkezete a globális „irányító pult” szerepet játszó megavárosok körének számos taggal való bővüléséhez elegendő mértékben átalakulna. Nem kizárt persze, hogy a földrajzi helyzetnek e vonatkozásban sem lesz igazán jelentősége a gazdasági erő és a kommunikáció újrendeződésében.

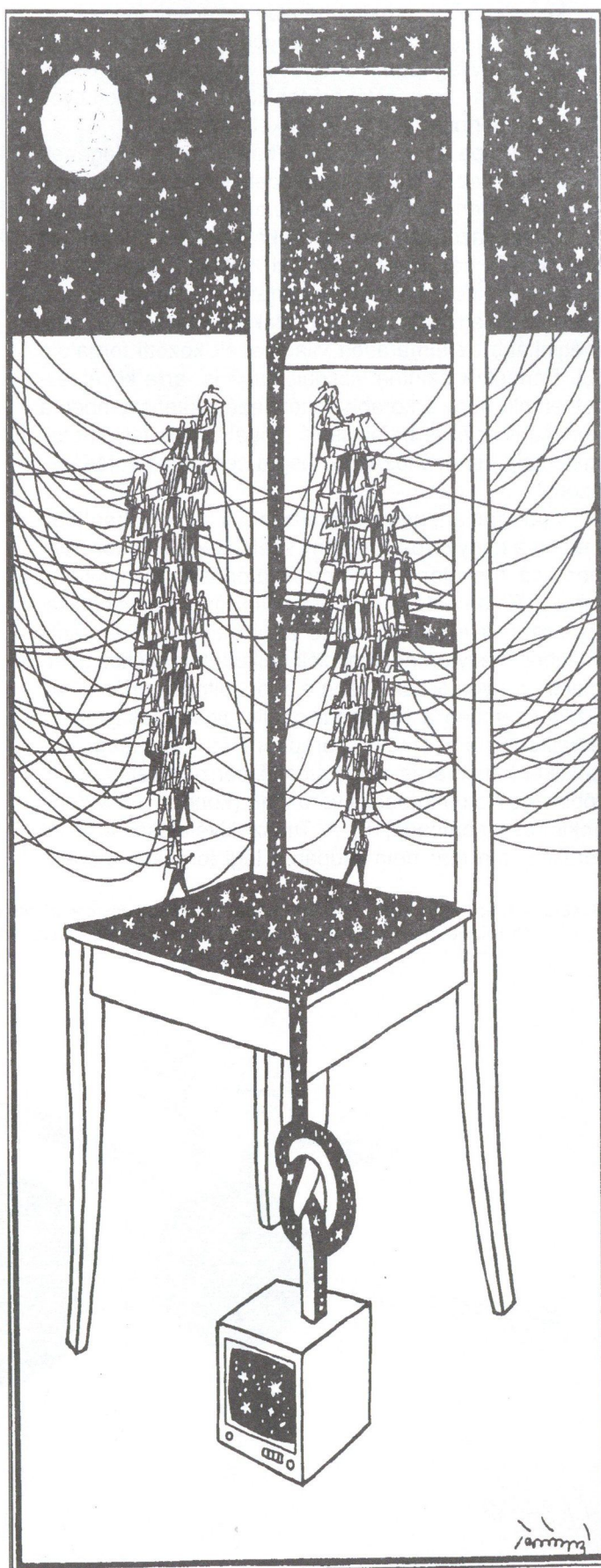
Irodalom

- [1] Bernek Á. (2000):
A globális világ új gazdaságföldrajza.
Tér és Társadalom 4., p.84–97.
- [2] Brunn, S.D.–Leinbach, T.R. (szerk.) (1990):
Collapsing space and time. Geographic aspects of communications and information.
Harper Collins Academic, New York.
- [3] Commings, J.M. (1985):
Satellite versus fiber optic cables.
In: Wedemeyer, D.J. [szerk.]:
Pacific Telecommunications Conference Proceedings,
Honolulu, p.422–426.
- [4] Erdősi F. (1992): Telematika.
Távközlési Kiadó, Budapest.
- [5] Erdősi F. (2003/a):
A világ légi közlekedésének főbb tendenciái.
Közlekedéstudományi Szemle,
I. rész, 2.szám, p.54–59; II. rész 3.szám, p.86–101.

2. ábra A világ legnagyobb (>10.000 Mbps) forgalmú nemzetközi internet hubjainak legintenzívebb (>4.800 Mbps) kapcsolata 2000-ben (A TeleGeography 2001. évi adataiból szerkesztette a szerző)



- [6] Erdősi F. (2003/b): A kommunikáció globalizációja. „Mandulavirágzás” Tudományos Konferencia (Globalizáció–Kommunikáció–Környezet téma), Pécs, március 5. Pécsi Tudományegyetem, Pécs.
- [7] Forström, A.–Lorentzon, S. (1990): Global development of communication: a frame for the pattern of localization in a small industrialized country. (4. fejezet) IN. Brunn, S.D.–Leinbach, T.R. (1990). p.82–107.
- [8] Kellerman, A. (1993): Telecommunications and Geography Belhaven Press, London–New York.
- [9] Koski, H.–Rouvinen, P.–Ylä-Antilla, P. (2001): ICT clusters in Europe: The great central banana and small Nordic potato. UNU/wider Discussion Paper No. 5.
- [10] Lewis, N.D.–Makaida, L.D. (1990): Telecommunications in the Pacific region: The PEACESAT experiment – In: Brunn, S.D.–Leinbach T.R. [szerk.]: Collapsing space and time. Harper Collins Academic, New York, p.232–249.
- [11] Magay, A. (1965): Hírközlés földrészek között. Táncsics, Budapest.
- [12] Over-capacity (2002): Bad for your health? PNE Networks, March. p.16–18.
- [13] Rechnitzer J. (2003): Az információs társadalom térformáló szerepe. e-Világ (Az információs társadalom folyóirata) 2., p.16–21.
- [14] Rodrigue, J.–P. (1999): Globalization and the synchronization of transport terminals. Journal of Transportation Geography 7., p.255–261.
- [15] Sárkány T. (1999): Műholdas rendszerek a globális mobil távközlésben. Magyar Távközlés 4., p.41–48.
- [16] Sárkány T. (2000): Mobil műholdas rendszerek. Magyar Távközlés 2., p.32–35.
- [17] Schienschok, G. (2000): Towards regional network economies? Paper prepared for the Converge project. Tampere.
- [18] Scott, A. (2001): Globalization and the Rise of City-regions. European Planning Studies 7., p.813–826.
- [19] Stump, R.W. (1990): Spatial implications of religious broadcasting: stability and change in patterns of belief. In: Brunn, S.D.–Leinbach, T.R.[szerk.]: Collapsing space and time. – Harper Colling Academic, New York, p.354–375.
- [20] Submarine networks (2000): Sink or Swim? PNE Networks 6., p.39–42.
- [21] TeleGeography (USA) 1993; 2001; 2003. évfolyamai.
- [22] Whitby, P. (2002): Out of Africa Intermedia 3., p.13–17.



Az oktatás és az informatika kölcsönhatása

HORVÁTH LÁSZLÓ

Puskás Tivadar Távközlési Technikum
lacibacsi@puskas.hu

A közel 100 éves Gyáli úti alma-mater, amely éppen az idén ünnepli névfelvételének 50. évfordulóját, 1994 nyarán került vissza az alapító (Posta) Matáv fenntartásába. A közel egy évtized elegendő volt ahhoz, hogy a hajdan nagy hírű Technikum ismét a magyar közép-fokú köz- és szakoktatás élvonalába küzdje fel magát. Ma már nem lehet szakmai, vagy közismereti, de novellaíró, szépkiejtési, helyesírási országos döntőt sem úgy elképzelni, hogy ne szerepelne benne Puskás diák. Ma már minden egyes Gyáli úton végzett diák rendelkezik azokkal a kompetenciákkal, melyek alkalmassá teszik a teljes, élethosszig tartó tanulásra, s amelyek birtokában várhatóan képesek lesznek önmaguk és családjuk megfelelő szintű fenntartására egész életük folyamán. Melyek ezek a kompetenciák?

A múlt kötelez! (De mire is?)

A Gyáli úti szakképzés 1906-ban indult el. Kolozsváry Endre 6 hónapos műszerész-átképző tanfolyamokat indított el. A tanulók „a villamosság és a delejesesség elméletét, valamint távbeszélő vonalak építését, mérésének gyakorlatát tanulták meg. Képesek voltak készülékek felszerelésére és kisebb hibák javítására.” Akkor ezekre a kompetenciákra volt szükség.

Az 1912-1950 között működő Posta Műszaki Tanonciskolában a fentiek mellé megjelentek az elektromechanikus telefonközpontok, az erősítőállomások, 1925 után pedig a rádióadók. Ezek építése, üzemeltetése, kisebb hibáinak javítása volt egy postaműszerész feladata. Ehhez szerelni, esztergálni, forrasztani és mérni kellett kiválóan bárhol, bármilyen körülmények között. A találmányosság, a probléma azonnali megoldásának képessége volt a kritérium. A kéziszerszámok virtuóz kezelése, az ónszag szeretete, az „egyedül a puszta közepén is képes vagyok mindenre” tudat magas szintje volt a fő kompetencia.

Nem sokat változott a kép a Távközlési Technikumban sem egészen 1990-ig az embargó megszűnéséig. Persze csövek helyett már tranzistorokat kellett mérni. Az áram és feszültség mellett megjelent a frekvencia és az idő is, mint mérendő, beállítandó mennyiség... De alapvetően minden elektromechanikus maradt. Fizikailag független állomásokon, erősítőkből, központokban több-kevesebb szakember önállóan dolgozott, és azon objektumokat összekötő távközlési csatornák üzeméért felelt.

Az eszközök, a berendezések egyre korszerűbbek, egyre bonyolultabbak és egyre megbízhatóbbak lettek. 5-10 évente sok minden elavult. Ilyenkor újra iskolapadba kellett ülni, ami néhány „öregnek” gondot is okozhatott, de alapvetően a technikai kompetenciák változatlanok maradtak. Hibakeresés, mérés, forrasztás, beállítás. (ARF102-es adat: 57fő/10000 fővonal a munkaerőigénye.)

...És akkor ledőlt a Berliini Fal!

A rendszerváltozás nemcsak a politikai intézményrendszert alakította át alapjaiban, hanem a gazdaságban és az oktatásban is döntő fordulat mutatkozott. Megjelent Magyarországon az a technika, amely korábban embargós volt. Minden, de minden digitális lett, és mindenhol megjelent a szoftver. A legszentebb akusztika sem akar már versenyezni a 96 dB-es CD-vel! Már nincs hely a rádióhullámok sugárzására, már a „spektrumok szórásáról” beszélünk. Az utolsó mutatós műszer talán a karóra, mert megszoktuk. A forrasztás az ékszerészek feladata lett, ha elszakad az arany nyaklanc, és mérni a berendezés súlyát kell, nehogy leszakadjon a fődém. (A hőmérsékletet a klíma automatikusan állítja be!)

Mit kell akkor most tudni, és mit kell 20-30 év múlva ezen „digitális borzalmak” megfékezésére egy technikusnak?

Kell tudni:

- szöveget szerkeszteni, rajzot készíteni számítógéppel;
- táblázatot kezelni, azokban összefüggéseket megtalálni;
- távoli és helyi adatbázisoknak jó kérdéseket feltenni és a válaszokat értelmezni;
- elektronikus levelezést folytatni;
- újságcikk helyett/mellett weboldalt készíteni és napra/percre pontosan frissíteni;
- műsort, helyszíni közvetítést készíteni a hálózatra (Ma egy korszerű stúdió – legyen az rádió vagy TV – egy lokális hálózat egy, inkább több szerverrel!);
- manapság az előadónak nincs krétája, már nincs fóliája, a laptopjáról színes, mozgó, zenés ábrákat, filmbetéteket varázsol elő, melyeket a technikusai készítenek el...

Az elévülési idő (Vagyis amikor kell újat tanulni!) hónapokban, néhol napokban mérhető! Kinyomtatni nincs lehetőség: először is nincs annyi papír (illetve erdő!), másodszor nem lehetne az éppen szükséges információt időre megtalálni.

Leszögezhetjük:

MINDEN INFORMÁCIÓSZERZÉS ALAPJA – kellő kontrollal és szelekcióval – AZ INTERNET!

Az Internet nyelve az angol. A felhasználói szintű, szakmai angol nyelvtudás nélkül a hálózaton, de a távközlési szakmában sem lehet eredményesen boldogulni.

A kihívásokat többé-kevésbé felsoroltuk, most következnek a Gyáli úti alma mater jelenlegi válaszai:

A Puskás Technikum küldetésnyilatkozata

Minden diáknak stabil informatikai és kommunikációs, angol nyelvi alapokkal kell rendelkeznie, természetesen a közismereti tudás mellett. Ezért,

- a 10. év végére mindenkinek ECDL bizonyítványt kell szereznie, ehhez két éven át heti négy óra informatika gyakorlati labor áll rendelkezésére a tantervben, az Iskola akkreditált ECDL vizsgaközpont!
- Az érettségig mindenkinek valamilyen, lehetőleg középfokú Pitman angol nyelvvizsgát kell tennie. (Ez egy egynyelvű, a kommunikációt hangsúlyozó nemzetközi nyelvvizsa.) Ehhez négy évig átlagosan minden nap van csoportbontott angol óra, és az Iskola akkreditált Pitman nyelvvizsgaközpont.
- Az érettségi után, a technikus évi belépésének feltétele egy középfokú „szoftver-üzemeltetői” vizsga letétele. Ehhez igazodnak a 11-12. évfolyam informatikai órai, valamint a 12. év utáni termelési gyakorlat.
- A technikus évi mindenki nívó-csoportbontva szakmai angolt tanul az Iskola saját nyelvkönyvéből.

A fenti előkészítés jelenleg elegendő ahhoz, hogy a távközlési technikus szakma szaktárgyai megfelelő szinten elsajátíthatók legyenek az 50-70 kiválasztott tanulóknak.

Mindezek mellett a diákoknak el kell sajátítaniuk az értelmiségi lét megéléséhez szükséges kompetenciákat is, úgy mint:

- a sport, a mindennapos mozgás, az egészséges életmód igényét. (Az Iskolában 12 szakosztály működik, a teljesen amatőrtől az 1. osztályú versenyzőig.);
- a humán kultúra, a zene ismeretét és szeretetét;
- a részvétel tanulmányutakon, konferenciákon, vagy csak egyszerű kulturális utazásokon (keleten is és nyugaton is);
- az eredményes versenyzést tanulmányi versenyeken – regionális és országos szinten – (tanulóink egyharmada indul országos versenyeken és évente 20-25 érmes helyezést hozunk el);
- kapcsolatok kiépítésének és fenntartásának képességét a pedagógusok példamutatása alapján az iskolákkal, az iparral és az EU-val (Nyolc kárpát-medencei testvériskola, EurEta központ, osztrák, német, svájci, lett kapcsolatok);

- a szolidaritás kézzelfogható gyakorlása (Az Iskola alapító tagja az Arany János Tehetséggondozó Programnak, ahol ötezer főnél kisebb lélekszámú települések tehetséges diákjai zárkoznak fel);
- a múlt megbecsülését (Az Iskolában működik a Rádiógyűjtők Klubja, a Számítógépgyűjtők Egyesülete, kiállítások, börsék, tanácskozások akár hente is);
- részvételt a (szakmai) közéletben (Az Iskolában Diákönkormányzat, Diáksportkör, Rádióamatőr Klub működik. Saját diákújságja, weblapja, webrádiója van. Utóbbit még ez év őszén az éterbe is ki fogjuk sugározni!);

Zárszóként:

A határ a csillagos ég, hiszen az OSCAR-40 műholdon egyik tanárunk műszerét a Gyáli úti laborból szoktuk volt „leolvasni”. De nincs megállás, élethosszig kell tanulni!

A Puskás Technikum törekvéseit szimbolizálják az intézményben található szobrok is. Puskás Tivadar, a névadó feltaláló szobrát Borbás Attila készítette és 1993-ban, a telefonhírmondó szabadalmaztatásának évfordulóján avattuk fel. Békesy György Nobel-díjas postamérnök, a magyar akusztika atyjának szobrát Szathmáry Gyöngyi készítette és 1999-ben, a tudós születésének 100. évfordulóján adtuk át. A szintén Szathmáry Gyöngyi által megformázott Magyarai Ende (a magyar rádiózás atyja, a tanonciskola tanára) szobor 2000-ben lett az udvaron felállítva, Bandi bácsi századik születésnapján. Gróf Klebelsberg Kuno vallás- és közoktatási miniszter, aki a legtöbbet tette a 20. században a magyar köz- és felsőoktatásért, szintén szobrot kapott 2001-ben, alkotója Jecza Péter temesvári művész.

De nincs megállás! 2003-ban szeptember 19-én, a Neumann-centenárium évében, a legnagyobb magyar számítástechnikus szobrát avatjuk, aki mellesleg a fizikában, a matematikában, a meteorológiában és a játékelméletben is maradandót alkotott. A különleges kompozíciót, „házi szobrászunk” Szathmáry Gyöngyi álmodta mészköbe és bronzba.

A szobrok világos célokat szolgálnak! A vezetőes és vezetőknélküli távközlés integrációját (Puskás-Magyarai). A tudományos alaposság és nemzetközi megmérettetés igényét (Békesy). A közélet, a közoktatás és szakképzés összefonódását (Klebelsberg). Az új infokommunikációs Neumann-galaxis, a harmadik évezred kihívásának választát.

Postamúzeum: Az Év Múzeuma 2002.

A Nemzeti Kulturális Örökség Minisztériuma pályázatot hirdetett a múzeumok számára, melyen valamennyi múzeum indulhatott. A pályázók számos szempontot állítottak össze, melyek a múzeumok tevékenységét, szerepüket a kulturális örökség megszerzésében és a szakmai munka színvonalát tartalmazták. A Postai és Távközlési Múzeumi Alapítvány kezelésében működő Postamúzeum 2002. évi munkája alapján elnyerte ezt a magas kitüntetést. Az eredményhirdetés 2003. május 17-én volt a Múzeumkertben, a Múzeum Világnap alkalmából.

Kovács Gergelyné, a Múzeum igazgatója, ott átvette a táblát, majd azokról kicsinyített másolatokat készíttetett, hogy a Telefónia Múzeum, a Rádió és TV Múzeum, valamint hogy valamennyi vidéki múzeum kapujára kitehessék a táblát. Az Andrásy úti Múzeum kapujára augusztus 28-án délből szögezték fel ezt az elismerést jelentő rézlapot. Ugyanitt vették át a Postamúzeumhoz tartozó többi vezetők a tábla másolatait.

Az ünnepélyes felavatáson a postai és távközlési közélet számos személyisége és a Múzeum barátainak széles köre jelent meg. Az avató beszédet Kovács Kálmán informatikai és hírközlési miniszter tartotta. Megemlékezett azokról a szakemberekről, postásokról és telefonműszeresekről egyaránt, akiknek munkájuk során életük is veszélyben lehet. Kiemelte azt a két postást, akit az elmúlt időben gyilkoltak meg a táskájukban vitt pénzért.

A jól sikerült ünnepi eseményen Geiger György gondoskodott a zenei örömről. Ezt követően a résztvevők megtekintették a Postamúzeumot. Ez alkalommal sokan találkoztak régi barátaikkal, és módjuk volt kötetlenül beszélgetni. Ez kiemelkedő értéke a Múzeum vezetésének, hogy a különböző területen dolgozók és a nyugdíjasok egy-egy ilyen alkalommal összejöhetnek.

Gratulálunk a Postai és Távközlési Múzeumi Alapítványnak és annak elnökének, Kúrucz Istvánnak, valamint a Postamúzeum rendkívül aktív igazgatójának, Kovács Gergelynének!



Kitüntetések, elismerések

Dr. Mádl Ferenc, a Magyar Köztársaság elnöke Államalapító Szent István nap ünnepe alkalmából Kovács Kálmán miniszter úr előterjesztésére kiemelkedően eredményes tevékenységük elismerésül

- *a Magyar Köztársasági Érdemrend Középkeresztje kitüntetésben részesítette*
Dr. Detrekői Ákos tanszékvezető egyetemi tanárt, a Budapesti Műszaki Egyetem rektorát, az MTA rendes tagját.
- *A Magyar Köztársasági Érdemrend Lovagkeresztje kitüntetésben részesítette*
Obádovics J. Gyula matematikust, a matematikai tudományok kandidátusát, nyugalmazott egyetemi tanárt.
- *A Magyar Köztársasági Arany Érdemkereszt kitüntetésben részesítette*
Dr. Lapsánszky Istvánt, a Köztársasági és Költségvetési Főosztály főosztályvezető-helyettesét több mint három évtizedes eredményes szakmai munkásságáért, az elmúlt évtizedben gazdasági, árszabályozási témakörben a közigazgatásban végzett kimagasló tevékenységéért.
- *A Magyar Köztársasági Ezüst Érdemkereszt kitüntetésben részesítette*
Juhász Lászlónét, a Külsőkapcsolatok Főosztály irodavezetőjét a diplomáciai testületekkel való minisztériumi kapcsolattartás, a magyarországi és nemzetközi rendezvények, konferenciák protokolltevékenysége érdekében kifejtett igényes, több évtizeden át kimagasló színvonalon végzett tevékenysége elismerésül.

Kovács Kálmán miniszter úr államalapító Szent István napja, augusztus 20-i nemzeti ünnep alkalmából

- *„Puskás Tivadar Díj a hírközlésért” szakmai díjat adományozott*
Polányi Sándornak, a VIVENDI Telecom Hungary volt vezérigazgatójának a magyar távközlés versenypiacáé alakítása, a legnagyobb vezetékes kihívó cégcsoport fejlesztése érdekében kifejtett magas színvonalú szakmai és vezetői munkájának elismerésül.
- *„Kozma László Díj”-at adományozott*
dr. Schמידeg Ivánnak, a Hírközlési Felügyelet elnöki tanácsadójának a hírközlés érdekében végzett kimagasló tevékenysége, szakmai életútja elismerésül.
- *„A Magyar Informatikáért” szakmai érmet adományozott*
dr. Kis-Tóth Lajosnak, az egri Eszterházy Főiskola rektorhelyettesének az információs társadalom EU modelljeinek hazai bemutatása, a határon túli magyar intézményekkel való informatikai együttműködés, valamint az intelligens városok kialakítása érdekében kifejtett tevékenysége elismerésül.
Lovász Károlynak, az örkényi Huszka Hermina Általános Iskola informatikai tanárának az általános iskola alsó és felső tagozatos tanulói körében a számítástechnikai és informatikai ismeretek eredményes oktatása, a tantárgy megszerettetése érdekében kifejtett, kimagaslóan eredményes pedagógiai munkája elismerésül.
- *„A Magyar Hírközlésért” szakmai érmet adományozott*
Borsicsné dr. Luter Máriának, a Jogi Főosztály főosztályvezetőjének a tárca jogszabályalkotása területén végzett kiemelkedő tevékenységéért.
Havas Györgynek, a Rádiótávközlési Főosztály tanácsadójának a magyar híradástechnikai ipar területén végzett négy és fél évtizedes műszaki és szervezői munkája, az URH rádióadók és rádiótelefon rendszerek fejlesztésében elért, nemzetközi viszonylatban is jelentős eredményei és sokoldalú híradástechnikai közigazgatási tevékenysége elismerésül.
- *„Miniszteri Elismerő Oklevél” elismerést adományozott*
Barna Krisztinának, a Parlamenti Titkárság főelőadójának lelkiismeretes, pontos, mintaértékű munkavégzése elismerésül.
Erdeiné Varga Teréziának, a Gazdasági Helyettes Államtitkár Titkársága főmunkatársának a gazdasági és költségvetési szakterület adminisztratív, nyilvántartási és koordinációs feladatainak körületekintő, pontos és lelkiismeretes végzéséért.
Fukker Gabriellának, az Információs Társadalom Stratégiai Államtitkár Titkársága osztályvezetőjének a Nemzeti Fejlesztési Terv célkitűzéseinek és az Információs Társadalom megvalósítását szolgáló feladatok összhangjának megteremtésére irányuló koordinációs és tervezési munkájáért.
Füzesséry Péternek, a Közgazdasági és Költségvetési Főosztály vezető főtanácsosának az IHM 2003. évi fejezeti kezelésű költségvetési előirányzatainak, beruházásainak tervezésében végzett kiemelkedő munkájáért, valamint a Közbeszerzési Bizottságban végzett lelkiismeretes és pontos munkájáért.
dr. Grad Jánosnak, a Hírközlési Felügyelet ügyintézőjének a magyar hírközlés szakterületén végzett több évtizedes, kimagaslóan eredményes szakmai munkássága elismerésül.
Halász Istvánnak, a Közigazgatási Államtitkár Titkársága vezető-főtanácsosának a közigazgatásban hosszú évtizedeken át végzett lelkiismeretes, kiemelkedő színvonalú szakmai munkája elismerésül.
Hartai Andrásnak, a Magyar Űrkutatási Iroda nyugállományú munkatársának a Magyar Űrkutatási Iroda téma-és egyéb pályázati rendszereinek mintaszerű, példamutató és lelkiismeretes szervezéséért, irányításáért és lebonyolításáért.
Miklósi Lászlónénak, a Távközlési Szabályozási Főosztály vezető-főtanácsosának a hírközlés szakterületén végzett kiemelkedő szakmai tevékenységéért.
Petrányiné Mátrai Ilonának, a Kommunikációs és Promóciós Iroda főelőadójának a szakterület eredményes tevékenysége érdekében, és a sajtó munkájában való értő közreműködéséért, munkabírásaért.
Pintér Csillának, a Humánpolitikai Főosztály tanácsosának a tárca humánpolitikai feladatai érdekében végzett lelkiismeretes munkájáért, magas szintű szakmai tudásáért.
Roskó Zoltánnak, a Külsőkapcsolatok Főosztály vezető-főtanácsosának a minisztériumi rendezvények, nemzetközi programok előkészítésében és lebonyolításában végzett tevékenységéért, az EU csatlakozás miatt megnövekedett jelentőségű külkapcsolati feladatok új kihívásainak magas szinten történő ellátásáért.

Gábor Dénes-díj 2003.

felterjesztési felhívás

A NOVOFER Alapítvány Kuratóriuma javaslatokat kér az évente átadásra kerülő belföldi GÁBOR DÉNES DÍJ-ra méltó, szakmailag ismert, kreatív, innovatív szellemű szakemberekre.

A jelölés szempontjai:

- kiemelkedő műszaki-szellemi tevékenységet folytatnak,
- jelentős szellemi alkotást hoztak létre,
- személyes közreműködésükkel nagyon jelentős mértékben járulnak hozzá intézményük innovációs tevékenységéhez,
- a környezet védelme területén kimagasló eredményt értek el.

A felterjesztés megkívánt tartalma:

I. Adatlap

- A jelölt neve (asszonyoknál leánykori nevet is), születési hely, év, hó, nap, pontos lakcím (irányító számmal) és telefon, munkahely neve, címe, telefonszáma, munkahelyi beosztása.
- A felterjesztő (jelölő) személy neve, beosztása, telefonszáma.
- A felterjesztő szervezet neve, címe.
- Az ajánlók neve, munkahelye, beosztása, levelezési címe, telefonja

II. Jelölés

- A felterjesztés (jelölés) indoklása, a felterjesztő aláírásával, (legfeljebb 3 db A4-es gépelt oldal terjedelemben)

Mellékletek

1. A jelölt szakmai képzettségének és munkásságának max. 2 oldal terjedelmű ismertetése
2. Az indoklásban hivatkozott alkotás(ok) és szakmai eredmények listája (jelentős találmányok, szabadalmak, egyéb jogi védeltséget élvező

teljesítmények, hazai és nemzetközi kutatási-fejlesztési projektek vagy nemzetközileg is idézett tanulmányok, cikkek)

3. Két, a jelölt szakmájában országosan elismert, tekintélyes szakembernek a jelölt kitüntetését támogató, max. 1-1 oldal terjedelmű ajánló levele.

Egyéb

- A felterjesztő (jelölő) személy részére megcímzett és felbélyegzett 2 db kisméretű válaszborték.

Az adatlapot, a jelölést és a mellékleteket tartalmazó felterjesztéseket összefűzve, a NOVOFER Alapítvány címére (1112 Budapest, Hegyalja út 86.) 1 eredeti és 2 másolati példányban kell megküldeni.

A hiányos javaslatokat a Kuratórium további érdemi vizsgálat nélkül elutasítja.

A CD-n vagy floppy lemezen is benyújtott felterjesztéseket a Kuratórium köszönettel veszi.

Az adatlap a www.novofer.hu Internet címről letölthető, vagy kérésre faxon továbbítjuk!

Beküldési vagy postára adási határidő:

2003. október 10.

Eredményhirdetés és díjátadás:
2003. december közepe

A postán beérkezett felterjesztések átvételéről a felterjesztők, az elbírálás eredményről a felterjesztők; a kitüntetést elnyerők esetén a felterjesztők, az ajánlók és a díjazottak közvetlen értesítést is kapnak.

További felvilágosítást ad:

Kosztolányi Tamás titkár

Fax: 319-8916, Telefon: 319-8913/21

e-mail: alapitvany@novofer.hu

Garay Tóth János, a Kuratórium elnöke

Hírek

Megújította elektronikus levelezőrendszerét az **Axelero Internet**. A változás legfőbb célja a teljesítmény és a megbízhatóság javítása, valamint egy folyamatosan és egységesen fejleszthető e-mail rendszer létrehozása. Az Axelero ügyfeleinél az új rendszerre történő átállás nem igényli a beállítások módosítását, így folyamatosan működhet tovább a levelezés. Az új levelezőrendszer használata csak a webmail megjelenésében tér el az eddigitől, amelyet a vállalati felhasználók továbbra is az Axelero Honlapcenteren (honlapcenter.axelero.hu) keresztül, a lakossági felhasználók pedig változatlanul az Axelero Klubbon (klub.axelero.hu) keresztül érhetnek el. Az új levelezőrendszer bevezetése lehetőséget teremt arra, hogy az Axelero ügyfeleit az e-mailben érkező vírusok jelentős részétől megvédje. Ennek érdekében bevezetnek egy automatikus vírusszűrő rendszert, amely minden beérkező levelet megvizsgál a folyamatosan frissülő vírusadatbázis alapján. Amennyiben a szoftver vírusosnak találja a levelet, a címzett már a vírustól megtisztított levelet kapja meg, de a levél tartalmaz egy figyelmeztető szöveget is, hogy az eredeti levél fertőzött volt. A hatékonyság és az adatbiztonság érdekében azonban a felhasználóknak továbbra is érdemes folyamatosan frissíteni saját vírusszűrő rendszerüket is.

A NATURAL SYNERGY

Joining the Neumann centennial events our periodical tries to highlight the universality of John von Neumann. Our effort is justified by the fact that 20th century was the era of specialized people. In former centuries the emergence of open-minded and wide-ranging scientists was not so rare phenomenon. It may sound exaggeration but the impact of von Neumann's researches is more far-reaching than suggested by his achievements in computer technology. Where professionals in telecommunications and economics learn to apply the views of von Neumann, the interaction of different disciplines amplifies has a positive effect on the whole scope of the field.

STRATEGY OF A PLAYER

John von Neumann was dealing with several problems in the applied mathematics and economics. His game theory models along border lines of economics, mathematics and management can be well used in making strategic decisions. In the economy, or more specifically in telecommunications and information technology, there are many scenarios which can be described and analyzed by means of game theory. On the other hand, this theory has its limitations as well.

PROFIT OPTIMIZATION USING RISK ANALYSIS AND GAME THEORY

This article gives a short overview of the business risk analysis which can be used for the identification of risks to be faced in competitive market environment and which can be associated with a game theory based modeling. The paper includes also a case study to illustrate how the result of the risk analysis of the first-cost development of a product can be inserted into the game theory model describing the anticipated behavior of a rival telecommunications company.

A NEW COMMUNICATIONS ERA

It is nearly 60 years ago that the mathematical theory of communications – C. E. Shannon – and the prevailing formal theorem of computers, the so called Neumann-theorem, started their way. This 60 years with an increasing speed of development have opened up a new communications era in the history of mankind which is characterized by the information technology revolution and the emerging knowledge-based information society.

THE ROLE OF INFORMATION TECHNOLOGY IN RAILWAY TRAFFIC MANAGEMENT

The development of info-communications technologies has had considerable impact on railway traffic management making increasingly possible the isolated directing regions to be integrated into a network. Information circulating between station traffic management sites facilitate not only the efficient and secure provision of train movements but also the smooth management of any necessary modifications. This paper introduces the development phases of traffic management with special emphasis on their information technology support.

MICROELECTRONICS AND COMPUTERS

One of the determinant events of the 20th century was the emergence and wide-spread use of computers. This technology, with converging communications and emerging media, has really become part of our daily production and entertainment processes. Just as most technological innovations, computers were developed on military order. This is true not only for the computer itself but also for the whole electronic component base behind it. These components were designed according to the special needs of computer technology and manufactured in large series. This article examines how the increasingly important software influences demand for components, especially for microelectronic component, both at quantitative and qualitative level.

THE TECHNICAL MOTHER LANGUAGE

In the early 50s – five years after the end of World War II – Hungary was in the fever of reconstruction. The main objective was re-starting and boosting industrial production which required engineers. Devastation of war did not avoid the Budapest Technical University – pieces of mortar, broken glass elements were everywhere, in auditorium an abandoned anti-aircraft gun sorrowed. Education, however, was on...

SATELLITE OR OPTICAL CABLE NETWORKS

From among high-tech branches of our time it is info-communications that is showing the most spectacular development (outpacing even biotechnology, pharmaceutical chemistry, genetic engineering and nuclear physics). Similarly, info-communications is the industry which can be enjoyed by most people of the world. During recent decades the spread of information technology at regional, international and world level has created advanced opportunities, on the other hand, intercontinental broadcasting then telecommunications emerged at an unprecedented speed and they are now considered as perhaps the most efficient tool of globalization.

INTERACTION BETWEEN EDUCATION AND INFORMATION TECHNOLOGY

It was in summer 1994 that the nearly 100-year old alma-mater in Gyáli Street, Budapest, was re-obtained by the founding Hungarian Post Office, or more precisely, by Matáv, its successor. During this decade the famous technical school shoved forward again to the forefront of the intermediate-level Hungarian professional education. Today all students graduating at this school have the competences for a life-long learning making an acceptable living for themselves and their families.

MUSEUM OF THE YEAR

The Ministry of Cultural Heritage announced a competition for museums. In the application documentation museums described their activity and role they ply in acquiring cultural heritage. These applications reflected also the professional level of their work. This year's award was given to the Postal Museum administered by Postal and Telecommunications Museum Foundation as a recognition for its activity in 2002.

Contents

A NATURAL SYNERGY (SEPTEMBER)

1

GAME THEORY

György Bögel

Strategy of a player

2

Lászlóné Konkoly, Dr. István Fekete

Profit optimization using risk analysis and game theory

7

IMPACT OF INFORMATION TECHNOLOGY ON OTHER FIELDS

András Benczúr

Computers and communications technology: a new communications era (Part I)

18

Dr. Géza Tarnai

The role of information technology in railway traffic management

25

Imre Mojzes

Microelectronics and the evolution of computers

33

István Jutasi

The technical mother language

38

INFORMATION TECHNOLOGY IN TELECOMMUNICATIONS AND EDUCATION

Dr. Ferenc Erdősi

Satellite or optical cable networks

43

László Horváth

Interaction between education and information technology

51

Museum of the year

53

Rewards

54

Gábor Dénes Prize 2003

55



Cover: Puskás Politechnic commemorates great persons of the profession and makes use of their results.

Szerkesztőség

HTE Budapest V., Kossuth L. tér 6-8.

Tel.: 353-1027, Fax: 353-0451, e-mail: hte@mtesz.hu

Hirdetési árak

1/1 (205x290 mm) 4C 120.000 Ft + áfa

Borító 3 (205x290mm) 4 C 180.000 Ft + áfa

Borító 4 (205x290mm) 4 C 240.000 Ft + áfa

Cikkek eljuttathatók az alábbi címre is

BME Szélessávú Hírközlő Rendszerek

Budapest XI., Goldmann Gy. tér 3.

Tel.: 463-1559, Fax: 463-3289,

e-mail: zombory@mht.bme.hu

Előfizetés

HTE Budapest V., Kossuth L. tér 6-8.

Tel.: 353-1027, Fax: 353-0451

e-mail: hte@mtesz.hu

2003-as előfizetési díjak

Hazai közületi előfizetők részére:

1 évre bruttó 30.000 Ft

Hazai egyéni előfizetők részére:

1 évre bruttó 6.000 Ft

Subscription rates for foreign subscribers:

12 issues 150 USD, single copies 15 USD

www.hte.hu

Felelős kiadó: MÁTÉ MÁRIA
Lapmenedzser: Dankó András

HU ISSN 0018-2028

Layout: MATT DTP Bt.

Printed by: Regisztrer Kft.

