

MÁRAY TAMÁS

Hálózatok hálózata: az internet



Máray Tamás
informatikus

1964-ben született. 1988-ban villamosmérnöki, 1990-ben informatikus szakmérnöki másoddiplomát szerzett a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karán. 1992-ben doktorált.

Pályáját a BME oktatójaként kezdte; tizenöt éve tanít informatikus és villamosmérnök hallgatókat. Jelenleg a magyar felsőoktatási és kutatói hálózat, az NIIF (Nemzeti Információs Infrastruktúra Fejlesztési program) műszaki igazgatóhelyettese.

Az internet magyarországi bevezetésének és elterjesztésének aktív közreműködője, Magyarország legelső (és a világ 500.) World Wide Web szerverének létrehozója (1993 decemberében), a „homepage” angol kifejezés akkor még nem létező magyar megfelelőjének („honlap”) megalkotására kiírt pályázat kezdeményezője és zsűritagja, az új internetprotokoll, az IPv6 magyarországi bevezetésével kapcsolatos kutatások elindítója.

Számos, a számítógép-hálózatokkal foglalkozó hazai és nemzetközi szakmai szervezetben visel tisztséget.

A számítógépeket és intelligens eszközöket összekapcsoló világméretű hálózat megsokszorozza alkotóelemeinek képességeit és lehetőségeit, a távoli felek közötti információcserét hallatlanul egyszerűvé, gyorsá és olcsóvá teszi. Egy gombnyomás vagy egy egérgattintás, és a következő pillanatban valahol a távolban, talán sok ezer kilométerre egy számítógép dolgozni kezd és jeleket küld felénk, amelyek információt hordozó üzenettké állnak össze, és írás, kép vagy hang formájában megjelennek előttünk. Mi mindennek kell történnie ahhoz, hogy mindez valóvá váljon? Hogyan működik ez a zseniálisan egyszerű alapelvekre épülő, ám méretei miatt igen bonyolulttá váló, lenyűgöző rendszer? Valóban olyan fontos a ma és a jövő embere számára, amilyenek mondják? Valóban átformálja az életünket és körülöttünk a világot?

Bevezetés

A kommunikáció egyidős az értelemmel. Sőt talán meg is előzi, hiszen még a nem az értelmes lények közé sorolt, biológiailag alsóbb rendű állatfajok egyedei is ösztönösen kommunikálnak. Információt közölnek egymással.



Pheidippész:

a legendás maratoni hírnök, aki az ókorban a perzsák part-raszállásának híret futva vitte, hogy Spártából segítséget hívjanak az athéniaknak, ám útja végén belehalt a kimerültségbe.



Postakocsi



Alexander G. Bell, a telefon feltalálója (1847–1922)

Mindenkinek, aki nem egyedül, elszigeteltségben él, hanem társas lény, szüksége van erre.

Az információfeldolgozó képesség (például a fejlett élőlények agya) csak akkor ér valamit, ha információhoz juttatjuk. Az információ származhat közvetlen fizikai környezetünk érzékszerveinkkel való észleléséből („letapo-gatásából”) vagy más lényekkel bonyolított kommunikációból. A kommunikáció révén a világról olyan információkhoz is hozzájuthatunk, amelyet közvetlenül nem mi magunk észlelünk. Tudomást szerezhetünk például tőlünk távol lévő vagy számunkra nem érzékelhető dolgokról. Kitérőül tehát a világ, térben is és időben is, megismerhetjük mások gondolatait és közölhetjük velük a magunkét, és mindezzel megsokszorozódnak a lehetőségeink, képességeink.

Mióta ember az ember, állandóan informálódni akar, információs éhségben szenved. Hisz az információ birtoklása, megszerzése mások előtt adott esetben előnyt, hatalmat, jobb pozíciót, esélyeket jelenthet. De napról napra, percről percre információra van szükség akkor is, ha egyszerűen csak élni, boldogulni akarunk magunk vagy mások hasznára.

Az információ megszerzésének, tárolásának és továbbításának, a távol lévőkkel való kommunikációnak az eszközei hatalmasat fejlődtek az emberiség történelme során. Pár ezer évvel ezelőtt a futás volt a leggyorsabb, leghatékonyabb módszer, ha egy fontos hírt kellett továbbítani. **Pheidippész** megvitte a hírt a spártaiaknak, ám a hírvívő a legenda szerint belehalt az akcióba. Ezért tehát jobb, vagyis kisebb áldozattal járó, ugyanakkor hatékonyabb, gyorsabb hírközlési módszerekre volt szükség. Ötletes eljárások és megoldások hosszú sorát találta ki az ember, amíg eljutott a postakocsitól a postalambon, a morzetávíróra, majd a telefonon át a távközlési műholdakig és a kontinenseket behálózó, sőt azokat a tenger alatt összekötő fényvezető szálakig, amelyek információszállító kapacitása és sebessége ma már olyan hatalmas, hogy azt felfogni is alig tudjuk.

Az információéhség csillapítására, az információ begyűjtésére, továbbítására és megosztására sok különféle berendezést, segédeszközt és módszert találtak ki a történelem során. Ezzel foglalkozik a távközlés története.

Havass Miklós előadásában hallottunk arról, hogy az ember mint gondolkodó, intelligens lény saját fogyasztó képességeinek a kiegészítésére különféle eszközöket konstruál. Ezek közül az egyik legérdekesebb a számítógép, a gondolkodást segítő berendezés. A számítógép tehát „gondolkodni” képes, primitív intelligenciával rendelkező masina. (Még ha nem olyan ügyesen gondolkodik is, mint az ember, legalább bizonyos típusú feladatokat sokkal gyorsabban és pontosabban tud megoldani, és már ez is valami.) Hogy a számítógép működhessen, információra van szüksége. Ahogy az ember lehetőségei kitérőül, képességei megsokszorozódnak, ha társaival kommunikálni tud, hasonlóan igaz ez a számítógépekre is.

A számítógépek kommunikációjának leghatékonyabb eszköze a számítógép-hálózat. A számítógép-hálózatok összeköttetést teremtenek a számítógépek között, és így lehetővé teszik, hogy információt cseréljenek („tanuljanak egymástól”), erőforrásaikat megosszák, esetleg egymást utasítsák, vezéreljék. Ezáltal megsokszorozódnak képességeik. Aki tehát számítógép-háló-

zatot használ, annak nemcsak egy gép tudása áll rendelkezésre, hanem soké. És ez a mennyiségének tűnő növekedés egy idő után minőségi ugrásba csap át. Számítógép-hálózatokkal olyan feladatokat oldhatunk meg, amelyeket különálló gépekkel sosem lehetne. Hirtelen merőben új lehetőségekkel találjuk szembe magunkat.

Hogyan működik ez a hallatlanul érdekes, sokoldalú rendszer? Ennek az alapjait próbálja bemutatni az előadás.

Hogyan alakult ki az internet?

Az elmúlt évtizedekben világszerte sok számítógép-hálózatot hoztak létre. Elsőként úgynevezett **lokális hálózatok** alakultak ki. Ezek a fizikailag egymáshoz közel található számítógépeket kapcsolják össze – általában egy-egy intézmény, cég vagy egyéb szervezet számítógépeit –, és a belső forgalmat bonyolítják.

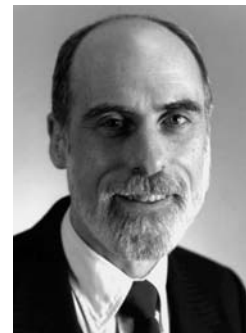
Hamarosan kiderült azonban, hogy nagyszerű dolog lenne, ha nemcsak intézményen belül, hanem intézmények között is létrejöhetne számítógépes kommunikáció. Ezért aztán elkezdtek a lokális hálózatokat is összekapcsolni egymással, és az egyik ilyen rendszer olyan hatalmasra növekedett, hogy ma már a világ csaknem összes országába eljutott, és több százmillió ember használja. Ezt nevezzük internetnek. Az internet tehát a hálózatok hálózata. A kifejezés nem valamiféle pátosszal teli fokozás (mint például „a királyok királya”), hanem egyszerűen arra utal, hogy sok-sok hálózatból álló összetett rendszerről van szó.

Ahhoz persze, hogy a sok, egymástól független számítógép-hálózatot össze lehessen kapcsolni egymással, egy sor technikai problémát kellett leküzdeni. Hiszen a fejlődés kezdetén számos különböző, egymással együttműködni nem tudó (nem kompatibilis) lokális hálózati megoldás terjedt el a világon. A különbözőség vonatkozik mind az összekapcsolás fizikai (elektromos és mechanikai) megvalósítására, mind a számítógépek által követett kommunikációs szabályokra (protokoll). Meg kellett tehát oldani ezek egységesítését, illetve összekapcsolhatóságát. Természetesen sok próbálkozás történt erre a nem is olyan egyszerű feladatra. A legsikeresebbnek az internettechnológia bizonyult, így rövidesen ez terjedt el mindenütt a világon.

Az internettechnológia kifejlesztését még a múlt század hatvanas éveinek végén az Egyesült Államok Védelmi Minisztériuma (Department of Defense) kezdeményezte. Az eredeti cél az volt, hogy a hadsereg számítóközpontjait össze lehessen kapcsolni egy újfajta technológia segítségével, amely lehetővé teszi az üzenetváltást (e-mail), az állományok átvitelét (fájl-transzfer), a távoli hozzáférést és az erőforrások (például háttértár, nyomtató stb.) megosztását az egymástól távol lévő számítógépek között. Olyan megoldást akartak kifejleszteni, amely gyártóktól független, mindenfajta számítógépen és operációs rendszeren használható, különféle adatátviteli technológiákat képes igénybe venni, és persze nagyon megbízható, akár hibátűrő há-

Lokális hálózat (LAN, Local Area Network):

a fizikailag egymástól nem túl messze lévő számítógépeket összekapcsoló hálózat. Tipikusan egy-egy intézmény, szervezet vagy cég adott telephelyén működő számítógépeit kapcsolja össze.



Cerf, Vinton

Cerf, Vinton:

amerikai informatikus, az „internet atyja”, a TCP/IP technológiát kifejlesztő kutatócsoport vezetője.

**ARPA:**

Advanced Research Project Agency, az Egyesült Államok Védelmi Minisztériumának kutatásszervezési ügynöksége.

ARPANET:

a világ első csomagkapcsolt hálózata volt, amely már a mai internet alapelvei szerint működött.

Milnet:

amerikai katonai hálózat, amely internettechnológián alapul.

Internet:

inter-net, hálózatok közötti kapcsolat, (lokális) hálózatok hálózata.

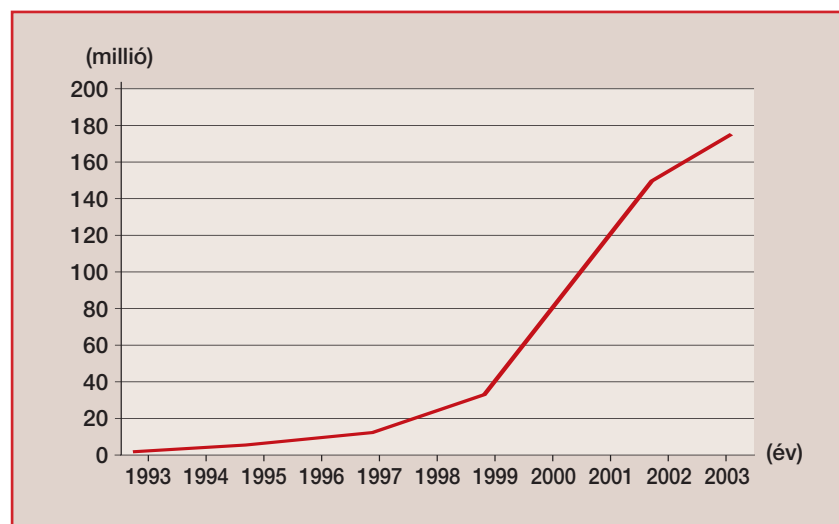
lőzatok építését is lehetővé teszi. Nem akármilyen feladat volt ez! A megoldás pedig mind a mai napig lenyűgözően zseniálisnak tűnik.

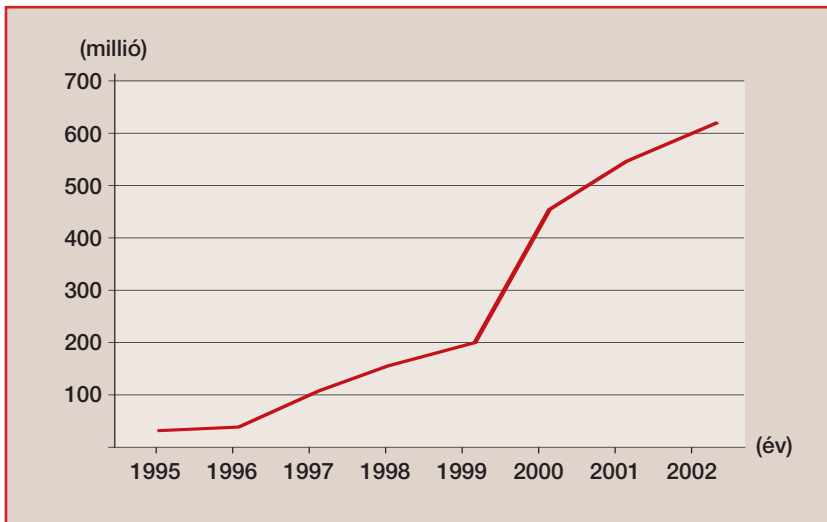
Meglepő módon a katonai indíttatású kutatást egyszerű, mindenki számára nyitott polgári intézményekben folytatták, főképp egyetemeken. A munkát Vinton Cerf informatikus mérnök vezette. Társával, Bob Kahn-nal egy kis csapatot irányítottak, melynek tagjai négy-öt egyetemen dolgozó kutatók voltak. Pár év munka után, 1974-ben készültek el a megoldás első változatával, amelynek leírását Vinton Cerf publikálta. Őt nevezik világszerte az internet atyjának. Haja már megőszült, de ma is aktívan dolgozik, sokat tesz azért, hogy az internet a világon minden emberhez eljusson. Pár évvel ezelőtt járt Magyarországon is, és előadást tartott a Magyar Tudományos Akadémián. Elmondta azt is, hogy annak idején a kollégáival álmodtak sem gondolták, hogy az, amit kitaláltak, egyszer ilyen népszerű lesz, ennyire fontossá válik, és ilyen sok mindenre használják, mint ma. (Hozzáteszem: ha tudták volna, egypár dolgot biztosan másképp csináltak volna...)

Meglepő, és a dolog zsenialitását bizonyítja, hogy amit harminc évvel ezelőtt kitaláltak, még ma is milyen jól szolgálja a világot. Hisz az internet-technológia alapjai alig-alig változtak ez alatt az idő alatt. Sok új alkalmazást fejlesztettek ki rá, de a mai hálózat működésének alapjai ugyanazok, mint harminc esztendeje. Pedig a számítógépek, a hardver, a szoftver, a távközlési technológiák mennyit változtak közben! Ezen elgondolkodva önkéntelenül is felmerül a kérdés: Csakugyan olyan szédületes sebességgel fejlődik a számítástechnika, ahogy azt a fogyasztói társadalomban el akarják velünk hitetni? A válasz bizony nem egyértelmű.

Kanyarodjunk vissza az internet történetéhez. Az igazság az, hogy kezdetben ezt a hálózatot nem is „Internet”-nek, hanem **ARPANET**-nek hívták. **ARPA** volt ugyanis a neve az amerikai védelmi minisztérium kutatásszervezési ügynökségének. A nyolcvanas években, amikor a katonai forgalmat biztonsági okokból leválasztották erről a hálózatról, az ARPANET-ből jött létre a hadsereg hálózata: a **Milnet** és a polgári célú hálózat: az **internet**.

1. ábra. Az internethostok számának alakulása a világon





2. ábra. Az internetezők becsült számának alakulása a világon

Hangsúlyozni kell, hogy az internettechnológiát nem üzleti célból és nem is üzleti célokra hozták létre. Fejlesztését nem cégek végezték, hanem akadémiai intézmények a maguk céljára. Az internet nagyon sokáig, mintegy húsz éven át nem keltette fel az üzleti világ érdeklődését. 1993-ig megmaradt szinte tisztán akadémiai, vagyis a felsőoktatást és a kutatást szolgáló rendszernek. Ekkor azonban történt valami, amitől nagyot fordult a világ. De ne szaladjunk előre!

Az internettechnológia szerint működő lokális hálózatok rohamosan terjedtek világszerte, és lassacskán ezeket a szigeteket elkezdték összekapcsolni egymással. Az Egyesült Államok határain kívül először Kanadába, majd Ausztráliába jutott el az internet, aztán kicsit késlekedve ugyan, de Európában is megjelent (és hamarosan kiszorította a versenytárs hálózati megoldásnak szánt európai eredetű **ISO/OSI** – *International Standard Organization/Open Systems Interconnect* – megoldást).

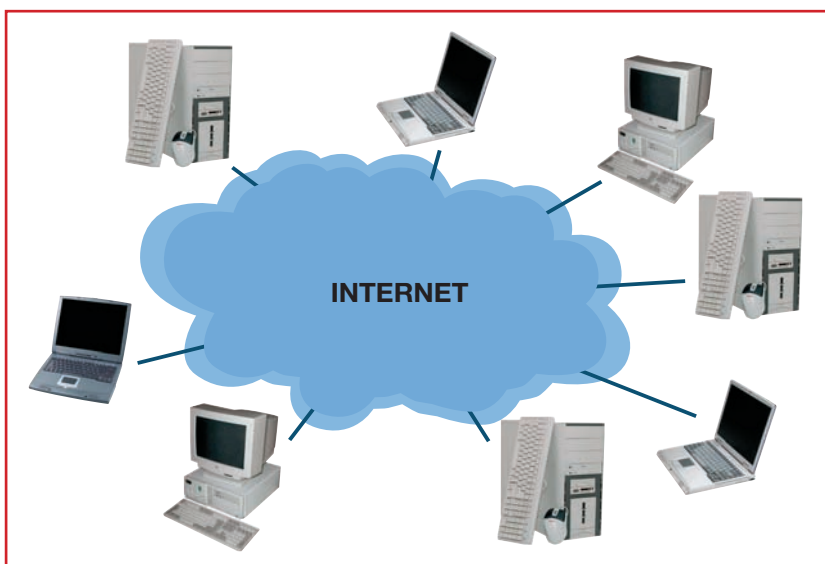
A növekedés üteme – különösen a kilencvenes években – óriási volt. A mai adatok alapján már egyértelműen azt mondhatjuk, hogy az internet – legalábbis a világ fejlettebbik felén – mindennapos, mindenki által elérhető és elérendő közművé vált, mint a víz- vagy az elektromos energiahálózat. Már nem luxuscikk, hanem hétköznapi használati eszköz, ám hogy mi mindenre lehet használni, azt még csak most kóstolgatjuk, és gyanítom, sok meglepetés fog érni még mindannyiunkat.

ISO/OSI:

International Standard Organization/Open Systems Interconnect, a TCP/IP alternatívájának (vetélytársának) szánt, európai eredetű hálózati technológia, amelyet azonban a TCP/IP teljesen kiszorított.

Hogyan működik az internet?

Gondoljuk el, hogy megírunk egy elektronikus levelet, kiadjuk a „küldés” parancsot, és egy perc múlva az üzenet pontosan a címzett számítógépén landol, esetleg éppen a Földünk másik felén. Mindez hihetetlenül olcsó, legalábbis az adott levél elküldésének költsége valószínűleg még fillérekben sem mérhető. Vagy böngészünk egy érdekes weboldalt, megnyomunk egy gombot, kattintunk az egérrel, és a következő pillanatban valahol, talán sok

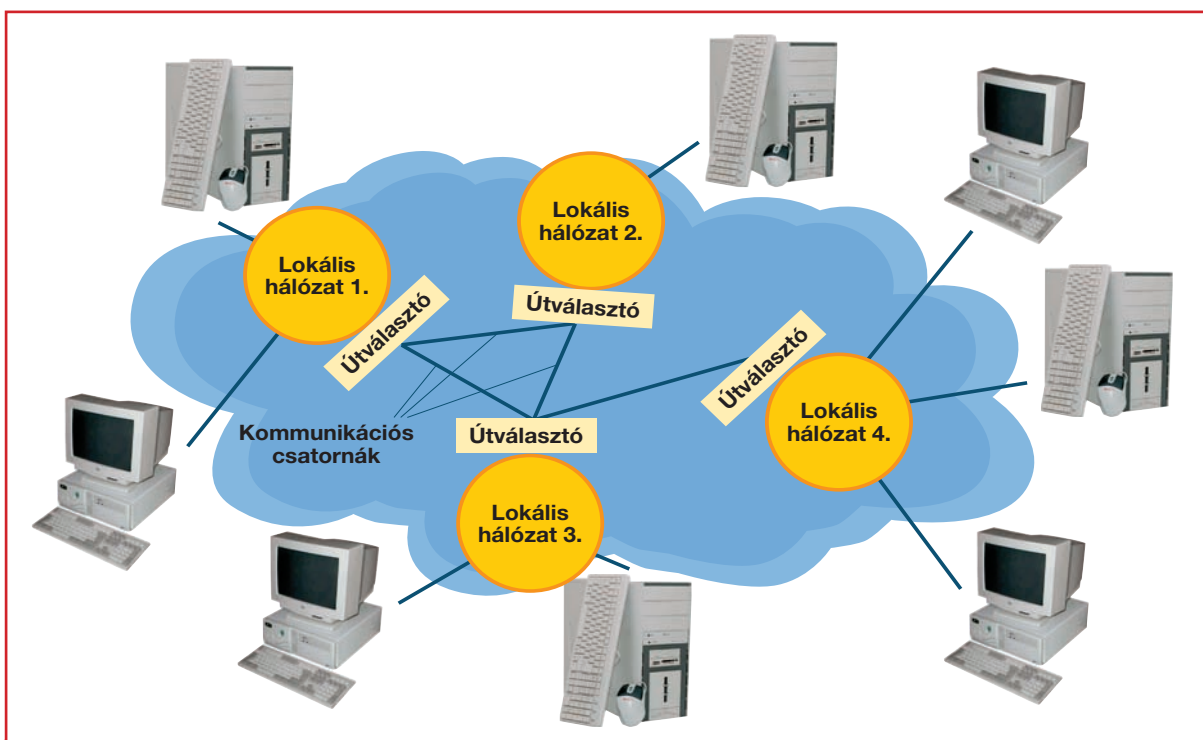


3. ábra. Internetfelhő

ezer kilométer távolságra egy számítógép dolgozni kezd, jeleket küld, amelyek értelmes üzenettké állnak össze válaszul a kérdésünkre. Pedig a mi számítógépünk és az a távoli másik sohasem voltak összehuzalozva. Telefonközpont sincs a rendszerben, ami kapcsolná a kért számot. Hogyan történik meg mégis a csoda? Hogyan jön létre a kommunikáció bármely két számítógép között, még akkor is, ha ezek a világ két legtávolabbi pontján vannak?

4. ábra. Az internetarchitektúra blokkvázlata

Nos, a válasz pofonegyszerű. Képzeljünk az internetet egy nagy felhőnek. Ehhez a felhőhöz csatlakoztatunk minden számítógépet, így a felhő megteremti közöttük a kapcsolatot. Hát nem jutottunk sokkal előrébb: tud-



juk, hogy ilyen csodafelhő nincs, vannak viszont kábelek, távközlési vonalak, fényvezető szálak, rádióhullámok és mindenféle egyéb kommunikációs technológia. Hogyan lesz ezekből csodafelhő? A felhő természetesen csak absztrakció, amely eltakarja előlünk a részleteket, ám jól mutatja, hogy a számítógépek, még ha nem közvetlenül is, de kapcsolatban állnak egymással.

Nézzük meg most a részleteket. Azt látjuk, hogy a felhő három különböző típusú hálózati alkotóelemet takart el. Az egyik – erről már volt szó – a lokális hálózat, amely például egy adott intézmény számítógépeit kapcsolja össze. Ennek leggyakoribb fizikai megvalósítása manapság sodort érpárból álló rézvezetéseken alapul, és **Ethernet**nek hívják. (De ezer más módon is megvalósítható. Rohamosan terjednek például a rádióhullámokat használó, úgynevezett wireless lokális hálózatok.)

A lokális hálózatok között látjuk a következő szembeötlő alkotóelemet. Ez a *kommunikációs csatorna*, amely leggyakrabban valamilyen távközlési vonalat jelent. Mindenféle technológiával meg lehet valósítani. Manapság leggyakrabban réz alapú kábeleket, fényvezető üvegszálakat vagy mikrohullámú tartományba eső rádióhullámokat használnak. De elképzelhetünk itt akár egy műholdas kapcsolatot is. Ezek a kommunikációs csatornák az egymástól földrajzilag távol eső lokális hálózatok között teremtenek kapcsolatot. Figyeljük meg, hogy egy lokális hálózat külön-külön több másik lokális hálózathoz is csatlakozhat.

A harmadik építőelem a 4. ábrán az a kis doboz, amelyik a lokális hálózat és a kommunikációs csatornák között van. Hivatalosan **gateway**-nek (átjáró) hívják, mert különböző rendszereket kapcsol össze, de kicsit pongyolán útválasztónak (angolul **router**) is szokták nevezni. Rendkívül fontos az ő szerepe is, mindjárt meglátjuk, miért.

A csomagkapcsolás

Tételezzük fel, hogy az egyik számítógép információt akar küldeni egy másiknak. Ekkor a következőt teszi: az elküldendő üzenetet – amely lehet bármi: szöveg, adat, digitalizált kép, hang, mozgókép stb. – kicsiny (mondjuk néhányszor 10 vagy 100 byte-os) adatsomagokra bontja, ezek mindegyikét kiegészíti a távoli gép címével, majd szépen bedobja őket a lokális hálózatba. Az adatsomagok útra kelnek és eljutnak a gatewayhez, ami a címzés alapján kitalálja, hogy milyen irányban (vagyis melyik kommunikációs csatornán) kell továbbküldeni őket, hogy közelebb jussanak céljukhoz. Ha újabb gatewayhez érkeznek, újra lezajlik az útválasztás. Végül aztán az adatsomagok megérkeznek céljukhoz, a megcímezett számítógéphez. Enynyi az egész. Nagyon egyszerű, ugye? A nehézség persze mindig a részletekben rejlik, amelyeket most elnagyoltunk. Például, hogy miként lehet megcímezni a számítógépeket? Hogyan találja ki a gateway, hogy melyik a helyes útirány? Mi történik, ha elvész vagy útközben megsérül egy adatsomag? Megannyi izgalmas kérdés!

Az eljárást mindenesetre *csomagkapcsolás*nak nevezik. A hálózatunk te-

Ethernet:

a XEROX cég által 1976-ban kifejlesztett alacsony szintű hálózati technológia lokális hálózatok megvalósítására. Az eredeti, kb. 3 Mbit/s sebességű Xerox Ethernetet azóta jelentősen továbbfejlesztették, megjelentek a 10 Mbit/sec, a 100 Mbit/sec (FastEthernet) és az 1000 Mbit/sec (GigabitEthernet), sőt ennél is gyorsabb változatok. A világ legerőteljesebben használt lokális hálózati technológiája.

Gateway:

az internet azon építőelemének logikai neve, amely a lokális hálózatokat a kommunikációs csatornák segítségével más lokális hálózatokhoz kapcsolja.

Router:

útválasztó berendezés, amely elvégzi a csomagkapcsolás műveletét, és ezáltal gondoskodik arról, hogy a lokális hálózatok közötti kommunikáció során minden adatsomag a helyes irányban haladjon tovább.



hát sok-sok piciny adatcsomagot szállít, a gatewayek pedig a csomagok útját kapcsolgatják, mintha váltók lennének a vasúti pályán. Minden csomag halad a maga útján, a saját célállomása felé. Egyik erre, másik arra. A válasz-üzenet is hasonló módon érkezik vissza, esetleg másik útvonalon, de ez tulajdonképpen mellékes.

A csomagkapcsolás elve az, ami alapvetően megkülönbözteti ezt a kommunikációs módszert például a telefonrendszer működésétől. A (hagyományos, analóg) telefonrendszerek a vonalkapcsolás elvén működnek, vagyis a készülékek között a beszélgetés idejére létrejön egy áramkör, és az így kialakuló kommunikációs csatorna csak az ehhez a beszélgetéshez tartozó információkat továbbítja. Ha – mondjuk – a beszélgetőpartnerek éppen hosszú másodpercekre mély hallgatásba burkolóznak, a kommunikációs csatorna akkor is le van foglalva számukra – noha ez teljesen felesleges. A világ első csomagkapcsolt számítógép-hálózata, az ARPANET volt az internet őse.

A csomagkapcsolás elvén működő hálózat vonalain egyidejűleg sok különböző kommunikációs kapcsolat adatai áramolhatnak. Így az infrastruktúra kihasználása rendkívül hatékony lesz. Egyetlen vonal egyidejűleg akár sok ezer párbeszédet is kiszolgál. Ez az, ami olcsóvá teszi az interneten az információk továbbítását. Ehhez persze hozzátartozik az is, hogy amikor sok kommunikációs kapcsolatnak kell egyidejűleg osztoznia a kommunikációs csatornán, akkor ritkábban juthatnak át az adott kapcsolathoz tartozó adatcsomagok; ezért úgy érezzük, a hálózat „lelassul”. Ha kevesebb számú kapcsolat van, több teljesítmény jut egyre, tehát az az érzésünk, hogy a hálózat „gyorsabb”. Valójában a hálózat mindig ugyanolyan sebességgel szállítja az információt, csak nem mindegy, hogy hányfelé oszlik a teljesítménye. A kommunikációs csatornák adattovábbítási kapacitását sávszélességnek nevezzük, mértékegysége bit/sec.

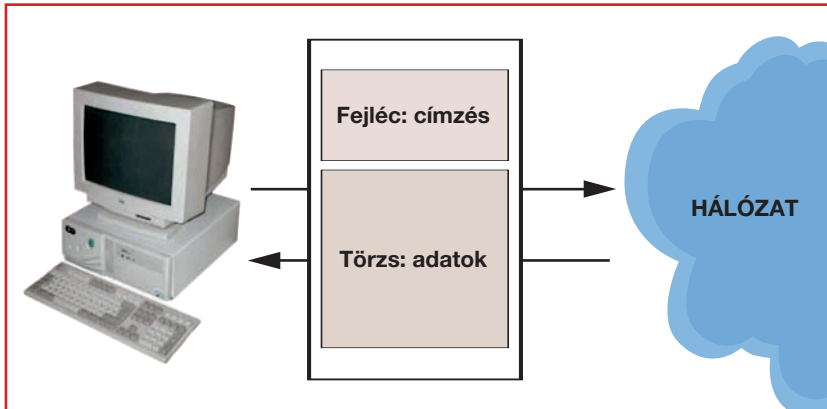
A számítógépek kommunikációjának illemtana: a protokoll

Protokoll:

a hálózatba kapcsolt számítógépek közötti kommunikáció módját leíró szabálygyűjtemény.

Könnyen belátható, hogy ha a hálózathoz kapcsolt számítógépek mindenféle szabály nélkül, csak úgy összevissza küldözgetnék az adatcsomagokat, abból értelmes kommunikáció helyett nagy összevisszaság alakulna ki. Olyasféléképpen, ahogyan a közlekedésben a KRESZ-re, itt is szükség van egy szabályrendszerre, amely pontosan megmondja, hogyan kell viselkedni ahhoz, hogy minden rendben folyjon. A számítógép-hálózatoknál az ilyen szabályrendszert **protokoll**nak nevezik. A protokoll, ahogy a diplomáciában, itt is kifinomult illemtant jelent. A protokoll pontosan leírja, hogy a számítógépek hogyan kommunikálhatnak egymással. Azt például, hogy melyik gép mikor küldhet üzenetet, és az üzenetre hogyan kell válaszolnia annak, aki azt megkapta.

A számítógép-hálózatok általában nemcsak egy, hanem több egymásra épülő protokollt is alkalmaznak attól függően, hogy a kommunikáció ala-



5. ábra. IP-csomag

csenyebb vagy magasabb szintjét kell éppen megvalósítaniuk. Az internet esetén is több protokollról beszélhetünk, egy egész protokollcsomagról. E csomag két legfontosabb protokollját TCP-nek és IP-nek hívják.

Az **IP** az *Internet Protocol* kifejezés rövidítése, és az egész internettechnológia legfontosabb alapja, míg a **TCP**, a *Transmission Control Protocol* az internettechnológia második legfontosabb protokollja. Ha egy számítógép érti ezt a szabályrendszert, akkor be tud kapcsolódni az internetbe, ha nem érti, akkor nem. A hálózaton áramló adatsomagokat az Internet Protocolról nevezték el: *IP-csomagoknak* hívják őket. Az IP-csomagok hasonlatosak a levelezőlaphoz. A levelezőlapra is ráírjuk a szöveget (ez az IP-csomag adata része), és ráírjuk a címezést is (ez az IP-csomag fejléce, amely a címezésen kívül még néhány egyéb járulékos információt is tartalmaz), aztán feladjuk a postára, vagyis az IP-csomagot rábizzuk a hálózatra. Ezt követően már vajmi kevés ráhatásunk van arra, hogy mi történik vele, de jellemző módon általában célirányosan addig hanyódik-vetődik, míg eljut a címzetthez. Ez történik az IP-csomaggal is.

A számítógépek, illetve a rajtuk futó programok – vagyis alkalmazások – mindig a fenti módon, adatsomagok küldözgetésével kommunikálnak. Ez alól nincs kivétel. Akár e-mailt küldünk, akár weboldalakat böngészünk, akár letöltünk egy fájlt, akár rádiót hallgatunk az interneten, bármit csinálunk, minden adatsomagok küldözgetésévé (és fogadásává) alakul át. A tartalomtól, az alkalmazás típusától függetlenül tehát a kommunikáció a hálózat szintjén mindig ugyanúgy zajlik.

Szeretném még felhívni a figyelmet arra, ami a 4. ábrán is jól látható volt. Nevezetesen, hogy két számítógép között több különböző út is létezhet. Ezt a lehetőséget a technológia ki is használja. Ha valamelyik összeköttetés elromlik, megszakad, és ezáltal egy út használhatatlanná válik, a gateway-berendezések automatikusan megpróbálnak egy másik, működő utat találni. Ha sikerül, a kommunikáció tovább folyik, mintha mi sem történt volna. A felhasználó a számítógépe előtt ülve észre sem veszi, hogy a hálózat valahol meghibásodott, és most már más útvonalon zajlik a forgalom.

Természetesen ez csak akkor lehetséges, ha fizikailag tényleg ki van építve több útvonal. Ezt a képességet úgy nevezzük, hogy a rendszer alkalmazkodik (adaptálódik) a hálózat aktuális topológiájához. Nagyon fontos ez a

IP-cím:

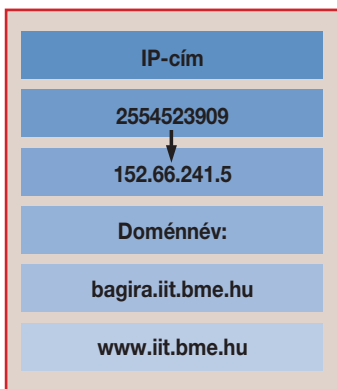
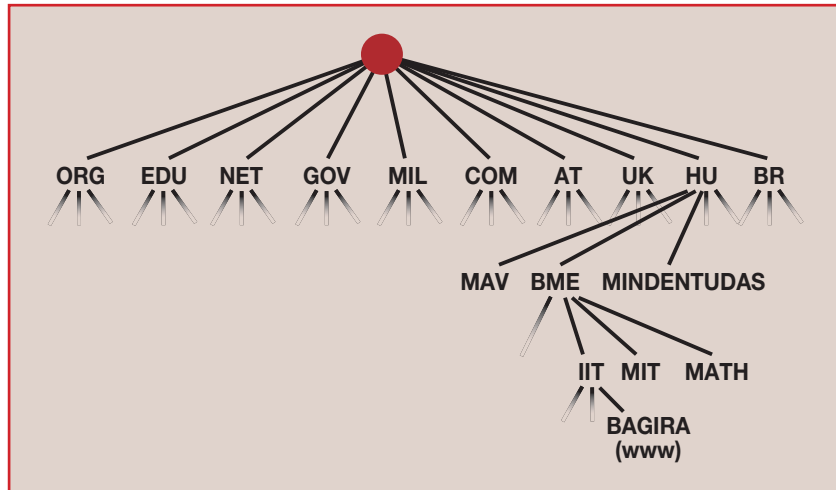
az internetbe kapcsolt hostok egyértelmű azonosítását lehetővé tevő 32 bites szám.

TCP/IP

Transmission Control Protocol/Internet Protocol, az internettechnológia két legfontosabb protokollja, amelyekről az egész protokollcsomagot elnevezték.



6. ábra. Doménnév-hierarchia



7. ábra. IP-cím és doménnév

képesség, hisz gondoljunk csak bele, hogy egy ilyen hatalmas, világméretű rendszerben percenként is milyen sok változás történik. Egyes összeköttetések kiesnek, mások belépnek. Mi viszont azt várjuk, hogy a kommunikáció mindig stabilan, folyamatosan működjön.

Azt mondtuk, a küldő számítógép az adatcsomagokat ellátja a megcélzott számítógép címével, tehát a hálózaton található számítógépeknek címiük van. Ez nem meglepő. Kézenfekvő: ahhoz, hogy hivatkozhatunk valamire sok millió közül, és meg is találjuk, hogy hol van, azt egyértelmű címmel kell ellátnunk. Az viszont már valószínűleg újdonság sokaknak, hogy az internetbe kapcsolt számítógépek címzése nem neveket tartalmaz (például *www.mindentudas.hu* stb.), hanem számokat. Pontosabban egyetlen hosszú, 32 bittel ábrázolható számot. Minden internetbe kapcsolt számítógépnek ilyen címe van, és ez alapvetően szükséges ahhoz, hogy az internet működjön, vagyis hogy az adatcsomagok megtalálják céljukat. Ezeket a címeket *IP-címeknek* nevezik, és egy ügyes adminisztratív rendszer biztosítja azt, hogy a világon minden internethez kapcsolódó számítógépnek garantáltan egyedi IP-címe legyen.

A könnyebb kezelhetőség érdekében az IP-címeket nem egy sokjegyű számként, hanem tagolt formában szokták inkább felírni. A 32 bitet 4 darab 8 bites csoportra osztva és a 4 számot decimálisan külön felírva, egy-egy ponttal elválasztva kapjuk az IP-cím szokásos alakját, például: 152.66.254.5.

Formáját tekintve hasonlatos a dolog egy kicsit a telefonszámokhoz, és a baj is ugyanaz vele. Nevezetesen: az ember számára, aki ezt az egészet használni akarja, az ilyen számokat borzasztó nehéz megjegyezni, nagyon könnyű eltéveszteni, és ami talán a legrosszabb: e számok ránézésre nem fejeznek ki semmit arról, akihez éppen tartoznak.

A telefonszámok kitalálása óta azonban eltelt már több mint fél évszázad, úgy illik tehát, hogy az internet tanúsítson némi előrelépést az ügyben. Így is van, hiszen már kezdetektől fogva ellátták a hálózatba kapcsolt számítógépeket az IP-címen kívül névvel is (**hostnév**), majd Jonathan Postel, sok fontos, internettel kapcsolatos fejlesztés feje, kitalálta a **doménnemek** (*domain name*) rendszerét. Ez lehetőséget adott arra, hogy a

Host:

számítógép-hálózatba kapcsolt szerkezet, amely lehet számítógép vagy bármilyen más intelligens eszköz is.

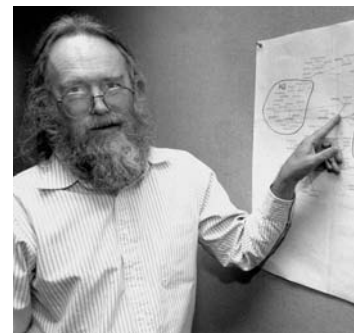
felhasználók a csúnya címek helyett sokkal szebb és kifejezőbb neveket kezdenek használni.

A doménnévrendszer egy hierarchikus struktúrába helyezi az internetbe kapcsolt szervezeteket. A hierarchia csúcán (amit *root* – gyökér – *doménnek* neveznek) csupán egy „.” (pont) található. Innen indul minden. Egy szinttel alatta helyezkednek el az úgynevezett felső szintű (*top-level*) domének. Itt vannak a jól ismert kétbetűs országcódok (például .hu) vagy a kapcsolódó szervezet típusát jelző domének (például .edu, .com stb.). Ezek alatt a második szintű domének helyezkednek el és így tovább. Legalul, vagyis a fa levelein találhatóak a számítógépek nevei, vagyis a hostnevek. A hierarchia az adminisztratív struktúrát tükrözi, azt, hogy a felsorolt szervezetek milyen viszonyban vannak egymással. Semmi köze a hálózati topológiához! Egy számítógép teljes doménnevét úgy adhatjuk meg, hogy leírjuk a hostnevet, majd a felette található doméneket egészen a felső szintig, „.” (pont) karakterekkel összefűzve. Remek dolog ez, mert ránézésre egyből látszik, hol található, kihez is tartozik a gép. Igen informatív rendszerről van tehát szó.

Ez volt tehát Jonathan Postel eredeti elképzelése, és a nyolcvanas években ennek megfelelően kezdett szépen fejlődni a doménnév-hierarchia mindenütt a világon. Amikor azonban a dolog felügyelete hozzá nem értő emberek kezébe került, egy súlyos félreértés következtében nagyon eltorzult az addig kiegyenlített doménnév-hierarchia. A felső szintű domének tartalma indokolatlanul felduzzadt. Sajnos a hibás gyakorlat még ma is tart, és már megváltoztathatatlanak tűnik. Arról van szó, hogy mindenki a saját doménjét közvetlenül valamelyik felső szintű domén alatt szeretné bejegyezni, teljesen figyelmen kívül hagyva a hierarchiát. Sokan azt hiszik, hogy ez előnyös valamiért, pedig valójában sokkal több a hátránya, mint az előnye.

Tudjuk már, hogy a számítógépeink, amikor elküldendő IP-csomagot készítenek, IP-címeket használnak a címzéshez. Még véletlenül sem doménnevet, mivel a hálózat működéséhez IP-címekre van szükség. A doménnév csak az ember kényelmét szolgálja. Valahogy gondoskodni kell tehát a doménnevek és az IP-címek egymáshoz rendeléséről, hiszen amikor a böngészőnek megadom például a *www.mindentudas.hu* doménnevet, a számítógépemnek az ennek megfelelő IP-címre kell küldenie az oldal kérését tartalmazó IP-csomagot. Hogyan fordítódnak le a doménnevek IP-címmé? Honnan tudja az én számítógépem a pontos IP-címét annak a távoli gépnek, amelynek nevét épp megadtam neki?

Egy nagyon elmés rendszer biztosítja a megoldást. Ezt DNS-nek nevezik (*Domain Name Service*). Nem összetévesztendő a biológusok DNS-ével, a dezoxiribonukleinsavval! Tulajdonképpen egy óriási, világméretű elosztott adatbázisról van szó, amely tartalmazza a doménnév – IP-cím összerendeléseket, és bármelyik internetbe kapcsolt host által bármikor lekérdezhető. Kitalálói felismerték azt, hogy a dolog hamar működésképtelenné válna, ha az adatbázist központilag, egy helyen szeretnék kialakítani és karbantartani. Hiszen olyan nagy az internet és olyan gyorsan változik, hogy lehetetlen ezeket az adatokat centralizálva, minden másodpercben frissen tartani.



Postel, Jonathan (1943–1998)

Doménnév:

Jonathan Postel által kidolgozott elnevezési rendszer, melynek segítségével a hálózatba kapcsolt számítógépeinknek olyan összetett, mégis könnyen kezelhető neveket adhatunk, amelyek kifejezik az adminisztratív struktúrát is.

DNS:

Domain Name System, Domain Name Service, az interneten a doménnév → IP-cím leképezést megvalósító világméretű, elosztott adatbázis.

**HTML:**

HyperText Markup Language, a weboldalak struktúráját leíró speciális nyelv, kódolás.

URL:

Universal Resource Locator, az interneten található különböző típusú információobjektumokra való hivatkozást lehetővé tevő egységes címzési rendszer.

HTTP:

HyperText Transfer Protocol, az internet egyik legnépszerűbb alkalmazásának, a World Wide Webnek az alkalmazás szintű (magas szintű) protokollja, amely a TCP/IP-re épül.

Berners-Lee, Tim:

angol mérnök, a World Wide Web feltalálója, a Svájcban található CERN-ben dolgozott a WWW kifejlesztésének idején (1990–1993).

CERN:

Centre Européenne pour la Recherche Nucléaire, európai részecskefizikai kutatóintézet, ahol a World Wide Webet kitalálták.



Berners-Lee, Tim (1955–)

Márpedig a legtöbb internetalkalmazás hibátlan működése ezen múlik. Ezért az adatbázis egyes részeit a lokális hálózatokat működtető, felügyelő intézmények maguk hozzák létre és tartják karban.

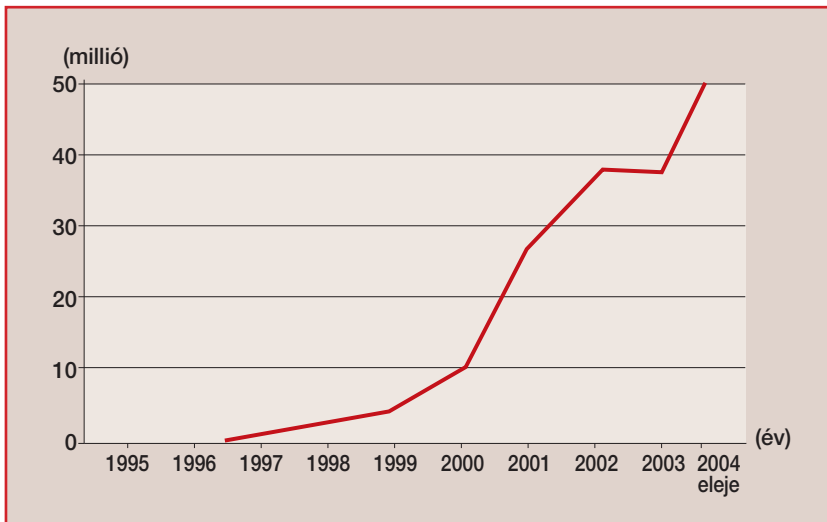
Amikor tehát valamelyik hálózati alkalmazásnak, például a webböngészőnek megadjuk egy másik számítógép doménnevét, a mi gépünk valamelyik közeli DNS-adatbázishoz fordul, hogy elkérje a névhez tartozó IP-címet. Persze jó esély van arra, hogy a keresett adatot nem pont az a DNS-szerver tárolja, amelyiket éppen megszólítottunk, de sebjaj, a DNS-szerver – ha maga nem tudja a választ, akkor – kapcsolatba lép más DNS-szerverekkel, és kideríti a keresett IP-címet. A DNS tulajdonképpen a világ legnagyobb elosztott, összefüggő adatbázisa. Ráadásul nagyon gyors is, hisz szinte észre sem vesszük, és már meg is érkezik a válasz a világ végéről. A böngésző programunk pedig végre tényleg elküldheti a kérését a keresett oldalt szolgáltató webszerverhez, mert most már tudja az IP-címét. Az pedig válaszul visszaküldi a kérdéses oldal tartalmát, természetesen IP-csomagok formájában.

Ezzel el is értünk a következő állomásunkhoz, a web működéséhez. Igazából ez sem bonyolultabb, mint az eddigiek. A *World Wide Web* (WWW) szintén egy hatalmas elosztott adatbázis, amely multimédiás (tehát nem csak szöveges) információkat is tartalmazhat. A weboldalak egy speciális nyelven, az úgynevezett **HTML** (*HyperText Markup Language*) formátumban íródnak, amely lehetővé teszi hierarchikus szövegek, úgynevezett hipertextek létrehozását, kiegészítve képekkel, ábrákkal, sőt egyéb multimédia-elemekkel. Létre lehet hozni dinamikus (tartalmában állandóan vagy nagyon gyorsan változó) és interaktív (az információ oda-vissza áramlását lehetővé tevő) weboldalakokat is. A weboldalakokat és a hozzájuk tartozó egyéb objektumokat a *webszerverek* tárolják. Webszerverből több millió található az interneten. Ezek egyébként teljesen hétköznapi számítógépek, amelyek a web egy-egy piciny darabját tárolják és szolgáltatják a böngészőknek. A *böngészők* a webszerverek lekérdezését lehetővé tevő felhasználói programok. Amikor egy weboldalt megnyitunk, a böngésző értelmezi a HTML-kódot és megjeleníti az információkat. A weboldalon lévő hivatkozásokat (*link*) követve újabb weboldalakhoz juthatunk akár ugyanarról, akár egy másik szerverről. A dokumentumok tehát keresztbe-kasul hivatkozhatnak más dokumentumokra az interneten. A dokumentumok hivatkozásának az eszköze az úgynevezett **URL** (*Universal Resource Locator*), amit köznyelven webcímnek is szoktak nevezni. Ezek formáját mindenki ismeri, hisz a webcímek pár éve az egész világot elárasztják, még villamos vagy taxi oldalán is találkozunk velük. Ilyesféleképpen néznek ki:

http://www.mindentudas.hu/

(A **http://** részt legtöbbször már el is hagyják, bár hivatalosan oda kelle-ne írni.)

A webet Tim Berners-Lee angol informatikus találta ki 1990-ben a svájci Genfben. Itt található az európai részecskefizikai kutatóintézet, a CERN, ahol több száz kiváló fizikus és tudós dolgozik bonyolult problémákon, együttműködve más országokban lévő kutatókkal. Tim Berners-



8. ábra. Webszerverek számának alakulása a világon

Lee-nek az volt az ötlete, hogy kidolgoz egy rendszert, amely az internet felhasználásával lehetővé teszi az egymástól távol dolgozó fizikusok számára, hogy szakmai elképzeléseiket, publikációikat könnyen és gyorsan megoszthassák egymással. Meg is csinálta, és a kutatók elégedetten használták a webet.

De nagy port nem kavart az ügy egészen 1993-ig, amikor az amerikai Illinois állam egyik egyetemének kutatóközpontjában, az NCSA-ban (*National Center for Supercomputing Applications*) készítettek a World Wide Webhez egy egyszerűen kezelhető, grafikus felületű böngészőprogramot (*X-Mosaic*). Ezzel indult el a WWW világhódító útjára. A korábban csak bonyolultan használható, specialistáknak való internetet az X-Mosaic egy csapásra hozzáférhetővé tette a nem szakemberek számára is. Megindult a webszerverek számának hallatlan ütemű növekedése, és hirtelen széles tömegek számára vált érdekessé az internet. Felismerte a kereskedelmi világ is a WWW-ben és ezen keresztül a hálózatban rejlő üzleti lehetőségeket, és megindult az internet gyors ütemű kommercializálódása. Egy csapásra az addig nem sok érdeklődést tanúsító számítástechnikai cégeknek is fontossá lett az internet ügye, és rohamos sebességgel kezdték kifejleszteni saját internetes szoftvereiket. A WWW megteremtése tehát fordulópontot jelentett az internet történetében.

NCSA:

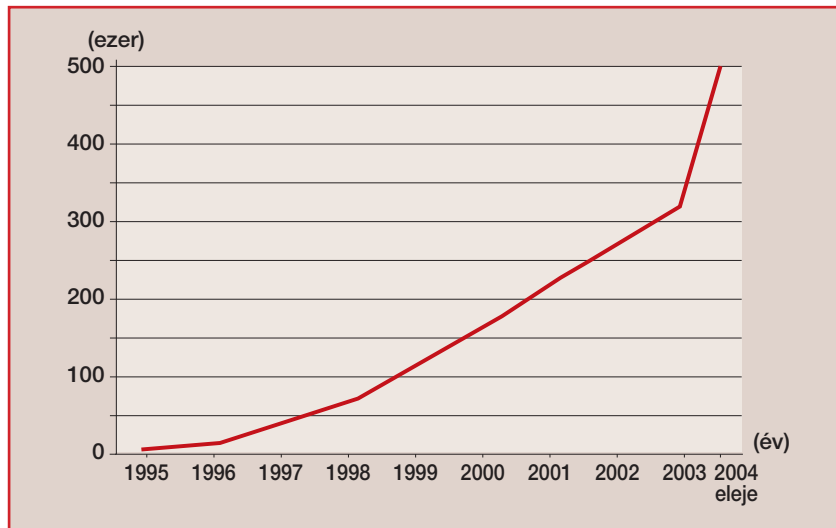
National Center for Supercomputing Applications, az egyesült államokbeli Urbana Champagne (Illinois állam) egyeteme mellett működő kutatóközpont, ahol az első grafikus webböngészőt (X-Mosaic) kifejlesztették.

Penetráció:

elterjedtség; itt az internet elterjedtségére utalunk vele.

Mire jó az internet?

Amikor a kilencvenes évek közepén az amerikai kormány meghirdette az *információs szupersztráda* (*information superhighway*) programot, sokan még azt gondolták, hogy ennek a vízióknak az internet csupán egyik eleme, eszköze lesz csak. Ma már tudjuk, hogy az információs szupersztráda az internet maga. De nincs is ezzel semmi probléma. Az internet kezd felnőni e megtisztelő feladathoz. Ugyan sok tennivaló van még, azt mégis elmondhatjuk, hogy az internet elterjedtsége (**penetráció**) már régen meghaladta a

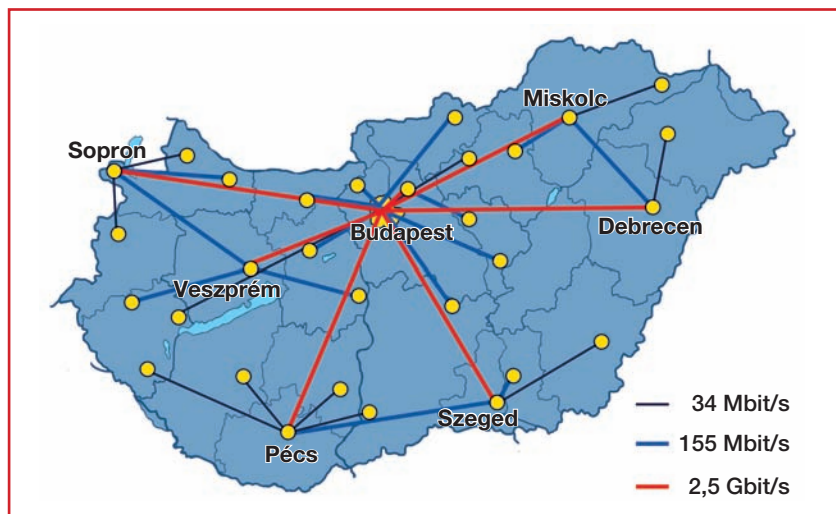


9. ábra. Internethostok számának alakulása Magyarországon

kritikus tömeget, így nincs esély, hogy más vegye át a szerepet tőle. Az ipari-lag fejlett társadalmakban csak az nem kerül kapcsolatba az internettel, aki szándékosan távol tartja magát tőle. Sajnos a globális versenyfutásban lemaradt országokban, a harmadik világban ez még nincs így. *Digitális megosztottság (digital divide)*: így hívják a fejlett és fejlődő országok közötti informatikai infrastruktúrabeli tátongó szakadékot, amelyet az internet elterjedése a fejlett világban csak tovább szélesített. De a helyzet lassacskán változik, itt-ott javul.

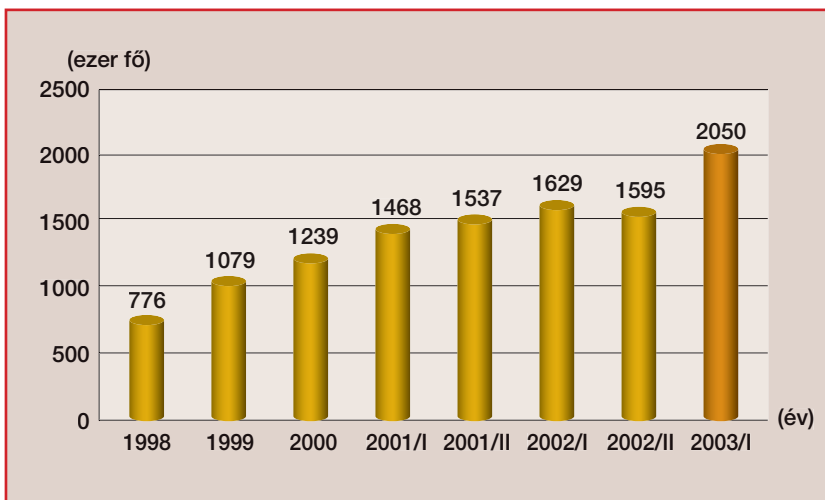
Magyarország a jó középmezőnyben foglal helyet, ám a kép itt is nagyon árnyalt. Hazánkban az otthoni internetfelhasználás szintje viszonylag alacsony, ami főképpen a jövedelmekhez képest magas távközlési áraknak köszönhető. Az ország versenyképességére nagyobb hatást gyakorló vállalati/hivatali szektorban és különösen az oktatásban, illetve kutatásban már jobb a helyzet. Sőt büszkén elmondhatjuk, hogy a felsőoktatást, kutatást tekintve a magyar internet-infrastruktúra és -ellátottság évek óta világszínvonalú, a legfejlettebb országokéval teljesen egyenrangú, és ez csaknem félmillió embert érint hazánkban.

10. ábra. A magyar akadémiai gerinchálózat térképe (HBONE)



A 10. ábrán a magyar akadémiai hálózat (NIIF) gerincvonalait (HBONE) láthatjuk, amelyek az ország minden felsőoktatási intézményét, akadémiai kutatóhelyét és sok-sok közgyűjteményt (nagyobb múzeumok, könyvtárak stb.) kapcsolják össze egymással és a külvilággal. Itt már Gbit/sec kapacitású vonalokról beszélünk, a legutóbbi időben például már a 10 Gbit/sec vonalak is megjelentek. Hatalmas teljesítmény ez, amely a legigényesebb, legfejlettebb felhasználói igényeket is képes kiszolgálni.

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem internetkapcsolata 1991-ben 19 200 bit/sec volt. Ma 10 Gbit/sec. Ilyen hatalmas sebességgel cserélhet adatokat a BME akár egy másik német, angol vagy norvég egyetemmel. Ez több mint ötszázszoros növekedés egy évtized alatt! Olyan, mintha egy szivószál folyadékszállítási kapacitását hasonlítanánk egy város főnyomócsövéhez.



11. ábra. Az internet-hozzáféréssel rendelkezők számának alakulása Magyarországon

Mire lehet használni manapság az internetet? Természetesen számtalan dologra, felsorolni is nehéz lenne őket. De két jól felismerhető, lényeges terület bontakozik ki a lehetőségekből. Az egyik az *információszerzés*, a másik a *kommunikáció*. Mindkét tevékenység összehasonlíthatatlanul hatékonyabbá válik a korábban ismert egyéb módszereknél az internet által. Persze ne titkoljuk: vannak negatív jelenségek is, fellépnek korábban nem létezett problémák is az internettel kapcsolatban.

Internet és információszerzés

Az internet információtartalma spontán módon fejlődik, bővül. Nincs senki, aki ezt érdemben befolyásolni, irányítani tudná manapság. Vannak persze trendek, divatok, szokások, amelyek hatnak arra, hogy mi válik az interneten elérhetővé. De nincs világméretben átgondolt, központi tartalomfejlesztés, irányítás, kontroll. Ez egyfelől jó. Másfelől viszont az internet ezért eléggé strukturálatlan, egyenetlen, és az információk megtalálása néha nagy nehézségekbe ütközik. Mégis, a világ egyetlen hagyományos könyvtára sem vetekedhet azzal az információbőveléssel, amit az internet kínál. És ebben az információtengerben kétségkívül hatékony



módszerek segítségével keresgélhetünk is. Ám e módszerek nagyon távol vannak a tökéletestől, és semmi garancia nincs arra, hogy segítségükkel valóban megtalálunk mindent, ami pedig ott van. Sajnos azzal is számolnunk kell, hogy a keresők nem minden érdektől mentes, független szolgáltatások, és ez bizony befolyásolhatja a találatok listáját.

A másik probléma az információ minősége. Ma bárki bármit „felrakhat” az internetre, mindenfajta minőség-ellenőrzés nélkül. Ily módon persze óriásira duzzadhat az információhalmaz, de óhatatlanul felhígul a minősége. A legtöbb esetben semmi garancia nincs arra, hogy egy weboldal által szolgáltatott információ igaz, jó minőségű. Legfeljebb arra hagyatkozhatunk, hogy megpróbálunk a már ismert, bevált helyeken tájékozódni, olyan oldalakon, melyeknek a neve megbízhatóságot ígér, ám ez drasztikusan leszűkíti az információk mennyiségét. Ez komoly probléma, és sajnos egyesek gyakran vissza is élnek vele. A hagyományos, nyomtatott irodalomnál ebből a szempontból bizony sokkal jobb a helyzet. A nyomtatásban megjelenő információk minősége általában sokkal ellenőrzöttebb, egyenletesebb és ellenőrizhetőbb.

W3C:

World Wide Web Consortium, a híres amerikai MIT egyetemen működő nonprofit szervezet, amelyet Tim Berners-Lee irányít, és a webbel kapcsolatos technológiák továbbfejlesztését és szabványosítását koordinálja.

A problémák ellenére az internet olyan új távlatokat nyit az információszerezésben, hogy nem mondhatunk le róla. Olyan, számunkra fontos információkhoz juthatunk általa, amelyek megtalálására nélküle esélyünk sem lenne.

A hosszú távú megoldás tehát a problémák, fogyatékoságok kiküszöbölése. Sokan fáradoznak ezen világszerte. A W3C (*World Wide Web Consortium*), a webtechnológia fejlesztésének koordinálásáért és szabványosításáért felelős nonprofit szervezet kiemelten fontosnak tartja ezeket a kérdéseket.

Internet és kommunikáció

A másik kulcsfontosságú terület a kommunikáció. Az internet ezernyi megoldást kínál (e-mail, levelezési listák, fórumok stb.) arra, hogy kapcsolatba léphessünk másokkal. Olyanokkal is, akikkel másképp soha nem találkozoznánk, létezésükről sem tudnánk. És mindez fajlagosan nagyon-nagyon olcsó. (Vessük össze például a hagyományos telefonálás vagy faxolás költségével!) Megint csak teljesen új távlatok nyílnak. Egy speciális téma vagy kérdés szakértőjének immár nem elszigetelten kell dolgoznia talán egy életen át, mint a múltban. (Lásd Havass Miklós előadásában Bolyai vagy Mendel példáját.) Az interneten jó eséllyel megtalálhatja azokat a társait világszerte, akik hasonló témával foglalkoznak. És a gondolataikat pillanatok alatt kicserélhetik, együtt dolgozhatnak tovább anélkül, hogy fizikailag akár egyszer is találkoznának életükben. A kollaboráció pedig egészen új hatékonyságot és minőséget hoz a munkába. Nagyszerű példákat találunk erre ma is. Elgondolkodtató, hogy számos olyan nyílt szoftver, amelyet a világ minden táján élő, egymást személyesen nem is ismerő ember az interneten együttműködve fejlesztett ki, jobb minőségű és többet tud, mint az egy-egy cég által kifejlesztett kereskedelmi versenytársai.

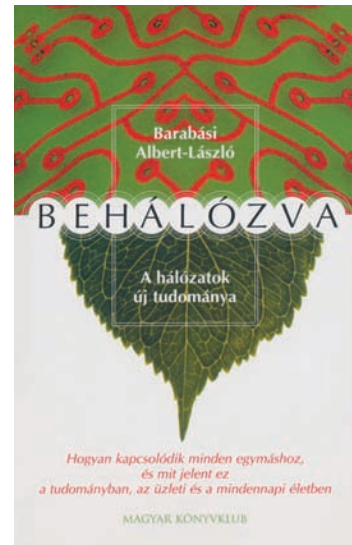
Mit hoz a jövő?

Az emberi tudomány olyan területéről beszélünk, ahol nagyon nehéz hosszú távú előrejelzésekbe bocsátkozni. Nem is szeretném ezt a hibát elkövetni (nehogy ha pár év múlva elolvassa valaki ezt az előadást, jókat mulasson rajtam), ezért csak a fejlődés néhány olyan irányára kívánom felhívni a figyelmet, amely – annak, aki figyelmes – már jól kirajzolódik, de talán még kevésbé közismert.

Az bizonyosnak tűnik, hogy a most használt internettechnológia megmarad a jövőben is, bár folyamatosan tovább fejlődik, csiszolódik. Nincs rá okunk, hogy eldobjuk és másat találjunk ki helyette, harminc év alatt bebizonyította nagyszerűségét. Az egyik fontos eleme, amely várhatóan hamarosan megújul, az IP-protokoll. A jelenleg világszerte használt 4-es verziójú IP-protokollnak van néhány olyan korlátja, amely már szorít. Ezért a világ összes számítógépén fel fogja váltani a 6-os verzió, amelynek egyik lényeges újítása, hogy az internet-címtér (az IP-címek tartománya) szédületesen ki fog bővülni. A mai IP esetében mindössze négy milliárd IP-cím lehet a világon (a címkiosztási mechanizmus veszteségei miatt ennél is jóval kevesebb), ami bizony nem elég. (A Föld népességének száma már jóval meghaladta a hatmilliárdot!) A 6-os IP (IPv6) Földünk felszínének minden egyes négyzetméterére legalább 1500 címet enged meg. Azt hiszem, ez elég lesz egy ideig.

Miért is kell a sok cím? Az internet mennyiségi növekedése a fejlett országokban már lelassult, a piac telítődött számítógépekkel. Mégis, újra nagy ugrás várható az internethostok számában. Ez pedig abból fog adódni, hogy elkezdjük a körülöttünk lévő, klasszikusan nem számítógépnek tekintett, ám egyre intelligensebbé váló szerkezeteket, tárgyakat is az internethez kapcsolni. A folyamat már megindult. Látnyos része ennek a telefónia és az internet konvergenciája. A mobiltelefonok mikroszámítógépek, és a mobiltelefon-hálózat voltaképpen nem más, mint egy speciális számítógép-hálózat, ami azonban (jelenleg még) nem internettechnológiát használ. Ezernyi előnye lehet azonban annak, ha a mobiltelefonok internethostokká válhatnak. Nem véletlen tehát, hogy az IPv6 iránt olyan mohó a mobilgyártó cégek érdeklődése. A vezetékcsatlakozású telefonok világában is megindult az összeolvadás. Látnyosan terjednek a hagyományos analóg és digitális telefonkészülékeket felváltó IP-telefonok. Tehát minden telefon egy internethosttá válik.

Következő lépésként a járműveink és a különféle háztartási eszközeink válnak internetképesekké. A mosógéptől a falióráig. Ez a folyamat is elindult már. Rossz hír a videokazetta-, a DVD- vagy audio-CD-gyűjtőknek, hogy gyűjteményük előbb-utóbb feleslegessé fog válni. A televíziók és hifiberendezések is átalakulnak internethostokká, amelyek távoli szervereken tárolt archívumokból vagy élő forrásokból mindig azt játsszák le kívánságunkra, amit látni vagy hallgatni szeretnénk. A világ bármelyik filmjét. A világ bármelyik zenei felvételét. A világ bármelyik rádió- vagy tévéműsorát. Hihetetlennek tűnik? Neves cégek dolgoznak már rajta.



IP-telefon



12. ábra. Az internet holnap

És miért kell a mosógépet, hűtőszekrényt, faliórát, hőmérőt stb. bekapcsolni az internetbe? Gondoljunk például a Havass Miklós előadásában hallott intelligens felhőkarcoló (Petronas-tornyok) példájára. Az intelligens épület (ház) koncepciója már nem új, évek óta létezik. Az eddigi megvalósítások azonban nem internetet használtak, ezért ezek a szerkezetek olyan drágák voltak, hogy nem tudtak elterjedni. Az ötlet lényege, hogy az épületben lévő eszközök kommunikálni tudnak egymással, ami a működésüket sokkal hatékonyabbá teheti. Persze – mondhatja valaki – az internet nem erre szolgál. Ma még többnyire valóban nem. De miért is ne?

Kiszámították, hogy ma egy (intelligens) eszköz internetbe kapcsolhatóságának költsége (vagyis annak a chipnek az ára, ami az alsó szintű hálózati rétegeket és a TCP/IP protokollt megvalósítja), két dollár alatt van. És ez tovább fog csökkenni. Ötszáz forint összemérhető például egy fényforrás (kompakt fénycső) árával. Vagyis akár a világítótesteket is internetbe kapcsolhatjuk, és számítógépek által vezérelhetővé tehetjük. Mindig ott, akkor és annyira világítanak, amennyire az szükséges. Mennyi energiát lehetne ezzel és a többi készülék intelligens működtetésével megtakarítani? Olyan világban, ahol az erőforrások vészesen fogynak (pedig az emberiség nagy része alig részesül belőlük), a környezetszennyezés növekszik, a fenntartható fejlődés megvalósítása egyre nehezebbnek bizonyul, aligha mellékes kérdés ez. Az internet az a közös platform, ahol könnyen és olcsón megvalósítható, hogy minden eszköz minden másikkal kommunikálni tudjon. Napjainkban, ha az internetre gondolunk, csak egy webböngésző ablaka jut eszünkbe. De a kép színesedik. Tudnunk kell: a web az internetnek csak egy lehetséges alkalmazása a sok közül.

Képzeld el, hogy történik egy súlyos közlekedési baleset, többen megsérülnek, lezárul a forgalmas út, a veszélyes rakomány kiömlik. Szó szerint életbe vágó, hogy pillanatok alatt a helyszínen teremjenek a mentést végző specialisták. Az adott eset szempontjából legfelkészültebb, legközelebb tartózkodó szakembereket kell azonnal megtalálni, riasztani és a leggyorsabban a helyszínre juttatni. A rohamkocsik számára az éppen leggyorsabb útvonalat kell kiválasztani, útközben a szakembereket el kell látni minden

szükséges információval, hogy amikor a helyszínre érnek, már pontosan tudják, mit kell tenniük. Ki kell választani a sérültek ellátására legfelkészültebb kórházat a közelben, riasztani kell a szükséges orvoscsoportot, el kell őket látni minden információval a sérültek állapotáról és adatairól, hogy felkészülve várhassák a mentőket. Folyamatosan kapják a mentőkocsikból a diagnosztikai készülékek adatait, a megfelelő adatbankokból közben megérkeznek a sérültek fontos egészségügyi adatai (milyen betegségekben szenvednek, milyen gyógyszerekre érzékenyek stb.). A mentők, tűzoltók, rendőrök útját keresztező forgalom számára automatikusan pirosra váltanak a lámpák. Mindenki másodpercek alatt a mobil számítógépeken keresztül megkapja az összes szükséges információt, hogy pontosan tudja, mit és hogyan kell cselekednie – a tűzoltóautó sofőrjétől a kórházi asszisztensig.

Hogy mindez megvalósulhasson, fix és mobil számítógépek, GPS-rendszerek és egyéb készülékek százainak kell összehangoltan dolgoznia, egymással kommunikálnia az interneten. Utópia? Azért mondtam el pont ezt a példát, mert már van, ahol dolgoznak a megvalósításán.

Az egészségügyi vonatkozásokat azzal is kiegészíthetjük, hogy a legújabb tervek szerint a jövőben a különféle gyógyszereket az adott beteg számára, egyénre szabva fogják legyártani. A mai gyógyszerek ugyanis nem veszik figyelembe azt, hogy minden ember szervezete más, és ezért másképp reagál. Ennek következtében – gyakran sok mellékhatás mellett – csak korlátozott eredményt produkálnak. Ahhoz, hogy egyénre szabva készülhessenek a gyógyszerek, óriási számítási kapacitásra van szükség. Akkorára, amelyet csak sok számítógép együttes erejével lehet elérni.

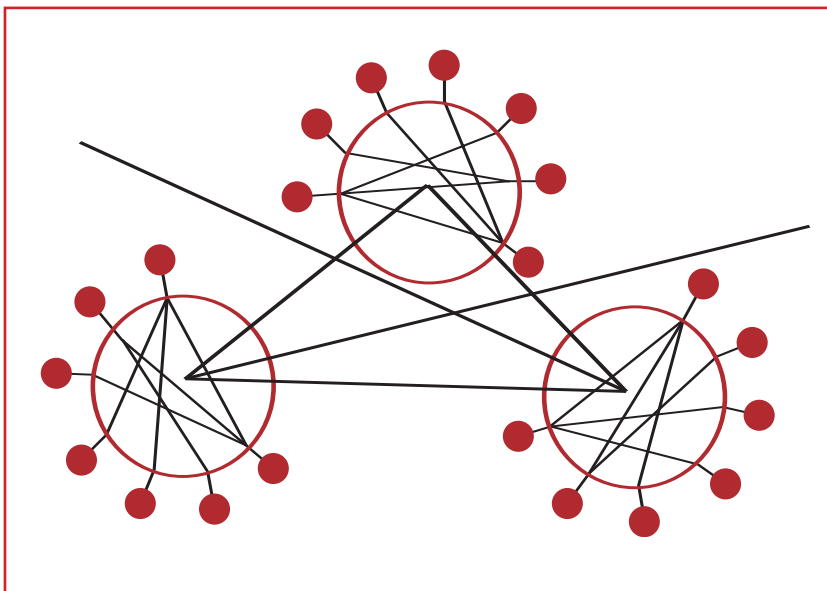
A gyógyszergyártáson kívül számos más olyan tudományos probléma is van, ami szinte elképzelhetetlenül hatalmas számítási kapacitást igényel. Az internet itt is segít. Az internettel összekapcsolt, ugyanazon a feladaton összehangoltan, együttesen dolgozó számítógépek (**grid**) biztosítani tudják a szükséges teljesítményt. Olcsón, hisz például a meglévő számítógépek felesleges kapacitását hasznosíthatják így.

GPS:

Global Positioning System, globális helymeghatározó rendszer. (Lásd Papp László előadását: *Mindentudás egyeteme*, 2. kötet, 329–356. oldal.)

Grid:

internettel összekapcsolt, egy-egy feladat közös elvégzéséért összehangoltan működő számítógépek (illetve az általuk kínált szolgáltatások) sokasága.



13. ábra. A grid felépítése



Konklúzió

Tény, hogy az internet itt van. Ha tetszik, ha nem. Kikerülni nem tudjuk, csak egyet tehetünk: elfogadjuk, megtanuljuk, és megpróbáljuk a világ és a magunk hasznára fordítani. Hatalmas erőt jelent, hatalmas lehetőségeket. Esélyt arra, hogy a világunkat egy kicsit lakhatóbbá tegyük.

Az internet azonban nem csodaszer! Életünk alapvető kérdéseit nem oldja meg helyettünk. Súlyos csalódásokhoz, látványos bukásokhoz vezetett, amikor az internet helyét és természetét nem értő (vagy érteni nem akaró) emberek hamis várakozásokkal tekintettek rá. Az internet pusztán egy újfajta, nagyon hatékony, ügyes eszköz, amit lehet rosszul is és jól is használni – mint minden mást, amit az ember valaha kitalált.

Nem az internetet kell tehát vádolni, amikor valami rossz dologban esetleg szerepet szánnak neki. Sajnos úgy tűnik, az ember nem akar tanulni ezredévek tapasztalatából, az erkölcsi törvényt ma is gyakran elfelejti. Mindig akadnak, akik haszonlesésből, hataloméhségből, önzésből megpróbálnak visszaélni azzal, ami a kezük ügyébe kerül. Az internettel sem kivételeznek. De ha ezt látjuk és megértjük, felléphetünk ellene.

Ma azon fáradozunk, hogy az internetet eljuttassuk mindenkire, minden iskolába, minden tanulóhoz, minden gyermekhez. Ezzel olyan hatékony eszközöket és lehetőségeket adunk a kezükbe, amelyekről mi még nem is álmodhattunk. De mindezzel súlyos veszélyeknek is kitésszük őket. Az információk válogatás nélkül zúdulnak rájuk is, akik még védtelenek. Akiket még könnyű becsapni, akik még nem tanulták meg megkülönböztetni a jót a rossztól, az igazat a hamistól, az értékeset az értéktelentől. Mi lesz velük? Mindig a felnőttnek, a tapasztalt, érett gondolkodású embernek kell megvédeni a gyermeket, a kiszolgáltatottat. Igen ám, de van itt egy furcsaság: ma, ebben az átmeneti korszakban, amikor elkezdjük kialakítani az információs társadalomnak nevezett új világot, egyre gyakrabban fordul elő – például éppen az internethasználat esetében –, hogy a gyermek tanítja a felnőttet, a fiatalabb az idősebbet. Ha ez elvétve fordul csak elő, érdekesség csupán. Ha általánossá válik, az már nem jó!

Szent Izidor Sevillában élt a hatodik században. A szentek közül ő lett az internet **patrónusa**. Rendkívül intelligens, művelt ember volt, aki sok-sok könyvet, információt gyűjtött össze a világ minden tájáról, és korának legnagyobb tudású alakjává vált. Több nyelven beszélt, és maga is sokat írt. Szótárakat készített, és létrehozta azt az enciklopédiát (*Etymologiae*), amely húsz hatalmas fejezetben foglalta össze az akkori világ minden tudását. Szívügyének tekintette az oktatást, a gyermekek, fiatalok képzését, a tudás eljuttatását mindenkire. Tevékenysége során a tudás és az információ mindvégig a jót, a hasznosat, a szépet – mindenki javát szolgálta. Az internetet is ilyené kell formálnunk.

Az internet jóval több pozitív, mint negatív lehetőséget kínál, érdemes tehát tenni érte. Rajtunk áll, hogy csupán évszázados problémáinkat fogalmazzuk újra segítségével, vagy egy szebb, emberségesebb világ ígéretes eszközévé válik a kezünkben.



Sevillai Szent Izidor (560 k.–636)

Patrónus:
védőszent, oltalmazó.

Ajánlott irodalom

Csórián Sándor: Számítógépes hálózatok. Bp.: Kossuth K., 1999.

Dickschus, Arthur: Egyszerűen PC ismeretek. 2. Bp.: Panem, 1998.

Ferrero, Alexis: Az örök Ethernet. Bp.: Szak K., 2001.

Friedheim, William: A Web of Connections: A Guide to History on the Internet. Paperback, 1999.

László József: Mindenkinek az Internetről. Bp.: Computerbooks, 2000.

Makk Attila: Hálózatépítés otthon. Bp.: Kossuth K., 2003.

Móritz Attila: Internet a gyakorlatban. Bp.: LSI OMAK Alapítvány, 2001.

Pluhár Emese: Internet kisszótár. Bp.: Kossuth K., 2002.

Quarterman, John S.: The Matrix. Digital Press, 1990.

Scrimger, Rob: TCP/IP Bible. Paperback, 2001.

Tanenbaum, Andrew S.: Számítógép-hálózatok. Bp.: Panem, 2003.

