

WAN-OK (NAGY KITERJEDÉSŰ SZÁMÍTÓGÉPES HÁLÓZATOK) MÚLTJA, JELENE, JÖVŐJE

**Tóth Tivadar mérnök alezredes
egyetemi adjunktus
Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem
Vezetés- és Szervezéstudományi Kar
Fedélzeti rendszerek tanszék**

Korunk talán legnagyobb műszaki újdonsága az egész világot átfogó számítógépes rendszerek, hálózatok megjelenése. Ma már nem képzelhető el tudományos tevékenység, kutatás, oktatás nagy távolságú számítógépes kapcsolat igénybevétele nélkül. A ma embere számára szinte nélkülözhetetlen, hogy ismeretei legyenek a hálózatokról. E cikk megkísérel áttekintést adni erről a mintegy három évtizedről, ami várhatóan átrendezi életünket. Röviden felvázolja a cikk az Internet kialakulásának lépcsőit, majd az európai hálózatok felépítésbe enged betekintést. Ezután a magyarországi számítógépes rendszerek, hálózatok, vázlatos ismertetése követi. A cikk utolsó része megkísérel képet adni a továbblépés lehetséges módjairól.

AZ INTERNET LÉTREJÖTTE

Minden rosszban van valami jó! A 60-as években tomboló hidegháború az akkori világ két súlypontján, az USA és a Szovjetunió tudományos műhelyeiben megrendelésekkel halmozta el a kutatókat. Az informatikában, számítástechnikában élenjáró Egyesült Államok biztonságos technológiát keresett, amellyel atomtámadás, illetve a támadás okozta károk ellenére is működő kommunikációt tudnak biztosítani az ország katonai és polgári vezetési rendszere számára. A kutatás megrendelője, finanszírozója az USA Védelmi Hivatala, a Department of Defense volt. A védelmi célú kutatásokat az erre a célra létrehozott Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) koordinálta. A probléma megoldásán a RAND Corporation dolgozott (60-as évek eleje). Kettős célt kellett elérni:

- Jelentős rombolás esetén is működőképes maradjon a kommunikációs hálózat (pl.: Ne legyen egyetlen csapással megsemmisíthető központja.)

— A számítógépes információk továbbítására használt telefonvonalakon egyidőben több eszköz is tudjon információkat szállítani

Az ötlet, ami a megoldáshoz vezetett Paul Baran vezérkari tisztól származik, és 1964-ben hozták nyilvánosságra. A megoldás: egy decentralizált hálózat, amelyen az adatok uniformizált csomagokban haladnak. A hálózat csomópontokból (node-ok) áll. Minden csomópont teljesen egyenrangú és lehetőleg minél több másik csomóponttal van fizikai kapcsolatban. (Erre volt nagyon alkalmas a meglévő telefonhálózat.) Minden csomópont szabadon küldhet, fogadhat **üzeneteket**. Ezek az üzenetek adott méretű, megcímzett „csomag”-okra vannak bontva. A megérkezett csomagokat a címzett illeszti össze **üzenetté**.

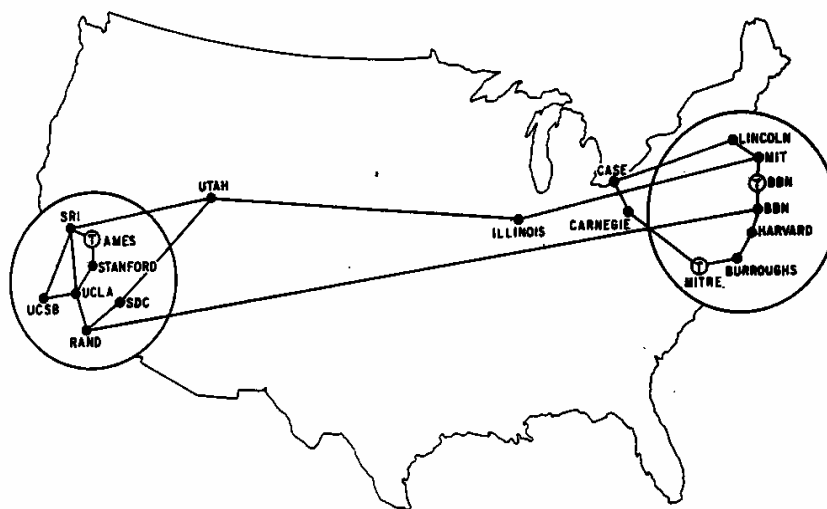
A csomagok előre nem meghatározott útvonalon (útvonalakon) haladnak céljuk felé. Úgy lehet elképzelni, hogy adatsomagok ugrálnak csomópontról csomópontra, míg a címzettet el nem érik. Ha egy csomóponton nem tudnak áthaladni, akkor másik csomópontra ugorva próbálnak célba érní. Így a hálózat sérülése esetén is eléri céljukat, legfeljebb hosszabb idő alatt. A címzettnek meg kell várnia, hogy az utolsó csomag is megérkezzen, és ekkor tudja az üzenetet összeállítani. Ez a „kaotikus” működésűnek, „szervezetlen” felépítésűnek tűnő rendszer a gyakorlatban meglepően hatékonyan és elsősorban bombabiztosan tudott működni.

A 60-as évek második felében a Rand Corporation-on kívül még a Massachusetts Institute of Technology (MIT) és az University of California at Los Angeles (UCLA) kísérletezett a fenti elven működő „csomagkapcsolt hálózatok”-kal.

Meglepő, de az első ilyen elven működő kísérleti hálózatot a nagy-britanniai Országos Fizikai Laboratórium (National Physical Laboratory) állította fel. A Pentagon Magas szintű Kutatásokat Támogató Szervezete (Advanced Research Projects Agency, **ARPA**) nagyszabású fejlesztésbe kezdett, minek eredményeképp 1969 decemberére az UCLA-n egy négy csomópontból álló hálózat kezdett el működni. A hálózat neve: **ARPANET**. Ez a hálózat tekinthető az Internet őseinek, kezdetének. Innen egyenes út vezetett napjainkig, amikor is már információs forradalomról, információs társadalomról beszélünk. A fejlődés elképesztő ütemmel folytatódott. 1971-ben már 15 csomópont működött, 1972-ben harminchét. [4]

1980-ban az összes USA egyetem a hálózatra kapcsolódott, valamint Európa és Japán is elérte az ARPANET-et.

Az eredetileg számítógépes kommunikációra szolgáló hálózat kezdett átalakulni, egyre több hír, személyes üzenet, levél lepte el a rendszert. Tudományos kutatók cseréltek gondolatokat, ismertették egymással eredményeiket, azaz kapcsolattartásra kezdték használni. Az ARPANET új szolgáltatása igen gyorsan népszerű lett, a további fejlődés egyik motorja.



MAP 4 September 1971

1. ábra
Az ARPANET 1971-ben

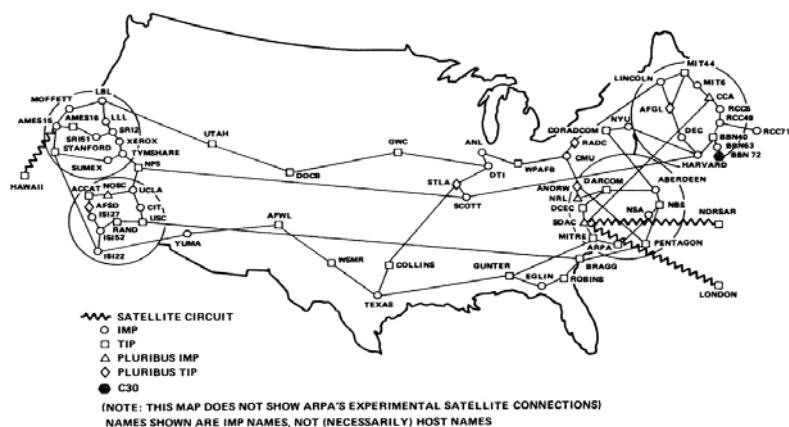
Az első levelezési lista is ekkoriban született, SF-LOVERS néven és a science-fiction rajongók használták.

A hálózat folyamatosan bővült, mivel bármilyen típusú gép bekapcsolható volt, csak ismernie kellett a csomagkapcsolt hálózat protokollját (protokoll=szabványrendszer). A csomópontokon egy *interface message processor* (IMP) működött, ami egy kis teljesítményű számítógép volt, és megoldotta ezt a feladatot.

Az első protokoll a Network Control Protocol (NCP) volt. Ezt váltotta fel a ma is használt TCP/IP protokoll. A Transmission Control Protocol (TCP) átvitelvezérlő protokoll az üzeneteket csomagokra darabolja, a célállomáson pedig újra üzenetté alakítja vissza. Az Internet Protocol (IP) hálózatok közötti protokoll a csomagok címezéséről gondoskodik úgy, hogy az egyes csomagok esetleg különböző úton is ugyanarra a célállomásra jussanak. [1]

Az egyes csomópontokon teljesen eltérő elven működő hálózatok is lehetnek (Ethernet, X25, FDDI... stb.). Az első javaslat a fenti protokollra 1974-ben jelent meg V.Cerf és R. Cahn tollából az IIE Transactions on Communication című folyóiratban a Protocol for Packet Network Interconnecting címen.

ARPANET GEOGRAPHIC MAP, OCTOBER 1980



2. ábra
Az ARPANET 1980-ban

1975-ben az ARPANET fejlesztés a Defense Communication Agency (DCA) felügyelete alá került.

1983. január 1-jére az ARPANET teljesen áttér a TCP/IP protokollrendszerre. Ekkor kezdik el az Internet kifejezést használni. Ekkor már a *hálózatok hálózata* az Internet, hiszen az ARPANET-hez egyre több hálózat kapcsolódik, most már átjárók (IMP)nélkül, mert a legtöbb csatlakozó hálózat is a TCP/IP-t használja (pl. a Bitnet). [1]

1983-ban kiválik az ARPANET-ből a tisztán katonai, így erősen ellenőrzött szegmens, és MILNET néven napjainkig is üzemel (www.milnet.com). Nagy jelentőségű ez a szétválás, mert ezzel vált az Internet teljesen nyilvánossá, és mindennapos eszközünké.

1992-ben megalakult az Internet SOCIety (ISOC). Ez a szervezet felügyeli az Internetes technológiák fejlesztését, intézi a szabványosításokat.

Indul a World Wide Web (WWW). A CERN European Laboratory for Particle Physics (Genf, Svájc) kutatója, Tim Berners-Lee a WWW koncepció megalkotója.

1993-ban megalakul az Internet Network Information Center (InterNIC) a regisztráció, a szabványok kezelésére.

1994-ben a Pizza Hut megrendeléseket fogad el termékeire a „NET”-en.

1995-ben megjelenik a Vatikán a Hálón. (www.vatican.va)

1996-ban már 150 nemzet csatlakozik a Hálózatra.

EURÓPA

Az egyre növekvő sávszélesség igény kielégítésében alapvető jelentősége van a gerinchálózati kapacitásoknak. Az Internet jelenlegi struktúrája olyan, hogy néhány transzkontinentális vagy interkontinentális szolgáltató nyújtja a gerinchálózati kapcsolatot. Ehhez csatlakoznak az **I**nternet **S**ervice **P**rovider-ek (ISP), amelyek a végfelhasználóknak Internet szolgáltatást nyújtanak, és az **N**etwork **S**ervice **P**rovider-ek (NSP), amelyek a regionális gerincszolgáltatást adják. A két szerep keveredik, mivel gyakran ugyanaz a szervezet mindkét szolgáltatást nyújtja.

Európában két nagy Internet gerincszolgáltató a DANTE és az EBONE. Mindkettő non-profit szolgáltató, a DANTE csak az országos kutatói hálózatoknak szolgáltat, az EBONE-nál nincs megkötés.

A DANTE európai hálózata a TEN-34 (3. ábra), egy elvben 34Mb/s sávszélességű gerinc. (Valójában, mint azt az ábra mutatja, a legtöbb összeköttetés nem éri el ezt a sebességet.) Technikailag a TEN-34 két részből áll, amelyek Európában három ponton kapcsolódnak össze. Az egyik rész ATM PVC áramkörökből (CBR ill. VBR) áll, a másik része menedzselte IP hálózat, azonban mindkettő csak IP szolgáltatást nyújt. Eredetileg csak európai csatlakozás volt adott, ma már van amerikai kapcsolat is.

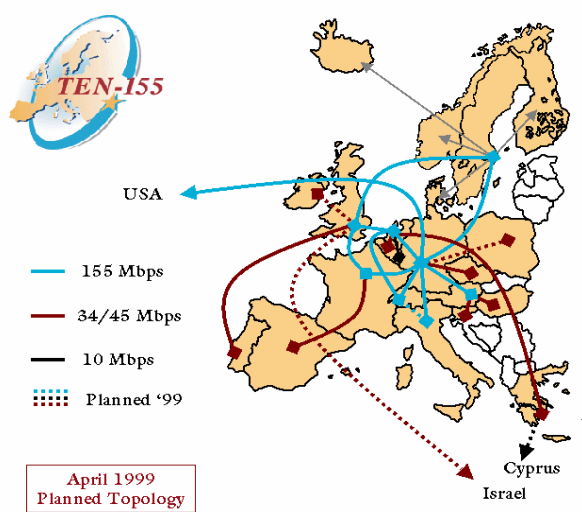
Az ATM részhez jelenleg 11 ország, köztük Magyarország kutatói hálózata is kapcsolódik. A TEN-34 működését az Európai Unió is támogatja.

Az EBONE független társaság, amelyhez bármely szervezet, kutatóhálózat vagy kereskedelmi szolgáltató csatlakozhat, amelyik az EBONE-val szerződést kötött a gerinc használatára. A forgalom természetére ebből következőleg semmilyen megszorítás nincsen, ez az egyes tagok belső ügye. A működési költséget lényegében költségmegosztással biztosítják. A gerincvonalak legnagyobb része 34-45Mb/s, az összesített amerikai kapcsolat sávszélessége 30Mb/s. Az amerikai kapcsolat külön költség nélkül használható. Az EBONE-hoz jelenleg 28 országban 84 Internet szolgáltató kapcsolódik, köztük több „akadémiai” hálózat is. [4]

Az európai kutatási hálózatok egy része mindkét gerinchez csatlakozik, vélhetően azért, mert mindkettő előnyeiket szeretnék kihasználni: EU-támogatás ill. nagykapacitású amerikai kapcsolat, de valószínűleg szerepe van ebben az alternatív konnektivitás (útvonallal) lehetőségének is. Az amerikai forgalmat több ország kutató hálózata közvetlen amerikai kapcsolattal oldja meg (pl. Renater, Franciaország).



3. ábra
A TEN-34 európai topológia



4. ábra
A TEN-155 tervezett topológiája

1998-tól megkezdődik a 155 Mbps sebességű (TEN 155) kutatói hálózat építése, amely már vetélytársa lehet az USA Internet2 projektjének. Magyarország számára ez 34 Mbps nemzetközi sávszélességet jelent.

MAGYARORSZÁG

Magyarország az 1986-ban indult Információs Infrastruktúra Fejlesztési (IIF) Program, 1995-től pedig a Nemzeti Információs Infrastruktúra Fejlesztési (NIIF) Program segítségével kezdte meg felzárkózását Európához.

A Program kezdeményezői a Magyar Tudományos Akadémia (MTA) és az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság (OMFB), az Országos Tudományos Kutatási Alap (OTKA), később pedig a Művelődési és Közoktatási Minisztérium (MKM) voltak, legutóbb pedig a Felsőoktatási Fejlesztési Alap és a Népjelölti Minisztérium kapcsolódott be a projektbe. [4]

A NIIF program célja az európai színvonalú számítógépes hálózati és információs szolgáltatások megteremtése és korszerűsítése, elsősorban a felső-, középszintű oktatásban, akadémiai kutatóintézetekben, könyvtárakban, közgyűjteményekben; valamint a nemzetközi hálózati szervezetek munkájában való folyamatos és tevékeny részvétel. Az infrastruktúra alapját az IP hálózat és a program központi nagyszámítógépe képezi.

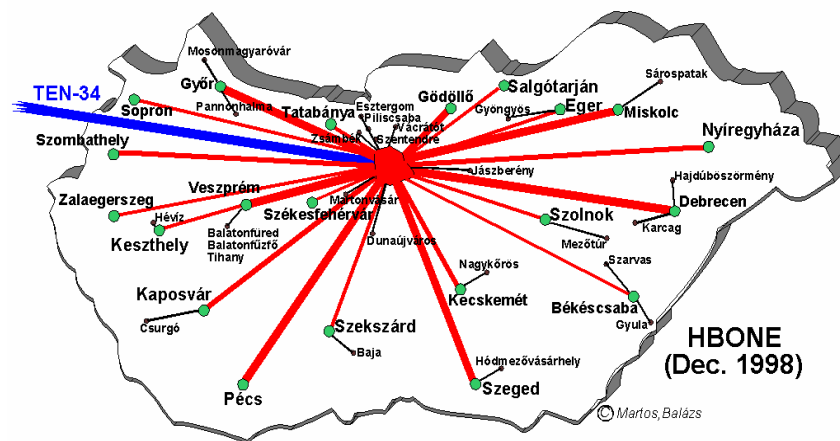
Az információs infrastruktúra műszaki alapját a HBONE, a NIIF Program által fejlesztett és fenntartott országos gerinchálózat képezi, amelynek hálózati protokollja az Internet protokoll (IP). A HBONE hálózat feladata, hogy a HUNGARNET tagintézményeket egy nagyterületű, országos gerinchálózattal egymással összekapcsolja, továbbá biztosítsa számukra a nemzetközi kapcsolatot, a teljes Internet hozzáférést. A HBONE gerinchálózat kapcsológepei jellemzően egy-egy befogadó tagintézményben, regionális központban kerülnek elhelyezésre. Valamely régió intézményei, felhasználói ezeken a szolgáltatási pontokon csatlakozhatnak a HBONE-hoz. E rendszer 10 Mbps sávszélességű vonalon kapcsolódik a TEN-34 európai gerinchálózatra.

A HBONE építése 1993 elején kezdődött. Azóta a műszaki és anyagi lehetőségek függvényében folyamatosan tart a hálózat bővítése, új csomópontok és végfelhasználók bekapcsolása, valamint a bekapcsolt felhasználók forgalmának dinamikus növekedése miatt a meglévő adatátviteli kapacitások növelése hazai és nemzetközi viszonylatokban is

A TEN-34 projektbeli részvételünk alapján van mód a további nemzetközi együttműködési kapcsolatokra is (TERENA, CEENET, DANTE, ENPG, RNA/RIPE-NCC stb.).

A HBONE-ba jelenleg mintegy 40 ezer (kis és nagy) számítógép van bekötve, ami konzervatív becslések szerint is mintegy 100–150 ezer rendszeres felhasználót jelent. Figyelembe véve a még be nem kapcsolt intézményeket, továbbá a bekapcsolt intézményeken belül folyó hálózatfejlesztések nyomán megjelenő újabb számítógép-felhasználókat, 2000-re a jelenlegi felhasználói szám megkétszereződése várható.

Nemzetközi tapasztalatok alapján — az Internet hagyományos alkalmazásainak fejlődése és terjedése következtében — a hálózati sávszélesség igény a gerinchálózatokban 9-12 havonta megduplázódik.



5. ábra

A HBONE gerinchálózata 1998 végén

A vidéki viszonylatokban a gerincvonalak kapacitása (jelenleg 64 kbps–512 kbps) már ma is egyértelműen szűk.

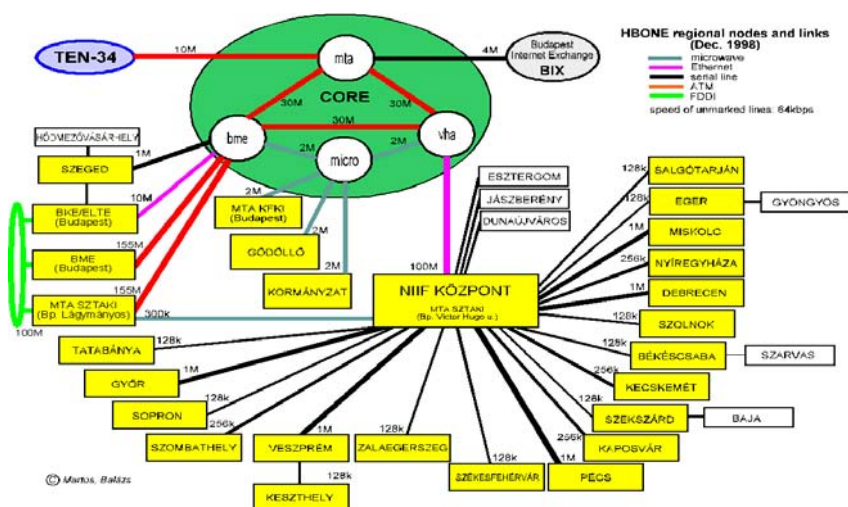
A jelentős költségek miatt az igényektől a folyamatos bővítések ellenére is mindig elmaradó nemzetközi sávszélesség (jelenleg Európa: 5 Mbps, tengerentúl: 750 kbps) szintén probléma. Az az ország azonban, amely e kihívásnak nem felel meg, lényegében kizárja magát az európai vagy tengerentúli kutatás-fejlesztési együttműködésekben, kimarad a lépéstartáshoz nélkülözhetetlen információs rendszerekből.

A Budapest Internet Exchange (BIX) célja, hogy a hazai felhasználók közötti forgalom az országon belül maradjon, azaz a szolgáltatók között a BIX-en keresztül cserélődjen ki, és ne terhelje egyik szolgáltató nemzetközi vonalait se.

A növekvő sávszélesség igény kielégítése érdekében Budapesten belül a fontos régiók között meg kell teremteni a legalább 10–34 Mbps sebességű ATM alapú kapcsolatrendszer.

Fontos a vidéki régiók számára is megfelelően nagysebességű hálózati kapcsolatot biztosítani. Legalább 10 Mbps sebességű kapcsolat szükséges Győr, Veszprém, Pécs, Szeged, Debrecen és Miskolc, illetve a főváros között. A kiemelt regionális központokhoz a környező regionális központoknak legalább 2 Mbps sebességű vonalakkal kell kapcsolódniuk. [4]

A talán 1999-ben induló magyarországi Internet2 projektől várható a fenti feladat megoldása.



6. ábra
A HONE struktúrája ma

A JÖVŐ

1996-ban 34 amerikai egyetem létrehozta az Internet2 Előkészítő Bizottságot (Internet Steering Committee).

A cél a világháló hiányosságainak kiküszöbölése, teljesítményének ugrásszerű növelése és nem utolsósorban az, hogy az Amerikai Egyesült Államok meg-

őrizzze vezető szerepét a felsőoktatás és kutatás területén, ezenkívül kísérleti terepet biztosítsanak az új technológiák kipróbálására.

A projektben kb.100 egyetem a jelenlegi hálózati hozzáférési sebesség 100-szorosával, 10 helyszín pedig 1000-szeresével kapcsolódik. A rendszert az jellemzi majd, hogy a végrendszerek között — országos méretekben — 100Mbps-1Gbps sebességű kapcsolat áll majd rendelkezésére.

Az I2 nem csupán a sávszélesség problémáját akarja megoldani, hanem újraszervezésű minőségi javulást, változást létrehozva a ma még üzemszerűen nem működtethető vagy nem is létező alkalmazásokat hozzon létre. A mai gyors hálózatokhoz képest százszoros ill. ezerszeres (!) sebességnövekedés már önmagában is generál ilyeneket.

A jelenlegi, „a lehető legjobb minőségre törekvés” (best effort) helyett a „garantált minőségű szolgáltatás” (guaranteed Quality of Service) alapelve jellemzi majd az új hálózatot. Ennek egyik legfontosabb eleme, hogy még a nagy sebességigényű alkalmazások számára is garantálni tudja az állandóságot és az adatforgalom biztonságát, valamint a megfelelő tartalékokat.

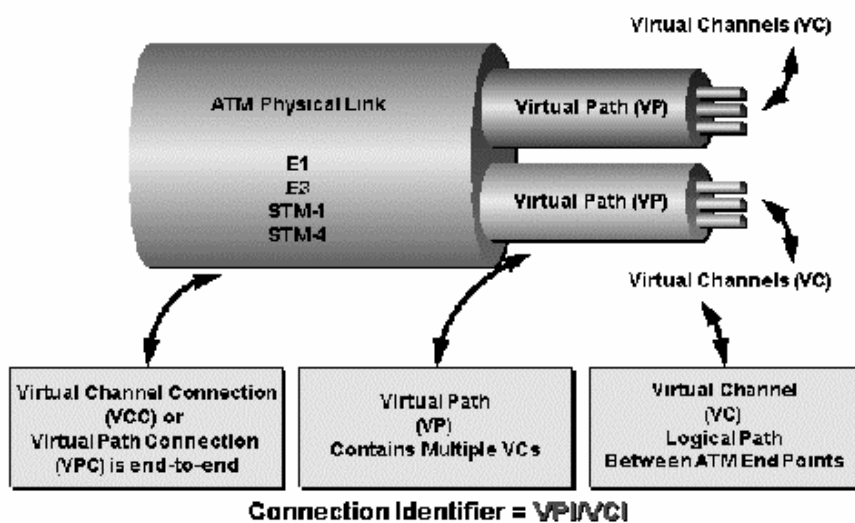
Ez az új minőség eddig még nem ismert vagy nem használt alkalmazások előtt nyitja meg a teret. Ilyenek lehetnek például a következők:

- digitális könyvtárak, amelyek hifi hang- és videó átvitelével, nagyméretű és nagy felbontású képekkel, valamint hatalmas adattömegekkel jellemezhetőek;
- újfajta környezet a kutatási kooperációk számára, amelyben megjelenik a virtuális laboratórium, a távoli műszer-, robot- és gépvezérlés, a képhang- szöveg kényelmes kezelésével történő valós idejű kommunikáció;
- a virtuális hálózati megjelenés teljes értékű, az adott alkalmazás vonatkozásában valószerűnek számító környezettel;
- sokcsatornás, magas minőségű, interaktivitást biztosító hangátviteli technikák, amelyek biztonsággal szinkronizálhatóak más adatátviteli módusokkal
- a tele-medicina, beleértve a műszer- és betegmegfigyelés távoli alkalmazását, a távdiagnózist is;
- nagy adattömegeket megmozgató, tudományos, statisztikai stb. adatokkal dolgozó osztott projektek, amelyek újfajta makró-szemlélet alapjául szolgálhatnak;

Az előzőekben vázolt célok elérése a jelenlegi technológiai háttérrel nem lehetséges. Az egyre terjedő, növekvő méretű, nagy sebességű gerinchálózatokon kívül új típusú szolgáltatások (pl.: MBONE), új protokoll (Ipng /IP next generation/ vagy IPv6), más típusú adatkapcsolati technológia (ATM), jobb útvonalválasztó módszer (MPLS) stb. megjelenését igényli:

- Az MBONE (Multicast IP backbone) nagy kiterjedésű multimédiás szolgáltatás, az Internet hálózaton létrehozott olyan virtuális hálózat, amely alkalmas többek között pl. videokonferenciák szervezésére, hagyományos konferenciák vagy tudományos tanácskozások közvetítésére vagy távoktatásra is, igen nagy sávszélesség-igényű élő videó és audió források szórására az IP multicast címzés előnyeinek a kihasználásával is.
- Az IP next generation (IPng) vagy IPv6, az új IP technológia, amely az Internet2 alapját képezi, és várhatóan fel fogja váltani a jelenleg használt, sok korláttal rendelkező Internet IP protokollt. Az Ipv6 támogatja a garantált minőségű szolgáltatást, az igen nagy sebességű és sávszélességű összeköttetéseket, a biztonságos kommunikációt és a rugalmas, tetszőleges igényeket figyelembe vevő útválasztási (routing) eljárásokat.
- Az Asynchronous Transfer Mode (ATM) új adatkapcsolati technológia, szemben a mai megoldásokkal, garantálja a szolgáltatás minőségét. Ez azt jelenti, hogy az adatok késleltetése, szinkronizmusa, az átvitel sebessége stb. meghatározott, „független” például a pillanatnyi forgalom nagyságától. Az ATM az OSI terminológia szerint az adatkapcsolati és fizikai réteg szintjén működik.

Az ATM tulajdonképpen virtuális, logikai kapcsolatokat hoz létre, melyeknél pontosan meghatározza a kapcsolat „minőségét”. Jelenleg négy minőségi osztályt specifikáltak.



7. ábra

Az ATM a legkülönbözőbb adatátviteli sebességekkel működhet: 2 (1.5), 25, 34, 51, 155, 622, ... Mb/s, az egyes virtuális csatornák sebessége pedig gyakorlatilag tetszés szerinti finom lépésekben állítható be. Átvivő közege is nagyon sokféle lehet.

Az ATM virtuális áramkörök ugyanúgy használhatók két pont közötti IP összeköttetésre, mint a bérelt vonalak. Jelentősége abban van, hogy az ATM virtuális áramkörökön gyakorlatilag virtuális magánhálózatok (VPN: **V**irtual **P**riate **N**etworks) működtethetők igen gazdaságosan, akár földrajzilag nagyon távoli gépeket is összekapcsolva.

ÚJ ÚTVONALVÁLASZTÓ (ROUTING) MÓDSZEREK

Ma a klasszikus csomagkapcsolt rendszerek használatával egy adatfolyamot uniformizált méretű csomagokra bontunk. A rendeltetési címmel ellátott csomagok a cím feldolgozása után a routing eljárás keretében meghatározott (optimalizált) úton jutnak el a címzetthez, ahol az összes csomag megérkezése után visszaállítják az adatfolyamot. E folyamat időigényes, lassú.

Az **MPLS (Multi-Protocol Label Switching)** egy technológia csoportot jelent. Az MPLS hálózat tranzit hálózat, amely az adatsomagokat a bemeneti és kimeneti pontok között továbbítja, ahol hagyományos router-ek adják/veszik át azokat továbbításra. Több cég is dolgozik a probléma megoldásán, de szabványosított technológia még nincs (pl.: IP switching (Ipsilon), Cell switched router (Toshiba), Tag switching (Cisco), ARIS (IBM)) [3].

FELHASZNÁLT IRODALOM:

- [1] ANDREW S. TANENBAUM: Számítógép hálózatok, Novotrade, Budapest, 1996.
- [2] ALLEN L. WYATT: Az Internet alapjai, Kossuth, Budapest, 1996.
- [3] TELBISZ FERENC: Merre tart az Internet? Networkshop '98 konferencia előadás, Győr, 1998.
- [4] A cikk ábrái és egyes adatok az alábbi WEB címek nyilvános adatbázisaiból származnak
 - www.hungarnet.hu
 - www.iif.hu
 - www.dante.net
 - www.ebone.net

The worldwide computer systems and networks are probably the most rapidly developing areas in our age. Nowadays there is practically impossible to educate and research without using of long-distance computer connection. In these days a man must have basic knowledge about computer networks.

The current article gives a brief survey about the last three decade of XXth century that will probably rearrange our life.

WAN-OK (NAGY KITERJEDÉSŰ SZÁMÍTÓGÉPES HÁLÓZATOK) MÚLTJA, JELENE,
JÖVŐJE

First, the history of Internet's development is outlined, then the Reader could get a chance to inspect the structure of European networks. After that the situation in the area of Hungarian networking is highlighted. Finally, the author makes an attempt at giving a picture of possible development.