

015.863



NAGY SEBESÉGŰ
INTERNET PROJEKT
(NIP)

015863

Készítette:

Bajkó Gábor (BME)
Baumann Ferenc (BME)
Géczi Csaba (Matáv PKI)
Martos Balázs (MTA SZTAKI)
Máray Tamás (BME)
Tétényi István (MTA SZTAKI)
Vonderviszt Lajos (ELTE)

1998
M. TUD. AKADÉMIA KÖNYVTÁRA
KÖNYVÉLTÁR

M. TUD. AKADÉMIA KÖNYVTÁRA
Könyvleltár 4938./19 28. sz.

1. Bevezetés

Az információs hálózat, az Internet a következő évtizedben fontos szerephez fog jutni az élet minden területén, és meghatározó infrastruktúrája lesz a kereskedelmi, ipari, kormányzati, oktatási, kutatási, egészségügyi és általában a civil szféráknak. Ezt jelzik a Clinton-Gore nevéhez fűződő amerikai és a Bangemann nevével fémjelzett európai kormányzati törekvések és fejlesztési támogatások (információs társadalom, információs szupersztráda stb.). Az ezen a területen fejlett infrastruktúrájú országok, régiók a gazdasági fejlődést meghatározó módon, egyértelmű kompetitív előnyökkel fognak rendelkezni. Az Internet különösen alkalmas arra, hogy a fejlett régióktól, a gazdasági, szellemi központoktól földrajzilag távolabb eső régiókban élők is hozzájussanak az integrálódás, a kapcsolattartás lehetőségéhez. Így hangsúlyozott jelentősége van Magyarországnak és a fejlett európai országok, Magyarországon belül pedig Budapest és a vidék közötti esélykülönbségek csökkentésében a kohézió elősegítésében.

1.1 Nemzetközi háttér

Állami finanszírozású nagy programok biztosítják az Egyesült Államokban és Európában egyaránt, hogy a jövő ipari, kereskedelmi, oktatási, kutatási versenyében döntő jelentőségű nagy sebességű információs hálózatok (az ún. információs szupersztrádák), kommunikációs technológiák és alkalmazások kifejlesztésre és kipróbálásra kerüljenek. Az ilyen kísérleti rendszereket általában az új iránt leginkább fogékony, igényes, de a fejlesztési hibákkal, kezdeti nehézségekkel szemben leginkább toleráns, szakmailag a leginkább hozzáértő tesztelésre képes oktatási-kutatási, angolszász elnevezéssel „akadémiai” környezetben építik fel. Jó példák erre az NSFnet vagy az Internet2 projektek, de hazai példaként említhetjük a HBONE hálózatot, amely szinte az összes később megjelent magyarországi kereskedelmi Internet szolgáltatónak szolgált mintaként, szakember forrásként, tudásbázisként egyaránt.

Az Egyesült Államokban kudarccal végződött, hogy az ottani akadémiai hálózatot, az NSFnet-et felszámolták és a szolgáltatásokat kereskedelmi szolgáltatókra bízta. A kereskedelmi szolgáltatók elsősorban a kis/közepes, nem a legkorszerűbb technikát követelő, „átlagos” felhasználók kiszolgálására voltak felkészülve és még az ottani nagy cégeknek is gondot jelentett az oktatási-kutatási szféra által támasztott nagy sávzélességű és a technikai élvonalat jelentő igények országos kielégítése, az ehhez szükséges beruházások és általános infrastrukturális háttér biztosítása. A szolgáltatásokkal szembeni elégedetlenség 1996-ra mindjárt két kezdeményezéshez is vezetett, amelyek közös célja, hogy alakítsanak ki egy nagy sebességű (Gigabites)

hálózatot, amelyet ismét az akadémiai közösség fejleszthet, kezelhet. Az egyik a főleg kormányzati kezdeményezésű NGII (Next Generation Internet Initiative), a másik az akadémiai szféra önszervezésével kibontakozó Internet2 kezdeményezés.

Európában az Európai Bizottság jelentős támogatásával éppen most valósult meg egy páneurópai nagy sebességű (10-34 Mbps tartomány) hálózat kiépítése (TEN-34), amely az európai országok akadémiai hálózatait kapcsolja össze. Ennek Magyarország is részese úgy, hogy mi az 50%-os úniós támogatásban nem részesülhetünk. Az Európai Bizottság támogatásával már folynak az előkészületek a projekt folytatására, amelynek keretében egy európai akadémiai „Super Intranet”, vagyis egy még nagyobb sebességű (155 Mbps – 1 Gbps tartomány) és sokkal integráltabb páneurópai hálózatrendszer épülne ki.

1.2 Hazai háttér

Magyarország jelentős eredményeket ért el az információs hálózathoz való hozzájárulás széleskörű elterjesztésében. Ez köszönhető annak az éppen tíz éves fejlesztői munkának, amely a Nemzeti Információs Infrastruktúra Fejlesztési (NIIF) Program keretei között megvalósult elsősorban a nagyterületű országos számítógéphálózatok vonatkozásában. A HBONE-nak, a hazai akadémiai Internet hálózatnak az építése 1993 elején kezdődött, fejlesztése folyamatos volt, de forráshiány miatt az adatátviteli kapacitásokat nem lehetett egy igényesebb követelménynek megfelelő szintre növelni. A jelenlegi kapacitások mellett még a hagyományos Internet alkalmazások által generált forgalom kiszolgálása sem problémamentes, az új, korszerű alkalmazások kipróbálása, bevezetése pedig szóba sem kerülhet egy nagy sebességű hálózat kiépítése nélkül. Az elért eredmények nemzetközi elismertségét mutatja, hogy az EU tagországok egyenjogú partnereként, velük egyidőben, a kelet-közép-európai országok közül Magyarország elsőként csatlakozhatott a nagy sebességű európai gerinchálózathoz, a TEN-34-hez.

1.3 Célkitűzés

Nagy sebességű akadémiai hálózatok több éve léteznek már Nyugat-Európában és az utóbbi egy évben létrejöttek a Cseh, Lengyel és Szlovén köztársaságban is. Úgy ítéljük meg, hogy Magyarország európai integrációja szempontjából meghatározó a hazai információs infrastruktúra felzárkóztatása az EU országok hasonló rendszereihez. A nemzetközi gyakorlatnak megfelelően ennek első lépése egy kísérleti, nonprofit jelleggel működő olyan nagyterületű, korszerű információs infrastruktúra kialakítása, amely egyben próbapályaként szolgál az új hálózati technológiák, továbbá az új alkalmazások számára. A pálya az Internet piac szereplői számára is nyitva áll, hogy új termékeiket ott kipróbálják, kipróbáltassák. A bevált eszközök, techno-

lógiaik beépülnek a kutatás és oktatás mindennapi eszköztárába, emelve annak színvonalát, ugyanakkor megindul ismertté válásuk a társadalom egyre szélesebb köre számára.

A következőkben ezért egy olyan projektre teszünk javaslatot, amely korszerű, nagy sebességű, ATM technológiára alapozott Internet típusú információs hálózattal kapcsolná össze Magyarországot a világgal, az országon belül pedig a „leading edge” technológiát leginkább hasznosítani kívánó budapesti intézményeket, továbbá öt-hat vidéki régiót. A projekt során megszerezhetővé válnak azok a tapasztalatok és ismeretek, amelyek a hazai távközlési infrastruktúrán egy ilyen igényes információs hálózat kiépítéséhez és az új alkalmazások kipróbálásához, elterjesztéséhez szükségesek. A kiépülő hálózat a résztvevő intézményi kör számára egyben a hagyományos Internet szolgáltatások elérését is biztosítja, a projekt eredményeképpen létrejövő infrastruktúra pedig próbapályául szolgálhat minden Internet alapú fejlesztésnek.

A tervezett infrastruktúrális fejlesztések távközlési alapjait a Matáv 1998-99-ben az előrejelzések szerint biztosítani tudja. A fejlesztések előtt műszaki, technológiai, üzemeltetési, szervezési akadályok nincsenek, a fejlesztések időben és szolgáltatási minőségben is a rendelkezésre álló pénzügyi eszközökhöz igazíthatók.

1.4 Résztvevők

A projekt szervezői az NIIF és a Matáv. A projekt résztvevői egyrészt olyan oktatási-kutatási intézmények, amelyek a korszerű nagysebességű hálózati technológiákat és az ezeket igénylő alkalmazásokat fejlesztik, vizsgálják, másrészt olyan szervezetek, amelyek ezen alkalmazások által szolgáltatott információs bázisok forrásai, birtokosai, harmadrészt olyan intézmények, amelyek az így hozzáférhető információkat munkájukban legkevésbé tudják nélkülözni. Az NIIF program felhasználói körében (felsőoktatás, kutatás, közgyűjtemények) egyrészt igényes, az új iránt nyitott felhasználókra, másrészt hozzáértő fejlesztőkre, kutatókra számítunk. Elsősorban felhasználóként, a korszerű alkalmazások kipróbálásában, megismerésében számítunk az informatikai hátterük fejlesztéseiben élenjáró kormányzati intézményekre. Az ipari kutatóhelyek pedig szakmai munkájukhoz, fejlesztéseikhez, új termékeik kipróbálásához, bemutatásához tudják a létrejövő infrastruktúrát felhasználni.

Az NIIF felhasználói köréből a következő résztvevőkre lehet számítani: BKE, BME, ELTE, SOTE, Miskolci Egyetem, KLTE (Debrecen), JPTE (Pécs), JATE (Szeged), Veszprémi Egyetem, SZIF (Győr), Magyar Tudományos Akadémia, MTA KFKI, MTA SZTAKI, Országos Széchényi Könyvtár, Neumann Ház. Kormányzati szférából: Miniszterelnöki Hivatal, KHVM, MKM, OMF. Távközlési szervezetek, ipari kutatóhelyek: Matáv-PKI, Ericsson.

2. Alhálózat és szolgáltatásai

Jelen hálózat terv a Matáv Rt. és az NIIF által egyeztetett ATM alapú hálózat (a továbbiakban ATHENE – ATm-based Hungarian Experimental Network) tervezett felépítését ismerteti. A tervezet az 1997 májusában indult TEN-34 ATM kísérleti hálózat – mind topológiai, mind szolgáltatásbeli – bővítését célozza meg.

2.1 Tervezett hálózati architektúra

A hálózat az igényelt pont-pont kapcsolatokat alapvetően allokált PVC-k segítségével valósítja meg. Ezeket a PVC-eket (Permanent Virtual Channel) a központi menedzselő rendszer segítségével az operátor hozza létre vagy szünteti meg. Ezen szolgáltatásban a TEN-34 első fázisa során már tapasztalatokat szerzett a Matáv. Kísérleti jelleggel – és technikai okok miatt nem minden felhasználó részére – pont-pont SVC-eket (Switched Virtual Channel) valamint pont-többpont PVC-eket is terbe vettünk a hálózat kialakítása során.

A rendelkezésre álló szűkös anyagi erőforrásokat valamint a többlépcsős hálózati kiépítést szem előtt tartva fontos szempont volt a bővíthetőség megvalósítása. Ennek tükrében, mind az eszközök, mind a topológia szintjén, csak a könnyen bővíthető megoldások maradtak perspektivikusak. A hálózat legfelső szintjén, az ún. tranzit szinten olyan nagy teljesítményű kapcsolók kerülnek elhelyezésre, amelyek több lépésben, fokozatosan építhetők ki maximális kapacitásukig, így a rendszer rugalmasan bővíthető. Az alsóbb ún. regionális és hozzáférési szinten kisebb teljesítményű kapcsolók, multiplexerek, koncentrátorok és hálózatvégződtető egységek kerülnek telepítésre.

Az eszközválasztás során fontos szempont mind az üzemeltető, mind a felhasználó oldaláról a vég-vég menedzselés biztosítása. A Matáv ezt a belföldi kapcsolatokra biztosítja, a külföldi kapcsolatokra vonatkozóan pedig a meglévő TEN-34-es egyezmények alapján jár el az esetleges hibabehatárolásnál és hibajavításnál.

A hálózati csomópontok hálózati interfészek (Network Node Interface, NNI) keresztül kapcsolódnak össze egymással. A fizikai rétegben G.703 szerint, az ATM rétegben kezdetben NNI jelzésátvitel nélkül. A felhasználói oldal a használói interfészen keresztül kapcsolódik fel kezdetben az ILMI nélkül, az ATM Forum UNI 3.1/4.0 ajánlásai szerint. A támogatott interfészek:

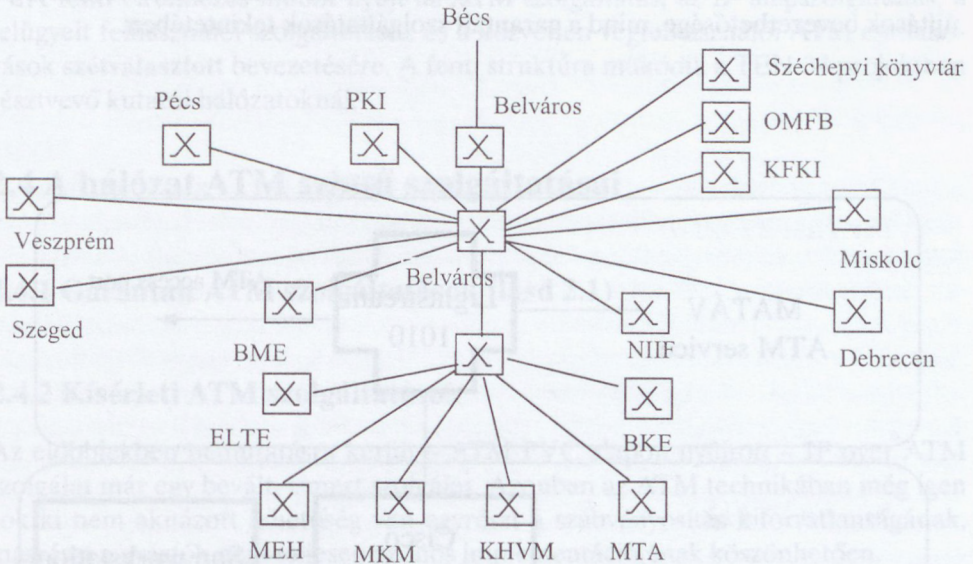
- E3 ATM UNI/NNI
- STM-1 UNI/NNI (mind elektromos, mind optikai).
- STM-4 NNI lehetőséggel is számolni kell távlatilag.

2.2 Az ATHENE hálózat megvalósítása

Az ATHENE hálózat a tervek szerint három fázisban épülne ki. Az egyes fázisokat a műszaki megvalósíthatóság mellett a pénzügyi lehetőségek determinálják.

A tranzitkapcsolók között Budapesten a BÁH SDH hálózata, vidéken az országos SDH gerinchálózat biztosít összeköttetést. A hozzáférési kapcsolók, koncentrátorok és multiplexerek az adott igényektől függően a felhasználóhoz, vagy a felhasználó közelében levő Matáv telephelyre kerülnek. Utóbbi esetben a Matáv törekszik ATM-alapú hálózatvégződtető egységek telepítésére az előfizető közelében.

Az első fázisban az ATHENE hálózat elsősorban Budapestre terjed ki, majd az erőforrások rendelkezésre állásával folyamatosan bővíthet. A jelenlegi tervek szerinti hálózatot és a lehetséges felhasználókat mutatja az 1. ábra.



1. ábra

2.3 A hálózat IP szintű szolgáltatásai

A következő néhány év az Integrated Services Internet kialakulásának jegyében fog eltelni. A hazai Internet2 projekt tehát nemcsak egy nagy sebességű országos hálózat kialakítását tűzi ki célul, hanem a felkészülést és a fokozatos bevezetését az Internet technológia új generációjának.

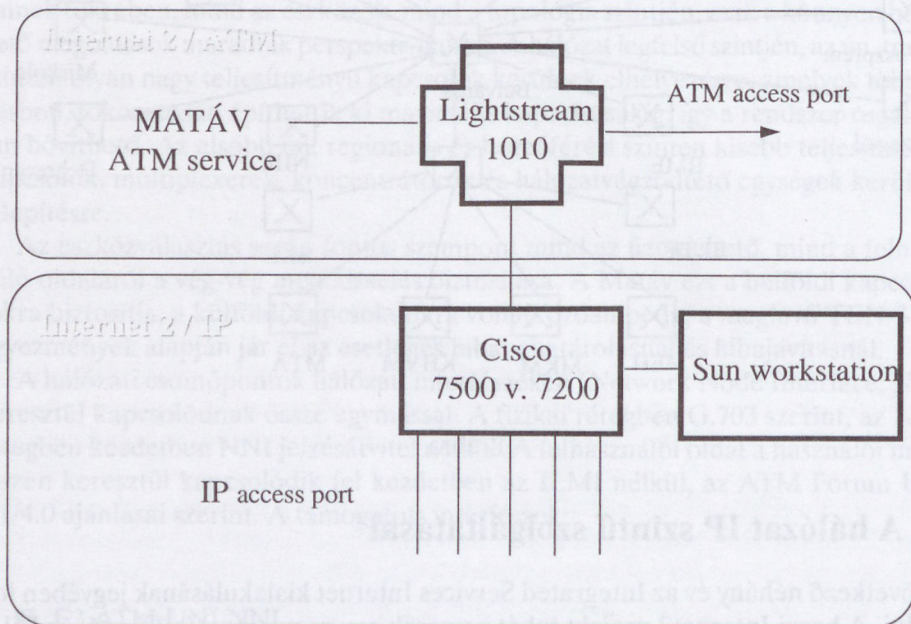
Jelenleg a HBONE mind technológiáját, eszközeit, üzemvitelét tekintve „best effort” IP hálózati rendszer.

A HBONE fejlődése során jellemzően visszatérő probléma, hogy:

- a felhasznált eszközök rendszerint nem érték el a megkívánt műszaki színvonalat (tipikusan egy generációval elavultabbak vagy egy modellel kisebbek voltak)
- a távközlési, technológiai, pénzügyi korlátok miatt az igazán újszerű alkalmazásokra gondolni sem lehetett
- a rendelkezésre állási paraméterek nem voltak előre meghatározva
- a szolgáltatások minőségi jellemzői – pl. késleltetés, csomagvesztési határ – nem voltak meghatározva, mérve, felügyelve
- az IP hálózat nem egészült ki egy felügyelt szolgáltatási rendszerrel

Erről a szintről tervezzük az előrelépést az Internet2 projektben.

Egy Internet2 típusú hálózat esetén nyitottnak kell lenni, mind a technológiai újítások bevezethetősége, mind a garantált szolgáltatások tekintetében.



2. ábra

⇒ Az új IP hálózati rendszernek támogatnia kell az alábbi eljárásokat:

- a garantált hozzáférési sebesség (Committed Access Rate)
- RSVP
- IPv6

⇒ A felhasznált eszközöknek biztosítaniuk kell a korszerű eljárásokat:

- netflow switching
- weight fair queueing
- congestion avoidance with random early discard

⇒ A rendszernek biztosítani kell a felügyelt alkalmazási rendszerek kialakítását:

- web caching
- news disztribúció
- MBONE

A fenti elrendezés módot nyújt az ATM szolgáltatás, az IP alapszolgáltatás, a felügyelt felhasználói szolgáltatások és a közvetlen végfelhasználói ATM csatlakozások **szétválasztott** bevezetésére. A fenti struktúra működik a TEN-34 projektben résztvevő kutatói hálózatoknál.

2.4 A hálózat ATM szintű szolgáltatásai

2.4.1 Garantált ATM szolgáltatások (lásd 2.1)

2.4.2 Kísérleti ATM szolgáltatások

Az előbbieken bemutatásra került – ATM PVC alapon nyújtott – IP over ATM szolgálat már egy bevált, ismert szolgálat. Azonban az ATM technikában még igen sok ki nem aknázott lehetőség van egyrészt a szabványosítás kiforrottságának, másrészt a gyártók nem teljesen azonos implementációjának köszönhetően.

A TEN-34 hazai ATM hálózatának bővítése lehetőséget nyújt – nem kereskedelmi szolgáltatásként – olyan képességek kipróbálására, melyek jelenleg csak labor körülmények között vagy igen korlátozott földrajzi kiterjedésű magánhálózatokban találhatók. A következő felsorolás ezeket a lehetséges új képességeket mutatja be:

2.4.2.1 ATM SVC alkalmazása

Az egyik legnagyobb kihívást az eddig alkalmazott ATM PVC helyett (mellett) implementálandó ATM SVC jelenti. PVC esetén a vég-vég összeköttetést a mene-

dzsment rendszer által az operátor építi fel. SVC esetén a kapcsolat felépítése és bontása a jelzésrendszer segítségével történik, azaz a hálózati erőforrások dinamikusan kerülnek kiosztásra. E technikát kombinálva az egyre szélesebb körben implementált új ATM-rétegű szolgáltatósztyályokkal rendkívül költség- és erőforrás-takarékos hálózathoz jutunk.

2.4.2.2 Új ATM-szintű szolgáltatósztyályok vizsgálata

Az ATM FORUM – mint szabványosítási szervezet – kategóriáit használva, jelenleg az alábbi szolgáltatósztyályok szabványosítottak:

-CBR

-VBT-rt

-VBT-nrt

-UBR

-ABR

A CBR-t követő szolgáltatókategóriák bevezetése egyben egy hálózatfejlődési lépcsőfok a hagyományos vonalkapcsolt világ csúcssebességre-méretező erőforrás lefoglalásától az inhomogén forgalmi jellemzőkkel bíró, bősztös adathálózati forgalom hatékony továbbítása felé. Az új kategóriák bevezetése mind a felhasználók, mind a hálózatüzemeltetők számára új perspektívákat nyit meg. A felhasználóknak biztosítja a költséghatékony erőforráslefoglalást azáltal, hogy a saját forgalmuknak – és pénztárcájuknak – legjobban megfelelő szolgáltató osztályt választhatják ki, kezdve a magas szintű átviteli biztonságot nyújtó, de drága CBR-osztálytól az olcsó, de garanciát gyakorlatilag nem nyújtó UBR-osztályig. A hálózat üzemeltetője szempontjából is igen fontos, hogy a különféle igényekkel és forgalmi típusokkal rendelkező felhasználók felé többféle lehetőséget tudjon nyújtani. Ezáltal biztosítja a hálózati szolgáltatások egy adott tárházát, mely a versenyszemléletű piacon nagyobb rugalmasságot nyújt számára.

E szolgáltató kategóriák és a hozzájuk társítható alkalmazások röviden az alábbiak:

CBR-típus: a konstans (maximum) sáv szélesség allokációján alapul. A valós idejű alkalmazások számára – ahol a cellakésleltetés (Cell Transfer Delay, CTD) és a cellakésleltetés ingadozása (Cell Delay Variation, CDV) szigorú korlátok közé szorított – tervezték. Ezt a típust a tömörítetlen hang- és videóátvitelhez célszerű választani. Tipikus alkalmazás még a videokonferencia, interaktív audio, audio/video szétosztás, audió/video lehívás. Jellemzéséhez a csúcssebesség (PCR) mellett a cellakésleltetés ingadozásának megadása szükséges.

VBR-rt: a valós idejű, de borsztös forgalmú alkalmazásokhoz – mint például a tömörített kép- és hangátvitel – fejlesztették ki. Ezen típushoz szükséges forgalmi paraméterek a csúcsebesség (PCR), az átlagsebesség (Sustainable Cell Rate, SCR) és a maximális borszt méret (Maximum Burst Size, MBS). A CBR típusú alkalmazásokhoz hasonlóan itt is szigorú korlátok közé szorított a késleltetés és a késleltetés ingadozása.

VBR-nrt: a szolgáltatástípus hasonló paraméterekkel kell jellemezni, mint a VBR-rt-t, de ezt a borsztös és nem valós idejű alkalmazásokhoz tervezték. Ilyenek azok az adatátviteli alkalmazások, ahol a válaszidő kritikus, mint például banki tranzakció, helyfoglalás.

ABR: ezt a szolgáltatástípus azon alkalmazások számára fejlesztették, melyeknél lehetséges az információ sebességének növelése, illetve csökkentése a hálózat szabad kapacitásainak függvényében. Ekkor a végberendezés specifikálhatja az igényelt és a minimálisan szükséges sáv szélességet, mely tartományon belül működni képes. Annak érdekében, hogy a megkívánt szolgáltatminőség ne romoljon, egy forgalomvezérlő mechanizmus került kifejlesztésre, mely több visszacsatoló módszert is támogat. A leggyakoribb alkalmazások a LAN interconnection/interworking, LANE, MPOA.

UBR: olyan „nem-kritikus” alkalmazások számára találták ki, ahol gyakorlatilag nincsenek szolgáltatminőségi követelmények. Ezek az alkalmazások a hálózat maradék sáv szélességét használják fel, azaz kifejezetten az ATM statisztikus multiplexelési képességére építenek, mint például kép/adat lehívás, kép/adat továbbítás, távoli terminál.

Ezen ATM rétegű szolgálatok mellett komoly igények jelentkeznek olyan szolgálatok iránt, melyek biztosítják a hagyományos LAN-ok zökkenőmentes beintegrálódását az ATM hálózatokba. A figyelem és a kutatások középpontjában jelenleg két különböző integrációs megvalósítás áll: a LAN emuláció, és a Multiprotokoll over ATM (MPOA), melyek vizsgálatára kitűnő alkalmat nyújtana e tesztkörnyezet.

3. Új hálózati protokollok és technológiák vizsgálata nagyterületű hálózatban

3.1 Új Internet technológiák

3.1.1 Az IPv6 központi szerepe a globális és helyi Internetben és Intranetben

A TCP/IP protokoll az elektronikus adatforgalom és kereskedelem legfontosabb médiumává, hatalmas méretű alkalmazások hordozójává vált. A több mint 25 évvel ezelőtt kifejlesztett IP technológia ma alkalmazott 4-es verziója jelentős korlátokat jelent a legkorszerűbb alkalmazások számára. A megnövekedett igényeknek megfelelően az IPv4-et fel kell váltani az újabb, a kor követelményeinek jobban megfelelő IPv6 technológiával.

Az IPv6 számos olyan szolgáltatást biztosít, amely az IPv4 esetén nem áll rendelkezésre:

- Címzési struktúrája lehetővé teszi a hatékonyabb és a szolgáltatási igényeknek megfelelő útvonalválasztást.
- Támogatja a biztonságos, autentikus adatcserét.
- Egyszerűbb konfigurációt tesz lehetővé (Plug & Play a hálózatba kapcsoláskor)
- Igen nagy sávszélességigényű alkalmazásokat is megenged.
- Egyszerű hálózat menedzsmentet igényel.

Az IPv6 technológia jelenleg kísérleti stádiumban van. A gyártók egymás után becsátják ki az új, IPv6-tal is működő berendezéseket, operációs rendszereket. Az amerikai Internet2 projekt az IPv6-ot választotta az új hálózat alapvető protokolljának, és e technológia fokozatos bevezetését nemsokára Magyarországon is meg kell kezdeni. Egyes hazai egyetemeken és kutatóintézetekben (pl. BME, KFKI) már megkezdődtek az új protokoll bevezetésével kapcsolatos mérések, munkák. A BME-n létrejött egy kísérleti IPv6 hálózat, amely csatlakozik a nemzetközi IPv6 pilot hálózathoz, a 6bone-hoz. A BME kísérleti hálózatához két másik kutatási intézmény is kapcsolódik.

A közeljövőben jelentkező fontosabb feladatok:

- Az új protokollra történő zökkenőmentes átállás tesztelése és kidolgozása
- A különböző gyártóktól származó berendezések együttműködésének vizsgálata
- Technológiai újítások tesztelése, kikísérletezése, különös tekintettel a multicast alkalmazásokra
- Az új infrastruktúra vizsgálata. Az útvonalválasztás technológiájának fejlesztése

- Információk gyűjtése, feldolgozása és oktatási anyagok készítése, az új technológia oktatása
- Ajánlások készítése

3.1.2 Internet objektum cache rendszerek

Az Internet forgalom rendkívül dinamikus növekedésével a hálózati kapacitások bővítése csak nehezen tud lépést tartani. Az erőforrásokkal való takarékoskodás és a szolgáltatások minősége növelésének egyik legfontosabb, világszerte alkalmazott eszköze az Internet objektum cache. Az Internet objektum cache-ek hatékonysága azzal fokozható hogy az egyes cache szervereket nem elszigetelten, egymástól függetlenül működtetjük, hanem egy nagy, országos vagy akár nemzetközi méretű rendszerbe, ún. cache hierarchiába kapcsoljuk őket. A hierarchiában együttműködő gépek megosztják egymással az adatbázisukat és így a végfelhasználók számára valóban hatalmas, és ezáltal igen hatékony cache kapacitás áll rendelkezésre. Fontos, hogy a hierarchiában együttműködő cache-ek között gyors legyen a kommunikáció, hiszen csak így biztosítható a hatékony kooperáció, ill. végső soron a megfelelő minőségű szolgáltatás.

A cache rendszer alkalmazásával és átgondolt konfigurálásával a hálózati forgalom átcsoportosítható a zsúfolt szakaszokról a tartalék kapacitásokkal rendelkező vonalakra. Jó példa erre, hogy a közelmúltban a HUNGARNET TEN-34 kapcsolatának felhasználásával, az országos cache rendszer segítségével bizonyos mértékben csökkenteni lehetett az igen zsúfolt amerikai kapcsolat terheltségét. A létrehozandó új, nagy sebességű backbone hálózat hozzájárulhat a magyar akadémiai cache rendszer hatékonyságának növeléséhez, az igen költséges külföldi kapcsolatok további tehermentesítéséhez.

3.2 ATM és Internet együttműködési kísérletek

3.2.1 Internet szolgáltatások az ATM különböző szolgálati osztályaiban

Az IPv6 bizonyos minőségi követelmények betartását ígéri a felhasználónak. Az ATM a kiszolgálási osztályok bevezetésével hasonló irányba indult el. Egy kiszolgálási osztályba azokat az igényeket soroljuk, amelyek közel azonos jellegű minőségi követelményeket támasztanak a hálózattal szemben. A jövő Internetje várhatóan olyan szolgáltatásokat kínál majd, amelyek az ATM valamennyi szolgálati osztályát igénybe veszik majd, bár nyilván különböző mértékben.

A CBR leginkább abban az esetben hasznos, amikor a felhasználó teljesen kihasználja a megvásárolt sáv szélességet, illetve igényli annak teljes rendelkezésre állását. Ez áll elő abban az esetben, ha a hálózaton virtuális magánhálózatokat hozunk

létre. Az ATM által felkínált nagy sebesség miatt reális lehetőség az, hogy ezek a virtuális magánhálózatok akár a mai intézményi hálózatok mintájára működhetnek, úgy, hogy a földrajzi távolság nem korlátozza a működést. Lehetőséget ad ez az osztály például internetes telefonhívásra is.

Egy másik szempontból viszont a VBR az, ami egyrészt az Internet erősen hülámzó forgalmához is jól alkalmazkodik a maga változó sebességével, másrészt az ATM által alkalmazott statisztikus multiplexálást is lehetővé és kihasználhatóvá teszi. A VBR felosztása valós idejű és nem valós idejű alosztályokra tovább növeli a felhasználhatóságát. Egy mintahálózat vizsgálata lehetővé tenné az IPv6 és az ATM által felkínált szolgáltatminőség-biztosítási jellemzők között az átváltási eljárások kidolgozását ill. az IPv6 hálózat hasonló eljárásainak vizsgálatát. Egy ilyen átváltási eljárásnak a nagy része lezajlik a kapcsolat felépültekor, azonban nem hagyhatjuk figyelmen kívül, hogy a felhasználó megszegheti a forgalmi megállapodást, vagyis az ATM hálózat UPC funkcióját érdemes lenne kiterjeszteni a felettes rétegre is, hiszen az annak biztonságát is szolgálná.

Az ABR osztályt is meg kell említenünk, amely visszacsatolást használ a forrás sebességének változtatására, ezzel alakítva az összeköttetés sebességét a hálózat pillanatnyi állapotához. Ez az osztály nem ad garanciákat a késleltetésre és a késleltetés ingadozására, azonban nagyon kicsi cellavesztéséget garantálhat anélkül, hogy a hálózat jelentős erőforrásait foglalná le, hiszen képes a szabad sáv szélességhez igazítani saját igényeit.

3.2.2 LAN emuláció és MPOA alkalmazása

A létrejövő hálózat kiváló terepet nyújt egyrészt az Internet nagyobb sáv szélességű hozzáférésehez másrészt a jövő szempontjából domináns technikák korai adaptálásához (SVC-alapú összeköttetések, LANE, MPOA).

A LAN emuláció egy olyan ATM Fórum ajánlásokon alapul, mely az ATM-et osztott közegű hálózatként emulálja. Az emulált LAN-ok számára az ATM hálózat transzparensen viselkedik és több emulált LAN egyidejűleg is igénybe veheti az ATM hálózatot. Jelenleg a Token Ring és Ethernet LAN-ok emulálására van lehetőség.

A LAN emulációs kliensek (LEC) virtuális csatornákon (SVC) keresztül kommunikálnak egymással, a LAN emuláció konfiguráció szerverrel (LECS), a LAN emuláció szerverrel (LES), és „Broadcast and Unknown” szerverrel (BUS). A LAN emuláció hatékony működésének alapköve a jól működő ATM jelzési rendszer, hiszen gyakran van szükség SVC-k felépítésére.

A kísérleti szolgáltatás során azt is vizsgálná közösen a kutatói bázis, hogy a LAN Emulációval együtt járó járulékos problémák mennyire nehezítik meg elterjedését valamint azt is, hogy az implementációk mennyire gyártó specifikusak. A LAN Emuláció alkalmazása során elsősorban a késleltetés problémakörére helyeznénk a hangsúlyt, amely több részből tevődik össze. A kezdeti késleltetés, tehát a két kommuni-

káló fél első keretének késleltetése, szoros összefüggésben van azzal, hogy a küldő LEC melyik üzemi állapotban van. Az egymást követő keretek esetén a BUS okozta késleltetés számottevő. Kérdéses továbbá a LEC és LES között lezajló LE-ARP feloldás gyorsasága, mert ez kihatással van a „Data Direct” csatorna felépítésének idejére. Ezen kívül az ún. „broadcast vihar”, az emulált LAN broadcast keretekkel való elárasztása, jelentős terhelést okozhat az ATM hálózaton, ami erős minőségromlással járhat.

A Multiprotokoll over ATM (MPOA) ajánlást az „IP over ATM” és a „LAN Emuláció” ajánlások továbbfejlesztésének tekinthetjük, mellyel lehetővé vált a LAN protokollok közvetlen átvitele ATM felett. Ez esetben nincs szükség emulációra, kevesebb az adaptációs lépés, így a kapcsolat felépítéséhez szükséges idő lényegesen lecsökkenthető. Viszont többretegű ATM kapcsolóra (multilayer LAN switch) van szükség. Ezek a kapcsolók az OSI 2. rétegben bridgelni (MAC cím alapján), míg a 3. rétegben a hálózati cím alapján a csomagokat továbbítani tudják, de nem képesek az útvonalválasztásra. Az MPOA rendszerben csak két funkcionális részt, az MPOA servert és az MPOA klienst különböztetjük meg. Az MPOA által használt dinamikus hívásfelépítés és -frissítés jobb hatásfokot biztosít az adatátvitelben, megkönnyítve a hálózat karbantartását és üzemeltetését.

E két megoldás – laborkörnyezeten kívüli – vizsgálata elvezethet a minél zökkenőmentesebb LAN-ATM integrációhoz, nem kevés időt, energiát és pénzt takarítva meg mind a felhasználóknak, mind az üzemeltetőknek.

3.2.3 RSVP leképezése ATM-re

Az RSVP egy erőforrás-lefoglalást végző protokoll az IP alapú hálózatokon, amely a hálózattól kért minőség betartását is hivatott ellenőrizni. Ez utóbbi funkciót tesztelni, mérni kell, hogy majd a szolgáltatási szférába is bevezethető legyen. Az RSVP-t nem támogató IP routerek transzparensnek maradnak, tehát a kommunikáció a már meglévő és az új hálózat között akadálytalan.

Hibrid (Internet és ATM) felépítésű hálózatoknál az ATM-nek ugyanezt a funkcióját ellátó UNI signalling protokolljával együttműködve lehetőség nyílik minőségi szolgáltatás igénybevételére (videokonferencia, műsorszórás stb.) az ATM gerinctől fizikailag távol eső gépről is. Az RSVP lehetővé teszi a dinamikus és heterogén (pont-multipont esetében) sáv szélesség lefoglalást, funkciók amelyeket az UNI signalling még nem támogat, további kutatások és kísérletek szükségesek a teljes kompatibilitás eléréséhez, amelynek alapfeltétele egy működő pilot hálózat.

3.2.4 Általános hálózati funkciók vizsgálata

Összeköttetés engedélyezésének vezérlése (Connection Admission Control, CAC)

Az ATM összeköttetés-alapú technika, így a kapcsolat felépülése csak a hálózati

erőforrások rendelkezésre állása esetén biztosított. A CAC megvizsgálja, hogy az igényelt összeköttetés az adott paraméterekkel még „befér-e” a hálózatba, vagy elutasításra kerül. A CAC egyszerű esetben, pl. csúcsebességre méretezésnél, csupán egy kivonó algoritmus, mely a hálózat szabad kapacitásának és az igényelt sáv szélesség különbségét számítja ki. Azonban VBR és ABR szolgáltatástípusok esetén már komoly matematikai apparátust vonultat fel. Jelentősége óriási, hiszen borsztös forgalom esetén egy hatékony CAC-vel az igényelt csúcsebességnek csak egy töredékét kell a hálózati kapacitásból folyamatosan lefoglalni. Nem csoda ezek után, ha a CAC algoritmusok vizsgálata az egyetemi kutatások kedvenc terepe.

Használat paraméter vezérlése (Usage Parameter Control, UPC)

Ha a hálózat egyszer elfogadott egy összeköttetés-felépülést, onnantól a CAC-nek nincs több feladata. Csakhogy a továbbiakban semmi sem biztosítaná, hogy a végbe rendezés be is tartja a hálózattal való szerződés paramétereit. Ezért van szükség UPC-re, melynek kifejezetten az a feladata, hogy betartassa a forgalmi egyezségben vállalt értékeket. UPC nélkül némely forrás akár lavinaszerűen eláraszthatná a hálózatot forgalommal, kiszorítva ezzel a „nem-szerződésszegő” felhasználókat.

Feedback kontrol vizsgálata

ABR szolgálat esetén a forrás sebességének vezérléséhez visszacsatoló eljárások szükségesek. Ezek segítségével a hálózati csomópont időben értesülhet a hálózati torlódásokról, és így üzenhet a forrásnak a sebesség csökkentése vagy éppen növelése miatt. A vizsgálatok elsősorban a különféle gyártók implementációinak hatékonyságára vonatkoznának.

3.2.5 Szolgálat minőség (Quality of Service, QoS) vizsgálata

CDV, CTD, CLR, CER, CMR vizsgálata. Az ATM-szintű szolgálatminőség szintén kulcskérdés. Egy banki alkalmazás a szigorú biztonsági előírások mellett komoly garanciákat kíván meg a forgalom sértetlenségére vonatkozólag. Ráadásul egyes alkalmazások inkább a cellavesztésre, mások inkább a késleltetésre, esetleg annak ingadozására érzékenyek. Egy nagy kiterjedésű, többcsomópontos hálózat kiváló alkalmat nyújt e paraméterek vizsgálatára.

3.2.6 Forgalmi paraméterek vizsgálata

PCR, SCR, MCR, MBS vizsgálata. Annak érdekében, hogy a felhasználók minél hatékonyabban vehessék igénybe az ATM hálózatot, azaz minél pontosabban paraméterezhessék és specifikálják a saját forgalmukat, célszerű egy iterációs folyamat során a felhasználói forgalom jellegéhez illeszteni az ATM-es paramétereket. Mivel ez egy olyan folyamat, mely szinte minden felhasználóval kapcsolatban előfordul, a beállítás folyamatát algoritmizálva gyorsítottan lehetne a paraméterezést megoldani.

4. Új alkalmazások a nagy sebességű nagyterületű hálózatokban

4.1 Új alkalmazások bevezetése, vizsgálata

4.1.1 Videokonferencia, tele-meeting, távoktatás

Az utóbbi néhány évben az Internet hatalmas növekedésének lehettünk tanúi. Ebben valószínűleg nagy szerepe volt annak, hogy megszületett a World Wide Web, amellyel bárki bárhol azonos módon hatalmas adatmennyiséget érhet el, és amely lehetővé teszi multimédiás anyagok közvetítését is. A multimédiás technológiák egyre inkább betörnek mindennapi életünkbe. A felhasználók nem elégszenek meg pusztán adatátvitellel, egyre nő az igény adat, kép és hang egyszerre történő átvitelére. Az új hálózati technológiák (ISDN, ATM) elterjedése, illetve a nagyobb hatékonyságú kódolási módszerek kifejlesztése lehetővé tette az új multimédiás alkalmazások megjelenését. Ezek közül is kiemelkedő jelentőségű a videokonferencia, a tele-meeting és a távoktatás. A hagyományos IP protokollt használó hálózatok nem képesek garantált minőségű szolgáltatást nyújtani, ezért nem igazán alkalmasak valós idejű multimédiás szolgáltatásra. A keskeny sávú ISDN garantálja az összeköttetés ideje alatt a sávszélességet, azonban a rendelkezésre álló sávszélesség nagysága korlátozott (például alap-hozzáférés esetén $2 \cdot 64$ kbit/s), amely például többrésztvevős videokonferencia esetén nem elegendő. Ezért nagy jelentőségű a szélessávú ISDN koncepció (BISDN), illetve hálózatok (ATM) megjelenése, amelyek egy összeköttetésnél akár több megabites sávszélességet is képesek garantálni. A másik lehetséges irány az IP protokoll továbbfejlesztése. A protokoll legújabb verziójába (IPv6) már beépítették a garantált minőségű szolgáltatásokat, így alkalmas például valós idejű videoátvitelre.

A videokonferencia és a tele-meeting alkalmazások nagyon vonzó lehetőséget kínálnak konferenciák, összejövetelek megszervezésére, ugyanis segítségükkel megspórolható az utazás és a vele kapcsolatos költségek, illetve időben könnyebben megszervezhető az esemény. Ezek az alkalmazások ugyanazokat a kommunikációs módokat biztosítják a hálózaton keresztül, amelyek megvannak egy hagyományos konferencia esetében. A résztvevők látják, hallják egymást, lehetőség van prezentációk tartására, illetve közös munkafelület kialakítására. A tele-meeting kötetlenebb megbeszélést tesz lehetővé, ahol minden résztvevő egyenrangú, míg a videokonferencia esetében a koordinátor határozza meg, hogy éppen ki kap szót,

illetve kit vagy kiket látnak a többiek. Ezek az alkalmazások a jövőben minden bizonnyal rendkívül fontos szerepet fognak játszani a távközlésben. Már történtek erőfeszítések egyszerű videokonferencia rendszerek szabványosítására (van például szabvány LAN-os, illetve analóg telefonvonal és ISDN feletti videokonferenciára), de az alkalmazások még többnyire a kutatás és fejlesztés stádiumában vannak. Ez kifejezetten igaz az ATM-es illetve IPv6-os alkalmazásokra.

A távoktatás jelentőségét különösen az oktatási intézmények, de más szervezetek vonatkozásában nem is kell hangsúlyozni. Segítségével távoli helyszínekkel lehet konzultációt folytatni, előadásokat tartani, egyszerre érhetőek el az előadáshoz kapcsolódó video és audio anyagok, illetve szöveges állományok, de ezek a saját helyszínen egyéb adatbázisból lekérhető információkkal is kiegészíthetők. Ezen a területen már ma is folynak Magyarországon fejlesztések.

4.1.2 Elosztott, párhuzamos számítási módszerek

A tudományos technikai számításokhoz egyre nagyobb és nagyobb számítási teljesítményre van szükség. A számítógépek teljesítményének ugrásszerű növekedése ellenére, egyes kutatási területeken a rendelkezésre álló kapacitás nem elégíti ki a kutatók igényeit. Ennek elsősorban az az oka, hogy az egyre nagyobb teljesítményű gépek felfesztették azokat a lehetőségeket, amelyek a korábbi technikai színvonalon még elképzelhetetlenek voltak, de mostanra elérhető célokká váltak. Hazánkban is számos olyan területen folynak kutatások (pl. anyagtechnológia, kémia, meteorológia stb.), ahol a jelenleginél lényegesen nagyobb számítási kapacitásra volna igény.

A számítási teljesítmény növelésére komoly erőfeszítéseket tesznek a gyártók, aminek eredményeként újabb és újabb nagy kapacitású szuperszámítógépek kerülnek piacra. A gyakorlatban azonban ezeket a berendezéseket a kutatók egy szűk rétege használhatja csupán, mivel a nem kiemelt kutatási területek, témák számára ezek a berendezések megfizethetetlenül drágák. A számítógépek tömeges elterjedésével a kutatók, felhasználók szokásai is megváltoztak. Számukra a munkaállomások napi munkaeszközzé váltak, melyek elérhető áruk miatt szinte minden irodában fellelhetők. Ezek a gépek azonban a nap jelentős részében nem, vagy csak igen csekély mértékben vannak kihasználva. Az elosztott párhuzamos számítási környezet kialakításának alapötlete igen egyszerű: fogjuk össze a gépek kihasználatlan számítási kapacitását. Megfelelő algoritmusokkal így akár a szuperszámítógépek teljesítménye is felülmúlható.

Az általános céllal gyártott processzorok és számítógépek között megfelelően kialakított kapcsolattal meglepően jó eredményeket lehet elérni, amit az ilyen irányú hazai és nemzetközi kísérletek, próbálkozások is igazoltak. A BME Irányítástechnika és Informatika Tanszék a Szilárdságtani és Tartószerkezetek Tanszékkel együttműködve alkalmaz hasonló technológiát közönséges differenciálegyen-

letek peremérték feladatainak megoldásához, igen jó eredménnyel: 33 különböző munkaállomás összekapcsolásával percenként átlagosan 2 millió térrészben sikerült egy viszonylag bonyolult számítássorozatot elvégezni. A felhasznált munkaállomások a BME-n és az ELTE-n helyezkedtek el, közöttük a nagysebességű kapcsolatot az egyetemközi FDDI gyűrű biztosította.

Az ilyen alkalmazások egyik legnagyobb korlátja az, hogy – sok, egymástól távol lévő számítógép bekapcsolása esetén – csak azoknál a feladatoknál remélhetünk jó eredményeket, amelyeknek viszonylag alacsony a kommunikációs igényük, hiszen a laza csatolásból adódóan az egyes párhuzamos részek között az adatcsere lassú. Ezt a korlátot nagysebességű, nagykiterjedésű adathálózat alkalmazása esetén jelentősen messzebbre lehet tolni. A vázolt technológia alkalmazásával olyan hatalmas számítási kapacitást lehet a kutatók kezébe adni, amilyen más módon nem, vagy csak sokkal költségesebben biztosítható.

4.2 Új alkalmazások hazai fejlesztése

4.2.1 Magyar Elektronikus Filmtár

A nagysebességű hálózati technológiák megjelenésének következményeképpen egyre közelebbé válik az a pillanat, amikor a kívánság szerinti videó (video on demand – VOD) megvalósíthatóvá válik. Az informatikai ipar fejlődésének egyik kulcstényezője várhatólag a szórakoztatóipar lesz, ezen belül is – az ISO/ITU B-ISDN (szélessávú integrált szolgáltatású digitális hálózat) koncepciója szerint – a mozgóképek szolgáltatása lesz az egyik leginkább sávzélességet igénylő alkalmazás.

A magyar filmek teljes vertikumának digitális feldolgozása, archiválása és szolgáltatása olyan kultúramegőrző feladat, amely nem várthat sokáig magára, és amelynek késlekedése komoly piaci hátrányt fog jelenteni a későbbiekben a filmjogokat birtokló intézményeknek. A mozgókép szolgáltatásnak azonban komoly problémákkal kell szembenéznie: jelentős idő szükséges a filmadatbázis létrehozásához (amely szerkezetének kidolgozása is feladat), a filmadatbázisnak tartalmaznia kell a digitalizált képeken kívül mindazokat az információkat, amelyek az értelmes – esetleg (képi)tartalom szerinti – visszakereshetőséget lehetővé teszik, a mozgókép szolgáltatás hardware igénye mind tároló kapacitás, mind processzási teljesítmény tekintetében jelentős, végül de nem utolsósorban a biztonsági problémák egész sorát kell megoldani (pl. hozzáférési jogok, számlázás, másolhatatlanság stb.).

A Magyar Elektronikus Filmtár projekt a fenti szolgáltatási problémák megoldására, a technológiai lehetőségek kipróbálására, a tényleges felhasználói igények felmérésére jöhetne létre. A projekt potenciális résztvevői mindazok az intézmények, amelyek eredeti filmjogokkal és a megfelelő szakmai felkészültséggel rendelkeznek,

így a Magyar Filmintézet és Filmarchívum, a Magyar Televízió illetve filmstúdiók. A projekt eredményeinek potenciális felhasználói lehetnek első körben mindazok az intézmények, ahol filmekkel kapcsolatos oktatás folyik, illetve tágabb értelemben a nagy sebességű hálózathoz kapcsolódó felhasználók.

4.2.2 Magyar Elektronikus Zeneműtár és Hanganyagtár

A jelen pillanatban üzemelő hálózati technológiák (Ethernet, FDDI) és az Internet Protokollok nem teszik lehetővé hanginformációk garantált minőségű és gazdaságos szolgáltatását, erre csak az új ATM alapú rendszerek lesznek képesek. A magyarországi archívumokban ugyanakkor jelen pillanatban is óriási kihasználatlan és közérdeklődésre számot tartó hangzóanyag „porosodik”. A tárolókban lassú pusztulásra ítélt anyagok a nemzeti kultúra fontos részét képezik, így a digitális formára való átalakítás fontos kultúramegőrző tevékenység is lenne.

A hangzóanyag szolgáltatásra tulajdonképpen jelen pillanatban is adottak a technológiai feltételek, vagyis ismeretesek az archiváláshoz, megfelelő tömörítéshez szükséges eljárások (MPEG3) és a kereskedelmi forgalomban kaphatók olyan teljesítményű gépek, amelyek képesek a megfelelő sávszélességű adatfolyamok generálására. Nem kezdődött meg viszont a hanganyagok digitális leképezése, a megfelelő szolgáltatói adatbázis struktúrájának és működési módjának kidolgozása, a szerzői jogokkal kapcsolatos problémák feltérképezése.

A Magyar Elektronikus Zeneműtár és Hanganyagtár projekt a hangzóanyagok digitalizálását, a szolgáltató adatbázis megtervezését, illetve a szolgáltatást vállalhatná fel.

A projekt potenciális résztvevői mindazok az intézmények, amelyek eredeti hanganyaggal rendelkeznek, így a Magyar Rádió és a Magyar Televízió illetve az MTA Zenetudományi Intézete. Felhasználók mindenekelőtt az oktatási intézmények, ezen belül is különösen azok, ahol zenei oktatás folyik.

4.2.3 Digitális könyvtár

A magyarországi szöveges- és hozzátartozó képi információk intézményesített feldolgozása a Neumann Digitális könyvtár létrehozásával megkezdődött. Az NIIF keretében létrejött Magyar Elektronikus Könyvtár is jelentős mennyiségű magyar vonatkozású dokumentumot gyűjtött össze.

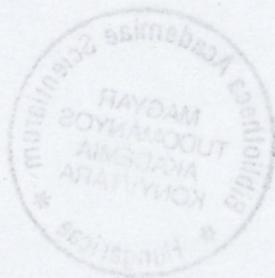
Bár a magyar irodalom illetve a magyar nyelvű források feldolgozásának látszik a központi és az internetes felhasználói támogatottsága, nem garantált a megfelelő minőségű hozzáférés biztosítása. Várhatólag a digitális könyvtár elérése iránt nagy igény fog mutatkozni mindazokban az esetekben, amikor a nyomtatott formátumú dokumentumokhoz való hozzáférés nehézségekbe ütközik. Az egyidejű kiszolgálhatóság érdekében tehát csak a nagy sávszélességű hozzáférés jöhet szóba.

A projekt potenciális résztvevői a Neumann Digitális Könyvtár, a MEK illetve mindazok az intézmények, amelyek felajánlják a tulajdonukban lévő értékes szöveges adatbázisukat. Felhasználók azok az – elsősorban oktatási, kutatási – intézmények, amelyeknek napi munkáját a teljes szövegek hozzáférhetősége jelentősen segíti.

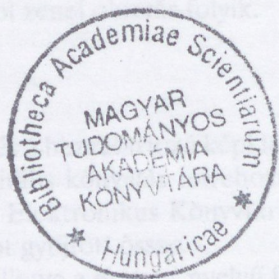
4.2.4 Távoli események közvetítése és archiválása

A nagy sebességű hálózatok egyik jellegzetes alkalmazása a hagyományos műsor-szórás mellett a távoli események monitorozása illetve megfigyelhetővé tétele, aminek egyik példája a közlekedés videó felügyelete lehet. Tekintettel az egyre növekvő budapesti autóforgalomra, jelentős igény mutatkozik az autósok részéről a közlekedési helyzet minél egzaktabb átlátására, vagyis a ki- és bevezető utak és jelentősebb kereszteződések forgalmának ismeretére. A forgalmasabb csomópontokban elhelyezett videó rendszereknek kétféle feladata lehet. Egyrészt csúcsforgalmi időben befolyásolhatná az autósok útvonalválasztását, másrészt a megfigyelés és archiválás ténye valószínűleg erősen növelné a közlekedési fegyelmet is, ezáltal közvetlenül balesetmegelőző hatása is lehetne. Az archiválás természetesen szerepet játszhatna a baleseti okok gyors feltárásában, a helyszínelésben is.

A projekt potenciális résztvevői a BRFK, Budapest Önkormányzata, a BME Közlekedésmérnöki Kara, illetve közlekedési információkat szolgáltató intézmények, pl. Utinform, rádióadók stb. Felhasználói mindazok, akik a közlekedési információkra kíváncsiak, vagyis elsősorban az autósok illetve a közlekedés fejlesztői és kutatói.



JEGYZET



TARTALOM

1. Bevezetés	3
2. Alaphálózat és szolgáltatásai	6
3. Új hálózati protokollok és technológiák vizsgálata nagyterületű hálózatban	12
4. Új alkalmazások a nagy sebességű nagyterületű hálózatokban	17

200

TARTALOM

I. Bevezetés	3
2. Alaphálózati és szolgáltatási	6
3. Új hálózati protokollok és technológiák vizsgálata nagyterületi hálózatban	12
4. Új alkalmazások a nagy sebességű nagyterületi hálózatokban	14



Kiadja a Nemzeti Információs Infrastruktúra Fejlesztési Program Koordinációs Iroda

NIIFKI vezetője: Nagy Miklós igazgató

A kiadásban közreműködött: Kornétás Kiadó

Ügyvezető igazgató: Pusstay Sándor

Műszaki szerkesztő: Szlávik András

Nyomta: Komáromi Nyomda és Kiadó Kft, Komárom

Felelős vezető: Kovács Jánosné ügyvezető igazgató

