

ZRÍNYI MIKLÓS
NEMZETVÉDELMI EGYETEM

Fekete Károly mk. alezredes

**A Magyar Honvédség állandó telepítésű
kommunikációs rendszere
továbbfejlesztésének
technikai lehetőségei**

Doktori (PhD) értekezés

Tudományos vezető:

Dr. Somos András nyá. ezredes
a hadtudomány kandidátusa

.....

Budapest, 2003.

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS	3
1 . FEJEZET	10
TECHNOLÓGIAI ÉS JOGSZABÁLYI KÖRNYEZET	10
1.1 Alapvető fogalmak	10
1.2 A katonai távközlés és informatika fejlődése.....	16
1.3 Konvergencia.....	19
1.4 Jogszabályi környezet.....	25
1.5 A Magyar Honvédség állandó telepítésű kommunikációs rendszerét közvetlenül érintő szabályzók	28
KÖVETKEZTETÉSEK	32
2 . FEJEZET	35
A MAGYAR HONVÉDSÉG ÁLLANDÓ TELEPÍTÉSŰ KOMMUNIKÁCIÓS RENDSZERE ÉS A HOZZÁ KAPCSOLÓDÓ KOMMUNIKÁCIÓS RENDSZEREK	35
2.1 A Magyar Honvédség állandó telepítésű kommunikációs rendszerének technikai jellemzői	36
2.2 A Magyar Honvédség informatikai rendszere	44
2.3 A NATO kommunikációs infrastruktúrája.....	48
2.4 Közcélú távközlőhálózatok	54
KÖVETKEZTETÉSEK	63
3 . FEJEZET	67
A MAGYAR HONVÉDSÉG ÁLLANDÓ TELEPÍTÉSŰ KOMMUNIKÁCIÓS RENDSZERE TECHNIKAI TOVÁBBFEJLESZTÉSÉNEK LEHETSÉGES ELVI IRÁNYAI	67
3.1 Elvárások a kommunikációs rendszerrel szemben.....	67
3.2 Szimuláció és gyakorlati tapasztalatok.....	73
3.3 Kommunikációs modellek, szabványok.....	80
3.4 Hálózati technológiák.....	84
KÖVETKEZTETÉSEK	108
AJÁNLÁSOK, JAVASLATOK, MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGI MEGFONTOLÁSOK	111
A KUTATÓMUNKA EREDMÉNYEINEK ÖSSZEGZÉSE	121
MELLÉKLETEK	125
AZ ÉRTEKEZÉS ÁBRÁINAK JEGYZÉKE	154
RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE	157
A HIVATKOZOTT IRODALOM	163
FELHASZNÁLT ÉS TANULMÁNYOZOTT IRODALOM	171
PUBLIKÁCIÓS JEGYZÉK	176

BEVEZETÉS

*Mottó: „Az emberek dolgának árja van,
Mely habdagállyal boldogságra visz*

.....
*Ily duzzadt tenger visz most minket is,
Használni kell, míg áradatja tart,
Vagy veszítjük a sors kedvezéseit.”*

/W. Shakespeare: Julius Caesar/

A civilizáció előrehaladása együtt jár a kommunikáció fejlődésével, amely – úgy tűnik – egyre inkább átszövi a társadalom legkülönbözőbb rétegeit. Ma már az egyén, vagy a közösség funkcionálása gyakorlatilag elképzelhetetlen a kommunikáció rohamosan korszerűsödő hírközlési vagy informatikai segédeszközei nélkül.

A hadsereg, mint a társadalmi struktúrák szervezett része, tevékenységének jellegéből eredően még inkább igényli ezeket az eszközöket a használatát. A fejlett országokban a kommunikációs eszközök és módszerek korszerűsítésének fő mozgatója egy sor területen a hadsereg, a katonai felhasználás volt.

A Magyar Honvédségnél a híradó eszközök és rendszerek fejlődése magán viselte a magyar társadalom politikai-, technikai fejlődésének ellentmondásait, pozitív és negatív tendenciáit. A háború utáni fél évszázad katonai hírközlésének felidézésénél meg kell különböztetnünk a táborig (mobil) eszközök és az állandó jellegű híradás jellemzését, mivel e területeken nem azonos gazdasági, műszaki, társadalmi hatások érvényesültek.

A táborig híradó eszközök és rendszerek alakulását a Varsói Szerződés-i tagságból fakadó vitathatatlan egységesítési, kompatibilitási pozitívumok, illetve az anyagi lehetőségekből, a szovjet katonai vezetés sajátos (nyugatellenes) műszaki fejlesztési felfogásából, a hadsereg egyre gyakoribbá váló szervezeti változásaiból eredő hátrányok befolyásolták.

Az állandó jellegű híradás az 1970-es évekig ugyanolyan kezdetleges és a vezetés minimális feltételeit is alig biztosító volt, mint az állami Magyar Posta által üzemeltetett alacsony fejlettségi szintű távközlés (manuális telefon és telex hálózat). A korszerűség csúcsát az automatizált közigazgatási „K” telefon jelentette. A Magyar Honvédség ugyanakkor a 70-es, 80-as évek kiemelkedő fejlesztései eredményeként az ország legkorszerűbb területi hírszisztemével rendelkezett, amelyben már országos kiterjedésű digitális mikrohullámú hálózat is működött. A területi elven szervezett és komplex hírközpontokra épülő állandó jellegű híradás bizonyos ideig jelentősebb átépítés nélkül képes volt kezelni a hadsereg megújuló szervezési és diszlokációs változásait.

Az értekezés témájának időszerűsége:

A rendszerváltás egyik markáns jelensége volt az 1992. évi távközlési törvény kiadása, illetve az ennek nyomán bekövetkezett ún. részleges privatizáció a hírközlés egészében. A koncessziós társaságok jelentős összegeket fektettek a hálózatok átépítésébe. Néhány év alatt gyökeresen átalakították a vezetékes- és rádiótávközlést, a kommunikációs szolgáltatások terén megteremtették a kínálati piacot. A hadsereg ezen idő alatt stagnálást, illetve mérsékelt ütemű fejlődést mutatott minden területen, így a híradásban is. Ennek következtében a piaci alapokon működő, gyorsan fejlődő civil távközlés és informatika nagyságrendnyi előnyre tett szert a katonai híradással szemben. A helyzeten érdemi változást csak az 1999. márciusában bekövetkezett NATO tagság, a struktúra váltás alapvető elveinek kidolgozása, jóváhagyása, a katonai költségvetés növekedése hozott, de a csatlakozás óta eltelt idővel és az országgal szemben megnyilvánuló elvárásokkal nem arányos mértékben.

Ezek eredményeként az ezredfordulóra kialakultak az állandó jellegű híradás (távközlés és informatika) korszerűsítésének feltételei, lehetőségei és ténylegesen megkezdődött az eszközök váltása. Mára azonban új kérdések érlelődtek meg: a civil távközlés és informatika elvei és gyakorlata által mutatott különböző fejlődési irányzatok, a szolgáltatások szinte áttekinthetetlen gazdagságából melyiket kell választani, mint olyat, amely leginkább megfelel a hadsereg sajátos vezetési, szervezeti, működési igényeinek és – a polgári kommunikációval ellentétben – „nem piacos” lehetőségeinek, ráadásul összhangban van a tábori híradó eszközök és híradás szervezési módok NATO szabványokhoz (ajánlásokhoz) kötődő várható fejlődésével is. A Magyar Honvédség állandó telepítésű kommunikációs rendszerét¹ (MH ÁTKR) ezen kívül sok egyéb tényező is befolyásolja (befolyásolhatja), melyeket sematikusán az 1. ábra szemléltet.

Mindezek miatt szükségesnek, időszerűnek és lehetségesnek tartottam az MH állandó jellegű híradása fejlesztési lehetőségeinek tanulmányozását, a különböző megoldások tudományos igényű elemzését, függetlenül attól, hogy a gyakorlat a jövőben ezekből mit fog majd hasznosítani. Annak érzékeltetésére, hogy a katonai híradásban is összetett távközlési és informatikai rendszerekkel illetve szolgáltatásokkal kell számolni, az értekezés címében és tárgyában a mindkét fogalomkört lefedő „állandó telepítésű kommunikációs rendszer” kifejezést használom.

Az értekezés témájaként a Magyar Honvédség állandó telepítésű kommunikációs rendszere (MH ÁTKR) továbbfejlesztésének technikai lehetőségeit választottam, mivel a Magyar Honvédség átalakításával összefüggésben szükségessé vált a gyorsuló távközlési és informatikai fejlődést

¹ A „Bevezetésben” fogalmakat nem definiálok. Az értekezésben használt alapvető fogalmak magyarázata az 1.1 alfejezetben, további fogalmak definíciója a szöveggörnyezetben és a lábjegyzetekben található.

jobban figyelembe vevő, szolgáltatásait tekintve sokrétűbb, integrált, „jövőálló”, s ezért a további fejlesztés lehetőségét is magában hordozó nagysebességű, állandó telepítésű kommunikációs rendszer elméleti koncepciójának kialakítása.



1. ábra Az MH állandó telepítésű kommunikációs rendszerére ható tényezők

A választott téma kutatását a Kommunikáció elmélet, Katonai kommunikációs rendszerek tervezése, a Hálózatok és rendszerek, a Katonai kommunikációs hálózatok menedzsmentje valamint a Magyar Köztársaság kommunikációs infrastruktúrája tantárgyak tananyagának kidolgozása és oktatása során szerzett elméleti, gyakorlati tapasztalatokra alapozva, 1999. szeptember 1-től kezdtem el.

Alapvető kutatási célkitűzésnek tekintetem a korszerű ÁTKR lehetséges technikai felépítésének, megvalósításának feltárását, alapul véve az elektronika, az információtechnológia elmúlt időszakának eredményeit és jövőbeli fejlődési tendenciáit, a katonai vezetés reális igényeit, a jogszabályi-, polgári- és katonai kommunikációs környezet hatását.

Az alapvető kutatási cél elérése érdekében a következő részterületek vizsgálatát tartottam szükségesnek:

1. Az elmúlt időszak társadalmi és műszaki haladásának tükrében a polgári és katonai kommunikációs technológiák egymáshoz viszonyított fejlődési ütemének elemzését, az alapvető fejlődési trendek várható alakulásának értékelését;
2. A hatályos jogszabályok környezetében működő, közcélú hálózatokhoz kapcsolódó, zártcélú hálózat részeként funkcionáló állandó telepítésű katonai kommunikációs rendszer működtetési jellegzetességeinek feltárását;
3. A korszerű hálózatos hadviselés körülményei között várható katonai vezetési igények és az állandó telepítésű kommunikációs rendszerrel szemben támasztott követelmények megfogalmazását;
4. A jelenlegi MH ÁTKR legfontosabb tulajdonságainak kiemelését és annak vizsgálatát, hogy mennyire képes a prognosztizálható korszerű információtovábbítási igények magas minőségű kielégítésére;

5. A jelenlegi állandó telepítésű kommunikációs rendszerhez illeszthető, a globális fejlődési trendet követő, nagytávolságú távközlő és informatikai hálózatok elemzését követően, egy nagysebességű, integrált szolgáltatási lehetőségekkel rendelkező katonai kommunikációs rendszer elméleti koncepciójának, lehetséges típusának, javasolt felépítésének meghatározását.

A téma kidolgozása során kutatási területeim voltak:

- az alapvető távközlési és informatikai technológiák valamint a polgári és katonai kommunikációs rendszerek általános és egymáshoz viszonyított fejlődése;
- az állandó telepítésű kommunikációs rendszerek létesítését és működését meghatározó legfontosabb jogszabályok;
- az MH ÁTKR kapcsolódása más rendszerekhez, az átviteli utak és a kapcsoló központok jellemzői, hálózatfelügyeleti rendszere;
- a NATO és polgári közcélú kommunikációs rendszerek felépítése, várható fejlődésük irányai;
- a jelenlegi és perspektivikus nagytávolságú kommunikációs hálózatok felépítése, jellemzői, csatlakoztathatóságuk az állandó telepítésű kommunikációs rendszerhez.

Nem tekintetem a kutatás tárgyának:

- a zártcélú távközlőhálózatok integrálásának ágazati felelősségi szféráját;
- a javasolt technikai elképzeléseknek a Magyar Honvédség szervezeteihez történő közvetlen hozzárendelését;
- a lehetséges technikai megoldások konkrét gazdasági feltételeit, anyagi vonzatát, a megvalósítás finanszírozási és idő igényét;
- a javasolt megoldások humán erőforrás igényét.

A téma feldolgozása során a következő kutatási módszereket alkalmaztam:

- tanulmányoztam és feldolgoztam a témához kapcsolódó szakirodalmat, tudományos dolgozatokat, kandidátusi, PhD és egyetemi doktori értekezéseket;
- elemeztem és rendszereztem a Magyar Honvédség zártcélú kommunikációs rendszerének jogszabályi hátterét;
- tanulmányoztam a jelenleg működő állandó telepítésű kommunikációs rendszer technikai felépítését, jellemzőit, üzemeltetési sajátosságait;
- matematikai szimulációval vizsgáltam a jelenlegi állandó telepítésű kommunikációs rendszer forgalmi viszonyait masszív forgalmi leterheltség esetén, melyet összevettem a gyakorlati tapasztalatokkal;

- részkövetkeztetéseket vontam le a jelenlegi állandó telepítésű kommunikációs rendszer jellemzőiről;
- elemeztem a korszerű és perspektivikus kommunikációs eljárások legfontosabb jellemzőit;
- a rendszerezett ismeretekből, illetve a részkövetkeztetésekből kiindulva elvi ajánlást fogalmaztam meg az állandó telepítésű kommunikációs rendszer technikai továbbfejlesztésére vonatkozóan.

Kutatásom fő bázisait képezték:

- a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Tudományos, Tájékoztató és Dokumentációs könyvtárában, a Katonai Kommunikációs Rendszerszervező Tanszék letéti könyvtárában valamint az Országos Műszaki Információs Központ és Könyvtárban fellelhető szakkönyvek, szabályzatok, kandidátusi, PhD és egyetemi doktori értekezések, tudományos időszaki kiadványok, tudományos cikkek, kurrens periodikumok;
- a Honvéd Vezérkar Vezetési Csoportfőnökség Híradó és Informatikai Osztályoktól, valamint a Híradó Parancsnokságtól kapott feljegyzések, leírások, a MATÁV Rt. Oktatási Igazgatóságának és a PKI-FI Adat és Integrált Kommunikációs Osztály oktatási és továbbképzési anyagai;
- nemzetközi és országos szakmai tudományos konferencia előadások, külföldi tanulmányutak során a holland Híradó Kiképző Központban, a lengyel Nemzetvédelmi Egyetemen, a francia Vezérkarnál, a francia Szárazföldi Csapatoknál és az olaszországi NATO híradó és informatikai rendszerek iskolában elvégzett tanfolyamok, előadások, bemutatók anyagai;
- a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Mérnöktovábbképző Intézetének jegyzetei, továbbképzési anyagai, tanfolyamai ("Lokális hálózatok: Ethernet, TokenRing, Arcnet, FDDI", "Nagy távolságú vezeték nélküli adatátvitel: modemek, multiplexerek, X.25", "Hálózatmanagement, hibakeresés, TCP/IP és IPX protokollok", "Nagysebességű digitális átviteli rendszerek" és az "Az ISDN hálózat üzemeltetése");
- a nemzetközi, illetve hazai polgári és katonai szabványosító intézetek szabványai és ajánlásai, elektronikus adatbázisok, archívumok tartalma, és az interneten található tudományos publikációk.

Értekezésemet négy fő részre tagoltam:

A bevezetést követő **első fejezetben** röviden jellemeztem az értekezésben használt legfontosabb fogalmakat. Történelmi áttekintést adtam a katonai- és polgári távközlés valamint informatika fejlődéséről. Összegeztem a konvergencia, a globalizáció és az integráció hatását az MH ÁTKR-re. Részletesen vizsgáltam a polgári távközlésre és információtechnológiára, a honvédelemre, honvédelmi felkészülésre vonatkozó, az MH ÁTKR-re

meghatározó jogi szabályzókat. A fejezet végén következtetésben fogalmaztam meg az MH ÁTKR technikai továbbfejlesztésének – jogszabályok szempontjából lehetséges és indokolt – technológiai lehetőségét.

A **második fejezetben** elemeztem az MH ÁTKR és a hozzá kapcsolódó legfontosabb kommunikációs rendszerek technikai jellemzőit. Vizsgáltam a várható fejlődés irányait. Összegeztem az MH Országos Informatikai Gerinchálózata, a NATO kommunikációs rendszere és a közcélú távközlő rendszerek azon tulajdonságait, melyek hatással vannak az MH ÁTKR működésére. Következtetések levonásával fogalmaztam meg a fejezet végén az MH ÁTKR technikai továbbfejlesztésének lehetőségét, a hozzá kapcsolódó kommunikációs rendszerek jelenlegi jellemzőinek és prognosztizálható továbbfejlődésének figyelembevételével.

A **harmadik fejezetben** feltártam a katonai vezetés újszerű, minőségét tekintve magasabb igényeit a kommunikációs rendszerrel szemben. Szimulációval vizsgáltam, hogyan változik a jelenlegi kommunikációs rendszer csatorna-foglaltsági valószínűsége fokozatosan növekvő, komplex multimédiás információterhelés során. Elemeztem azoknak a kommunikációs modelleknek és korszerű technológiáknak a legfontosabb tulajdonságait, melyek alkalmasak lehetnek az MH ÁTKR technikai továbbfejlesztésére. Következtetésekben állapítottam meg az MH ÁTKR – technikai szempontok alapján – lehetséges és célszerű továbbfejlesztésének irányait.

Az értekezés **befejező részében** a gyakorlati továbbfejlesztés alternatív lehetőségeit és a gazdasági kockázati tényezőket mérlegeltem, illetve az eltérő megvalósítási lehetőségek közötti különbségekre mutattam rá. Általános érvényű téziseket és következtetéseket fogalmaztam meg, összegeztem az értekezés új tudományos eredményeit és ajánlást tettem az értekezésben foglaltak hasznosítására.

Alaki és formai megfontolások:

A szakirodalomból felhasznált részeket az értekezés törzsrészében előfordulásuk sorrendjében [szögletes] zárójelben levő számmal jelöltem és az értekezés végén „A hivatkozott irodalom” cím alatt soroltam fel, szintén előfordulásuk sorrendjében. Külön jegyzéket állítottam össze az értekezés elkészítése során „Felhasznált és tanulmányozott irodalom” számára. Az értekezésben szereplő ábrákat, grafikonokat és táblázatokat MS OfficeXP, CorelDraw 10., MathCAD v7.0 valamint SigmaPlot 8.0 szoftverekkel és a megjelölt „*Forrás*”-ok felhasználásával készítettem. A forrásmegjelölés nélküli ábrák, grafikonok teljes egészében saját munkának tekinthetők.

Az értekezésben fontosnak ítélt gondolatokat, citációkat *dőlt betűkkel* emeltem ki. A rendszerezéshez és a legfontosabb gondolatok kiemeléséhez a **vastagítást** alkalmaztam. A kiegészítő- és az értekezésben szereplő kifejezéseket magyarázó, értelmező ismeretanyagot „*Lábjegyzet*” formájában tüntettem fel.

Az értekezésben más forrásból felhasznált ábrák, rajzok esetében ragaszkodtam az eredeti forrásban szereplő adatokhoz, azok időszerűsége azonban – az irodalomforrások „feldolgozási időablakának” növekedése miatt – esetenként csökkenhet. Mivel a forrásadatok bizonyos fokú elévülése természetes folyamat, valamint egy részük nem publikus információt is tartalmazott, ezért az ábrák, táblázatok adatainak megjelenítésénél elsősorban az egy-egy részterület minőségét meghatározó legfontosabb viszonylatok *alapvető jellegére* fordítottam figyelmet.

Az értekezés témájához – technikai-műszaki sajátosságánál fogva – sok idegen, elsősorban angol kifejezés, szóösszetétel, betűszó vagy rövidítés kapcsolódik, ezért azokat lehetőleg első előfordulásuk alkalmával KISKAPITÁLIS betűformátummal kifejtettem és az értekezés végén táblázatban összefoglaltam. Ahol lehetett tudományos-szakmai szempontból elfogadott magyar kifejezést használtam (pl. útválasztó ↔ router, valós idejű ↔ real time), de a már meghonosodott és elfogadott angol rövidítéseket is alkalmaztam (pl. PCM, ATM, ISDN).

A sokrétű és tartalmas támogatás, segítő munka ellenére kijelentem, hogy az értekezésben megfogalmazottakért, az azokból levont következtetésekért, ajánlásokért a felelősség kizárólag engem terhel.

1. FEJEZET

TECHNOLÓGIAI ÉS JOGSZABÁLYI KÖRNYEZET

A katonai kommunikációs rendszer továbbfejlesztésének vizsgálata szempontjából szükséges leszögezni, hogy a továbbfejlesztés alapját kutatási és fejlesztési tevékenység kell, hogy jelentse, azaz olyan alkotó tevékenység, melynek célja a meglévő ismeretanyag bővítése és a megszerzett új ismeretek felhasználása új alkalmazások kidolgozására. A kutatás típusait tekintve, az alapkutatást² fogalomköréből következően elméletek, törvények megalkotására hasznosíthatják, és eredményeit általában nem értékesítik.

A hadtudományi kutatások döntő többsége az alkalmazott kutatás kategóriájába tartozik, mely gyakorlati cél érdekében új ismeretek megszerzése céljából folyó vizsgálat és az új eredmény valamilyen eljárásra, módszerre vagy rendszerre érvényes.

A fejlesztés fogalma a kutatásból, gyakorlati tapasztalatokból nyert ismeretekre épülő olyan tevékenységet jelöl, melynek célja új eljárások, rendszerek, szolgáltatások bevezetése, vagy a már bevezetettek lényeges javítása³. A kutatás-fejlesztés (K+F) itt leírt megfogalmazásából kitűnik, hogy a MH ÁTKR technikai továbbfejlesztése tehát a már meglévő, működő, adott technikai szinten levő és egyben időben folyamatosan változó MH ÁTKR - valamilyen technikai jellemzőjét tekintve minőségileg új – átalakítását, kiegészítését jelenti.

A továbbfejlesztés lehetséges irányainak vizsgálata során szembe találkozzunk nemcsak korunk, hanem a prognosztizált társadalmi tudományos-technikai fejlődés kihívásaival is. Elképzeléseinket és döntéseinket ezért reális talajon és a leginkább valószínűsíthető fejlődési irányokat figyelembe véve kell meghoznunk. Minden átalakításnak korlátozott anyagi háttere van, következésképpen nemcsak jól hasznosítható tervekre van szükség, hanem – a jelenlegi rendszereket figyelembe vevő, azt maximálisan felhasználó – éppen ezért kompromisszumos megoldásokra.

Mindezeket figyelembe véve ebben a fejezetben – fogalomtisztázást követően – áttekintem a polgári és katonai kommunikációs rendszerek fejlődését és a fejlődés folyamatát fémjelző tudományos-technikai mérföldköveket. Elemzem továbbá az MH ÁTKR-re ható jogszabályi környezetet.

1.1 Alapvető fogalmak

A fejezetben megjelölt technológiai és jogszabályi környezet kérdéseinek elemzése előtt célszerű tisztázni néhány fogalmat.

² Alapkutatás: olyan kísérleti és elméleti munka, amelynek elsődleges célja új ismeretek szerzése a jelenségek alapvető lényegéről és a megfigyelhető tényekről, bármiféle konkrét alkalmazási vagy felhasználási célkitűzés nélkül.

³ Lásd a 2000. évi C. törvény 3.§ (4) bekezdésben szereplő „kísérleti fejlesztés” fogalmát.

Az emberiség és a kommunikáció fejlődése a történelem során mindig szorosan összefüggött egymással. Ennek megfelelően a kommunikáció történetének négy nagy lépcsőfokát különböztethetjük meg. Ezek a – minőséget tekintve egyre magasabb – szintek a beszéd, az írás, majd a könyvnyomtatás megjelenésével határozhatók meg. A negyedik szint az elektromos távközlő eszközök megjelenésétől számítható, mely elválaszthatatlanul egybefonódik az elektronikus számítógépes információ-feldolgozás forradalmával.

G. Gerbner megfogalmazásában: „*A kommunikáció üzenetek segítségével történő interakció. Az üzenetek formálisan kódolt szimbolikus vagy reprezentatív események, amelyek jelentését többen osztják egy kultúrában*”. W. Weaver⁴ a kommunikáció vizsgálata során annak három szintjét különbözteti meg. Az első a kommunikáció technikai szintje, mely a jelek hibamentes továbbítását vizsgálja zajos környezetben. A második a szemantikai szint, mely a kommunikációs rendszer be- és kimenetén megjelenő jelek jelentésének egyezőségével foglalkozik. A pragmatikai szint az üzenet továbbítás hatékonyságát jelöli.

A katonai kommunikációs rendszert vizsgálva megállapítható, hogy fogalmát és elemeit tekintve jelenleg több, egymástól eltérő szempont alapján definiálható.

A kommunikációs rendszer legrégebbi és ma is egyik legfontosabb formája az interperszonális, személyközi kommunikáción alapuló, kommunikáló partnerek által alkotott rendszer [1]. Különböző vizsgálati szempontok alapján egy interperszonális kommunikációs rendszerben a kommunikáció lehet személyes- vagy tömegkommunikáció, egyoldalú- vagy kölcsönös, magán vagy nyilvános, verbális vagy nem verbális kommunikáció.

Abban az esetben, ha a vizsgálat a kommunikáló felek térbeli távolsága alapján történik, akkor közvetlen (szemtől-szembe) és közvetett (térben és/vagy időben távol levő) kommunikációt különböztethetünk meg. A közvetett kommunikáció történhet interperszonális kommunikáció felhasználásával (például futár igénybevétele), vagy – pragmatikai szempontok miatt – általában különböző fejlettségi szintű technikai eszközöket tartalmazó kommunikációs rendszer alkalmazásával. A technikai eszközökön alapuló kommunikációs rendszer jellegét tekintve lehet polgári felhasználású és speciálisan katonai felhasználású.

A „klasszikus” definíció szerint a híradó rendszer: „*a csapatvezetési és fegyverirányítási rendszer alkotó része, amely egységes terv szerint telepített, feladat, hely és idő szerint összehangolt, kölcsönösen összekapcsolt⁵ és illesztett különböző rendeltetésű hírközpontok és híradóvonalak összessége, a telepítő, kiszolgáló és irányító személyzettel együtt*” [2].

⁴ W. Weaver: Recent Contributions to the Mathematical Theory of Communication.

⁵ Összekapcsolás: egymással együttműködni képes távközlőhálózatok összekötése.

Az informatikai rendszer definíciója: „... egy szervezet információs tevékenységei végrehajtását segítő adatfeldolgozási és adatátviteli eszközök, működtető programjaik, az ezeket üzemeltető személyzet, az üzemeltetést előíró szabályok és a kezelt adatok összessége.” - tágabb értelemben magában hordozza a kommunikációs rendszerként jelzett kategóriát is [3]. Az ADatP-2-01.NN.39-ben⁶ ugyanakkor az informatikai rendszer: „berendezések, elvek, eljárások és szükséges személyek összessége, melyeket **információ feldolgozási** funkció megvalósításának céljából szerveznek”.

Más vélemények a kommunikáció *elsődlegesen információ továbbító szerepét* hangsúlyozzák arra alapozva, hogy a kommunikáció technikai eszközökkel történő támogatása időben megelőzte a többi információs tevékenység hatékony megvalósulását. Ez a megállapítás azzal igazolható, hogy a hagyományos – távbeszélő, géptávíró, stb. – kommunikációs szolgáltatásokat biztosító technikai rendszereket kezdetben analóg eszközök alkották, mellettük a XX. század második felében megjelentek és tért hódítottak a digitális alapú átvitelt⁷ megvalósító hálózatok⁸, fokozatosan összeolvadva egy egységes, integrált szolgáltatásokat nyújtó rendszerbe.

Mindezzel összefüggésben a *polgári értelmezésben, jogszabályokban* megtalálható a hírközlés⁹, távközlési tevékenység¹⁰ és informatika¹¹ valamint a távközlő- és informatikai rendszerek (COMMUNICATIONS, INFORMATICS, INFORMATION SYSTEMS) fogalma is. Népszerű és egyre inkább meghonosodó kifejezés a latin eredetű, angolszász nyelvű szakirodalomból átvett „infokommunikáció-, infokommunikációs rendszer” (INFOCOMMUNICATIONS-, INFOCOMMUNICATIONS SYSTEM) is.

Simon Nora és Alain Minc 1978-ban bevezették a telematika fogalmát [4], melynek alapján a kutatók az informatika, a távközlés és a telematika viszonyát tekintve kétféle modellt dolgoztak ki. Az 1985-ös Tetsch-Ewers féle modell szerint az információs technológia (INFORMATION TECHNOLOGY - IT) része a telematika. A telematika tartalmazza a telekommunikációs technikákat (az információ *távolsági átvitelének* lehetőségeit).

⁶ NATO Glossary of Automatic Data Processing (ADP) Terms and Definitions English & French

⁷ Átvitel: információ továbbítása jelek segítségével egy pontról egy vagy több másik pontra.

⁸ Hálózat: csomópontok és átviteli utak olyan rendszere, amelyen összeköttetések létesíthetők információátvitel céljára, két vagy több meghatározott pont között. Magában foglalja mindazon passzív (fémvezető, fényvezető, rádióhullámokat átvivő szabad tér) és aktív (kapcsoló és átviteltechnikai) eszközöket, amelyekkel összeköttetések létesíthetők.

⁹ Hírközlés: Küldemény, adat, jel, kép, hang továbbá bármilyen információ hírközlő infrastruktúra rendeltetésszerű felhasználásával történő továbbítása, vétele.

¹⁰ Távközlési tevékenység: olyan tevékenység, amelynek során bármely értelmezhető formában előállított jel, jelzés, írás, kép, hang vagy bármely természetű egyéb közlemény különféle hálózatokban eljut egy vagy több felhasználóhoz (2001. évi XL. Tv. a hírközlésről). Az angol nyelvben a „communications” jelöli a távközlést, míg a „communication” a hagyományos médiakommunikációt (újság, rádió, tv hírtovábbítás).

¹¹ Elsősorban történelmi előzmények miatt, mivel a távközlésnek az informatikához viszonyított kialakulása hamarabb történt, gyakran használják a „távközlés és informatika konvergenciája” kifejezést.

Későbbi és általánosabban elfogadott nézetet tükröz a Lajtha György- féle modell¹², mely szerint a külön-külön létező távközlés és informatika egymást átfedő, integrálódó része a telematika.

Az 1998-as hírközléspolitikai a hírközlés és informatika konvergenciáját említi (hírközlés = távközlés + posta, távközlés = minden technikai jellegű kommunikáció). Az IKB (INFORMATIKAI KORMÁNYBIZTOSSÁG) megalakításáról szóló 100/2000 (VI. 23) Kormányrendelet (4.§) gyakorlatilag ugyanezt tartalmazza: hírközlés (frekvenciagazdálkodás + távközlés + posta) és informatika. Megjegyzendő, hogy az új hírközlési törvény az „informatika” definícióját már nem, a „távközlést” pedig csak szóösszetételekben tartalmazza. Következésképpen a „hírközlés – informatika” szókapcsolatot tágabb értelemben lehet használni (pl. a futár és posta is benne van) és a „távközlés – informatika” szóhasználat szűkebb tartalmú.

A NATO-ban elfogadott értelmezés szerint, a kommunikációs rendszer a szervezési és tervezési szempontból egységes C3 (COMMAND, CONTROL AND CONSULTATIONS - VEZETÉS, IRÁNYÍTÁS, KONZULTÁCIÓ)¹³ rendszer része. A gyakorlatban a C3 a híradó és informatikai rendszerek összességét valamint a szintén ide tartozó érzékelő, riasztási, navigációs és azonosító rendszereket jelöli. Egységesen szervezik és tervezik a katonai kommunikációs és informatikai rendszereket. Technikai szempontból vizsgálják a hálózatokat és a különböző típusú híryananyagok továbbítására létesített kapcsolatokat. A szövetségben belül az információrendszereket külön felhasználói-környezet orientáltan kezelik, azaz megkülönböztetik a vezetési, irányítási, üzenetkezelő, irodaautomatizálási rendszereket [5].

További szempont szerint a kommunikáció egy személytől vagy helyről egy másik személyhez vagy helyhez irányuló *bármilyen információ továbbításának a tudománya és gyakorlata* (kivéve a közvetlen, közbülső segítséget nélkülöző beszélgetést vagy levelezést)¹⁴. A NATO AcomP-1-701.NN.54 alapján a kommunikációs rendszer (COMMUNICATIONS SYSTEM): „berendezések, elvek, eljárások és szükséges személyek összessége, melyeket **információ továbbítási** funkciók megvalósításának céljából szerveznek”¹⁵. A kommunikációs és informatikai rendszerek (COMMUNICATIONS AND INFORMATION SYSTEMS - CIS) alatt *kommunikációs rendszerek* és

¹² A távközlés és az informatika integrációján alapuló meghatározáson kívül ismert az olasz G. Longhi „három komponensű” telematika fogalma is, mely a távközlés, az informatika és a szórakoztató elektronika technikai-funkcionális összefonódását jelöli (Perspektiven der Telekommunikation in Italien, Dortmund Beiträge zur Raumplanung, 1987. 46. 134-144. o.).

¹³ Politikai, katonai és polgári szervek tevékenysége és felelőssége a politikai konzultáció során ..., a katonai parancsnokok felelőssége és tevékenysége a katonai erők irányításában, koordinálásában és a parancsok érvényrejtésében a műveletek végrehajtása során (AAP-6).

¹⁴ ADatP-2-01.NN.106.

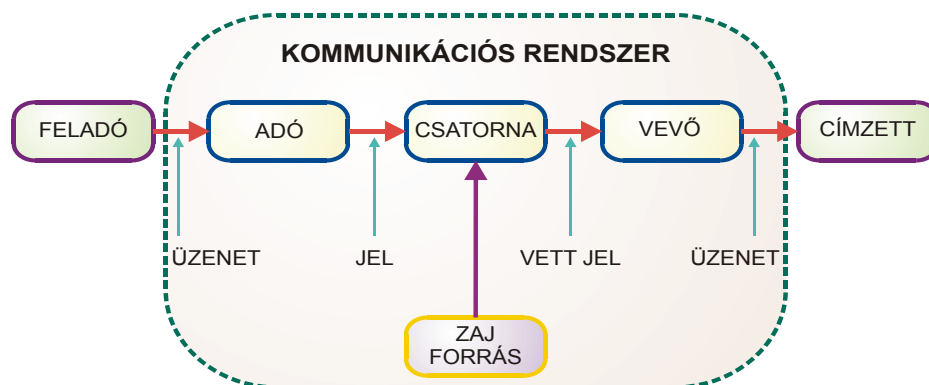
¹⁵ A kommunikációs rendszer a felhasználók közötti kommunikációt biztosítja és magában foglalja a felhasználói, kapcsoló és átviteli rendszereket is. Az AcomP-1-701.NN.54 alapján a kommunikációs rendszer az információ továbbítás támogatása céljából tartalmazhat feldolgozó és tároló funkciókat is.

informatikai rendszerek gyűjtő fogalmát értik. Látható tehát, hogy a NATO értelmezés szerint a kommunikációs rendszer és az informatikai rendszer közti fő különbség az információ *továbbítási- és feldolgozási* funkcióban rejlik¹⁶.

Annak ellenére, hogy a NATO tagállamokban a kommunikációs rendszer értelmezése alapvetően megegyezik a NATO értelmezéssel, a *szervezeti alapú értelmezés* terén egymástól eltérő megoldások találhatók. A leggyakoribb a vezetési szintenként differenciált és egytől hatig számozott blokkok (J 1-6, G 1-6, A 1-6, S 1-6) megkülönböztetése, melyekből a 6-os számmal jelölt a vezetési. Ez tartalmazza többek közt a híradó és informatikai elemeket (pl. J-6-ban híradó és informatikai osztályok). A J-6-hoz tartozó végrehajtó szervet illetően – a Magyar Honvédség átszervezését követően – a Híradó Parancsnokság állományában megtalálhatók mind a hagyományos katonai híradással (pl. Főhírközpont, Távközlési központ) mind a katonai informatikával (pl. Informatikai központ) foglalkozó elemek. A híradó és informatikai elemek szervezeti integrációja hasonlóképpen megfigyelhető a MH SZFP (MAGYAR HONVÉDSÉG SZÁRAZFÖLDI PARANCSNOKSÁG) és a MH LEP (MAGYAR HONVÉDSÉG LÉGIERŐ PARANCSNOKSÁG) alárendeltségébe tartozó híradó zászlóaljaiban is. Az Országgyűlés 61/2000. (VI. 21.) Országgyűlési határozata alapján megkezdődött haderő átalakítás eredményeként létrejött a HM Informatikai és Hírközlési Főosztály.

Az elmúlt évek tudományos igényű katonai szakirodalmának egy része behatóan foglalkozik a katonai kommunikációs és informatikai rendszerek közötti kapcsolat- és viszonyrendszerekkel.

A polgári és katonai kommunikációs rendszerek kapcsolatát tekintve megállapítható, hogy „... a katonai kommunikációs rendszer mind az állandóan működő, mind a táborigi eszközeit (alrendszereit) tekintve sok szállal (műszaki, jogi, gazdasági szálakkal) kapcsolódik az ország hírközlését biztosító elemekhez a hagyományos és informatikai szolgáltatások tekintetében.” [6].



1.1. ábra A Shannon-Weaver féle kommunikációs modell (Forrás: [7])

¹⁶ Ugyanakkor az AAP-31 dokumentumban a kommunikációs rendszer és az informatikai rendszer információ továbbítási- és feldolgozási funkciója – kölcsönösen – megjeleníthető egymásban.

A katonai kommunikációs rendszer – a Shannon-Weaver féle kommunikációs modell alapján (1.1. ábra) – felépítését tekintve magában foglalja az információt adó elemet, annak kimenetén a továbbítandó jelet, az átviteli csatornát és a zavaró jelforrásokat, a vevőt valamint a vett jelet. A katonai kommunikációs rendszeren kívül a katonai kommunikáció része a feladó és a címzett (katonai felhasználók) is [7].

A katonai kommunikációs rendszernél további vizsgálati szempont, hogy a konvergencia folyamatának érzékelhető megjelenése előtt a hagyományos távközlő és informatikai rendszerek funkcionálisan és hálózati megvalósításukat tekintve is jól elkülöníthetők voltak egymástól. Az analóg jeltovábbítást kiváltó – bináris számrendszeren alapuló – digitális jelfeldolgozás megkülönböztethetetlené teszi egymástól a fizikai réteg és a hozzá kapcsolódó fizikai közeg szintjén (ISO-OSI 7 szintű {INTERNATIONAL STANDARDIZATION ORGANISATION - NEMZETKÖZI SZABVÁNYÜGYI SZERVEZET} vagy TCP/IP 4 szintű {TRANSMISSION CONTROL PROTOCOL/ INTERNET PROTOCOL - ÁTVITELI VEZÉRLŐ PROTOKOLL/ INTERNET PROTOKOLL}modellek) a távközlő vagy informatikai rendszeren továbbított jelsorozatot. Mivel az új típusú, digitális jelfeldolgozás mellett bizonyos fokú szolgáltatás és szolgálatintegrálás is megtörténik (pl. ISDN¹⁷), egyre kevésbé határozható meg a hírszisztem és az informatikai rendszer fizikai és szervezési határa.

A távközlésfejlesztéssel kapcsolatos elgondolás szerint: „*A gondok megoldása egy megreformált átviteli út rendszer, egy olyan szövevényes hálózat, mely a csomópontok (rádspontok) között 2,048 Mbit/s sebességű információtovábbítást biztosít. ... Az alapelgondolás, hogy az ország területét átfogó hálózat jöjjön létre, a rádspontokon **digitális**¹⁸ kapcsoló berendezések kerülnének üzembehelyezésre.*” [8].

A meglévő tábori alaphálózat korszerűsítésével összefüggésben „... az új digitális rendszert a NATO tagországokban alkalmazott és széles körben elterjedt rácsrendszerű, területlefedő hálózatként kell kialakítani, ahol a kommunikációs eszközök, végberendezések és a hálózat magában foglalja a hírközlő- és informatikai hálózatokat is, és egységes rendszert képezve biztosítja az információk széles skálájának továbbítását a felhasználók részére.” [9].

A Magyar Honvédség állandó jellegű „információátvivő” szegmensében 2003-ra az átviteli hálózaton kívül a kapcsolóközpontok jelentős része digitalizált, a digitális végberendezések egy része multimédiás képességű valamint az általuk biztosított távközlési és informatikai szolgáltatások együttesen jelenhetnek meg a katonai felhasználó számára.

Az 1.1 alfejezetben található meghatározások formai és tartalmi elemeit mérlegelve és figyelembe véve kutatásom tárgyát, az értekezésben a „**Magyar**

¹⁷ Integrált Szolgáltatású Digitális Hálózat: a különféle távközlési szolgáltatások információinak digitális formában való átvitelére szolgáló egyetlen (közös) hálózat.

¹⁸ A vastag betűs kiemelés a jelen értekezés szerzőjétől származik.

Honvédség állandó telepítésű kommunikációs rendszer – MH ÁTKR” terminológiát használom. Megnevezésben ettől eltérést (pl. hírrendszer, állandó telepítésű hírrendszer) a történeti hűség kedvéért teszek.

Összegezve, a továbbiakban a Magyar Honvédség állandó telepítésű kommunikációs rendszer fogalma alatt a következőt értem: a Magyar Köztársaság területén a Magyar Honvédség érdekében állandó jelleggel üzemelő, a végberendezéseket, az átviteli utakat, a kapcsoló központokat, a hálózatfelépítést és a hálózatvezérlést tekintve integrált, a szolgáltatásokat és szolgáltatásokat tekintve rugalmas, komplex információtovábbító rendszer, mely békében, veszélyhelyzetben vagy fegyveres küzdelem során a katonai szervezetek közötti vezetési és együttműködési folyamatban biztosítja az igénynek megfelelő információcsere feltételeit két vagy több vezetési szint részére.

1.2 A katonai távközlés és informatika fejlődése

A továbbfejlesztésre vonatkozó javaslat kialakítása során fontos a jelenlegi állandó telepítésű kommunikációs rendszert vizsgálni. E vizsgálathoz – első megközelítésben – elegendő lenne a polgári távközlés és informatika pillanatnyi technológiai fejlettségi szintjének vizsgálata, melyhez viszonyítva megállapítható lenne az MH ÁTKR jelenlegi állapota, helyzete. Ebből az ún. *fejlettségi különbségből* következtetést lehetne levonni a továbbfejlesztés mennyiségi és bizonyos értelemben minőségi kérdéseit illetően.

Megállapítható azonban, hogy a katonai híradó, informatikai és kommunikációs rendszerek egyrészt nem a hasonló polgári rendszerektől függetlenül jönnek létre, hanem az emberi társadalomban már meglévő ismeretekre alapozva, a civil (és katonai) szférában végzett alap- és alkalmazott kutatások eredményeit hasznosítva, egymással kölcsönhatásban fejlődnek. Másrészt az MH ÁTKR technológiai fejlettsége szempontjából statikus szintkülönbség megállapítása helyett lényegesen *pontosabb* és a jövőt illetően *időtállóbb* továbbfejlesztési megoldásokat lehet felismerni, ha a katonai kommunikáció *időbeni fejlődését* is vizsgáljuk. Ez lehetőséget kínál a katonai kommunikációs rendszer fejlődését meghatározó, az alap kutatások eredményeként megfogalmazott elméletek, törvényszerűségek és a tudományos-technikai felfedezések hatásának elemzéséhez. Az időben változó technológiai környezet vizsgálata azért is fontos, mert a technikai változások egy része csak hosszabb távon fejt ki hatását, ugyanakkor a változások növekvő dinamikája, a „technológiai fejlődés meredek íve” általában rövid időn belül forradalmi átalakuláshoz, minőségi ugráshoz vezet.

A világ fejlett régióiban a polgári távközlés és informatika annak különösen gyors ütemű fejlődése miatt jelentős átalakuláson ment keresztül. Ennek következtében a kommunikációs szolgáltatások civil előfizetőinek és a katonai felhasználóinak igényrendszerében, szokásaiban olyan változások

történnek, melyek a távközlés és az informatika paradigmaváltásában is megmutatkoznak¹⁹.

Ebben az alfejezetben a polgári és katonai távközlési, informatikai fejlődés meghatározó lépcsőfokain keresztül kívánom elemezni és röviden bemutatni a Magyar Honvédség állandó híradásának *történelmileg kialakult* helyzetét, a távközlés és informatika fejlődésének *meghatározó tendenciáit*.

1947-ben az amerikai Bell laboratóriumban kifejlesztették a XX. század távközlési szempontból meghatározó aktív félvezető elemét, a tranzisztort. Ebben az időben a honvédség még a Magyar Királyi Honvédségtől örökölt eszközparkot használta, melynek reprezentánsai a II. Világháborúban használt R-3, R-7 rádióállomások voltak.

Magyarországon 1951-től a tábori hírrendszer részeként mozgó hírközpont elemeket hoztak létre, míg az állandó hírrendszerhez csatlakoztatva, a nagytávolságú hírtengely kialakítására 6 és 10 csatornás hazai fejlesztésű mikrohullámú állomások (MH-6, MH-10) rendszeresítettek. Az 1954-es USA Légierőnél történt első rendszeresítést követően a NATO-ban, majd röviddel utána a Varsói Szerződés tagállamaiban is elterjedtek a hadászati- hadművelési célokat szolgáló troposzféra és mikrohullámú állomások. 1962-ben felbocsátották a Telstar-t, az első telekommunikációs műholdat (12 távbeszélő csatorna).

Hazánkban a 60-as évek elején jelentek meg az első rádiórelé állomások (R-401, R-403, később az R-405), majd a sokcsatornás hírtengely kialakításának céljából a 12 csatornás R-400. A Magyar katonai híradás állandó jellegű részét tekintve 1970 és 1980 között létrejöttek az integrált területi hírközpontok és az állandó telepítésű (stacioner) mikrohullámú hírrendszer [10].

Az 1983-as amerikai invázió Grenadában azt igazolta, hogy a hadműveletek során az Egyesült Államok Védelmi Minisztériuma (DEPARTMENT OF DEFENSE - DOD) kommunikációs rendszerének összes elemét használni kellett. Az 1991-es első öbölháború idején bebizonyosodott, hogy a hadműveletek végrehajtásakor a katonai kommunikációs lehetőségek összes válfajának alkalmazására igény mutatkozott [11]. A távoli számítógépek közötti kommunikációs kapcsolat létesítésére az Egyesült Államok Védelmi Minisztériumában és a NATO-ban mind áramkör-kapcsolt mind csomag-kapcsolt hálózatokat alkalmaztak, mint a távközlés és informatika konvergenciájának egy további technológiai megvalósítását.

Az 1980-as évekre a fejlett országok katonai kommunikációs rendszereiben a távbeszélő hálózatokat és a kapcsoló központokat fokozatosan kicserélték digitális változatra. Az egységes digitális átvitel²⁰-, és

¹⁹ Lásd a későbbiekben elemzett konvergencia jelenséget vagy olyan új kommunikációs szolgáltatások megjelenését, melyhez a felhasználói szokások változása is társul.

²⁰ Digitális átvitel: digitális jelek átvitele.

kapcsolástechnika következtében a kommunikációs rendszerek integrált digitális hálózatot (INTEGRATED DIGITAL NETWORK - IDN) képeztek²¹. Ennek a koncepciónak a megtestesítője az integrált szolgáltatású digitális hálózat (INTEGRATED SERVICES DIGITAL NETWORK - ISDN). 1998-ban a Magyar Honvédség állandó telepítésű kommunikációs rendszerében üzembe helyezték az első ISDN szolgáltatásokra alkalmas HICOM-300E (300H) termékcsaládhoz tartozó digitális kapcsolóközpontot.

2001. július 9-én az amerikai Global Crossing cég²² kapott megbízást az Egyesült Államok DoD-tól, hogy üvegszál technológián alapuló virtuális számítógépes hálózat segítségével kösse össze a DoD szervezeteit, valamint több mint 6000 tudósát, mérnökét és katonai felhasználóját. 16 nappal később a NATO Konzultációval, Vezetéssel és Irányítással foglalkozó Hivatala (NATO CONSULTATIONS, COMMAND, AND CONTROL AGENCY - NATO C3A) megbízta a NATO kommunikációs rendszerével összefüggő magas minőségű szolgáltatások kialakítására a Global Crossing céget [12].

Az internet felhasználhatóságát tekintve a Gartner Dataquest (<http://www3.gartner.com>) amerikai piackutató intézet arra a következtetésre jut, hogy: „*A World Wide Web a vállalatok és a hadsereg számára a válságot leginkább kiálló médium. Stabil kommunikációs médiumnak bizonyult az internet az Amerikai Egyesült Államokat ért terrorista támadás óráiban*” [13].

Katonai szakírók a legutóbbi afganisztáni események kapcsán kijelentették, hogy a növekvő adatátviteli igények kielégítése érdekében az internetet – mint COTS²³ (COMMERCIAL OFF THE SHELF) technológiát – szükséges alkalmazni [14].

Összegzésképpen megállapítható:

- a polgári távközlési fejlesztéseket történelmi mértékkel rövid időn belül (3-10 év) követték a katonai hírközlés fejlesztései;
- az alapvetően eltérő elven működő, új fejlesztésű távközlő és informatikai rendszerek megjelenése között egyre rövidebb idő telik el;
- az állandó telepítésű kommunikációs rendszerekben az eltérő (pl. áramkörkapcsolt, csomagkapcsolt) elven működő hálózatok teljes körű alkalmazása mellett a növekvő átviteli kapacitás kialakítása és a digitális elv elterjedése figyelhető meg.

²¹ Integrált Digitális Hálózat: digitális csomópontok és digitális átviteli utak olyan rendszere, amely integrált átvitelt és kapcsolást alkalmaz digitális összeköttetések létesítésére, azokon információ átvitelt tesz lehetővé két, vagy több meghatározott pont között.

²² A Global Crossing cég 1997-ben alakult. A globalizálódó katonai kommunikációs piac egyik meghatározó szereplőjeként beszéd és adatátvitel céljából ezidáig több, mint száznyolcvanezer km hosszon épített ki optikai-szál összeköttetést, mely 28 országot és több, mint 200 nagyvárost érint.

²³ COTS: a polgári környezetben rendszeresített technológia, berendezés, eszközpark alkalmazása. Egyetértve a robusztus adatátvitel lehetőségének kialakításával, meg kell jegyezni, hogy a szerző láthatóan elfelejtkezik arról a tényről, hogy az internet első alkalmazásai jellemzően katonai specifikusak voltak.

1.3 Konvergencia

Az 1.2 fejezetben leírtakból következik, hogy a távközlés és az informatika konvergenciája elsősorban az alkalmazott technológia szintjén történik [15]. A technológiai konvergencia a digitális technológiák általános alkalmazásán alapul és az adott szolgáltatás nyújtásához társuló rendszerekre és hálózatokra vonatkozik. A digitális technológia lehetővé teszi, hogy a tradicionális és az új kommunikációs szolgáltatásokat – legyenek akár hang, adat, álló vagy mozgókép szolgáltatások – több különböző hálózaton keresztül nyújtsák.

A napjainkban rendelkezésre álló polgári és katonai kommunikációs hálózatok száma és típusa fokozatosan bővül, illetve egy adott konkrét hálózat által „felkínált” kommunikációs szolgáltatások köre is növekszik. Az alapvetően beszéd típusú kommunikációra kialakított hálózatok adat típusú, illetve az adatátvitel céljára kifejlesztett hálózatok beszéd (hang) típusú kommunikációt is lehetővé tesznek. A vegyes és gyakran egymást átfedő kommunikációs szolgáltatások különböző hálózatokon történő biztosítása új kommunikációs és informatikai infrastruktúrahálózat koncepciók megjelenéséhez vezet.

A világon jelenleg működő távközlő és informatikai hálózatok és az azokat összekötő tranzithálózati²⁴ átviteltechnika és kapcsolástechnika heterogén és hálózatspecifikus. A hálózatok és az általuk biztosított szolgáltatások különbözőek, ezért azok átvitel-, jelzés- és kapcsolástechnikáját is eltérő módon valósították meg. Az alternatív távközlési technológiák sokszínűségével, elterjedtségével arányosan nő az igény a nagyobb adatsebességet spektrálisan hatékonyabb kihasználással kombináló hálózati megoldásokra. A cél az, hogy felépítését és működési elvét illetően egymástól eltérő kommunikációs hálózati infrastruktúrán magas minőségű audio-, és videojelek továbbítása elérhetővé váljon.

A hagyományos formátumú jelek egyre nagyobb sáv szélesség igényét a jelenleg üzemelő kommunikációs rendszerek egy része nem képes kielégíteni. Ezt a technológiai korlátot az utóbbi évek új matematikai algoritmusokra épülő eljárásaival²⁵ és az ahhoz szükséges nagy számítási teljesítmény olcsóbbá válásával sikerült magasabbra emelni.

A távközlés és informatika meghatározó területein jelenleg folyó tudományos-műszaki fejlesztések ágazatonként lineáris léptékűek, pozitív kölcsönhatásuk miatt viszont, összességében exponenciálisan gyorsuló fejlődést eredményeznek. A távközlési, a média- és az információ-technológiai ágazatok kölcsönös termék és platform-fejlesztésre és kölcsönös szektorbeli résztulajdonra törekednek [16].

²⁴ Tranzithálózat: automata üzemű központok összekapcsolására szolgáló áramkörök összessége.

²⁵ Például az eredeti analóg videojel digitálissá történő átalakításával, tömörítésével (MPEG2), digitális jelprocesszorok alkalmazásával, kódsztással a rendelkezésre álló átviteli kapacitást még hatékonyabban kiaknázzák.

Ez a gyorsuló globalizációs folyamat abba az irányba hat, hogy a technológiai konvergencia által érintett szektorok és a különböző távközlési- és információs technológiák között állandósult versenyben és egyfajta evolúciós folyamatban dől el, hogy melyek lesznek a holnap „túlélő” architektúrái. A kommunikációs hálózatokat napjainkra jellemző helyzet megítélését tovább bonyolítja az a jelenség, hogy gyakran hibrid távközlési és informatikai megoldások születnek²⁶, felismerve azt a ténytet, hogy a felhasználó információval kapcsolatos interakciója gyakran aszimmetrikus.

A katonai kommunikációban az új szolgáltatások megjelenése a távközlés és informatika mind szorosabb összefonódásával jár együtt. Az infokommunikációs szolgáltatások jellemző területei a multimédia és a számítógéppel támogatott munkavégzés.

A katonai kommunikációs rendszerekben a konvergencia érvényesülését és kiteljesedését a következő tényezők befolyásolják:

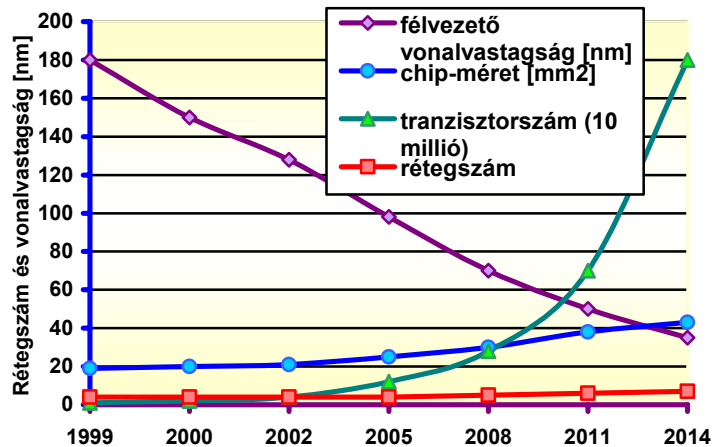
- a katonai kommunikációs infrastruktúra használatával összefüggő jogszabályok megléte (hiánya), korszerűsége, és a szabályozási korlátozások hatóköre;
- a kommunikációs szolgáltatások ára, ami nagy hatást gyakorol a szolgáltatások iránti „reális” igényre;
- a katonai kommunikációs rendszer által potenciálisan biztosított szolgáltatásokhoz való reális hozzáférés²⁷ lehetősége;
- a katonai kommunikációs rendszer által közvetített információ rendelkezésre állása²⁸.

Az 1.2 alfejezetben leírtaknak megfelelően a polgári technológiai fejlődést rövid időn belül követi a katonai alkalmazás. Ebből az aspektusból célszerű megvizsgálni, milyen mikroelektronikai, félvezető technológiai, adatsebesség igénybeli változások történtek az elmúlt években, milyen azok várható fejlődési trendje.

²⁶ Például TV program sugárzása vagy adatletöltés az internetről egy műsorszóró műholdas szegmens segítségével történik, míg a műsor megrendeléséhez, a szolgáltatás árának banki átutaláshoz vagy az internetre való adatfeltöltésre a földi távközlési hálózatot használják.

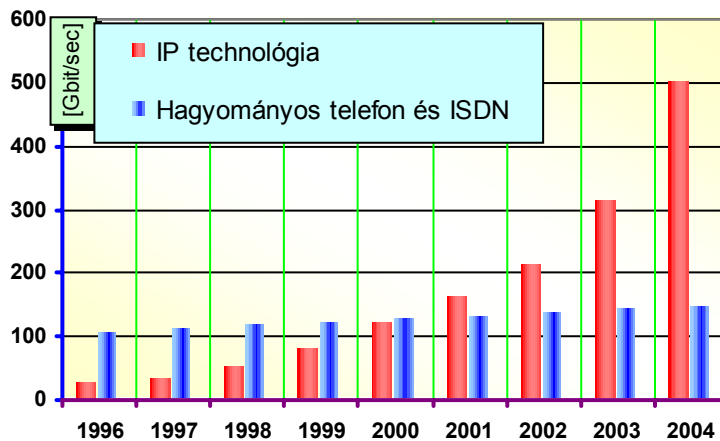
²⁷ Meg kell különböztetni a kommunikációs rendszer által elvileg felkínált szolgáltatásokat, és a vertikális inhomogenitásból, mint szűk keresztmetszetből fakadó ténylegesen elérhető szolgáltatásokat (pl. a katonai felső vezetési- és dandár szintű szervezet között megvalósított jó minőségű multimédia szolgáltatás a jelenleg rendelkezésre álló kommunikációs útvonalat szinte teljes egészében igénybe veszi, így az egyéb hang-, adat- típusú kommunikáció hozzáférhetősége jelentősen korlátozottá válik).

²⁸ A katonai felhasználó szemszögéből vizsgálva a technológiai konvergencia elemeiben (távközlés, informatika) a szűk keresztmetszetet nem csak egy meghatározott információ továbbításához szükséges átviteli út kis kapacitása jelentheti, hanem egy adott kommunikációs szolgáltatás - tartalom szempontjából - elégtelen „kihasználása”. Pl. egy adott vezetési, együttműködési kapcsolatban a parancsoknak, intézkedéseknek nem a leghatékonyabb formában és optimális tartalommal történő megjelenítése, vagy egy adatbázis hiányos, nem időszerű, alacsony megbízhatósági valószínűségű adatokkal történő feltöltése.



1.2. ábra A félvezető technika legfontosabb paramétereinek változása
(Forrás: EITO, www.nhit.hu)

A félvezető technika terén továbbra is érvényesül Gordon E. Moore törvénye, melynek megfelelően a mikroprocesszorok műveletvégzési sebessége átlagosan 18 havonta megduplázódik [17]. Az exponenciális növekedési ütem további tarthatóságát Dick Pountain 1998-ban kelt cikkében megkérdőjelezte és kb. 1 GHz-es processorsebesség fölötti tartományban a növekedés lassulását jósolta [18]. Az azóta eltelt 5 év azonban továbbra is igazolta Gordon E. Moore 1964-ben végzett megfigyelését és egyben a növekedési ütemet (1.2. ábra).



1.3. ábra A hagyományos távközlés és ISDN típusú kommunikáció adatsebessége az IP technológiához viszonyítva. (2003-2004 – tervezett)
(Forrás: NTT)

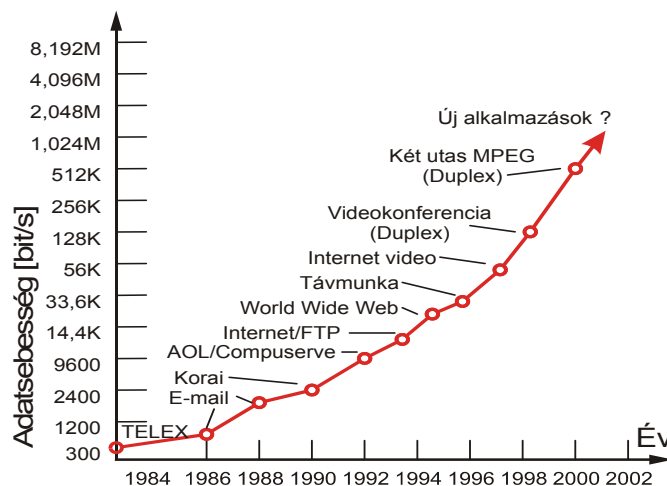
A technológiai forradalom eredményeként a félvezetők mérete ma már atomi méretekkel összevethető és könnyedén megvalósítható a több 100 Gigabit méretű háttértár valamint a több milliárd művelet másodpercenként. Egymástól jelentősen eltérő hardveres funkciókat integrálnak a világ vezető gyártói egyetlen

szilíciumlapkára, csökkentve ezáltal az áramkör által felvett teljesítményt és az előállítási költséget egyaránt.

A növekvő processzorteljesítmény mellett az optikai hálózatok átviteli kapacitása évente [19], az internet felhasználók száma 2-3 évente kétszeresére nő. A hagyományos távközlőhálózatok forgalma lineárisan, az informatikai hálózatok adatforgalma exponenciálisan nő (1.3. ábra).

1999-2000 között a világ fejlett országaiban az informatikai hálózatok adatforgalma már meghaladta a távközlés összes forgalmát [20]. Más, a távközlésben mérvadó vélemények szerint a világ összes kommunikációs hálózatában legkésőbb 2003-ra az adatforgalom nagysága meghaladja a beszéd alapú forgalom²⁹ nagyságát [21].

Az átlagos műveletvégzési sebesség permanens növekedése és a különböző hardverelemek fizikai méretének csökkenése azt eredményezte, hogy egy-egy kommunikációs szolgáltatáson belül egyszerre vannak jelen a távközlési és az informatikai alkalmazások, illetve a felhasználók által használt végberendezések képesek integrált (távközlési és informatikai) szolgáltatások felkínálására.



1.4. ábra Adatsebesség igény változása a különböző kommunikációs szolgáltatások függvényében (Forrás: Bruce Mc. Leod: *The Need for Speed*, „Communications Technology”, January 1998.)

A vezeték nélküli kommunikáció kapacitását tekintve 5 év alatt 1000-szeresére nőtt, köszönhetően részben annak, hogy különböző kompressziós eljárásokkal a kommunikációs csatornákon átvitt információ sűrűsége ez idő alatt megkétszereződött.

A fenti fejlesztések eredményeként napjainkban már a harmadik generációs mobil alkalmazásokban is realitássá vált a valós idejű, Mbit/s-os

²⁹ Forgalom: olyan információátvitellel kapcsolatos események folyamata, amely hálózatelemek igénybevételére irányul. A forgalom jellemzésére bevezetett mennyiségek a hálózatelemek igénybevételének *mértékét* adják meg meghatározott időtartamra vonatkozóan.

sebességű információ hozzáférés. Azonos sebességre vetítve a telekommunikációs szolgáltatások ára csökkent, ezáltal bővíthetett az új, nagyobb sebességet igénylő multimédiás alkalmazások köre (1.4. ábra). Ez a változás azt eredményezi, hogy a különböző felhasználói igényeket kiszolgáló nagyteljesítményű adatbázisok tartalma valós időben³⁰ és nagyon gyorsan nő, elősegítve az intelligens hálózati szolgáltatások kialakulását [22].

Az adatokhoz való hozzáférést és azok feldolgozását biztosító szoftverek egyre nagyobb teljesítményű, robusztus, és produktív eszközt adnak a felhasználó kezébe. Részben a már említett számítási teljesítménynek, részben az intelligens, bizonyos öntanulási funkciókat felmutató szoftvereknek köszönhetően lehetővé vált a beszédfelismerés. A felhasználói programok kreatív, személyre szabható lehetőségei gerjesztik a katonai műveletek irányítása, vezetése terén az újabb és hatékonyabb kommunikációs szolgáltatások iránti igény kialakulását.

Robert Metcalfe megfigyelte, hogy egy kommunikációs hálózatban üzemelő kapcsoló központok számának növelésével arányosan nő a kommunikációs hálózat fejlesztésének költsége, de a létrejövő kibővített hálózat kommunikációs teljesítménye, „potenciális” értéke négyzetesen nő a csomópontok³¹ számának függvényében [23]. R. Metcalfe törvénye jelzi a szövevényes hálózati struktúra kialakításának fontosságát.

A távközlő és informatikai hálózatok bővülő platformjai lehetővé teszik a „mindenhol, mindenkor és mindenki számára” történő elektronikus információtovábbítást. A tudás alapú társadalom egyre inkább függ és kiszolgáltatottabb a mindenkori információáramlástól, azaz nő a társadalom információ alapú sebezhetősége [24].

Fokozódott az információ megőrzése, megbízhatósága iránti igény. Fontos tehát magas szinten hibatűrő távközlőhálózatok kialakítása és alkalmazása. Célszerű a kommunikációs rendszerbe mélyen integrált hibatűrő- és hibajavító funkciókat alkalmazni [25].

A szükséges információ bárhol, bármikor és a megkívánt formában történő megszerzését garantáló új szolgáltatások kialakulásától és a jelenlegi szolgáltatások fejlesztésétől az átfogó információs piac olyan bővülését várják, amely lehetővé teszi³²:

- távoktatást 2006-ra;

³⁰ Az adatbázis tartalma valós idejűnek tekinthető, ha a szükséges pontossággal megegyezik a valós helyzettel és az adatbázis tartalmának módosítása - maximum az elektronikus információtovábbítás késleltetésével növelve - azonnal megtörténik (Global Command and Control System, Handbook for GCS, Version 2.0, Definitions, pp. A-12., 1998).

³¹ Csomópont: átviteli utak kapcsolódási pontja, az összekapcsolás és rákapcsolás feltételeivel együtt (az alapvető műszaki terveknek és szabványoknak megfelelően).

³² Forrás: The Futurist, 1997.

- tudományos publikációk elektronikus formában való közvetlen elérését 2007-re;
- a közvetlen kereskedelemmel összefüggő elektronikus banki tranzakciókat 2009-rendszer.

A távközlés és informatika fogalomköre egyre inkább egymáshoz kapcsolódik, az integrált hálózati megoldások mellett az integrált kommunikációs funkciókat nyújtó szolgáltatások és berendezések lesznek általánosak. A kizárólag egy típusú kommunikációs szolgálatot, vagy szolgáltatást³³ biztosító megoldások háttérbe szorulnak [26].

A különböző katonai kommunikációs hálózatok által biztosított azonos típusú szolgáltatások reális igénybevételét nehezítik a hálózatok összekapcsolása során jelentkező technikai problémák. Ezek a nehézségek részben az információtovábbításhoz használt eltérő fizikai közegek jellemzőiben (és az eltérő vonali kódolásokban) rejlenek. Példa erre a fémvezeték alapú-, optikai kábeles- és a gáz halmazállapotú (atmoszférikus) fizikai közegek rájuk jellemző elektromos, elektromágneses jellemzői. A problémákat részben pedig a különböző modulációs, hozzáférési és átviteli módok³⁴ jelentik. A hálózatok összekapcsolását tovább nehezíti a különálló távközlő és informatikai hálózatok eltérő ajánlás, szabvány és protokollkészletei.

Napjaink katonai kommunikációs platformjai tehát egyfelől gyarapítják a különböző működési elvű (különhálózati) megoldásokat. Másfelől az állandósult versenyt túlélő, hosszabb távon fennmaradó távközlő és informatikai hálózatok jövőbeni átalakítását azok szoros kapcsolódása, az egymáshoz hasonló hálózati szolgáltatások nyújtása és a globalizáció jellemzi³⁵. Ezt az egész világon történő távközlési fejlesztések, az európai és magyarországi változások fő tendenciái is alátámasztják.

Az ezredforduló után az egyik legfontosabb kihívás tehát – az információszupersztráda létrehozását követően – annak folyamatos bővítése nem csak az otthoni és hivatali, hanem a kormányzati és ezen belül a védelmi szférában is.

Összegzésképpen megállapítható:

- az ezredfordulóra kialakult katonai kommunikációs hálózatok működési elvüket tekintve korszerű, de jellegüket tekintve jelentősen eltérő megoldásokat takarnak;

³³ A szolgálatokat és szolgáltatásokat a kommunikációs hálózatok egy része megkülönbözteti egymástól (pl. N-ISDN: hordozó szolgálatok, teleszolgálatok és ISDN szolgáltatások).

³⁴Például: AM, FM, FDMA, TDMA, CDMA, vonal-, csomag-, cellakapcsolás, analóg, PCM, PDH, SDH, ATM.

³⁵ Példa erre a -később ismertetett- 2001. évi XL. Törvény a hírközlésről, mely szerint: „A távközlőhálózatokat egymás között, illetve a postai hálózatokat egymás között olyan egyeztetett műszaki feltételrendszerben kell működtetni, hogy azok –jogszabályban, illetőleg nemzetközi szerződésekben meghatározott esetekben- a szükséges kapcsolat létesítéséhez közvetlenül vagy megfelelő interfész egységek, hálózatrészek, elemek, berendezések, szolgáltatások beiktatásával egységesen működő rendszert alkothassanak.”

- a különböző távközlő- és informatikai hálózatok és az azok által biztosított szolgáltatások exponenciálisan növekvő átviteli sebességet igényelnek;
- a nagyobb sebességű, komplex, döntően multimédiás alkalmazások iránti felhasználói igénynek konvergáló kommunikációs hálózatok tudnak eleget tenni, így az állandó telepítésű kommunikációs rendszer is integrálódási folyamaton megy át. A globalizáció egyik speciális, csak a honvédségben érvényes megjelenési formája lehet az állandó és táborigényű kommunikációs rendszer integrációja;
- számolni kell azzal, hogy az MH ÁTKR-nek – funkciójukat és technikai felépítésüket tekintve – egyre több fajta katonai és polgári kommunikációs rendszerhez kell csatlakoznia;
- a globalizáció és konvergencia további fázisában a védelmi (NATO-nemzeti) és a kormányzati (egyéb zártcélú) kommunikációs rendszerek integrált kialakítása prognosztizálható.

1.4 Jogsabályi környezet

A világ fejlett régiójához való gazdasági és katonai csatlakozás közvetve befolyásolja az MH ÁTKR további fejlődését is. A katonai szövetségbe való integrálódásunk „de jure” megtörtént, azonban például a katonai kommunikációs rendszerünket tekintve kijelenthető, hogy az integráció „de facto” még messze nem teljes. Az új típusú, korszerű távközlési hálózat kiépítése nem csak az aktuális technikai fejlettség kérdése, figyelembe kell venni gazdasági és szabályozási kérdéseket is.

Az utóbbi években felgyorsult és a konvergenciával fémjelzett technológiai változások mellett ma Magyarországot az Európai Unióhoz való csatlakozási és jogharmonizációs folyamat jellemzi. 2002. december 14-én Koppenhágában döntöttek az EU-csatlakozás feltételeiről és a 2003. április 12-i népszavazást eredményeként 2004. május elsejétől Magyarország az Unió tagjává válik. A gazdasági csatlakozás alapfeltétele a teljes körű jogharmonizáció. A hírközlés és ezen belül a távközlés jogszabályi környezetének egy évtizede megkezdődött átalakítása napjainkban is tart. Az új jogszabályok érintették mind az általános hírközlési és távközlési, mind a speciális, katonai távközléssel kapcsolatos kérdéseket.

Az állandó jellegű katonai kommunikációs rendszerekre vonatkozóan legfelső szintű konkrét és nyilvános jogi szabályozás (Törvény, Kormányhatározat, Kormányrendelet) nincs érvényben és ilyen nem is létezik³⁶. A polgári jogalkotásban és a NATO szabályozási rendszerében azonban vannak olyan szabályok, előírások, amelyek közvetlenül vagy közvetve az MH ÁTKR-re is vonatkoznak. Az MH ÁTKR jelenének és jövőjének elemzése során ezért a műszaki tényezőkön túlmenően célszerű megvizsgálni mind hazai, mind

³⁶ Léteznek azonban HM, MH szintű szabályozók, intézkedések, melyek érintik pl. az üzemeltetést, fejlesztést.

nemzetközi vonatkozásban a jogszabályi környezetet és annak hatását. Az áttekintést indokolja az is, hogy a hírközlési és bizonyos fókig az informatikai tárgyú jogalkotásban korszakos váltás időszakát éljük, katonai aspektusból pedig egyre markánsabban jelentkeznek a NATO szabályozással való kompatibilitás (harmonizáció) feladatai.

A napjainkig megvalósult technikai fejlődést és a jogharmonizáció jelenlegi állapotát alapul véve bizonyos téren új lehetőségek nyíltak a magyarországi hírközlés vonatkozásában, így elengedhetetlen az MH ÁTKR-re közvetlen és közvetett hatást gyakorló hírközléssel és távközléssel összefüggő jogszabályi környezet elemzése.

Ebben és a következő alfejezetben azt vizsgálom, hogy a szabályozói környezet változása és annak 2003-ra kialakult állapota milyen feltételeket teremt az MH ÁTKR technikai átalakítását tekintve.

Az Európai Unió átfogó keretrendszert dolgozott ki arra, hogyan kezeljék a távközlésnek a monopóliumról a teljes mértékben kompetitív jellegre való áttérését 1998. január 1-jétől [27]. Egy olyan keretrendszert is kidolgoztak, amely az adott ország belső távközlési piacát támogatja.

Ez két szempontból fontos. Egyrészt a távközlési szolgáltatások intenzív fejlődését hosszú távon kizárólag piaci verseny képes hatékonyan garantálni. A távközlési szektorban a szolgáltatók közötti verseny elősegíti a korszerű technológiák kifejlesztését, azok gyors bevezetését, illetve a távközlési szolgáltatások tarifájának csökkenését. Másrészt a korszerű távközlőhálózatok kiépítése gazdasági potenciál kérdése is. A bruttó hazai össztermék (GROSS DOMESTIC PRODUCT - GDP) növekedési üteme nagymértékben függ a korszerű technológiák alkalmazásától. A távközlés köztudottan az egyik legdinamikusabban fejlődő ágazat, mely a tudományos- technikai fejlesztések gyors alkalmazásának a színtere. Ezért a GDP növekedése és a nagy teljesítőképességű kommunikációs infrastruktúra kialakítása erős kölcsönhatásban van egymással.

A Magyar Köztársaság (MK) kommunikációs infrastruktúra fejlesztés lehetőségeinek gazdasági feltételeit tekintve megállapítható, hogy Magyarország GDP-növekedése az átlagos európai növekedésnél magasabb. Magyarország, a Cseh Köztársaság és Lengyelország mellett a Kelet-európai országok között messze a legsikeresebb az elmúlt 10 évben a telekommunikáció fejlesztését illetően [28].

Ugyanakkor közismert tény, hogy a kommunikációs infrastruktúra érdemi fejlődését gazdasági szempontból a nagyarányú külföldi tőkebevonás eredményezte. A liberalizációt illetően új törvények kerültek megfogalmazásra és elfogadásra, amelyek biztosították a piacgazdaság létrehozásának törvényes keretét, illetve az MK kommunikációs rendszerének működési, jogi feltételeit.

Az 1991 évi XVI. Koncessziós Törvény deklarálta, hogy az állami tulajdon kezelésének egyik lehetséges útja a nyilvános kapcsolt

távbeszélőhálózat (PUBLIC SWITCHED TELEPHONE NETWORK - PSTN), a nyilvános földi mobil hálózat (PUBLIC LAND MOBILE NETWORK - PLMN), az országos nyilvános személyhívó szolgáltatással kapcsolatos jogok, valamint a nyilvános rádió és televízió programok országos és regionális szétosztásával és sugárzásával kapcsolatos jogok *koncessziós szerződésekkel* való átadása megfelelő vállalatoknak. Ezt elősegítette az 1992. évi LXXII. Törvény a távközlésről (Ttv.) [29] és a 26/1993.(XIX. 9.) KHVM (KÖZLEKEDÉSI, HÍRKÖZLÉSI ÉS VÍZÜGYI MINISZTERIUM) rendelet a közcélú távbeszélő-hálózat struktúratervéről [30].

A Ttv. megteremtette a feltételét a szabályozott, többszereplős távközlési piacnak. A törvény meghatározta a távközlési szolgáltatások nyújtásának módját és feltételeit, a távközlőhálózat tervezésének, létesítésének, üzemben tartásának, védelmének, és a távközlőhálózatok együttműködésének lehetőségeit, azzal a kitéttel, hogy a zártcélú távközlőhálózatokra vonatkozó szabályokat a Kormány állapítja meg³⁷. A Ttv.-nek megfelelően a különféle távközlőhálózatoknak olyan egységes műszaki feltételek szerint kell létesülniük és működniük, hogy a szükséges kapcsolat létesítéséhez a megfelelő egységek (hálózati elemek, berendezések, eszközök stb.) beiktatásával együttműködni képes működő rendszert alkothassanak.

Az 1991 évi XVI. Koncessziós és az 1992. évi LXXII. Távközlési törvény alapján megtörtént a koncessziós körbe tartozó közcélú távközlési szolgáltatások privatizálása. Ezt követően a koncessziós szerződésekben vállalt fejlesztések intenzív szakaszba léptek, melyre jellemzőek az előzőekben leírt fejlődési fázisok. 1994-ben a KHVM tendert hirdetett meg 25 primer körzetben a PSTN-re. A kiértékelés eredményeként 13 távközlési vállalat nyert.

Az új legális keret lehetőségeit követve az utóbbi néhány évben a távközlési piacon számottevő változás történt, több kormány és miniszteri rendelet került kimunkálásra (1. melléklet). A Ttv.-t az 1997. évi LXV. törvénnyel módosították az időközben elfogadott törvényekkel való összhang céljából. Ez a törvény az Európai Közösségek jogszabályaival összeegyeztethető szabályozást tartalmaz³⁸. Az LXV. törvény jogi alapot nyújt a nemzetközi távközlési szabványok, ajánlások és előírások hazai távközlési környezetben történő alkalmazására.

Az 1071/1998. (V. 22.) Kormányhatározat a hírközléspolitikáról tartalmazza egyébként az egységes hírközlési törvény kidolgozásának célkitűzését és nagybani elveit is. Ezen elvek jól kifejezésre jutnak – a több, mint két évi előkészítés után [31] – az Országgyűlés által 2001. június hónapban elfogadott és december 23-án hatályba lépett hírközlési törvényben (Hkt.), amelynek egyes vonatkozásait érdemes kiemelni.

³⁷ Ezt testesíti meg az 50/1998 (III. 27.) Korm. rendelet a zártcélú távközlőhálózatokról.

³⁸ A Magyar Köztársaság és az Európai Közösségek és azok tagállamai közötti társulás létesítéséről szóló, Brüsszelben, 1991. december 16-án aláírt Európai Megállapodás kihirdetéséről szóló 1994. évi I. törvény alapján.

Az új jogszabály megtartja az előző, 1992. évi távközlési törvény kitételét és rögzíti, hogy a kizárólag kormányzati, nemzetbiztonsági, igazságszolgáltatási, rendvédelmi, illetve *védelmi* (értsd: honvédelmi) igények kielégítését szolgáló zártcélú távközlőhálózatokra eltérő rendelkezések vonatkoznak. A felhatalmazások hosszú sorában a Hkt. lehetővé teszi a Kormány számára, hogy a zártcélú hálózatokra vonatkozó, e törvénytől eltérő szabályokat rendeletben megállapítsa.

A Hkt. az 1992. évi szétválasztást követően ismét egységes formába (hírközlés) fogja a távközléssel, a frekvenciagazdálkodással és a postai szolgáltatásokkal kapcsolatos feladatokat [32]. A Hkt. az információs társadalom infrastruktúrájának működését, fejlődését szolgáló, innovatív és európai szemléletével többek között deklarálja a hírközléssel kapcsolatos állami feladatokat, megjelöli az állami feladatokat ellátó intézményrendszert, leírja az állami és hatósági eljárások rendjét; meghatározza a hírközlési piac működésének alapvető szabályait és a hírközléssel összefüggő tevékenységet végzők, a szolgáltatók, a szolgáltatást igénybevevők, a felhasználók jogait és kötelezettségeit.

A Hkt. kiemelt figyelmet fordít a hírközlési és hálózati szerződésekre. Új kategóriaként definiálja a jelentős piaci erővel rendelkező szolgáltatót, melyre fokozott kötelezettséget ró. Meghatározza az eszközhasználati szerződés, a hozzáférési szerződés, a távközlési előfizetői szerződés és a postai szolgáltatási szerződés tartalmát.

1.5 A Magyar Honvédség állandó telepítésű kommunikációs rendszerét közvetlenül érintő szabályzók

Magyarország 1990. előtti távközlési infrastruktúrájában jelentős szerepet játszottak az államigazgatási igényeket kiszolgáló (például HM állandó hírrendszer, BM rendvédelmi, közigazgatási „K” távbeszélő, ALTÁJ rádiótelefon) hálózatok, melyek mind beruházási, mind fenntartási tekintetben elkülönülten, az egyéni ágazati igényeknek megfelelően fejlődtek.

A Nemzeti Informatikai Stratégia (1995.) [33], valamint az 1066/1999. számú kormányhatározat többek között az egységes kommunikációs rendszerek megszervezésének újszerű koncepcióját vázolja fel. Rögzíti a kormányzati szervek hálózati struktúrájának alapelvét, mely szerint az nem része a nyilvános rendszereknek.

Az említett okmányokon túlmenően a Miniszterelnöki Hivatal koordinációjában elkészült *„Magyar válasz az Információs Társadalom kihívásaira”* című szakértői vitaanyag (1999.) leszögezi, hogy a kormányzati (államigazgatási) munka teljesítőképessége a XXI. században egyre inkább függeni fog a felhasznált kommunikációs rendszerek minőségi mutatóitól, ezért többek közt a sérülékenység mérséklésére teendő intézkedések a jövőben várhatóan összemérhetők lesznek a honvédelmi, nemzet- és közbiztonsági erőfeszítések jelentőségével és *azok finansziális* nagyságával.

A kormányhatározatokban és rendeletekben a kommunikációs rendszerek egységesítésére megfogalmazott alapelvek megvalósulásának elmaradásához a pénzügyi források korlátozottsága és a szétaprózottság problematikája mellett egyértelműen hozzájárult az elvi síkon rendelkezésre álló, korszerű technológia közelsége, melyet a működési kényszer alatt álló szervezetek igyekeztek – *akár egymással versengve*– saját hálózatukban meghonosítani, szolgáltatásaikat bővíteni. A fejlesztések ilyen, kizárólagosan csak az egyes ágazati igények kiszolgálására jellemző példa a NATO csatlakozásunkkal az MH távközlő rendszerének egyedi korszerűsítése vagy a BM mikrohullámú hálózatának fejlesztése.

A jelenleg érvényben levő távközlésre vonatkozó alapvető és általános rendelkezések mellett az 1.4 alfejezetben leírtakon túl néhány konkrétan érinti (érinteni fogja) a Magyar Honvédség kommunikációs rendszerét, mivel alapvető szabályozások találhatók a rendkívüli összekötés, az adat- és titokvédelem és a távközlés védelme szempontjából.

Az 50/1998. (III. 27.) Kormányrendelet a zártcélú távközlőhálózatokról az a jogi szabályozó, amely az 1992. évi LXXII. távközlési törvény és az 1997. évi LXV. törvény szellemében rendelkezik a zártcélú távközlőhálózatok létesítése, fenntartása, az alkalmazott berendezések engedélyezése vonatkozásában. Meghatározza a távközlés honvédelmi-, a zártcélú távközlőhálózatok minősített időszakra történő felkészítésének és átállításának feladatait, és ezzel kapcsolatban a honvédelmi miniszter teendőit [34].

A kormányrendelet hatálya kiterjed a zártcélú távközlőhálózattal rendelkező szervekre³⁹, a zártcélú távközlőhálózatok létesítésében, fenntartásában, üzemeltetésében érintett, távközlési feladatot ellátó, illetve a távközlés minősített időszaki⁴⁰ feladatokra történő felkészítéséért (honvédelmi felkészítés) felelős szervezetekre. Meghatározza továbbá az állandó jellegű eszközökkel szervezett zártcélú távközlőhálózatok tervezését, létesítését, üzemeltetését, fenntartását, összekapcsolását. Rendelkezik a távközlés felkészítésére, gyakoroltatására és átállítására és a felhasználás alapvető szempontjaira minősített időszakban.

Az 50/1998. (III. 27.) Kormányrendelet előrelátóan úgy rendelkezik, hogy az MH zártcélú távközlőhálózatában az egyéb távközlőhálózatokban is használt, hatósági engedéllyel rendelkező COTS berendezések alkalmazását kell előnyben részesíteni. A közcélú távközlőhálózatokban nem használt speciális berendezésekre vonatkozó hatósági engedélyhez csak a berendezés csatlakozási felületének műszaki adatait kell megadni, amelyek hitelességéért a kérelmező (MH) felelős. Az MH zártcélú távközlőhálózatára kapcsolt végberendezésnek érvényes típus jóváhagyási és forgalomba hozatali engedéllyel kell rendelkeznie.

³⁹ Kormányzati, nemzetbiztonsági, igazságszolgálati, közbiztonsági és honvédelmi szervek.

⁴⁰ Rendkívüli állapot, szükségállapot és veszélyhelyzet összefoglaló megnevezése.

Kivételt képeznek haditechnikai távközlő berendezések, valamint a hálózati eszközökkel együtt szállított, más hálózatokra nem rákapcsolható⁴¹ végberendezések.

Az MH *minősített időszakban* – a fegyveres erők és rendvédelmi szervek haditechnikai eszközein és saját zártcélú távközlőhálózatán túlmenően – felhasználhatja a közcélú távközlőhálózatokat, továbbá a külön e célra tervezett (vagy műszakilag is előkészített) úgynevezett „M” zártcélú távközlőhálózatokat, illetve a – hálózat részét nem képező – egyes előkészített összeköttetéseket.

Az országos vagy helyi előkészített MH távközlőhálózat (összeköttetés) kialakítására, továbbá aktivizálásra⁴² alkalmas állapotban tartására és üzembe helyezésére – a műszaki feltételek megléte esetén – szerződést kell kötni. Az MH előkészített összeköttetés⁴³ (hálózat) tervezéséhez a közcélú távközlőhálózat szabad vagy tartalék áramköreit kell elsődlegesen felhasználni. Ezek hiányában az üzemelő közcélú, illetve *bérelt áramkörök*⁴⁴ igénybevétele is tervezhető az alábbiak szerint:

- elsődlegesen a közcélú távbeszélő hálózat központközi (trónk) áramköreit lehet igénybe venni, az adott viszonylatban lévő áramkörök legfeljebb 20%-áig;
- bérelt áramkörök 50%-át lehet igénybe venni ott, ahol a nem kormányzati, honvédelmi, rendvédelmi, nemzetbiztonsági bérlő szervezet 2 vagy ennél több áramkörrel rendelkezik.

Minősített időszakban az ország egységes távközlőhálózatának biztosítása kell az MH békeállapottól eltérő működéséhez (alkalmazásához) szükséges távközlési igényének kielégítését. A Magyar Honvédség zártcélú távközlőhálózatát úgy kell megtervezni, hogy megbízhatósága, rugalmassága, védettsége növekedjen és a védelmi igénybevétel szempontjából hozzáférhető legyen. A távközlés felkészítésének biztosítása kell a szűkséghelyzetet el nem érő mértékű veszélyhelyzet (természeti csapás, ipari baleset), továbbá az Alkotmány 19/E. §-ának (1) bekezdésében meghatározott esetek távközlési feladatainak megoldását is.

Az 50/1998. (III. 27.) Kormányrendelet 2. fejezetének 6. §. c) bekezdésében foglaltak alapján: *„Zártcélú távközlőhálózat létrehozása során a hálózatgazda: fizikai elkülönülés helyett, forgalmi vagy korszerű műszaki, illetve*

⁴¹ Rákapcsolás: a távközlőhálózathoz – távközlési szolgáltatás céljából – berendezés csatlakoztatása.

⁴² Aktivizálás: az előkészített összeköttetés (hálózat) előre kidolgozott megállapodásban rögzített rendben történő üzembe helyezése.

⁴³ Előkészített összeköttetés: minősített időszaki feladatokat szolgáló olyan megtervezett és dokumentált, műszakilag előkészített helyi és/vagy helyközi összeköttetés, amelynek üzembe helyezése adott esetben kiadandó intézkedésre történik, korlátozott idő alatt.

⁴⁴ Bérelt áramkör: szolgáltatás hozzáférési pontokat összekötő áramkörszakaszok együttese, amelyek csak az átviteli utakat, interfészeket és mérőpontokat tartalmaznak (kapcsolóberendezést nem). A bérelt áramkörért a felhasználók a használat mértékétől független bérleti díjat fizetnek.

logikai (algoritmikus) elkülönülés alapján létesíti, illetve működteti a zártcélú távközlőhálózatot, ha ennek műszaki feltételei fennállnak, vagy megteremthetők”. Ez a pont azonban nem azt jelenti, hogy az MH ÁTKR-nek integrált zártcélú hálózat részévé kell válni, hanem azt, hogy forgalmi-, műszaki- és gazdaságossági szempontok figyelembevételével alakítják ki a távközlőhálózatot.

Az 1071/1998. számú Kormányhatározat 1. számú melléklete tartalmazza a Kormány Hírközléspolitikáját az 1998-2005 közötti időszakra. Ennek a függeléke a Hírközlési Stratégia, mely szerint a távközléssel összefüggésben a Kormány 2004-re megcélozza a minimum 64 kbit/s adatátviteli sebességű internet-szolgáltatás elérhetőségét. Előírja, hogy 2002-től a technológiai konvergencia eredményeként – azonos szolgáltatás hozzáférési ponton keresztül – beszéd-, kép-, és informatikai interaktív szolgáltatásokat lehessen igénybe venni. Fontos célként fogalmazódik meg, hogy párhuzamos (alternatív) távközlési hálózati infrastruktúrát kell létrehozni, melyet – a hálózathoz való könnyebb hozzáférés esetén – kormányzati szervek is választhatnak.

A Hírközlési Stratégiában a *kormányzati célú távközlés* címszó alatt néhány pontban kijelöli a hírközlés *honvédelmi* feladatainak magas színvonalú ellátását szolgáló célkitűzéseket [35]. Ilyenek:

- a közcélú hálózatok, elsődlegesen a gerinchálózat⁴⁵ biztonságának növelése, zavarérzékenységének csökkentése, a honvédelmi érdekből történő hozzáférés lehetőségének biztosítása;
- a honvédelmi feladatokban résztvevő hírközlési szervek kijelölése és feladataik meghatározása;
- felkészülés a NATO tagságból eredő védelmi igények kielégítési módszereinek, eljárási rendjének átvételére.

Az új hírközlési törvény elemzéséből megállapítható, hogy a hírközlés veszélyhelyzeti felkészítése terén rendelkezésre állnak a szükséges szabályhelyek a következő területeken:

- a zártcélú hálózatokra vonatkozó eltérő alkalmazás tekintetében (1.§/(4));
- a törvény céljai között (2.§/k);
- a hírközlési szolgáltatókat érintően (13.§/1-8);
- az állami feladatok megfogalmazásánál (66.§/(1), (2) c);
- a Kormány és az ágazati miniszter feladatai sorában (66.§/(4) és 67.§);
- a Kormányrendelettel való szabályozási felhatalmazásai között (107.§/2/b,1,i);

⁴⁵ Gerinchálózat: a távközlőhálózatnak olyan –központok nélküli- megkülönböztetett része, amely bármely távközlési jel továbbítására alkalmas, szolgáltatásait nem közvetlenül a felhasználóknak nyújtja, hanem a csomópontokban meghatározott jelátviteli sebességgel történő hozzáférést biztosít az igénybe vevőnek.

KÖVETKEZTETÉSEK

Az elmúlt évtized során a gyorsuló távközlési és informatikai fejlődés eredményeként a mikroelektronika térhódításával a technikai rendszerek alkotóelemeinek fizikai mérete és előállítási költsége jelentősen csökkent, a logikai műveletek elvégzésének kapacitása és sebessége exponenciálisan növekedett. A technológiai képességekben bekövetkezett pozitív irányú, ugrásszerű változás magával hozta a távközlő- és informatikai rendszerek konvergenciáját, ami nyilvánvalóan befolyásoló tényezővé válik az alkalmazási eljárások (vezetés, szervezés, irányítás) XXI. századi körülményekhez illeszkedő átdolgozásánál, kialakításánál.

Sorra jöttek és jönnek létre az egyre nagyobb sáv szélességet, adatátviteli kapacitást biztosító olyan távközlő- és informatikai hálózatok, melyek garantálják az információ valós idejű elérését és az adatbázisokkal való interaktív kölcsönhatást. Ezekhez a fejlett kommunikációs szolgáltatásokhoz egyre gyakoribb és intenzívebb a hozzáférés, így a korszerű IT lehetőségek – az információs társadalomra jellemző módon – a katonai vezetés igényrendszerébe is beépülnek.

A katonai távközlési és informatikai rendszerek rövid időn belül követik a polgári kommunikációs rendszerek gyorsuló fejlődését. Megfigyelhető, hogy a konvergencia kezdeti fokozatai (adatátvitel beszédcsatornán, integrált szolgáltatások felkínálása a katonai felhasználó számára, multimédiás alkalmazások megjelenése) a katonai távközlő- és informatikai rendszerekre integráló és globalizáló hatással bírnak. A katonai távközlés gerincét képező ÁTKR egyre nagyobb és – típusát tekintve – sokrétűbb kommunikációs felületen kapcsolódik egyre több fajta polgári és katonai kommunikációs hálózathoz.

Az MK kommunikációs infrastruktúrája az elmúlt 10 év során jelentős mértékben átalakult. A távközlési-, és információ továbbítási igények teljes körű mennyiségi kielégítése mellett megjelentek az integrált szolgáltatások és megteremtődött a minőségileg új, nagysebességű, szélessávú integrált kommunikációs szolgáltatások bevezetésének a lehetősége. Az ország technológiai értelemben fejlett gerinchálózati infrastruktúrával rendelkezik. A törvényi szabályozás, valamint a hozzá kapcsolódó tőkebefektetés eredményeként európai arányokkal mérten is dinamikusan fejlődő, piaci versenyen alapuló, többszereplős távközlési piac jött létre.

A zártcélú távközlőhálózatok bonyolult integrálási, fejlesztési és fenntartási kérdései mellett, a robbanásszerű infokommunikációs fejlődés egyre világosabb és szembeötlőbb hatásaként a kormányzati kommunikációs ágazatban is érezhetővé válik a XX. század végére kiteljesedő tudományos-ipari-technológia globalizációs folyamatokat növelő hatása.

A szakirodalom tanulmányozása azt mutatja, hogy saját tábori (mobil) eszközein kívül bizonyos mértékben minden haderő felhasználja az ország közcélú és egyéb hálózatait, igénybevéve azok átviteli útjait⁴⁶, vagy távközlési/informatikai szolgáltatásait. Ezért az MH számára nem elhanyagolható jelentőségű, hogy a távközlési (hírközlési) szolgáltatókra a jogszabályok milyen honvédelmi (veszélyhelyzeti felkészítési, minősített időszak) kötelezettségeket határoznak meg.

Az új hírközlési törvény tartalmából következik, hogy a jogszabály előkészítők feladata lesz, hogy az érintett katonai szervekkel együttműködve, a kapott felhatalmazások birtokában a távközlés/informatika védelmi célú felkészítésének részletes szabályozását kialakítsák. Ezek a szabályok csak *közvetve* érintik majd az MH ÁTKR fejlesztését, fejlődését, de kölcsönhatásuk nem vitatható, hiszen a hírközlés felkészítésének egyik meghatározó célja az országvédelem (honvédelem) édekeinek való megfelelés. Az előkészített lehetőségekhez való katonai hozzáférés, igénybevétel feltételeit viszont a katonai eszközöknek kell biztosítaniuk és a két területet megfelelő eljárási rendnek kell összekapcsolnia. Az MH Összhaderőnemi Doktrínája (2003. évi tervezet) a 6. fejezetben a következő képpen foglal állást: „*A polgári kommunikációs hálózat katonai alkalmazásának előkészítése érdekében az országos távközlés hálózat vezető szerveivel elő kell készíteni azokat a megállapodásokat, amelyben a polgári célú hálózatok kijelölt részét védelmi célokra készítik elő*” [36].

Tekintve, hogy a zártcélú távközlőhálózatok létesítését, üzemeltetését, fejlesztését jelenleg a Tt. alapján kiadott 50/1998 (III.27.). Kormányrendelet szabályozza, számítani lehet annak átalakítására, korszerűsítésére, de nem következhet be olyan helyzet, amely az MH ÁTKR-nek, mint zártcélú hálózatnak a jogalapját megszüntetné.

A rendelkezésre álló szűkös pénzügyi keretek miatt hosszútávon indokolt egy összevont, a kormányzat kommunikációs igényeit kiszolgálni képes, korszerű technológiai eljárásokon alapuló, szintenként differenciált és védett rendszer létrehozása, melynek integrálnia kell a jelenlegi zártcélú hálózatok több alrendszerét is.

Védelmi és biztonsági okokból a közcélú- és egyéb hálózatok optimális kombinációjaként megvalósuló rendszer vezetése és irányítása csak a kormányzat felügyeletében tűnt megvalósíthatónak és biztosíthatónak. A fenti elvek alapján létesülő távközlési rendszer elsődleges minőségi követelménye, hogy minden időben és mindenhol biztosítani kell mind az országirányítás távközlési feltételeit, mind az EU, illetve NATO kormányzati és védelmi szervezeteivel történő kapcsolattartást.

⁴⁶ Átviteli út: két pont közötti út a jel átvitelére, mely lehet fizikai átviteli közeg, frekvenciamultiplex egy frekvenciasávja, időosztású multiplex egy időrése stb. Az átviteli út magában foglalja az átviteli közegeket és az azok összekapcsolására használt eszközöket.

Fentiek alapján összességében jól látható, hogy az ÁTKR-nek, mint zártcélú hálózatnak a jövőbeni alkalmazásával kapcsolatos nézetek – *elméleti síkon* – egységes, integrált rendszer irányába mutatnak, ugyanakkor ezt az egységes kommunikációs rendszert ezidáig nem hozták létre.

Mivel a Hkt. a teljes hírközlési piacot gazdasági alapúvá kívánja tenni, életbe lépését követően fokozatosan felerősödtek a teljes liberalizációval és globalizációval együttjáró folyamatok. A gazdaságilag fejlettebb országokban, ahol a távközlés liberalizációja néhány évvel korábban megtörtént, a katonai kommunikációs rendszerek is csak a liberalizált távközlési piac szerves részeként képesek létezni. Várhatóan ez a tendencia fog érvényesülni a Magyar Honvédség állandó telepítésű kommunikációs rendszerére is. A piaci verseny következtében gyakorlatilag bármilyen távközlési szolgáltatás, bárhol és bármikor elérhető lesz, csak a távközlési szolgáltatás anyagi fedezetét kell biztosítani.

A NATO igényli, a 2001. évi XL. Hkt liberális hírközlési politikájával megnyitja és támogatja a törvényi lehetőséget, az 50/1998. (III. 27.) Kormányrendelet lehetővé teszi, hogy fizikailag elkülönült távközlőhálózat helyett, forgalmi vagy logikai elkülönülés alapján legyen létesíthető és üzemeltethető az MH ÁTKR.

Következésképpen a szegmentált, kommunikációs infrastruktúrájukat, technikai színvonalukat, információ átviteli sebességüket tekintve egymáshoz képest eltérő és önmagukban alacsony fejlesztési kapacitással rendelkező zártcélú hálózatok korszerűsítését azok hasonló elven történő, az ország közcélú kommunikációs rendszerét is felhasználó továbbfejlesztése oldhatja meg.

Mindezek alapján kimondható, hogy az MH ÁTKR technikai továbbfejlesztése a vonatkozó szabályzók alapján lehetséges, a NATO integrált vezetési rendszeréhez szervesen kapcsolódó, technológiai háttérét tekintve fizikailag különálló, a közcélú hálózati szegmensek igénybevétele esetén virtuálisan elkülönült, de technológiai kialakítását tekintve azzal azonos vagy hasonló megoldású, információ átviteli képességét tekintve magas szintű multimédiás képességekkel rendelkező, integrált zártcélú kommunikációs rendszerként.

2. FEJEZET

A MAGYAR HONVÉDSÉG ÁLLANDÓ TELEPÍTÉSŰ KOMMUNIKÁCIÓS RENDSZERE ÉS A HOZZÁ KAPCSOLÓDÓ KOMMUNIKÁCIÓS RENDSZEREK

A Magyar Honvédség csapatvezetésének alapvető eszköze a katonai kommunikáció (híradás), mely információ továbbítás céljából alkalmazott módszerek és eljárások összessége. Az MH kommunikációja béke, válsághelyzet és háború esetén két fő információtovábbító rendszerre épül.

Az egyik az MH tábori kommunikációs rendszere (MH tábori területi kommunikációs rendszere és az MH harcászati kommunikációs rendszere) melyet a mindenkori (kiképzési, felkészülési, hadműveleti) feladatoknak megfelelően ideiglenesen létesítenek. A másik az MH állandó telepítésű kommunikációs rendszere. A „Szárzaföldi összhaderőnemi kötelékek alkalmazásának elvei”-ről szóló doktrína tervezet ugyanakkor deklarálja, hogy a híradás és az informatika egymástól szétválaszthatatlan egységben támogatja a döntés-előkészítés, döntéshozatal, döntés végrehajtás, irányítás és ellenőrzés igényeit [37].

A Magyar Honvédség parancsnokának 128/2000. (HK 15.) parancsa alapján kiemelt feladatként kell kezelni az MH vezettségének folyamatos fenntartását és az MH átalakítása során a NATO kompatibilitás követelményeinek teljesítését [38].

A jelenlegi politikai és katonai elkötelezettségünket figyelembe véve tovább növekedett a NATO tagállamok hadseregein belül az állandó telepítésű kommunikációs rendszerek jelentősége. Ez egyrészt abból adódik, hogy a katonai szövetség doktrínája elsősorban védelmi jellegű, és ez feltételezi a hadszíntér magasabb szintű kommunikációs előkészítettségét. Másrészt abból adódik, hogy a katonai és a politikai vezetés kommunikációs igényei mind mennyiségi, mind minőségi szempontból megnöttek, harmadrészt abból, hogy a tábori kommunikációs rendszert lehetőség szerint minél több ponton és minél nagyobb sebességgel kell csatlakoztatni az állandó telepítésű kommunikációs rendszerhez. Ez utóbbi feladat csak akkor oldható meg eredményesen, ha a stabil telepítésű szegmenset készítjük fel arra, hogy a tábori kommunikációs rendszer felcsatlakozását minden szükséges üzemmóddal, adatsebességgel és az ezek megvalósításához szükséges hardveres- és szoftveres interfésszel támogassa.

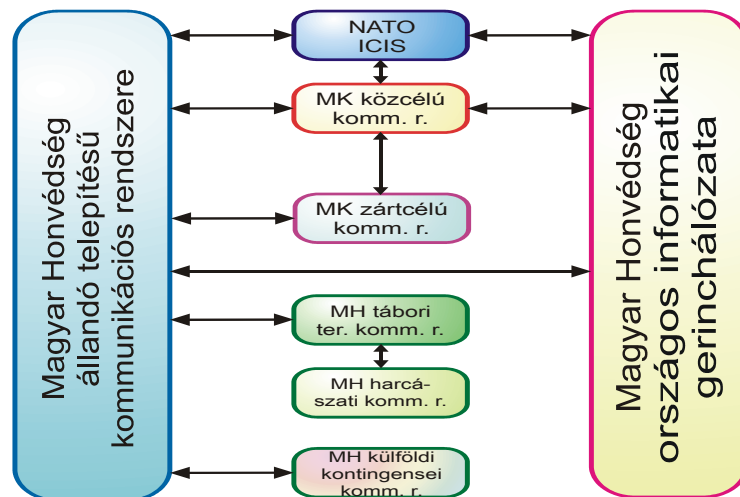
Az MH ÁTKR technikai továbbfejlesztése szempontjából meghatározók a hozzá szervesen kapcsolódó legfontosabb kommunikációs rendszerek technikai jellemzői. Ezek: az MH tábori területi kommunikációs rendszere, az MH OIGH (MH ORSZÁGOS INFORMATIKAI GERINCHÁLÓZATA), a NATO állandó jellegű Integrált Kommunikációs és Informatikai Rendszere (NATO ICIS- INTEGRATED COMMUNICATIONS INFORMATION SYSTEM) és az MK közcélú hálózata.

Tekintettel arra, hogy az MH tábori területi kommunikációs rendszerét és ezen belül a tábori alaphírhálózatot⁴⁷ PhD értekezés keretében mintegy 65 oldal terjedelemben részletesen elemezték, és mivel ezen vizsgálat óta eltelt időszak alatt döntő változás nem történt a felépítésében, ezért az ott leírtakat elfogadtam, alapul vettem és a jelen dolgozatban nem vizsgáltam.

2.1 A Magyar Honvédség állandó telepítésű kommunikációs rendszerének technikai jellemzői

Az ÁTKR alapját a vezetési pontokon – védett és nem védett létesítményekben – telepített hírközpontok és az azokat összekötő kommunikációs vonalak képezik.

Az ÁTKR hírközpontjai közvetlen kommunikációs kapcsolatban állnak az MK kommunikációs infrastruktúrájának OTH⁴⁸ (ORSZÁGOS TÁVKÖZLŐHÁLÓZAT) kijelölt részével. Az ÁTKR kommunikációs vonalai a polgári és katonai távközlőhálózatok stacioner jellegű⁴⁹ bázisán létesülnek. A távközlőhálózatok üzemeltetési idejét tekintve az ÁTKR-nek lehetnek állandó üzemű, előkészített és minősített időszakban aktivizálható elemei.



2.1. ábra Az MH állandó telepítésű kommunikációs rendszerének kapcsolata más kommunikációs rendszerekkel

Az MH ÁTKR-nek sokrétű kapcsolata van más kommunikációs rendszerekkel (2.1. ábra).

Az MH ÁTKR az MH tábori területi kommunikációs rendszerével (és az MH harcászati rádió rendszerével) együtt alkotja az MH kommunikációs

⁴⁷ Rajnai Zoltán: A tábori alaphírhálózat vizsgálata és digitalizálásának lehetőségei egyes NATO tagországok kommunikációs rendszereinek tükrében, Doktori (Ph.D.) értekezés, Budapest, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, 2001.

⁴⁸ Országos távközlőhálózat: a távközlőhálózatok olyan együttműködni képes együttese, amelyben –üzembiztonsági vagy egyéb okok folytán- a szükségessé váló összekapcsolás és rákapcsolás az alapvető műszaki tervek megtartásával és megfelelő berendezések alkalmazásával biztosítható.

⁴⁹ A PLMN-hez (pl. GSM) és a zártcélú mobil kommunikációs rendszerekhez (pl. TETRA) való csatlakozás is azok állandó jellegű eleméhez (pl. BSC, MSC) történik.

rendszerét. Az MH vezetése és irányítása érdekében létesített kommunikációs rendszer az MK kommunikációs infrastruktúráját tekintve a zártcélú hálózatok közé tartozik.

Az MH ÁTKR a katonai kommunikációs infrastruktúrában központi szerepet tölt be. Béke időszakban, háborús veszélyeztetettség időszakában és a katonai műveletek során mind analóg, mind digitális szolgáltatásokat nyújt, biztosítja a hang, adat, szöveg és kép (video) típusú információ tranzitálását és a katonai felhasználók általi hozzáférést.

Az MH ÁTKR más kommunikációs rendszerekkel való kapcsolatát az MH-n belül betöltött központi szerepe határozza meg. Ennek megfelelően békeidőszakban közvetlen kapcsolatban áll az MH OIGH-val, az MK közcélú és más zártcélú távközlőhálózataival, valamint a NATO ICIS-ével. Minősített időszakban az MH tábori kommunikációs rendszere csatlakozik az MH ÁTKR-hez, biztosítva az egységes kommunikációs rendszer létrejöttét.

Az ÁTKR meghatározó szerepet tölt be az MH KFV (KATONAI FELSŐVEZETÉS) kommunikációjának biztosításában.

Technikai felépítését tekintve az MH ÁTKR többszöri módosítás után nyerte el jelenlegi struktúráját. A 70-es évek közepéig az állandó hálózatban üzemelő központok többsége kézi kapcsolású volt. A hálózatfejlesztés legfontosabb lépéseként olyan analóg hálózati⁵⁰ struktúra jött létre, mely képes volt biztosítani a kerülőutas forgalomirányítást. A hírközpontokban teljesen automatizált központkapcsolókat helyeztek el.

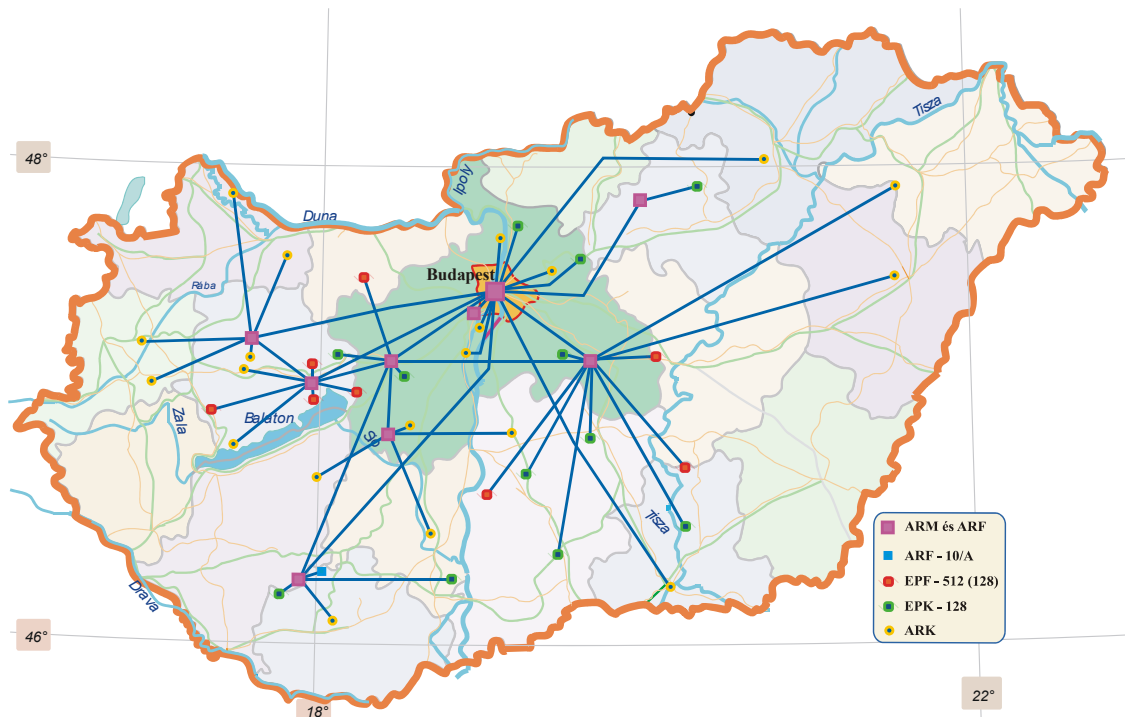
Az MH híradó szolgálatának az ÁTKR átalakítása szempontjából legnagyobb (és a mai napig zajló) vállalkozása egy flexibilis, jó túlélőképességi mutatókkal rendelkező, alternatív (vezetékes és vezeték nélküli) híradó vonalakat tartalmazó, teljesen automatizált távbeszélő, géptávíró hálózatot biztosító rendszer kialakítása volt, melyet ún. TEHK (TERÜLETI HÍRKÖZPONT) rendszerben üzemeltettek. Az országos kiterjedésű honvédségi PCM (PULSE CODE MODULATION - IMPULZUSKÓD-MODULÁCIÓ) elvét használó, mikrohullámú rendszer üzembe helyezése idején országos viszonylatban élenjáró és egyedülálló volt, melytől számítva az MH állandó telepítésű híradó rendszere jellegét tekintve vegyes hálózatú⁵¹ volt.

Az MH ÁTKR meghatározó részei: a KFV stacioner vezetési pontok hírközpontjai, a hozzáférést és tranzitálást biztosító kapcsoló központok rendszere, az átviteli utakat biztosító kommunikációs hálózatok, illetve a hálózat felügyeleti rendszer.

⁵⁰ Analóg hálózat: analóg csomópontok és analóg átviteli utak olyan halmaza, amely távközlés céljára analóg összeköttetések létsítését teszi lehetővé két vagy több meghatározott pont között.

⁵¹ Vegyes (analóg-digitális) hálózat: az analóg hálózatnak digitális hálózattá való fejlesztése során még analóg és digitális központokat és átviteli utakat egyaránt alkalmazó hálózat.

A jelenlegi ÁTKR-ben üzemelő kapcsolóközpontok régebbi típusai ARK, ARF és ARM típusú központok és TPV (TÁROLT PROGRAM VEZÉRLÉSŰ) központok (például EPF, EPK típusok), melyek az MH vezetése és a különböző szolgálati helyeken lévő katonai felhasználók részére biztosítanak összeköttetéseket. A 2.2. ábra szerint⁵² a távbeszélő hálózat analóg része főgyűjtő gócból, gyűjtő gócból és a hozzájuk kapcsolódó vég- és alközpontokból áll.



2.2. ábra Az MH ÁTKR telefonhálózatának logikai kapcsolatrendszere
(Forrás: MH Főhírközpont)

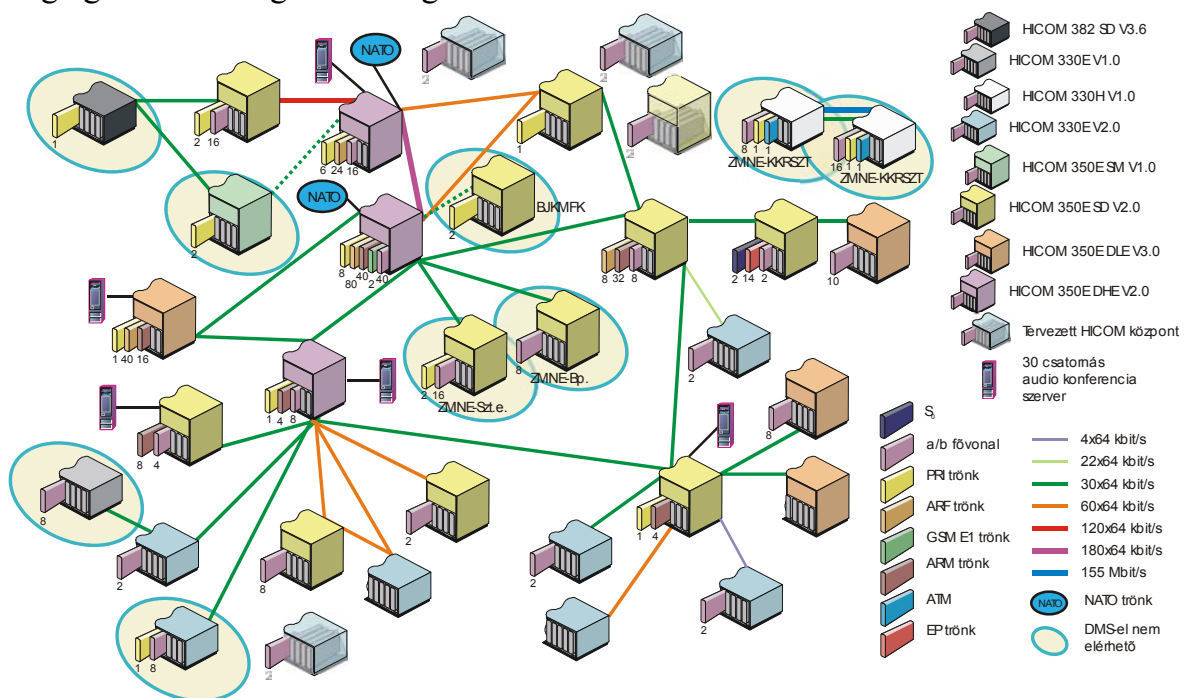
A távbeszélő hálózat topológiáját tekintve a gyűjtőgócközponti síkhoz a végközponti sík csillag rendszerben csatlakozik. Mivel a végközponti síkban nincsenek harántirányok, ezért a struktúra kiemelten érzékeny a gyűjtőgócközponti kapcsolóközpontok meghibásodására, forgalmi túlterhelésére.

A gyűjtőgóc sík központjaihoz és a végközpontok egy részéhez csatlakoznak az OTH, valamint a zárt- (BM) és nem közcélú⁵³ (MOL Rt., MÁV, MVM Rt.) hálózatok. A gyűjtősík trónk vonalai lehetnek bérelt áramkörök és az MH mikrohullámú hálózatának áramkörei.

⁵² Mind a katonai, mind a polgári hálózatok időben folyamatos átalakuláson, továbbfejlesztésen esnek át. Bizonyos irányokban 2-3 hetente jelenhetnek és szűnhetnek meg áramkörök, csatlakozások, ezért az ábrákon feltüntetett kapcsolatok pontossága viszonylagos. A dolgozatban feltüntetett rajzokon igyekeztem a leginkább naprakész adatokat feltüntetni, de többségük elsősorban a jelleget, nagyságrendet, meghatározó struktúrát hivatott ábrázolni. A teljeskörű adatok publikálását ugyanakkor titokvédelmi előírások is korlátozzák.

⁵³ A régebbi terminológia szerinti „különcélú” fogalom megszűnt.

A gyűjtőgóc síkban főleg ARM 201/2 típusú, közepes nagyságú, maximum 40000 vonal kapcsolására alkalmas tranzitközpontok⁵⁴ találhatóak, melyek valamennyi ARM és ARF központtal képesek együttműködni. A kisebb kapacitásigényű körzetekben Ericsson fejlesztésű, BHG gyártmányú ARF 503 kiskapacitású tranzitközpontokat rendszeresítettek, melyek 200 vonal kapcsolására alkalmasak. A végközponti sík jellemző központ típusai az ARF-102 valamint a BHG fejlesztésű és gyártású EPK-128, EP-128, EP-512 TPV központok, melyek általában alközponti feladatokat is ellátnak. Az MH analóg távbeszélő hálózatának végközpontjai: közepes kapacitású ARK-522, kiskapacitású ARK-511 és ARL központok. A tervek szerint az MH ÁTKR-ben levő analóg központok 2003 végéig kiváltásra kerülnek, de várhatóan 2006 végéig működni fognak analóg berendezések.



2.3. ábra Az MH kommunikációs rendszerében üzemelő ISDN központok kapcsolatrendszere (Forrás: MH Főhírközpont)

NATO tagságunkkal összefüggésben 1999-ben üzembe helyezték az ISDN szolgáltatásokat biztosító digitális központok⁵⁵ első sorozatát (HICOM-300 család). Az MH ÁTKR hozzávetőlegesen 30 db ISDN központtal (2.3. ábra) történt kiegészítését és a kommunikációs átviteli utak áteresztő képességének növelését követően a szolgálatok és szolgáltatások (hordozó, teleshálózat, ISDN szolgáltatás) köre és az alkalmazható kommunikációs végberendezések típusa jelentősen bővült. A kapcsoló központok egy része

⁵⁴ Tranzitközpont: automata üzemű központok közötti áramkörök összekapcsolására használt központ (fajtái: tandem-, helyközi- és nemzetközi tranzitközpont).

⁵⁵ Digitális központ: olyan TPV távbeszélőközpont, amely minden kapcsolandó jelet digitális formában kapcsol (pl. ADS-Austria Telecom, AXE-Ericsson, EWSD-Siemens, DMS300-Northern Telecom).

közvetlen összeköttetésben van a NATO kommunikációs rendszereivel, más részük a közcélú analóg és digitális kommunikációs rendszerekkel.

Az MH ÁTKR helyi és kombinált kapcsoló központok segítségével biztosítja a katonai felhasználói végberendezések illesztését valamint különböző kommunikációs szolgáltatásokat.

Az analóg végberendezések között elsősorban a polgári távközlésben is alkalmazott CB, katonai kivitelű LB telefonok és G3 szabványú Fax berendezések találhatók. A digitális végberendezéseket ISDN telefonok, ISDN kártya (terminál adapter) segítségével az ISDN központhoz illesztett multimédiás számítógépek és videokonferencia eszközök alkotják.

Az N-ISDN (NARROW BAND ISDN - KESKENYSÁVÚ ISDN) alkalmazásának meghatározó előnye az MH ÁTKR-ben, hogy a régi analóg távbeszélő rendszert hang- és adat- jellegű kommunikációs forgalom kezelésére alkalmas rendszer váltja fel. Fejlett szolgáltatás készlete, a kommunikációs csatornák viszonylagos flexibilitása alkalmassá teszi a beszéd típusú információ magas minőségű továbbítására.

Az MH ÁTKR vezetékes átviteli útjait 2003-ban is elsősorban a MATÁV Rt.-n keresztül bérelt vezetékes vonalakkal valósítják meg. A vezetékes vonalak kialakítása és a felhasznált átviteltechnikai eszközpark a helyi sajátosságoktól függ. Az MH ÁTKR vezetékes hálózatát tekintve megállapítható, hogy egyes körzetekben kihelyezett fokozatok⁵⁶ vannak, melyekhez vezetékes vonalon kapcsolódnak a felhasználók. A kihelyezett fokozatok a központhoz 2 Mbit/s sebességű trónkvonalakkal csatlakoznak, melyek a helyi adottságoktól függően kábeles vagy mikrohullámú átvitelt is jelenthetnek.

A bérelt áramkörök tekintetében technikai problémát jelent az a tény, hogy góckörzeten belül a digitális átviteltechnika nem kerül lebontásra, hanem összefüggő 2 Mbit/s-os jelfolyamként csatlakozik a központhoz. Következésképpen a hagyományos pont-pont közötti áramkörigény kielégítése problémás⁵⁷.

Az MH mikrohullámú híradó hálózata⁵⁸ a vezetékes hírhálózat fölé rendelt, de funkcionálisan azzal egyenértékű változata. A mikrohullámú hálózat az állandó hírközpontok számára biztosít trónkárámköröket, illetve a riasztási rendszerek részére alternatív tartalék áramköröket. Alkalmazása kibővült, az MH OIGH-a számára a nagyterjedésű hálózati (WIDE AREA NETWORK - WAN) összeköttetésekhez is biztosítja az átviteli utat.

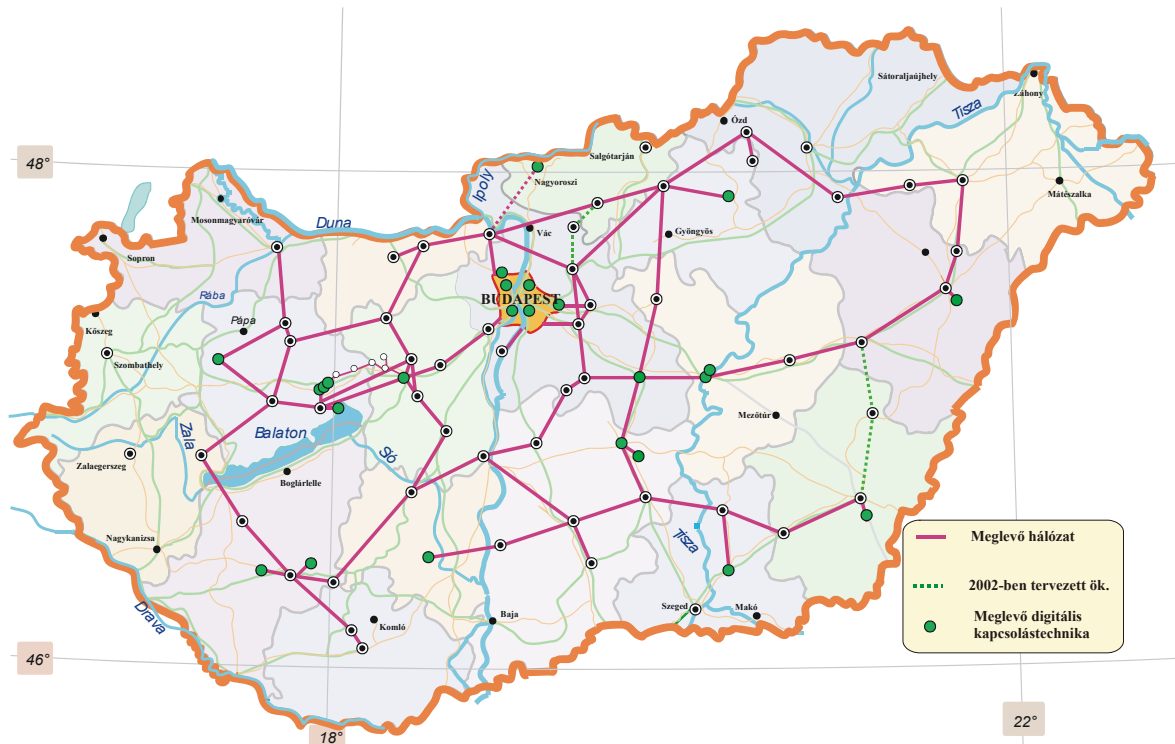
⁵⁶ Kihelyezett fokozat: a katonai felhasználói forgalom koncentrálására és kapcsolására szolgáló, a katonai felhasználók egy adott csoportjának közelébe kihelyezett központ.

⁵⁷ Megoldást jelenthet a 2 Mbit/s-os digitális csatornának alközpont segítségével való lebontása 30 beszédcsatornára, mely meglehetősen költséges.

⁵⁸ Az átterheléseket követően a mikrohullám rendszer fő-, a vezetékes rendszer másodlagossá vált.

A legrégebben telepített átjátszó- (RP), a légtér szuverenitás keretében épített- és a KGYLP (KÖZPONTI GYAKORLÓ ÉS LŐTÉRPARANCSNOKSÁG) hálózatok, valamint a nemrégiben lezajlott migrációs program idején telepített mikrohullámú állomások összessége jelenti ma az MH egységes (vagy gerinc) mikrohullámú hálózatát.

A kommunikációs átviteli utak alapvetően PDH (PLESIOCHRONOUS DIGITAL HIERARCHY - PLEZIOKRÓN DIGITÁLIS HIERARCHIA) szervezésű, $n \times E1$ ($n \times 2048 \text{ kbit/s}^{59}$) PCM kapcsolatok (2.4. ábra). A magasabb szintű összetett jelekből egy-egy alapsávi jelhez csak körülményesen, azok teljes demultiplexálása után lehet hozzáférni, ezért PDH hálózatokban az összetett átviteli szakaszok kialakítása rugalmatlan. Mivel az MH mikrohullámú híradó hálózatában bármilyen elágazás vagy alacsonyabb szintű (alapsávi) hozzáférés csak demultiplexálással történhet, majd a módosítást követően újbóli multiplexálással, ezért a mikrohullámú hálózaton áthaladó jelfolyam rendezése nehezen automatizálható.



2.4. ábra Az MH ÁTKR mikrohullámú hálózatának logikai kialakítása
(Forrás: MH Főhírközpont)

A mikrohullámú hálózat egyes elemei $n \times 2 \text{ Mbit/s}$ ($n = 1, 2, 3, 4, 8$ vagy 16) sebességgel kapcsolódnak egymáshoz. Mivel a gerinchálózatot állandó telepítésű mikrohullámú rádiórelék és bérelt vezetékes összeköttetések alkotják,

⁵⁹ Rádiós szakaszokon a nagyobb sebességet E1 PCM keretek összefűzésével érik el.

ezért a kommunikáció fizikai közege mikrohullám, réz (koaxiális) kábel, illetve üvegszál.

A mikrohullámú rádiórelé rendszert a frekvencia migráció előtt az RP-2/120 T (DRF-2/8 T RF berendezés, S 4 PV vég-/ S 4 PL leágazó szekunder multiplexer, J 30 V vég-/ J 14 L leágazó primer multiplexer, TMV 30 vég-/ TML 16 leágazó távíró multiplex berendezés) [39], majd azt követően a TOTALTEL Kft. által gyártott TDR-5/n típusú mikrohullámú digitális rádiórelé rendszer (2. melléklet) alkották. Az RP-2/120 T rádiórelé rendszer RF berendezése az 1900-2100 MHz tartományban üzemelt. Ez a frekvenciatartomány részben egybeesett a polgári 2. generációs, GSM (GLOBAL SYSTEM FOR MOBILE - VILÁGMÉRETŰ MOBIL TÁVKÖZLŐ RENDSZER) cellás rádiórendszerek II. sávjával, ezért a 90'-es évek közepétől az MH-nak ezt a frekvenciatartományt fel kellett szabadítania.

A frekvencia engedélyeztetések eredményeként az MH a 4,4-4,8 GHz-es tartományon kívül a 15 GHz-es és 23 GHz-es tartományokban is kíván mikrohullámú viszonylatokat létesíteni. A hálózatban jelenleg három eltérő időpontban rendszeresített és eltérő típusú, egymással nem kompatibilis multiplexert⁶⁰ (MUX) alkalmaznak:

- P 303 V/ P 143 L (1980-as évek eleje, közepe);
- PMX 30 (1980-as évek vége);
- PMX 30 P (1990-es évek eleje, közepe).

A 2000. évi állapotnak megfelelő mintegy 35 jegyzett állomásszám a migrációs program eredményeként és 2001. március 31-én történt befejezését követően 70 fölé nőtt. A polgári 2 GHz-es frekvenciatartományból történő kivonulás 2000. november 30-ig megtörtént, ami az MH számára meglehetősen komplex feladatnak bizonyult⁶¹. 2002-ben a mikrohullámú hálózatban több, mint 100 állomás működött.

A stacioner mikrohullámú hálózatban üzemel a TDR 5/n mikrohullámú rádióreléhez tartozó kültéri egység is, mely az antennával egybeépített rádiókonténert, a rádiófrekvenciás egységeket és a digitális jelkezelő áramköröket tartalmazza. A beltéri digitális végberendezésben helyezkednek el a digitális csatlakozó áramkörök, valamint a szolgálati és tartalékoló egységek. Ehhez csatlakoznak a multiplexerek, melyek bemenetén $n \times 2$ Mbit/s-os jelfolyam, kimenetükön $n \times 30 \times 64$ kbit/s sebességű digitális jelsorozat található. Mindegyik 64 kbit/s-os csatorna megfeleltethető 1 darab analóg (0,3-3,4 kHz-es

⁶⁰ A multiplexerek javítását az ORION Kft. végzi (az üzemszám felszámolás alatt), illetve a RADIANT Kft. (ORION-ból kivált rész).

⁶¹ Pl. a polgármesteri hivatalok nem minden esetben engedélyezték az ehhez szükséges esetleges újabb tornyok építését vagy a régebbiekre a hasonló szándékkal betelepítési igénnyel fellépő polgári vállalatok igényeit részesítették előnyben. Ezekben az esetben a honvédségnek Együttműködési Keretszerződést kellett a polgári szolgáltatóval kötnie, ami akadályozta az MH hírközlésének a folyamatosságát.

sávszélességű) csatornának. A tábori hírrendszer felé R-1406 típusú rádiórelé állomások továbbítanak 6 vagy 2 x 6 analóg csatornát.

Az MH kommunikációs rendszerét tekintve a 2001. évi helyzetet a következő képpen jellemezték: „Az MH állandó telepítésű és tábori híradásának rendszerei és eszközei nem alkotnak egységes rendszert. Szolgáltatásaikban, műszaki színvonalukban elmaradnak a kor követelményétől, az országos távközlési rendszerek, szolgáltatások színvonalától, valamint a NATO-rendszerektől” [40].

A hálózat felügyeleti rendszer többszintű, hierarchikus felépítésű. Az MH ÁTKR digitális (ISDN) szigetében a kapcsoló központok hibamentes működését a központokban található, beépített hardveres és szoftveres tesztelő egységek garantálják. Ennek köszönhetően a hibás egységet a központ automatikusan felismeri, majd kivonja a működésből és ha lehetséges tartalék egységgel pótolja. A katonai felhasználók kommunikációs forgalmát folyamatosan üzemelő speciális programok figyelik és naplózzák. Az összes menedzselt adattípus menü struktúrában az ISDN központhoz közvetlenül hozzákapcsolt adatterminálon megjeleníthető. A hálózat felügyeleti funkciókhoz jelszóval történik a hozzáférés.

A háromszintű, optimális hierarchia kialakításához egy OHF (ORSZÁGOS HÁLÓZATFELÜGYETI) központot telepítettek Budapesten, mely munkaállomáson futó elosztott adatbázisú rendszerként üzemel. Az OHF-ről történik a mikrohullámú hálózat hibabehatárolása és hibaelhárítása, szükség esetén a helyi mikrohullámú berendezés katonai felelősével egyeztetve. A hálózat felügyeleti rendszer középső, regionális központjai jelenleg két vidéki helyőrségben található.

Az MH mikrohullámú hálózatának a távfelügyeletét EL-90 felügyeleti rendszer látja el, melynek az adatátviteli csatornáit (1,2 kbit/s, 38,4 kbit/s, 64 kbit/s, alapsávi modem) a mikrohullámú hálózat önmaga biztosítja [41]. Következésképpen az állomásokra történő távparancstovábbítása, az üzemvitellel kapcsolatos jelzések⁶² és az eseménynaplózáshoz tartozó jelzések továbbítása is a mikrohullámú gerinchálózat csatornáit terheli.

Az MH mikrohullámú hálózatában a hálózatfelügyelet lehetőségei korlátozottak, mivel a PDH rendszerek kifejlesztésének idején a hálózati kapcsolásokat gyakran manuálisan, az ellenőrző méréseket pedig üzemen kívül végezték. A korlátos átviteli kapacitás minél magasabb szintű kihasználásának érdekében nem építettek be a PDH rendszerbe a hálózatfelügyelet számára többlet átviteli kapacitást.

⁶² Áramellátás állapota, behatolásjelzés, füstjelzés, beléptető rendszer, ajtónyitás.

Összegzésképpen megállapítható:

- az MH ÁTKR központi helyet foglal el az MH vezetésében és sokrétű, fejlettségét tekintve több generációs és technikai értelemben jelentősen eltérő kommunikációs eszközökből épül fel;
- a beszéd típusú információ átvitelére az MH ÁTKR-ben jelentősen elavult analóg, és a kor színvonalán álló N-ISDN digitális kapcsoló központokat alkalmaznak;
- az MH ÁTKR legfontosabb transzport hálózata a 70-es és 80-as évek technológiai szintjén álló, a PCM moduláció elvét használó, PDH (3. melléklet) szervezésű mikrohullámú hálózat, melynek jelentős korlátja a limitált, $nx2$ Mbit/s sebességű átviteli sebesség;
- a mikrohullámú gerinchálózatot szükség szerint bérelt, elsősorban vezetékes áramkörök kiegészítik, melyek – a meghatározó MH ÁTKR mikrohullámú gerinchálózat PDH felépítéséhez hasonlóan – $nx2$ Mbit/s sebességű PCM áramkörök;
- az MH ÁTKR topográfiáját jelentős mértékben meghatározza az MH haderő átszervezése, azt időben követő és fokozatosan szövevényessé váló topológiával⁶³;
- a többszintű hálózatfelügyelet áramköreinek kialakítására – a PDH tipikus jellemzőjeként – kevés lehetőség biztosított;
- a PDH felépítésű és egyre szövevényesebb struktúrájúvá váló mikrohullámú hálózat távközlési hálózatmenedzselése egyre bonyolultabb.

2.2 A Magyar Honvédség informatikai rendszere

A katonai vezető felelős többek között azért, hogy az alárendeltségében levő erők és eszközök az előírásoknak megfelelően, eredményesen tevékenykedjenek és hatékonyan működjenek. A különböző szintű feladatok végrehajtása során jellemző a kialakult helyzet gyors és éles változása, annak fokozódó bonyolultsága és a döntések előkészítéséhez, meghozatalához szükséges idő lerövidülése. Az információs hadviselés korában a vezetői tevékenység hatékonyságát döntően befolyásolja a rendelkezésre álló releváns információ mennyisége, mely egyben meghatározza a prognosztizálás, az előrelátás mélységét.

A döntést hozók és a döntést előkészítők számára tehát egyre nagyobb tömegű adat feldolgozása válik szükségessé, melyből logikusan következik, hogy a klasszikus információ hordozó, a beszéd sokszor már nem elég gyors és egzakt formája az adattovábbításnak. Mivel a vezetési tevékenységet javító jelenlegi

⁶³ Topológia: a kommunikációs rendszert alkotó elemek (entitások) közötti logikai kapcsolat jellege. Topográfia: a kommunikációs rendszer elemeinek konkrét földrajzi elhelyezkedése.

létszámnövelési lehetőségek kimerültek, sőt erőteljes törekvés van a kisebb létszámú professzionális haderő létrehozására, ezért a vezetés korszerű követelményeinek kielégítését csak olyan – az információ befogadását és az információ humán feldolgozását hatékonyan támogató – információ feldolgozó rendszer segítheti, mely modern vezetési- és számítástechnikai eszközöket, rendszereket alkalmaz.

A NATO AcomP-1-701.NN.54 és az 1.1 alfejezetben leírtak alapján a kommunikációs rendszer és az informatikai rendszer közötti fő különbség az információ *továbbítási* és *feldolgozási* funkcióban rejlik. Ezzel összhangban az MH Informatikai Szabályzata az informatikai rendszer alatt az adatfeldolgozó rendszert, az adatfeldolgozást támogató eszközrendszert, az adatfeldolgozáshoz kapcsolódó tevékenységek összehangolt szabályozó rendszerét és az adatfeldolgozó rendszerben időlegesen vagy állandó jeleggel közreműködő személyeket érti [42].

A katonai számítástechnikai alkalmazások helyzetét a következő képpen jellemzik: „Az MH-ban a számítástechnika alkalmazása és fejlesztése az 1970-80-as években lépést tartott (egyes területeken versenyben volt) a magyar polgári számítástechnikai alkalmazásokkal.” [43]. Az MN REVA Intézet, mely az egykori Néphadsereg központi rendszerkidolgozó és adatfeldolgozó szervezete volt, több mint 500 fős szakállománnyal tevékenykedett⁶⁴.

Az adatfeldolgozásra rendelkezésre álló személyi állomány fogyása miatt, a növekvő adatrögzítési feladatok miatt és mivel a feldolgozási folyamatok egyre inkább hasonlóká váltak, igény jelent meg a számítógépek összekapcsolására. A helyi „szakmai felügyelettel” eltervezett és végrehajtott összekapcsolások során a legkülönbözőbb (működő és az esetek döntő többségében működésképtelen) számítógépes hálózatok jöttek létre. A helyi számítógépes hálózatok a legelképesztőbb topográfiájú és topológiájú megoldások voltak. Léteztek két számítógép közvetlen összekötésére alkalmas soros RS-232 porton kapcsolódó konfigurációk, ArcNet, TokenRing, Ethernet és később FDDI típusú helyi hálózatok. A LAN-ok (LOCAL AREA NETWORK – HELYI, KISKITERJEDÉSŰ HÁLÓZAT) fizikai közege gyakran helytelenül megválasztott típusú és szegmenshosszúságú koaxiális, UTP (UNSHIELDED TWISTED PAIR - ÁRNYÉKOLATLAN CSAVART ÉRPÁR) Cat 2-es, 3-as, 4-es és 5-ös szabványú, sodrott érpárú és optikai kábelek voltak.

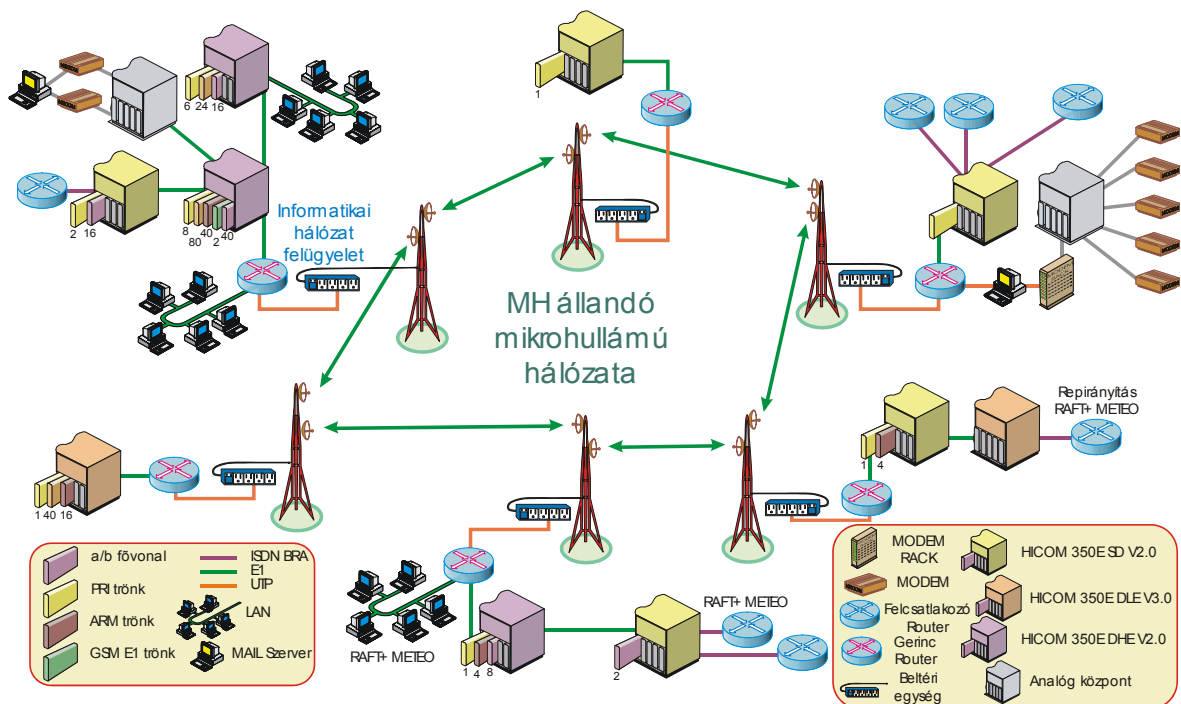
Az 1980-as évek végén és az 1990-es évek elején a távközlés és az informatika technológiája jelentősen eltért egymástól, így egy szeparált, inhomogén informatikai fejlesztés eredményeként az MH-ban LAN szigetek jöttek létre. A híradó és informatikai szolgálat között együttműködésre kizárólag a LAN-okat összekötő transzportálózat kialakítása során volt szükség.

⁶⁴ Az MH Informatikai Intézetének 2000 évi létszáma 56 fő volt.

Az MH-ban jelenleg több, kisebbességű átviteli utat igénylő, egymástól függetlenül működő, helyi és nagytávolságú hálózati erőforrásokat igénybe vevő számítógépes hálózat üzemel. Ezekre példa az AMAR (KORAI NUKLEÁRIS FIGYELMEZTETŐ RENDSZER), mely mintegy 70 lokális érzékelővel ellátott adatgyűjtő és kiértékelő rendszer. Feladata korai figyelmeztetés békében és harchelyzetben, folyamatos és automatikus gamma sugárdózis értékek és meteorológiai paraméterek mérése, az adatok rögzítése, tárolása, a létrejött adatbázis feldolgozása és megjelenítése elektronikusan, valamint papíron nyomtatásban.

Hasonló kisebbességű (9,6 kbit/s – 64 kbit/s) szakági informatikai hálózatok üzemelnek a KGIR-ben (KÖLTSÉGVETÉSI GAZDÁLKODÁSI INFORMÁCIÓS RENDSZERBEN), a humán rendszerben, a RAFT-ban, a Meteorológiai adatokat szolgáltató hálózatban és az ASOC-ban (AIR SUPPORT OPERATIONS CENTER - LÉGI TÁMOGATÁS MŰVELETI KÖZPONT). Megkezdődött az LGIR és a légi ICC (IMPROVED COMMAND CENTER - TOVÁBBFEJLESZTETT VEZETÉSI KÖZPONT) rendszerének fejlesztése.

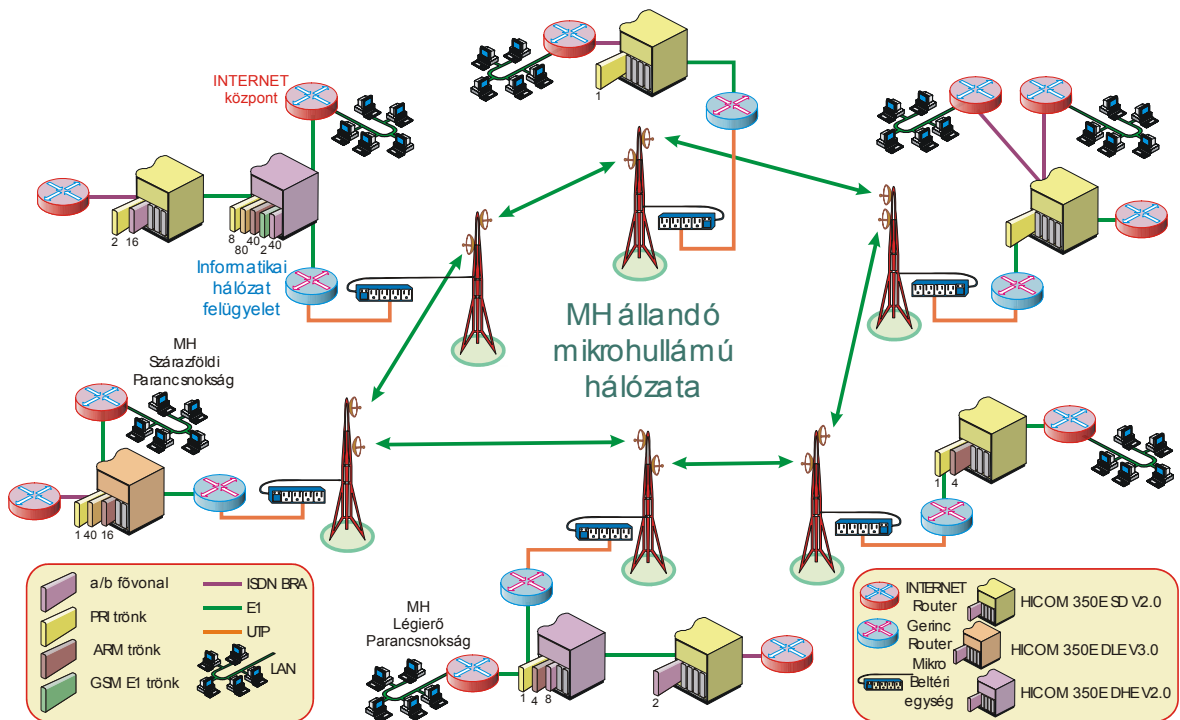
1997 végére az MH informatikai hálózatából kivonták az utolsó ArcNet LAN-t is. 1999 végére az MH-ban üzemelő számítógépek 4%-a XT, 23%-a AT-286, 23%-a AT-386, 19%-a AT-486, 26%-a Pentium I, és 4%-a Pentium II kategóriájú személyi számítógép volt [43]. 2000 és 2001 között az MH informatikai központi fejlesztés keretében 37 grafikai munkaállomás és 17 multimédiás számítógép lett rendszerbe állítva [44]. 2000-től döntően strukturált kábelezésű helyi számítógépes hálózatok lettek kialakítva.



2.5. ábra Az MH OIGH kapcsolatrendszerének elvi vázlata

2001-től az intenzív fejlesztési tevékenységnek köszönhetően és az MH nagymértékű IT-i lemaradása miatt felgyorsultak az informatikai beruházások. 2001-től 2002 I. negyedévének végéig több, mint 2800 Pentium III és Pentium IV kategóriájú számítógépet helyeztek üzembe. Csökkent a működő LAN platformok típusa (Ethernet 10, Ethernet 10/100, FDDI). A HM II-ben, az MH SZFP-nél, az MH Híradó Parancsnokságán és a gl. dandároknál optikai és strukturált hálózat fejlesztés kezdődött. Megkezdődött az MH budapesti informatikai gerinchálózatának és az MH központi internet szolgáltatás kialakítása.

A Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetemen 2003-ra megvalósult a 155 Mbit/s sebességű NIIF (NEMZETI INFORMÁCIÓS INFRASTRUKTÚRA FEJLESZTÉS) WAN hálózathoz való csatlakozás és az egyetem kampuszainak bizonyos szegmenseiben Gigabit Ethernet típusú, 1 Gbit/s sebességű helyi hálózatot építettek ki.



2.6. ábra Az MH internet gerinchálózat csomópontjainak elvi kapcsolódása

A 2002-2003 évi tervezett informatikai beruházások közül az MH ÁTKR-e szempontjából meghatározó az MH központi internet szolgáltatás fejlesztésének és az MH OIGH kialakításának folytatása (2.5. ábra és 2.6. ábra), mely szerint kiépítik az MH IP alapú gerinchálózatának csomópontjait és Budapest helyőrség informatikai célú gyűrűjét. Bővítik a VK-VI, HM-I, HM-II, HM-IV, HIP optikai és strukturált hálózatát, a LEP, ÖLTP, BHP informatikai hálózatát, kiépítik az MH 5. lérak. e. és a Szentgyörgyi D. rep. bázis strukturált hálózatát.

Az MH OIGH műszaki kialakításával kapcsolatban kifejtik: „*Jelenleg az MH-n belül alkalmazott N-ISDN hálózat látszólag feleslegessé teszi a híradó és informatikai gerinc elemek kettéválasztását*”. „*Belátható az is, hogy a korszerű LAN hálózatok összekapcsolása során az So felület nem ad kielégítő megoldást. A gyakorlat már a jelenleg üzemelő rendszerek esetén is bebizonyította, hogy az Nx64 kbit/s sebességű nyálábolt (H) csatornák alkalmazása elengedhetetlen, ami viszont a felhasználói oldalon (pl. egy videokonferencia esetén) csak rendkívül bonyolult megoldásokkal biztosítható*” [45].

Összegzésképpen megállapítható:

- az MH informatikai rendszere több generációs, inhomogén eszközparkot és helyi számítógépes hálózati megoldásokat tartalmaz;
- az MH adatátviteli hálózatai jellemzően alacsony adatforgalmat bonyolítanak le, de sok végponttal, melyek a helyőrségekben és a vezetési pontokon koncentrálnak;
- megkezdődött az egymástól távol levő MH LAN szigetek összekapcsolása WAN hálózattá, melynek következtében az MH hírendszerétől függetlenül, MH Intranetet és MH internetet alakítottak ki;
- mivel az MH-ban működő adatátvitel jellemzője a „Burst”-os⁶⁵ forgalom, így azt a vonalkapcsolt MH ÁTKR alacsony határfokkal támogatja;
- az újonnan kialakított MH OIGH kapcsolási elvét tekintve eltérő elvű, így azt a jelenlegi N-ISDN hálózat nem támogatja. A távközlési és informatikai alkalmazásokra jellemző integrációval ellentétben különhálózati megoldás jött létre;
- az MH Intranetet kiszolgáló MH OIGH és MH internetet támogató MH internet gerinchálózat nagyon gyorsan – a polgári fejlesztési ütemet meghaladóan – jön létre. Az eddigi informatikai fejlesztések alapján kijelenthető, hogy a számukra szükséges WAN sávszélesség gyorsuló ütemben nő;
- a kialakított OIGH a meglévő, korlátos erőforrásokkal üzemelő MH ÁTKR-t több viszonylatban, jellemzően 2 Mbit/s-al leterheli, mely várhatóan csak 2-3 évig lesz elegendő.

2.3 A NATO kommunikációs infrastruktúrája

A 2.1. ábra mutatja, hogy az MH ÁTKR milyen kommunikációs rendszerekkel van kapcsolatban. Működését és főleg célszerű továbbfejlesztését tekintve az egyik legfontosabb rendszer a szövetség kommunikációs rendszere, ezért ebben

⁶⁵ Jellemzően hosszú ideig szünetel az adattovábbítás, majd –előre nem látható időközönként- rendkívül nagy mennyiségű adat kerül továbbításra viszonylag rövid idő leforgása alatt. Definíció szerint: Burstiness = az információ maximális sávszélesség igénye / sávszélesség igény adott idejű átlaga.

az alfejezetben részletesen elemzem a NATO kommunikációs rendszerének felépítését, kapcsolódását az MH ÁTKR-hez és tervezett átalakításának irányait.

A NATO C3 rendszere és a vezetését támogató NATO ICIS egymással szoros összefüggésben működik. A NATO C3 rendszere általános felhasználási célú szegmensből (GPS- GENERAL PURPOSE SEGMENT) és speciális felhasználású szegmensből (SPS- SPECIAL PURPOSE SEGMENT) áll.

A GPS az általános felhasználók számára biztosítja a kommunikációt mind békeidőben, válságkezelés esetén, illetve hagyományos fegyverekkel vívott hadviselés során. Az SPS különlegesen magas állóképességű információtovábbítást tesz lehetővé, melyet nukleáris fenyegetés esetén vagy nukleáris fegyverrel vívott hadművelet során alkalmaznak.

Az általános felhasználási célú szegmens vonatkozásában a CPSA0004/9B5016 képességsomag által definiált képességigény tartalmazza a technikai és végrehajtási követelményeket. Ezeknek a követelményeknek megfelelően a NATO C3-nak vonal- és csomagkapcsolt szolgáltatásokat kell biztosítania a katonai felhasználók számára.

A NATO speciális felhasználású szegmense biztosítja a kommunikációt:

- az állandó telepítésű általános felhasználási célú szegmens felhasználói és a mobil, bevethető erők között;
- a közös jellegű katonai felhasználók⁶⁶, a megerősítő erők és a nemzeti harcászati erők között.

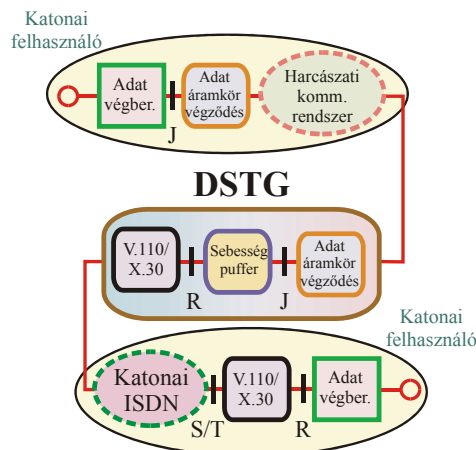
A NATO kommunikációs rendszere kapcsolatrendszerét tekintve több részre osztható. Egyrészt a saját tulajdonában levő integrált kommunikációs rendszerre (NATO INTEGRATED COMMUNICATIONS SYSTEM-NICS), amely a NATO vonalkapcsolt központi hálózatának (NATO CORE NETWORK-NCN) és a NATO csomagkapcsolt üzemmódú „kezdeti adatátviteli szolgáltatása” (NATO INITIAL DATA TRANSFER SERVICE-NIDTS) hálózatának összessége. Második részét a szövetség tagállamainak saját tulajdonában levő nemzeti katonai kommunikációs rendszerek, harmadik részét az előző kettőnek az összeköttetését támogató nemzeti- és nemzetközi polgári (nyilvános- és virtuálisan zártcélú-) kommunikációs rendszerek alkotják. Negyedik része a különböző tulajdonban levő kommunikációs rendszereket összekötő digitális átviteli infrastruktúra.

A harcászati erők kommunikációs és informatikai rendszere a NATO GPS rendszerrel nem interoperábilis [46], ezért az interoperabilitási követelmények kielégítése átjárók (GATEWAY-ek) segítségével történik.

Az interoperabilitási (4. melléklet) és a technikai kompatibilitási problémák megoldására speciális, a kommunikációs rendszerekhez való hozzáférést biztosító digitális hadműveleti-harcászati átjárókat (DIGITAL STRATEGICAL-TACTICAL GATEWAY-DSTG) alkalmaznak (2.7. ábra, 5. melléklet). A

⁶⁶ Például CJTF (COMBINED JOINT TASK FORCE)

NATO vezetését támogató ICIS átalakítása, újragondolása az 1990-es évek elején kezdődött [47], (6. melléklet).



2.7. ábra A Digitális Hadműveleti-Harcászati Átjáró (DSTG) felépítése
(Forrás: NATO STANAG 4206)

Jelenleg a NATO kommunikációs rendszerét két, saját fennhatósága alatt álló hálózat biztosítja:

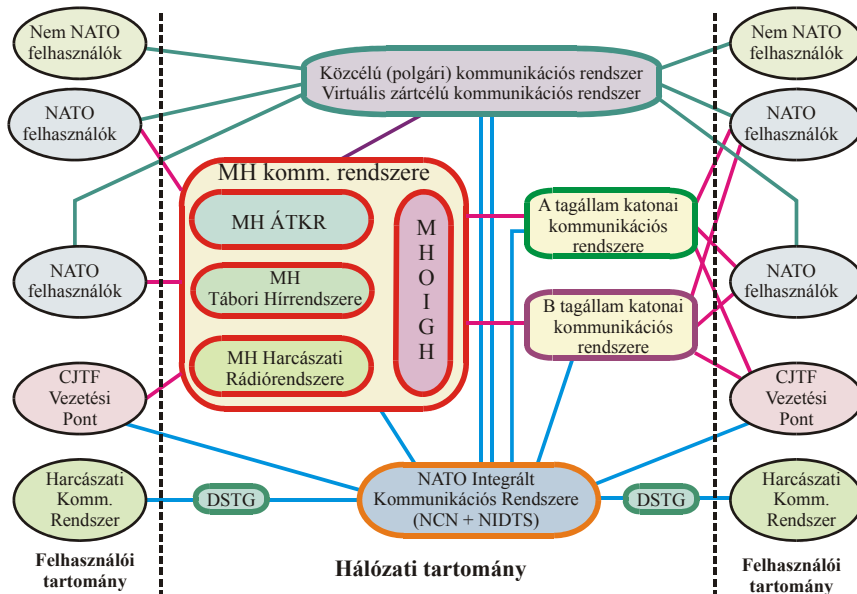
- korai, beszédkapcsoláson alapuló hálózat (INITIAL VOICE SWITCHED NETWORK-IVSN), amely a távbeszélő hálózatokra jellemző vonalkapcsolt üzemmódot biztosít (7. melléklet). Az IVSN az alapvető beszéd típusú szolgáltatásokat, valamint a G3 Fax és a vonalkapcsolt adatátvitel (Modem) szolgáltatásokat kínálja fel a katonai felhasználók számára. Az IVSN-t az elképzeléseknek megfelelően az NCN váltja le.
- automatikus telex berendezés (TELETYPE AUTOMATIC RELAY EQUIPMENT-TARE), amely Telex típusú írott szöveg továbbítását biztosítja. A TARE csomagkapcsolt üzemmódú hálózat. A fejlesztési elképzelésekben a TARE-t az NIDTS váltja fel.

A NATO kommunikációs rendszere az előzőekben említett nagy kiterjedésű hálózati tartományon (WIDE-AREA NETWORK DOMAIN) kívül magában foglalja az ún. felhasználói tartományt (USER DOMAIN) amely jellegétől függően állandó telepítésű (static) és mobil lehet (2.8. ábra).

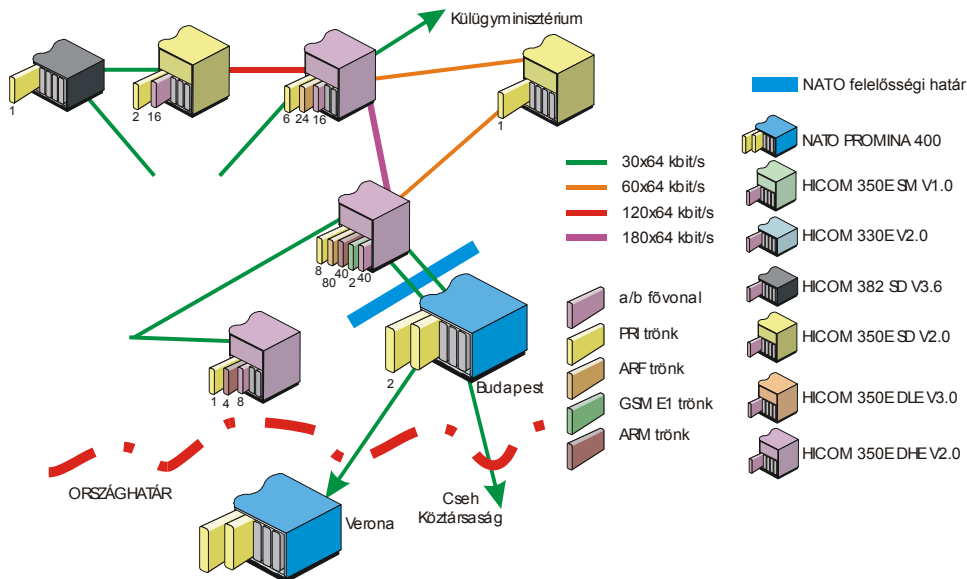
A NATO közeljövőben történő fejlesztése az NCN és NIDTS mellett az intelligens multiplexerekre épülő és a hagyományos digitális távközlő központokra épülő (FASTLANE-PROMINA) integrált hálózatok irányába mutat (8. melléklet, 9. melléklet).

A NATO FASTLANE F10 multiplexerekre épülő hálózata integrálja a beszéd, adat, fax és LAN forgalmat. Alapvetően a NATO ISDN kapcsoló központjai által biztosított 2 Mbit/s Frame Relay technológiát alkalmazza, beszédkompresszióval, integrált Ethernet típusú LAN-nal és IP (INTERNET PROTOKOLL) útválasztóval. A NATO FASTLANE gyakorlatilag a jelenlegi

NATO tagállamoknál legelterjedtebb TDM (TIME DIVISION MULTIPLEXING - IDŐOSZTÁSOS MULTIPLEXELÉS) alapú átviteli hálózaton üzemel.



2.8. ábra A NATO kommunikációs rendszerének kapcsolati rendszere



2.9. ábra Az MH ÁTKR kapcsolata a NATO IVSN-el (Forrás: NATO CIS Course No. 63, Latina)

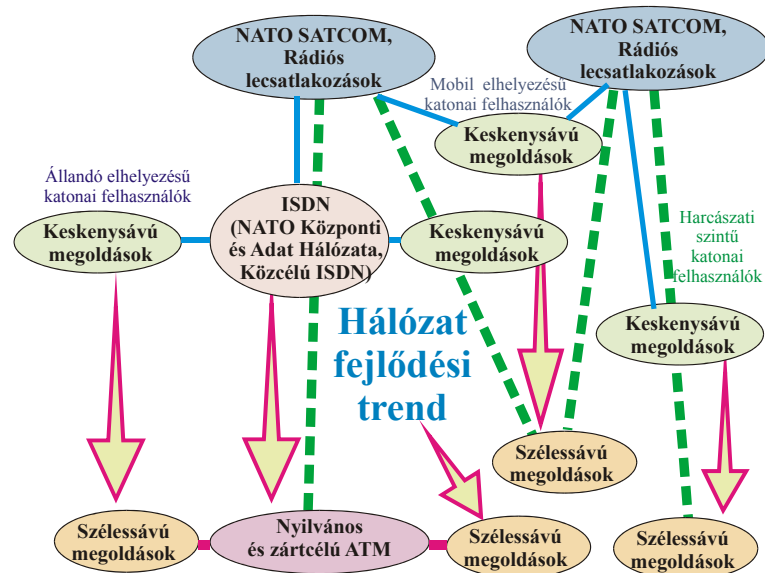
Az MH ÁTKR a CP5A0039 képességsomagon belül az 5CM0727 nagytávolságú CBC (CROSS BORDER CONNECTION - ORSZÁGHATÁRON ÁTMENŐ KAPCSOLAT) alapján csatlakozik a NATO-hoz (2.9. ábra).

A csatlakozás technikai kialakítását az MH részéről HICOM 350 típusú ISDN kapcsolóközpont biztosítja 2x2 Mbit/s sebességgel. Ebből az egyik a NATO IVSN-hez, a másik a NATO AIR C2-höz (NATO AIR COMANND CONTROL – NATO LÉGIERŐ VEZETÉS ÉS IRÁNYÍTÁS) kapcsolódik. Az MH

LEP-hez az MH mikrohullámú hálózatán E1⁶⁷ sebességgel csatlakozik. Budapesten található a NATO felügyelete alá tartozó PROMINA 400 digitális sávszélesség menedzselő eszköz, mely CBC csatlakozással, 2 Mbit/s sebességgel kapcsolódik Veronához. A csatlakozást 2000. májusáig VSAT (VERY SMALL APPERTURE TERMINAL - NAGYON KIS ANTENNA MÉRETŰ TERMINÁL) alapú műholdas kapcsolattal, majd azt követően közcélú optikai szálak távközlőhálózaton biztosította a NATO.

A terveknek megfelelően újabb E1 sebességű NATO CBC csatlakozás kialakítása történik a Cseh Köztársaság felé. Mivel a NATO IVSN nyílt kapcsolatot biztosít, ezért minősített információ továbbítása különálló beszéd- és adattitkosítók segítségével lehetséges.

A NATO tagállamok belső kommunikációjában egyre jelentősebb arányt képvisel a videokonferencia típusú információ [46].



2.10. ábra A NATO kommunikációs megoldásainak fejlődési trendje.

A katonai felhasználók folyamatosan növekvő elvárásai a továbbítandó-, megjelenítendő- és feldolgozandó információt illetően a szélessávú alkalmazások irányába mozdítja el a kommunikációs fejlesztéseket (2.10. ábra). Ezt felismerve a NATO kommunikációs rendszerét illetően egy széleskörű vizsgálat kezdődött, melynek célja a perspektivikus LAN és WAN architektúrák kifejlesztése, alkalmazhatóvá tétele a szövetségi elvárásokkal szemben.

A COTS termékeket és hálózati megoldásokat figyelembe véve a NATO-n belül technológiai és kísérleti vizsgálatnak vetették alá az ATM (ASYNCHRONOUS TRANSFER MODE - ASZINKRON ÁTVITELI MÓD), a router alapú MPLS (MULTIPROTOCOL LABEL SWITCHING - TÖBBPROTOKOLLOS CÍMKEKAPCSOLÁS), a VoIP (VOICE OVER INTERNET PROTOCOL - INTERNET

⁶⁷ E1: Európai szabványú PDH, 30 beszédcsatorna 2048 kbit/s sebességű csatlakozás.

PROTOKOLL ALAPÚ BESZÉDÁTVITEL) és a perspektivikus internet technológiákat. A vizsgálatokat mind keskeny- mind szélessávú alkalmazásokkal elvégezték (műholdas kapcsolat 2 Mbit/s-os sebességgel és LAN méretű alkalmazások vezetési pont területén).

A további fejlesztések során a NATO kommunikációs rendszerét tekintve a következő prioritási szintek mutatják az ATM alkalmazásának lépcsőfokait [48]:

- vezetési pont területén, mint a jelenleg meglévő LAN technológia megnövelt teljesítményű változata;
- a perspektivikus adatátviteli technológiával való együttműködés IPoATM (INTERNET PROTOCOL OVER ATM - INTERNET PROTOKOLL ATM FELETT), a magas kommunikációs szolgáltatás minőség (QUALITY OF SERVICE – QOS) megjelenítésével;
- az ATM előnyeinek a műholdas kommunikációra való kiterjesztése;
- a nagytávolságú (WAN) hálózati ATM alkalmazások létesítését követően gerinchálózati feladatok kialakítása az ATM segítségével (közcélu ATM felhasználásával);
- az N-ISDN-hez hasonlóan a végberendezések közötti közvetlen ATM kapcsolat általánossá tétele.

Mivel a NATO tagállamok közül 2000-ig rendszerbe állt a görög HERMES, a holland ZODIAK, a lengyel STORCSIK és 2004-ig rendszerbe áll az angol BOWMAN, a német AUTOKO és a francia RITA, ez nagymértékben megnöveli a harcászati kommunikációs rendszerek inhomogenitását. Ezért TACOM Post 2000 (Tactical Communications Post-2000) néven a NATO Katonai Bizottsága korszerű megoldást javasol a szárazföldi erők harcászati kommunikációs rendszereinek kialakítására, melyet a NATO tagállamokból többen elfogadtak, rendszereiket ez alapján alakítják át, modernizálják. Ez az architektúra típus lehetővé teszi a hadműveleti erők számára minden szinten az információs rendszerek összekapcsolhatóságát és azok interoperabilitását.

A TACOM Post 2000⁶⁸ a NATO ICIS felosztását a következő formában javasolja (10. melléklet):

- nagy területi kiterjedésű alrendszer (WIDE AREA SUBSYSTEM – WAS);
- kis területi kiterjedésű alrendszer (LOCAL AREA SUBSYSTEM – LAS);
- mobil – jármű alapú és személyi felhasználású – alrendszer (MOBILE SUBSYSTEM – MS);
- hálózat vezérlés, hálózat irányítás.

⁶⁸ A NATO Tri-Service Group on Communications and Electronics (TSGCE), az AC302 Subgroup 11 és a Project Group-6 (PG/6) fejlesztésével, Belgium, Kanada, Németország, Olaszország, Hollandia, Norvégia, Portugália, Spanyolország, Törökország, Anglia és USA közreműködésével.

A NATO tagországok közül többen elkezdtek a korszerű (optikai szál, SatCom (Satellite Communications - Műholdas kommunikáció), ATM, SDH (SYNCHRONOUS DIGITAL HIERARCHY - SZINKRON DIGITÁLIS HIERARCHIA), IP alapú) kommunikációs hálózatok kialakítását a nemzeti katonai kommunikációs rendszer vonatkozásában (NAFIN - Hollandia, RITA 2000 - Franciaország, CATRIN - Olaszország, Törökország, 11. melléklet, 12. melléklet), melyek jellemző adatátviteli sebessége 155 Mbit/s és 2,5 Gbit/s között van.

Segíti a korszerű technológiák térhódítását, hogy a NATO egyre több szabvány és ajánlás kidolgozásakor alapvetően figyelembe veszi az ITU testület és az ATM Fórum dokumentumait, valamint saját maga is végez szabványkidolgozó tevékenységet (pl. TACOM Post 2000, 3.3 alfejezet).

Összegzésképpen megállapítható:

2.4 Közcélú távközlőhálózatok

A nemzeti közcélú kommunikációs hálózatok fejlődésének folyamata, technikai színvonaluk és fejlődési irányuk mintegy „bölcsoként” meghatározza a katonai kommunikációs rendszerünk állandó telepítésű szegmensének a kommunikációs értelemben vett mozgásterét, ezért fontos ebben az alfejezetben feltárni a közcélú távközlő hálózatok fejlődési tendenciáit, különös tekintettel azokra a jellemzőkre, melyek közvetlen hatással lehetnek az MH ÁTKR működésére.

Az 1949 és 1988 közötti időszakban Magyar Köztársaság kommunikációs infrastruktúrájának fejlesztése nem kapott prioritást. Így például 1988-ban a telefon sűrűség Magyarországon csak 8,1 fővonal⁶⁹ volt 100 lakosra, vagyis csupán 25%-a az európai átlagnak (32/100) [49]. Az ország távközlőhálózatának infrastruktúrája döntően a 7A2 mechanikus, forgó gépes kapcsolókkal működő, rotary⁷⁰ rendszerű nagyvárosi automata központokra⁷¹ épült. 1968-tól ARM 202/2 és ARF 102 crossbar⁷² távhívó központokat és ARK 511 crossbar végközpontokat helyeztek üzembe. Az LB (LOCAL BATTERY - HELYI ÁRAMELLÁTÁSÚ) és CB (CENTRAL BATTERY - KÖZPONTI ÁRAMELLÁTÁSÚ) manuális központokkal együtt a 80-as évek végéig az említett távbeszélőközpontok alkották az ország egységes távközlőhálózatának⁷³ kapcsolástechnikáját.

⁶⁹ Fővonal: előfizetői hozzáférési pontot a közcélú távbeszélőhálózat előfizetői központjával összekapcsoló áramkör, amely a központban egyéni kapcsolási számmal rendelkezik.

⁷⁰ Rotary központ: olyan elektromechanikus központ, amelyben az analóg jelek kapcsolását forgó kapcsológépek végzik.

⁷¹ Automata központ: olyan távbeszélőközpont, amelynél az összeköttetések kezelő közreműködése nélkül, a hívott kapcsolási száma alapján automatikusan épülnek fel.

⁷² Crossbar központ: olyan elektromechanikus központ, amelyben az analóg jelek kapcsolását keresztrudas kapcsológépek végzik.

⁷³ A különféle távközlőhálózatok olyan együttműködni képes együttese, amelyben a szükségessé váló összekapcsolás és rákapcsolás a szolgáltatók megállapodásainak megfelelő berendezések alkalmazásával biztosítható.

1989-ig a távközlési szabályozás a központosított tervezéskorú fő koncepcióját követve az állami tulajdonban levő monopol szervezeteket favorizálta. Például az 1964/II Posta Törvény megállapította, hogy a postai és távközlési kérdések állami tevékenység körébe tartoznak. A távközlési szolgáltatásokat (beleértve a rádió és televízió műsorszórást is), a frekvenciagazdálkodást és a postai szolgáltatásokat egyetlen állami tulajdonban levő szervezet biztosította és szabályozta, a Magyar Posta.

Első lépésként a működési és szabályozási funkciók lettek szétválasztva 1989-ben, amikor a Közlekedési Minisztérium, a Közlekedési, Hírközlési és Vízügyi Minisztérium (KHVM), illetve a Közlekedési és Vízügyi Minisztérium (KVM) hivatali elődje átvette a szabályozási funkciókat, majd két hatóságot hoztak létre: a Posta és Távközlési Főfelügyeletet és a Frekvencia Gazdálkodási Intézetet. 1990-ben a postai, távközlési szolgáltatásokat és a műsorszórást szétválasztották három vállalat létrehozásával: Magyar Távközlési Vállalat (MATÁV), Magyar Műsorszóró Vállalat (később átnevezték Antenna Hungáriának) és Magyar Posta Vállalat. Erre az időszakra esett az ország első ADS digitális kombinált központjának üzembehelyezése Szombathelyen.

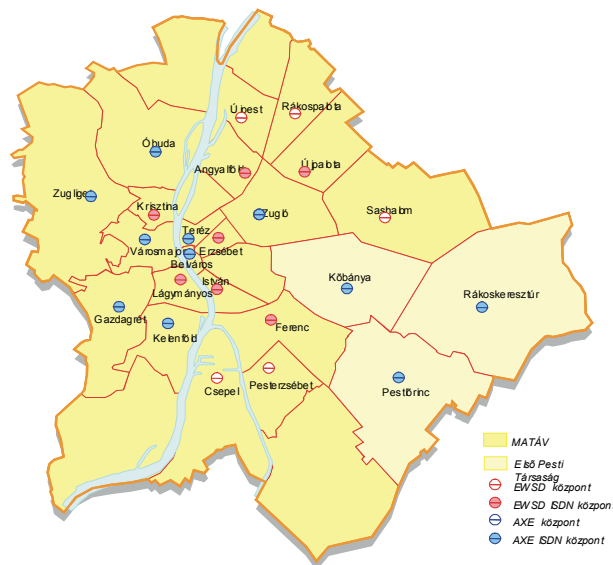
Az 1989-es magyarországi politikai változásokat követően az ország egységes távközlőhálózata vonatkozásában intenzív fejlesztés kezdődött. A gyors fejlődést a piacgazdaság létrehozása, az Európához történő csatlakozás és a telefónia iránti elfojtott, de felszínre kerülő igényekkel való szembesülés tette szükségessé és az 1.4 alfejezetben elemzett jogszabályok vezérelték és tették lehetővé. A fejlesztés több fázisban történt [50].

1990 és 1993 között a távközlés fejlesztése főként az országos digitális távközlési infrastruktúra létrehozását célozta, mely a következő időszakban a mennyiségi fejlesztés alapja volt.



2.11. ábra Az országos optikai kábeles infrastruktúra 2001-ben
(Forrás: MATÁV Rt.)

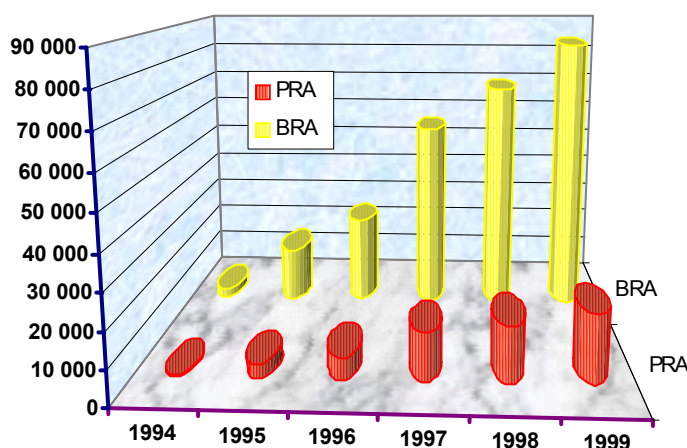
A beruházások lehetővé tették egy nagykapacitású digitális gerinchálózat kiépítését, amely 54 primer központtal kapcsolódott össze. Ennek az országos gerinchálózatnak a legfontosabb részei az egymódusú optikai szálak kapcsolatok (2.11. ábra), kisebb részei a digitális mikrohullámú rendszerek voltak. Budapesten digitális átkérő hálózatot hoztak létre, amely optikai és mikrohullámú digitális berendezéseken alapult. 1991-től kizárólag digitális központokat telepítettek (2.12. ábra).



2.12. ábra A digitális központok típusonkénti eloszlása Budapesten (Forrás: PKI Távközlésfejlesztési Intézet, 2001)

A II. fázis végrehajtása az országos gerinchálózatban az SDH technológia és a budapesti átkérő hálózat bevezetésével, valamint a regionális hálózatok beruházásaival kezdődött. 1994-ben történt meg a hazai N-ISDN kísérleti bevezetése Budapesten az István EWSD központban. 1994 és 1997 között a legmagasabb prioritást a telefonszolgáltatások intenzív mennyiségi fejlesztése kapta, és 1997-re a telefonhálózat teljes automatizálása befejeződött. Ebben az évben a telefonok iránti effektív igény kielégítése már realitás volt.

A III. fázis során egyre inkább elérhetővé váltak az ISDN (Primersebességű Hozzáférés - PRA és Alapsebességű Hozzáférés - BRA) szolgáltatások (2.13. ábra). 2000 közepére ezen a téren is kínálati piac jött létre.



2.13. ábra Az ISDN primer- és alaphozzáférések számának alakulása

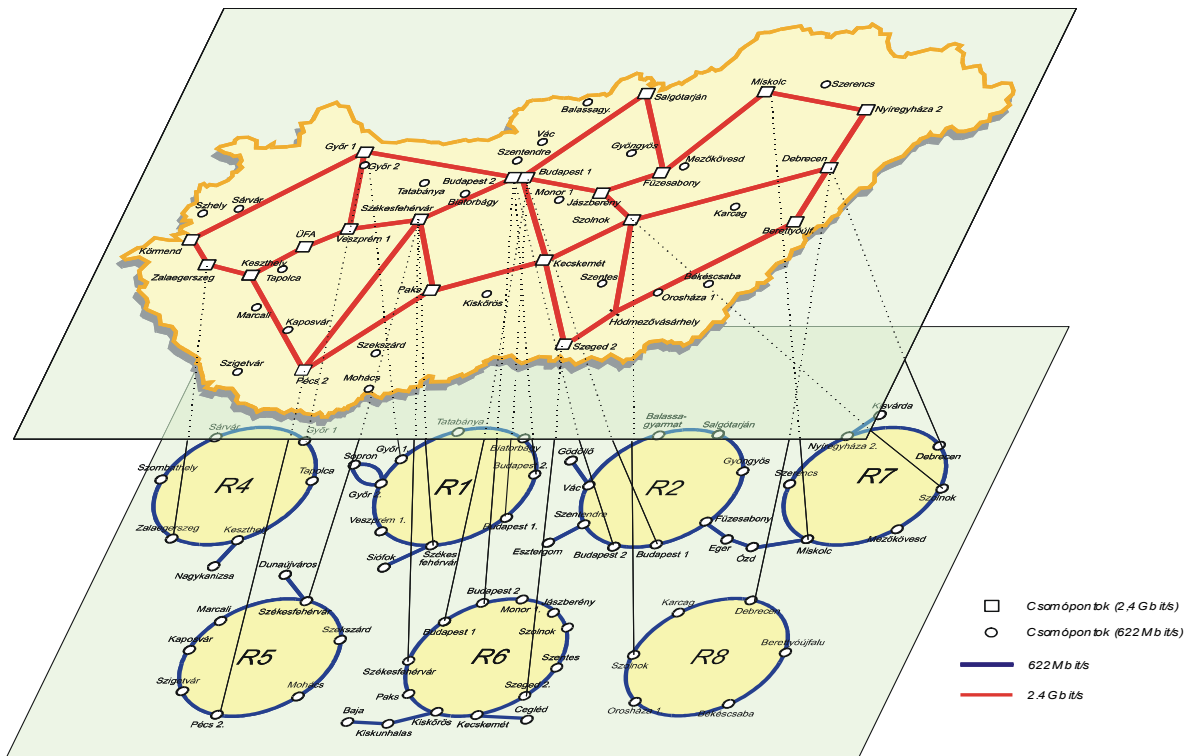
(Forrás: Paksi Géza: Az MK kommunikációs infrastruktúrája. 1999.)

A szekunder központok szövevényes központközi áramkör hálózattal kapcsolódnak egymáshoz. A primer központok csillag struktúrájú hálózati topológiát alkotva csatlakoznak a szekunder síkhoz. Az OTH digitális központjai közös csatornás N^o. 7-es jelzésrendszerrel működnek és zárt számozási rendszerük van⁷⁴.

Az országos optikai kábeles infrastruktúrára SDH öngyógyító jellemzőkkel rendelkező digitális gyűrűket szerveztek (2.14. ábra), melyek sebessége 622 Mbit/s (SYNCHRONOUS TRANSPORT MODULE-4 - STM-4) és 2,4 Gbit/s (SYNCHRONOUS TRANSPORT MODULE-16 - STM-16).

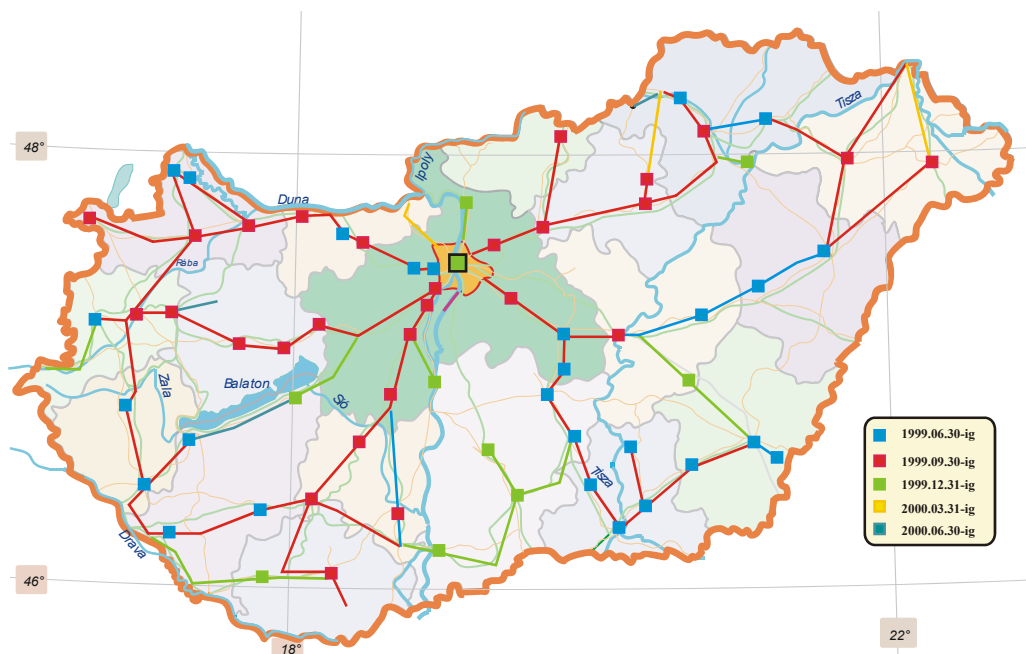
1998-ban a távközlési piac liberalizálásának jelentős lépéseként megalapították a PanTel Részvénytársaságot. A vállalat olyan alternatív távközlési szolgáltató, mely deklaráltan elkötelezett a legkorszerűbb kommunikációs technológiák iránt. Részben az elkötelezettségből, részben az újonnan létrejött technológiai helyzeti előnyéből fakadóan az IP alapú kommunikációs eljárásokra alapozva alakította ki hálózatát.

⁷⁴ Minden belföldi szám 8 jegyű. Budapest: 1 körzet- és 7 helyi szám. Vidék: 2 körzet- és 6 helyi szám.



2.14. ábra Az országos SDH struktúra 2002-ben (Forrás: MÁV Rt., 2001.)

Kommunikációs rendszerének alapját a MÁV Részvénytársaságtól hosszúlejáratú (50 év) bérleti szerződés keretében megvásárolt országos nagykapacitású optikai szálak lefedő hálózata képezi, melyen SDH és ATM hálózatot üzemeltet 2.15. ábra. Az SDH gyűrűk 5 irányban kapcsolódnak a nemzetközi kommunikációs rendszerhez, melyet 16 irányra terveznek bővíteni.



2.15. ábra A PanTel országos SDH hálózata (Forrás: PanTel Rt., 2002.)

Mivel a PanTel Rt. többségi tulajdonosa jelenleg a KPN, Hollandia legnagyobb távközlési vállalata, ezért CISCO BIX útválasztók segítségével nemzetközi szintű menedzselt IP infrastruktúrát tudott létrehozni. Ennek köszönhetően a menedzselt IP hálózatok és a közcélú beszéd alapú távközlőhálózatok magas színvonalú összekapcsolásával és CISCO 2600/3600 és CISCO AS 5300 VoIP átjárók felhasználásával teljeskörű IP telefonálást képes biztosítani.

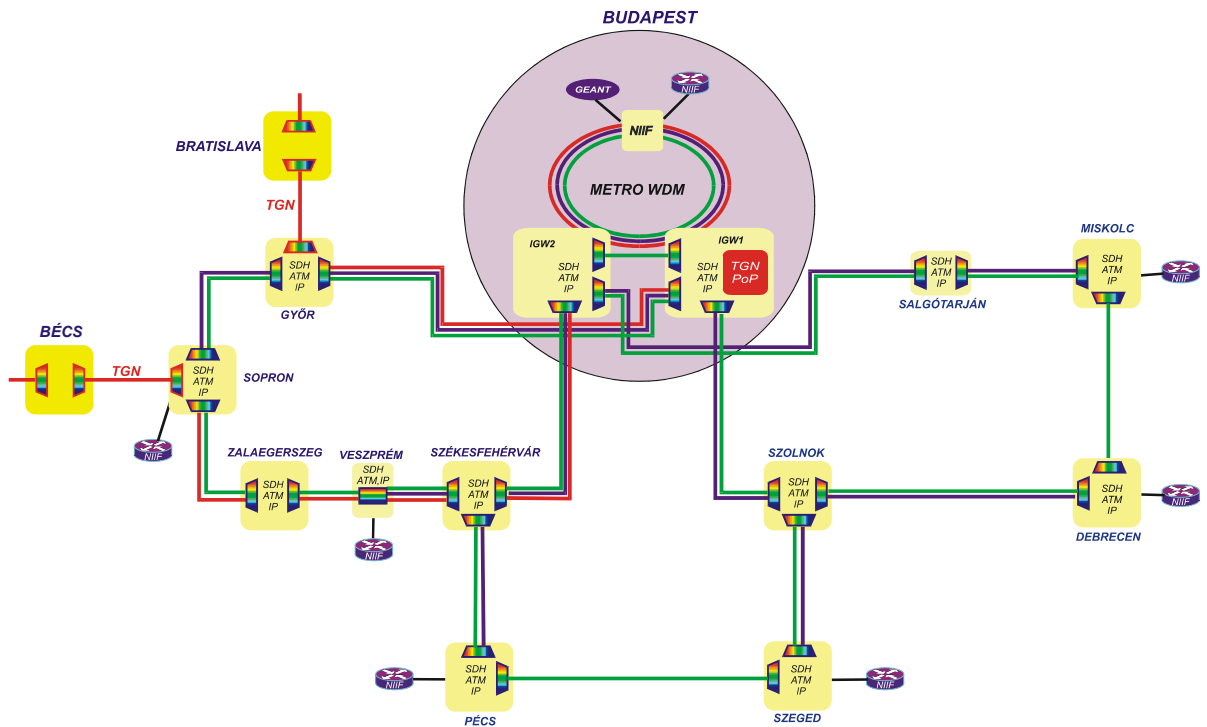
A megoldás Magyarországon úttörő jellegű volt, de nem volt problémáktól mentes. 1999-ben a jelentős piaci erővel rendelkező távközlő szolgáltató a beszéd típusú távközlési szolgáltatást tekintve – a koncessziós szerződés miatt – még monopól helyzetben volt. Az érvényben levő szabályozók alapján a Hírközlési Főfelügyelet kötelezte az internet telefonálást (TCP/IP protokoll szerint) lehetővé tevő szolgáltatót, hogy a beszéd továbbítást biztosító adatsomagok késleltetése minimum 250 ms legyen, mely jól érzékelhető minőségromlást eredményezett. Előírta, hogy a szolgáltató nem garantálhatja a beszédcsomagok elvesztésének 1%-nál kisebb valószínűségét [51]. IP telefóniára a Hírközlési Főfelügyelet a 48/1997 (II.14) Kormányrendelet alapján 2000 májusáig 24 szolgáltatási engedélyt adott ki.

A PanTel Rt. beszéd kommunikációra a PanTalk és PanPhone nevű IP alapú szolgáltatást kínálja elsősorban kis, közepes és nagyvállalatok számára. Adatátviteli kommunikációra a PanLine menedzselt bérelt vonali szolgáltatást, míg IP alapú behívással elérhető adatátviteli szolgáltatásra a PanPoint konstrukciót ajánlja. Több telephellyel rendelkező vállalatok és intézmények a PanConnect virtuális IP magánhálózati integrált hang- és adatátviteli szolgáltatást választhatja.

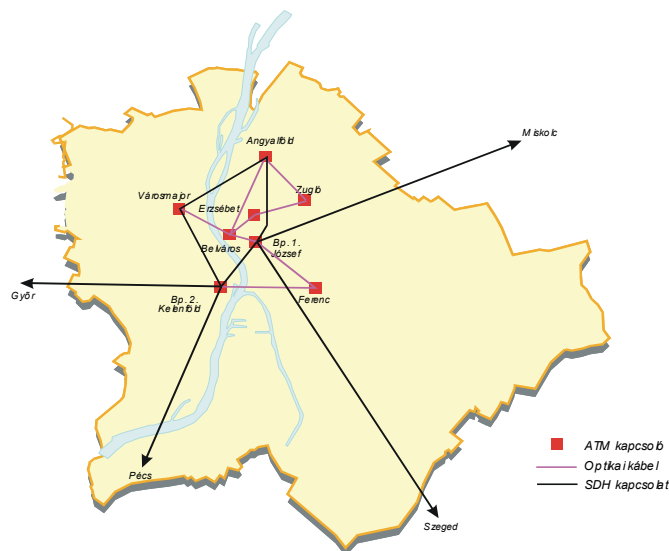
Az IP telefónia alapvetően a hagyományos vonalkapcsolt szolgáltatásokat nyújtóknak konkurrencia, ezért alapvető kihívásnak tekintik. A kommunikációs hálózati trendeket figyelembe véve jól érzékelhető, hogy a hang-, adat- és kép (mozgókép) kommunikációt integrálni fogják az IP alapú hálózatok⁷⁵. Távközlési elemzők összegzett következtetéseiként megfogalmazható, hogy: „... az elemzők egyre nagyobb piaci szerepet jósolnak az IP telefóniának. Az elemzések alapján kezd egyértelművé válni, hogy az évtized közepére a teljes beszédforgalom 20 – 30%-a IP alapon fog lebonyolódni” [52]. A nagy távközlési szolgáltatók a hagyományos vonalkapcsolás és csomagkapcsolás párharcát figyelve az előremenekülés stratégiáját választották. Ennek megfelelően 2002-től a MATÁV Rt. bevezette a hullámhossz-multiplexált (WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING – WDM) eljárást a meglévő optikai hálózatnak, mint fizikai információ átvivő közegnek a többszörös nagysebességű kihasználására.

⁷⁵ Ez a megállapítás nem jelenti azt, hogy *kizárólagosan* fogják integrálni, hanem az integráció egyik lehetséges platformját jelöli meg.

A WDM technológia alkalmazásával és CISCO ONS 15801 WDM optikai útválasztók rendszerbeállításával a fővárost, a nagyvárosokat és két nemzetközi irányt összekapcsoló nagysebességű (10 Gbit/s) gerinchálózatot hozott létre a MATÁV Rt. (2.16. ábra). A hálózat alapvetően a Magyar Tudományos Akadémia NIIF hazai és nemzetközi kutatóintézeteket és egyetemeket összekapcsoló nagysebességű adatátviteli programját támogatja és a MATÁV Rt. saját transzport-hálózatának kapacitását növeli.

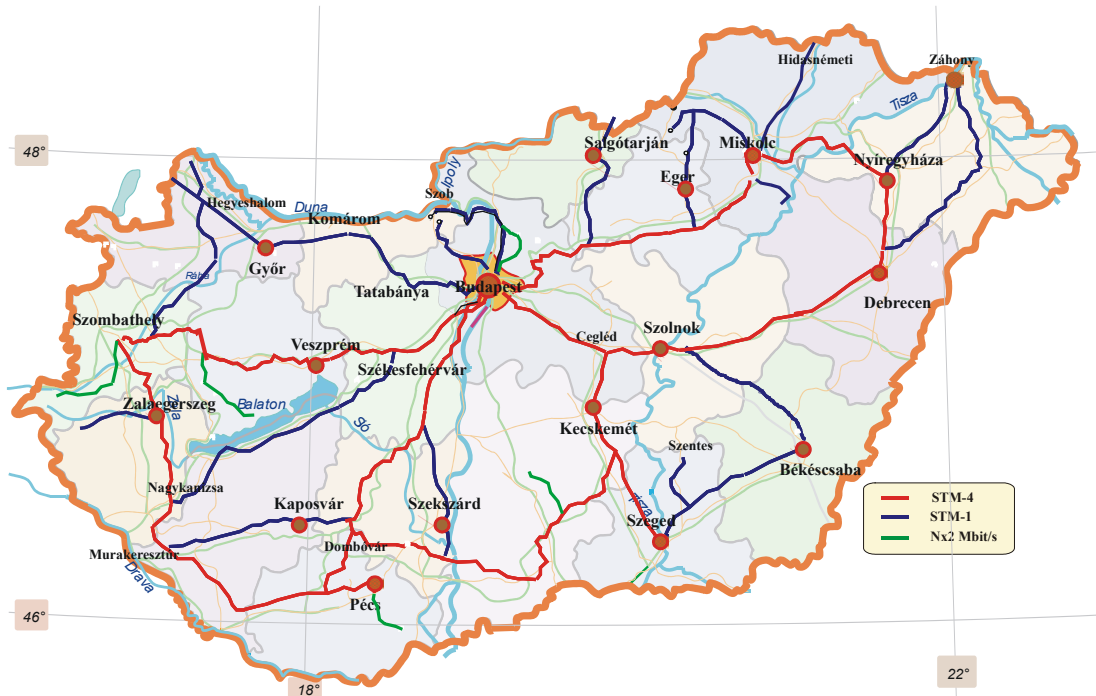


2.16. ábra A MATÁV WDM Backbone hálózata (Forrás: MATÁV Rt., 2003.)



2.17. ábra A budapesti ATM kapcsoló központok és kapcsolatuk az országos SDH-val (Forrás: PKI Távközlésfejlesztési Intézet, 2000.)

Az egyik legkorszerűbb kommunikációs rendszerre példa a MATÁV Rt. által létesített ATM hálózat (2.17. ábra), mely Budapestet és néhány nagyobb várost kapcsol össze. Az ATM hálózat fokozatosan bővül, elősegítve ezáltal a B-ISDN térhódítását.



2.18. ábra A MÁV Rt. SDH és digitális hozzáférési hálózata
(Forrás: MÁV Rt., 2002.)

Országos lefedettségű és egyben jelentős tartalékokkal rendelkező nem közcélú távközlőhálózat a MÁV Rt. kommunikációs rendszere. 3500 km hosszúságon vasútvonalak mellé telepített légvezetékes optikai kábel hálózatra épülnek az SDH gyűrűk (STM-1 és STM-4), melyek Frame Relay (KERET RELÉ) és ATM átvitelt biztosítanak (2.18. ábra). A 19 ATM csomóponti kapcsolóval Budapesten kívül 13 város van összekapcsolva.

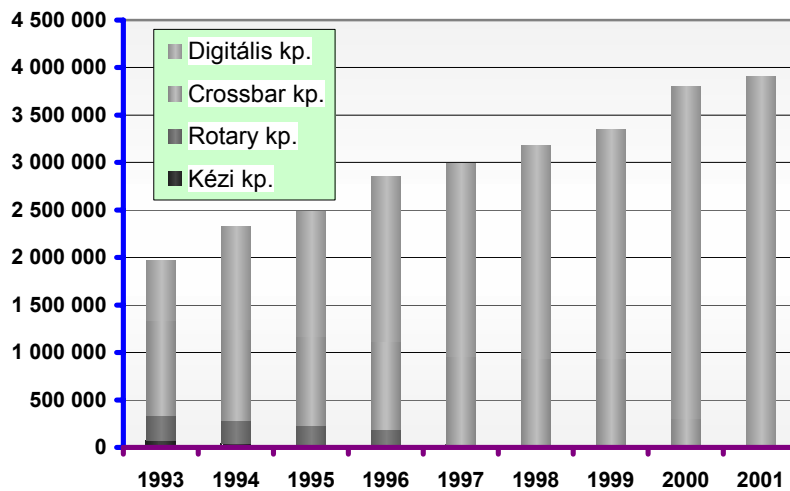
Különcélú Frame Relay és országos ATM hálózatot tart fenn mintegy 700 km optikai kábel és 34 Mbit/s sebességű mikrohullámú hálózaton a MOL Rt. Az ATM E1, E3⁷⁶ és STM-1 sebességet kínál fel.

A statisztikai adatokat elemezve megállapítható, hogy a stratégiai lépéseket követően 2001-re a telefon sűrűség meghaladta a 37 fővonalat 100 lakosra (Budapesten az 57 fővonalat), a digitalizáció mértéke pedig túllépte a 72%-ot (2.19. ábra).

A mobil rádiótelefon előfizetők száma 1995 és 2002 között átlagosan 70%-al nőtt. 2003 elejére Magyarországon a mobiltelefonnal rendelkezők száma

⁷⁶ E3: Európai szabványú PDH, 480 beszédcsatornás 34368 kbit/s sebességű csatlakozás.

meghaladta a 6,2 milliót. Az utóbbi években az internet host számítógépek és terminálok száma megduplázódott, ugyanúgy, mint a fejlett ipari országokban.



2.19. ábra A digitalizáció mértékének változása 1993 és 2001 között
*(Források: 1. Paksi Géza: Az MK kommunikációs infrastruktúrája. 1993-1999.,
 2. Hírközlési Főfelügyelet Éves Jelentés 2000-2001.)*

Összességében megállapítható:

- valamivel több, mint tíz év alatt tehát a magyar távközlési szektor radikális átalakuláson ment át, egy merev és gazdaságtalan szektorból olyan szektorba, amelyben éles verseny folyik;
- a távközlési szolgáltatások és az infrastruktúra Európa legtöbb tagállamához hasonlóan egyre inkább liberalizált;
- a polgári távközlőhálózatok fejlődési üteme követi a világ távközlőhálózatainak fejlődését. A 70-es és 80-as évek relatív elmaradottsága miatt a növekedési ütem esetenként meghaladta az exponenciális léptéket;
- röviddel az ezredfordulót követően a Magyar Köztársaság területét párhuzamosan több vezetékes és mobil szolgáltató hálózata fedi le, melyek azonos, vagy hasonló szolgáltatásokat kínálnak fel;
- a távközlési piac liberalizálása és bizonyos fokú telítettsége miatt a konkurens szolgáltatások száma ugrásszerűen nőtt, a relatív sávszélesség ára kismértékben csökkent;
- napjainkra a hazai szolgáltatók világviszonylatban a legkorszerűbb eljárásokat (WDM, SDH, ATM, IP) használják és várhatóan az elkövetkező években nagyon rövid időn belül követik a világ élenjáró távközlési és informatikai fejlesztéseit.

KÖVETKEZTETÉSEK

A hálózati topológiát tekintve (2.2. ábra, 2.4. ábra) jelenleg összességében az MH ÁTKR gyűrűs, csillag és kombinált típusú. A topológiát elsősorban a kialakításakor architektúra, a 15-20 évvel ezelőtti távközlés fejlesztési koncepció és az elmúlt 15 évben meglehetősen eklektikusan és gyorsan változó katonai doktrína (vagy annak hiánya) determinált.

Az analóg kiépítésű ÁTKR az országban a 80'-as évek végéig működő közcélú és egyéb hálózatokkal azonos vagy magasabb megbízhatóságú és minőségű – elsősorban beszéd átviteli – megoldásokat biztosított a katonai vezetés számára. A ritkán felmerülő adatátviteli igények kielégítése külön összeköttetésekkel történt.

Mivel az MH ÁTKR-ben a központok egy része nem gyűrű, hanem csillag elrendezésben működik, ezért a csillag topológia centrális központja az ÁTKR működése szempontjából fokozottan érzékeny, meghibásodása esetén az ehhez kapcsolódó központok is kiesnek a hálózatból.

Megállapítható, hogy a világ- és a 90'-es évek elejétől a hazai távközlési fejlesztések üteméhez képest az MH ÁTKR fejlesztése elmaradt. Ennek következtében az MH ÁTKR-ben alkalmazott analóg megoldások a 90'-es évek közepére a közcélú hálózatokhoz képest alacsony szintű szolgáltatáskészlettel és behatárolt sebességű információ továbbítási képességgel volt jellemezhető.

A továbbfejlesztést követően, a vegyes felépítés (analóg és digitális) és a jelenleg még eltérő tábori és állandó telepítésű eszközpark inhomogén rendszer felépítéshez vezetett (2.3. ábra).

Ennek következtében a hálózat vezérlése bonyolulttá vált. Az elfogadott elveknek megfelelően az üzembiztonságot ún. „melegtartalék képzéssel” növelik. A földrajzi- és topológiai duplikálás lehetőségének hiánya a hálózat vezérlés hatékonyságának és ezáltal az MH ÁTKR túlélőképességének csökkenését eredményezheti. A hálózat vezérlésére szolgáló rendszer elemek nem helyezhetők át szabadon a katonai kommunikációs rendszer területén. A hálózat felügyelet áramkörei az MH ÁTKR mikrohullámú csatornáit is terheli, integrált tábori- és stacioner hálózat felügyelet nincs kialakítva.

Az MH ÁTKR-ben az információtovábbítás jelenlegi sebessége maximálisan 16 x 2 Mbit/s. Az információ továbbítás fizikai közege alapvetően vezeték és mikrohullámú összeköttetést biztosító atmoszféra. A kommunikációs rendszer és a bérlet áramkörök digitális hierarchiája PDH (PLESIOCHRONOUS DIGITAL HIERARCHY), következésképpen a multimédiás- és az adatátvitel sebessége viszonylag alacsony és élesen szegmentált.

Az MH informatikai rendszerére – az MH ÁTKR-hez hasonlóan – a többgenerációs eszközpark és vegyes szolgáltatás jellemző. A különálló LAN-ok

integrálása egységes WAN-ba megkezdődött, de – a távközlőhálózattól eltérően és helyesen – csomagkapcsolt technológiával. Az informatikai alkalmazások döntő többsége impulzusszerű és „Burst”-os jellegű, ezért azokat az áramkörkapcsolás elvére optimalizált ÁTKR alacsony hatásfokkal továbbítja. A távközlés és informatika konvergenciája csak minimális mértékben érvényesül. Az MH OIGH – tervezett kialakítását követően – jelentős kapacitással fogja terhelni az ÁTKR-t. A OIGH számára maximálisan rendelkezésre bocsátható kapacitást az MH ÁTKR PDH felépítése alapvetően behatárolja. Exponenciális növekedési ütemet feltételezve 4-6 év múlva kevésnek bizonyulhat az átviteli kapacitás az MH informatikai rendszer igényeinek kielégítésére.

A NATO kommunikációs rendszere összességében jellemzően különhálózati megoldásokat tartalmaz. A NICS kapcsolóközpontjai digitális (ISDN) szolgáltatásokat kínálnak fel a katonai felhasználóknak. Ezek beszéd (hang), konferencia, fax, képtovábbítás, adattovábbítás, video kapcsolat és videokonferencia típusúak.

A NATO általános kommunikációs rendszere szövevényes és heterogén felépítésű. Az eltérő felépítés elsősorban abból fakad, hogy a tagállamok eltérő filozófiájú és különböző fejlettségű nemzeti katonai kommunikációs rendszerekkel rendelkeznek. A tagállamok katonai kommunikációs rendszerei – elsősorban az ÁTKR-eiket tekintve – alapvetően azonos kommunikációs interfészeket keresztül illeszkednek mind a NICS-hez, mind egymáshoz. Ezt a közös illesztési felületet 2003-ban döntően az N-ISDN szolgálat- és szolgáltatás halmaza garantálja.

A harcászati katonai kommunikációs rendszerek sokrétűsége, eltérő elvi felépítése és fejlettsége miatt az állandó telepítésű és a harcászati kommunikációs rendszerek között az interoperabilitás megteremtéséhez DSTG-t kell alkalmazni.

A NATO kommunikációs rendszerének jelenlegi fejlettségét tehát meghatározza az N-ISDN szabvány és ajánlás készlete. Ebből következik, hogy a NATO ICIS tartalmazza az integrálódás alapvető tendenciáját, amely mind a béke, mind a háborús vezetési és irányítási rendszerek vonatkozásában megjelenik. Az integrálódás a NATO híradó- és informatikai rendszereiben is megkezdődött. Ez a tendencia nem csak a szolgáltatásokat érinti, hanem a távközlési feladatokat ellátó kommunikációs eszközöket is. Az integrálódás a katonai felhasználókat földrajzi elhelyezkedés szerint is befolyásolja, amennyiben az állandó elhelyezésű és mobil felhasználói tartományban egyidejűleg rendelkezésre áll az integrált hálózati erőforrás minden szolgáltatása.

A NATO kommunikációs rendszereiben intenzív kutatás-, fejlesztés és kezdeti alkalmazás kezdődött meg a szélessávú, nagysebességű, garantált szolgáltatás minőséget biztosítani képes, teljes körű interoperabilitást támogató információ továbbítási eljárások vonatkozásában. Ezek közül az ATM, SDH,

optikai jelátvitel és az IPv6 (INTERNET PROTOCOL VERSION 6 - INTERNET PROTOKOLL 6. VÁLTOZATA) vonatkozásában történtek konkrét szabványosítási eljárások.

A Magyar Köztársaság közcélú és egyéb (régebbi terminológiával különként) kommunikációs infrastruktúrája rendkívüli ütemben fejlődött az elmúlt 13 évben, aminek eredményeként a hazai távközlési technológia jelenlegi állapota már ma lényegesen túlhaladja az MH ÁTKR távlati, 2013-ra befejeződő fejlesztési elképzeléseit. Mára többszolgáltatós piac jött létre a piaci verseny kezdeti megnyilvánulásaival, melyek hatásaként sokrétű és gyorsan növekvő szolgáltatáskészlet jelent meg a felhasználók számára. Tendenciájában enyhén csökkenő, de esetenként emelkedő árak és markánsan növekvő felkínált információ átviteli sebesség vált jellemzővé. A korszerű WDM technológia bevezetésével – az országos hozzáférést biztosítani képes távközlési szolgáltatóknál – több ezerszeres tranzithálózati kapacitás vehető igénybe a honvédség tipikusnak tekinthető $nx2$ Mbit/s-os sebességéhez viszonyítva.

A közcélú szolgáltatások a Magyar Köztársaság területén egyre több ponton hozzáférhetők és a szolgáltatók egyre inkább képesek érvényesíteni a „bárhon, bármikor, bármekkora sáv szélességet” elvet.

Megállapítható tehát, hogy a jelenlegi MH ÁTKR többek között a következő hátrányos tulajdonságokkal rendelkezik:

- alacsony adatsebesség és korlátozott átjárhatóság az MH ÁTKR és a tábori kommunikációs rendszer között;
- behatárolt szimultán- és valós idejű videokonferenciás átviteli kapacitás;
- a jövőbeni igényekhez képest alacsony sebesség- és szolgáltatás adaptációs lehetőség;
- a nagysebességű (100 Mbit/s) honvédségi célú informatikai WAN hálózatok működését a jelenlegi ÁTKR nem támogatja;
- nincs lehetőség teljesen integrált távközlési és informatikai hálózatok kialakítására;
- az MH ÁTKR jelenlegi fejlesztései a kapacitástervezésen alapulnak, azaz a felhasználói kommunikációs igény megjelenését követően történik a kommunikációs rendszer kibővítése;
- a hálózat vezérlés- és felügyelet szabad áthelyezhetősége nem garantált.

Az MH ÁTKR technikai kommunikációs rendszere a jelenlegi nemzeti vezetési igényeknek alapvetően megfelel, azonban a szövetséges tagállamok fejlett hadműveleti kommunikációs rendszereinek színvonalától

és a polgári távközlő hálózatok jelenlegi fejlettségétől jelentős mértékben elmarad.

Következésképpen az MH ÁTKR technikai továbbfejlesztése a magyarországi távközlés jelenlegi állapota alapján lehetséges és az MH ÁTKR belső ellentmondásainak erősödésével egyre inkább szükséges. A továbbfejlesztés iránya egybe kell, hogy essen a NATO interoperabilitási törekvéseivel, fejlesztési és kezdeti alkalmazási irányjaival valamint – célszerűen – a fejlett országok stacioner katonai kommunikációs rendszereinek megoldásaival.

A honvédség távközlésének és informatikai alkalmazásainak szoros konvergenciáját nagysebességű, garantált szolgáltatásminőséget biztosító, a beszéd- és adatátvitelt integrált kommunikációs megoldással támogató technikai továbbfejlesztéssel kell megvalósítani. A technikai továbbfejlesztés során olyan megoldást kell alkalmazni, mely az MH ÁTKR jelenlegi PDH és N-ISDN alapú hálózatainak kezdeti integrálására alkalmas, azokat fokozatosan kiváltani képes és egyben jövőálló módon nyitott a technológia távlati továbbfejlesztése előtt is.

3. FEJEZET

A MAGYAR HONVÉDSÉG ÁLLANDÓ TELEPÍTÉSŰ KOMMUNIKÁCIÓS RENDSZERE TECHNIKAI TOVÁBBFEJLESZTÉSÉNEK LEHETSÉGES ELVI IRÁNYAI

A világ gazdasági szempontból- és katonai téren legfejlettebb országai sem elég gazdagok ahhoz, hogy az infokommunikációs szférában lezajló fejlődés eredményeit azonnal, vertikálisan és horizontálisan, átfogóan alkalmazzák saját nemzeti katonai kommunikációs rendszerükben. Ez azt eredményezi, hogy a meglévő rendszerelemek egy része feladatot kap a következő, fejlettebb rendszerekben is. A bizonyos időközönként végrehajtott korszerűsítésnek kompatibilitást kell garantálnia az előző kommunikációs rendszerrel. Ezen elvek megtartása mellett, a növekvő kommunikációs igények kielégítése érdekében időről-időre lehetővé kell tenni a kommunikációs rendszer olyan meghatározó elemeinek, mint például a kapcsoló- és tranzitközpontoknak, az átviteli utak és azok képzésére rendszeresített eszközöknek, multiplexereknek, és a hálózatmenedzsmentnek a korszerűsítését.

Az MH ÁTKR technikai korszerűsítése lehetséges megoldásait, és azon belül az *ATM alapú továbbfejlesztés gondolatát*, az MH-ban elsőként ismertettem és elsőként publikáltam 2000. május 17-18 között [53].

A technikai korszerűsítés lehetőségeinek megfogalmazásához a továbbiakban vizsgálom azokat a jelenlegi- és jövőbeni elvárásokat, melyek a katonai vezetés részéről várhatók a katonai kommunikációs rendszerrel szemben. Vizsgálom továbbá, hogy a jelenleg rendelkezésre álló katonai kommunikációs rendszer alkalmas-e és milyen mértékben a vezetés támogatására. A korszerűsítés lehetséges irányainak meghatározása céljából elemzem azokat a korszerű kommunikációs elveket, hálózati technológiákat és azok legfontosabb jellemzőit, amik számbavehetők az MH ÁTKR technikai rendszere továbbfejlesztése szempontjából. Elsőként leírom azt a -MH ÁTKR-ben alkalmazható - kommunikációs architektúrát, mely képes a katonai vezetés növekvő igényrendszerét magas minőséggel támogatni.

3.1 Elvárások a kommunikációs rendszerrel szemben

A korszerű hadviselés során alapvető cél a vezetési-, az információs- és az időfölény megszerzése, mely előfeltétele a végső győzelem kivívásának. Ezen cél elérésének előfeltétele olyan digitális hadsereg kifejlesztése és alkalmazása, mely több síkú, több rétegű információ elérésre, felhasználásra képes egy szövevényes, mindenki által elérhető kommunikációs hálózat révén. A hadszíntér pillanatnyi analóg helyzetének és folyamatos analóg változásának döntően digitális formába

történő átalakítását követően, a keletkezett releváns információ gyűjtése, feldolgozása, átcsoportosítása, tárolása és továbbítása – egymástól megkülönböztethetetlen – elemi digitális jelek segítségével történhet. Ilyen digitális hadviselésre mutat példát az első öbölháború (1991), ahol már dominált a digitális jelátvitelt használó kommunikációs eszközök alkalmazása. Az első öbölháborús tapasztalatokat felhasználva, az amerikai szárazföldi haderőben digitális hadtestet, digitális hadosztályokat és digitális felderítő ezredet kívánnak felállítani [54].

A katonai vezetés részéről a kommunikációval szembeni követelmények folyamatosan nőnek. Extrém példaként lehet említeni az első öbölháború idején, hogy a célt megsemmisítő rakéta valósidejű, szűrkeskálás mozgóképet továbbított a vezetési pontra, biztosítva ezáltal a digitális vezetési fölényt (DIGITAL C2 SUPERIORITY). A katonai felsővezetés több helyszínes-videokonferenciás összeköttetései mindennaposak voltak. Folyamatos igény mutatkozott a nagysebességű adattovábbítás iránt.

Annak ellenére, hogy Afganisztánban közismerten nagyon alacsony fejlettségi szintű volt a kommunikációs infrastruktúra, a 2001. októberi hadműveletek során az amerikai és angol csapatok katonai vezetése elvárta, hogy megbízható, nagysebességű digitális adatátvitelt biztosítsanak a KfV és a harcoló csapatok között. Ezt az igényt csak az ÁTKR és a harcászati szintű kommunikációs rendszer megfelelő kialakítása volt képes biztosítani a COTS eszközök bevonásával.

Katonai szakértők rámutattak, hogy: „*A CORMORANT77 megoldás ATM gerinchálózatot és ATM kapcsolókon alapuló helyi hozzáférést jelentett, mely digitális beszédátvitelt és nagysebességű adatátvitelt garantált több, mint 20 vezetési pont számára. A CORMORANT gerinchálózata úgy kapcsolta össze a vezetési pontokat, hogy a közcélú távközlő hálózatokhoz is hozzákapcsolódott*” [55].

A 2001. szeptember 11-i események rávilágítottak arra, hogy a nagyon fejlett kommunikációs infrastruktúra egyben nagyobb mértékű függést is jelent az információtól, és a kommunikáció minden körülmények közötti garantálása veszélyhelyzetben nagyon fontos igény. Alan D. Campen publikációjában kifejtette, hogy: „*Annak ellenére, hogy a közcélú kapcsolt telefonhálózatok (PSN), a cellás mobil telefon- és vezeték nélküli hálózatok, illetve az internet – mint az USA informatikai rendszerének gerince és szíve – nem volt közvetlen célpont, de a járulékos sérülések⁷⁸ összehatása az informatikai infrastruktúrát két*

⁷⁷ A döntően polgári eszközöket tartalmazó CORMORANT rendszert az afganisztáni hadműveletek során az angol harcászati kommunikációs rendszer (Ptarmigan) és az angol KfV közötti összeköttetés biztosítására használták.

⁷⁸ A *Wired* magazin adatai alapján több, mint 300 000 telefonvonal és 3 millió adatkapcsolat szűnt meg a terrortámadás következményeként.

vállra fektette” [56]. A teljes összeomlás elkerülését egy a hidegháború idején hozott korábbi döntés tette lehetővé, mely előírta a kijelölt hivatalok prioritás alapú hozzáférését, a trónk áramkörök forgalmi túlterhelés elleni védelmét és meghatározott csatornamanővereket. Forgács J. Péter a 2001. szeptember 11-i eseményekkel kapcsolatban írja: *„Egy nem várt, nem tervezhető esemény (műszaki, forgalmi, katasztrófa vagy egyéb veszély miatt keletkező üzemzavar) esetén a szolgáltatónak rendelkeznie kell a hibaelhárításhoz szükséges tartalékokkal. Nem várt esemény bekövetkeztekor nincs idő szabad kapacitások keresgélésére a hálózatokban”* [57]. A terrortámadást követően, amikor az Egyesült Államok haderejét a legmagasabb készségi fokozatba helyezték, az állami és katonai vezetés többek között folyamatos, valós idejű, jó minőséget garantáló, nagysebességű (2 Mbit/s) videokonferenciás összeköttetés segítségével biztosította a csapatok vezetését.

A szövetségi rendszer részeként alapvetővé vált a katonai kommunikációs rendszerek interoperabilitásának kérdése, mely a kompatibilitásnál magasabb szintű (kommunikációs szolgáltatások kicserélhetősége) és a teljes körű integráltság közötti együttműködési szintet jelöli. A kommunikációs szabványok fontosságára utal Robert M. Nutwell és Danny Price cikke, mely szerint: *„Koszovóban a hadműveletek során a szövetségeseknek a titkosított beszéd típusú kommunikáció terén nagyobb nehézséget jelentettek a begyakorlással és a kommunikációs eljárásokkal kapcsolatos problémák, mint a rádiók kapacitásának hiánya”* [58]. Kijelentik továbbá, hogy többnemzetiségű hadműveletek végrehajtása során a csapatok számára a megfelelő információk a megfelelő helyen, időben és formátumban kell hozzáférhetőnek lennie, melyet az azonos hadműveleti kép, a globális hozzáférés és a globális információs háló fogalmak fémjeleznek.

Robert Perricelli és Patricia Corea a 2010 utáni katonai környezetet a globális információs környezet megjelenésével jellemzik. Cikkükben leírják, hogy: *„A jövőbeni hadseregekben a vezetés és irányítás (C2) a hadszíntér interaktív, intuitív, testreszabott és háromdimenziós megjelenítését várja el. Az integrált, rétegarchitektúrára épülő kommunikáció lehetővé teszi a hatékony és dinamikus forgalmat, a bárhol-, bármikor elv és a szükség szerinti szolgáltatás biztosítását a hadszíntéren”* [59].

A „Helyzetismeret-bázisok a katonai vezetésben ...” c. tanulmányban megfogalmazzák: *„A korszerű informatikai infrastruktúra korábban elképzelhetetlen mennyiségű és minőségű információhalmazt biztosít a haderő vezetésére számára: lehetővé teszi, hogy a katonai vezetés valós vagy közel valós időben mindent „lásson” a harcmezőn – illetve a jövőben egyre inkább a három-, sőt többdimenziós harctérben –, amit egyáltalán látni érdemes”* [60].

Az [55]-[60] hivatkozásban található véleményekkel összhangban – mintegy összegezve a lehetőségek és elvárások jelenlegi helyzetét – a Vezetési Csoportfőnökség Híradó Osztályának vezető képviselője 2002. évi nemzetközi tudományos konferencia előadásán a következő képpen fogalmazott: „Azon doktrinális alapelvek, melyekből a híradó rendszerekkel szemben történő elvárások, és követelmények levezethetők (mint például a mobilitás, túlélőképesség, alkalmazkodóképesség, rugalmasság, biztonság, védettség, stb.), valamint a polgári távközlésben megjelenő új technológiák és szolgáltatások lehetővé teszik magasabb szintű követelmények támasztását a híradó rendszerekkel szemben. Ez előrevetíti egy olyan nagy sáv szélességű, intelligens transzport hálózat kialakításának szükségességét, amely platform független hozzáférést biztosít a különböző típusú beszéd és nem beszéd célú összeköttetések létesítésére” [61].

A második öbölháborúban (2003), mely a hadtörténelem első hálózatos vezetésű (NET CONTROL WAR – NCW) háborúja volt, a hadműveletek vezetését számítógép-hálózatokkal összekapcsolt vezetési pontokról irányították. A vezetési pontokon a katonai műveletek vezetése folyamatosan frissített adatokkal rendelkező digitális térképek segítségével történt. Az FBCB2 (ARMY FORCE XXI BATTLE COMMAND, BRIGADE AND BELLOW SYSTEM) hálózatos vezetési rendszer harcjárműig! bezárólag képes volt információkat biztosítani a parancsnokok számára, egyben biztosította a koalíciós erők együttműködését és tevékenységük szinkronizálását [62].

A hálózat vezetésű hadviselés valósidejű, nagy pontosságú, részletes információt, vizuális megjelenítést kíván, akár több száz vagy ezer kilométerre a hadművelet helyszínétől.

A kommunikációs technológia fejlődésének eredményeként a polgári szférában ma már rendelkezésre állnak:

- intelligens terminálok;
- hatékony adat-, jelprocesszorok és jelfeldolgozó eljárások;
- nagysebességű LAN - WAN hálózatok;
- optikai hálózatok.

Kihasználva az előzőekben leírt technológiai fejlődést, a kommunikációs rendszer ember-gép interfészén többek között a következő **jövőbeni interakció típusok prognosztizálhatók:**

- valós idejű több résztvevős video- és audio konferencia;
- beszéd generálás, beszéd és képfelismerés, hang- és mozgásvezérlés;
- grafikus- és videoanimáció;
- multidimenziós vizualizáció [63];

- nagy adatmennyiség vizualizációja, a valóság virtuális megjelenítése;
- tapintásra ható ki- és bemenet;
- ember-robot, robot-ember interakció.

A katonai felhasználóknak ugyanakkor eltérőek az igényei a katonai kommunikációs rendszerrel szemben a vezetés rendszerében elfoglalt helyük alapján. Az ellenség feletti információs fölényt vezetési fölényé kell konvertálni, mely azt jelenti, hogy a környezetről és a saját állapotról több, pontosabb adatot megszerelve részletesebb, időszerűbb és célirányosabb helyzetismeretet, előrejelzéseket és megalapozottabb terveket lehet kialakítani és készíteni [64]. Mindezek eredményeként a vezetés- és a csapatok tevékenységét az erőforrásokat tekintve hatékonyabban, a célt tekintve eredményesebben és gyorsabban lehet végrehajtani.

Az információs fölény megteremtéséhez, az eltérő rendeltetésű és különböző méretű katonai szervezetek, csoportosítások vezetéséhez **a parancsnoknak** lényeges, releváns, pontos, időszerű és megfelelő formájú információra van szüksége, így **a kommunikációs rendszerrel szembeni új elvárások:**

- a gyors döntéshozatal érdekében a műveletek során felgyorsul a lökészerű információ folyam iránti igénye, ezért igényli a kis késleltetésű, nagysebességű, szélessávú multimédiás szolgáltatásokat;
- az optimális döntéshozatal érdekében az összes C3I (COMMAND, CONTROL, COMMUNICATIONS AND INTELLIGENCE- VEZETÉS, IRÁNYÍTÁS, HÍRKÖZLÉS ÉS HÍRSZERZÉS) elem és érzékelő jelét egy kommunikációs hálózati felületen kívánja elérni (globális láthatóság);
- a kommunikációs lehetőségek állandó, megszakítás nélküli rendelkezésre állása, minden irányban, egyidőben párhuzamos-, egymástól eltérő típusú információátvitelt igénylő kapcsolattartás;
- átfogó interoperabilitás a szövetséges tagállamok katonai és polgári, harcászati és stratégiai kommunikációs rendszerei között.

A strukturált törzs és az operatív munkát végzők részéről:

- a haderő átszervezés következtében csökkenő állománynak új kommunikációs szolgáltatások halmaza (kép-, video- és adat kommunikáció);
- a kommunikációs szolgáltatások minden időben hozzáférhetőek legyenek;
- könnyen megtanulható és alkalmazható felhasználói (ember-gép) interfész;
- kiváló beszédminőség (érthetőség);
- nagy sebességgel futó alkalmazások.

A kommunikációs rendszer hálózat operátorai részéről:

- virtuális zártcélú hálózat kialakításának lehetősége;
- hálózat menedzsment egyszerűsége, automatikus hálózat konfigurálás lehetősége bármelyik kapcsoló központon keresztül;
- az összes kommunikációs rendszerrel összefüggésben levő esemény globális átláthatósága és kontrolja;
- öngyógyítási képességekkel rendelkező hálózat;
- robusztus beszéd- és adat kommunikáció a katonai felhasználók munkahelyének hadszíntéren történő áthelyezése esetén is;
- a kommunikációs technológia azonossága a hadszíntéren;
- a kommunikációs berendezés bekapcsolását követő azonnali működőképesség, kommunikációs topológia térképezés („plug and play”).

Mindezeket figyelembe véve egyrészt az MH ÁTKR-nek biztosítania kell a katonai alkalmazásokhoz szükséges azonnali, gyakran impulzusszerűen (BURSTINESS) jelentkező beszéd-, kép- és videoinformáció, valamint a transzparens adattovábbítást. Másrészt jelentős tartalékkal kell rendelkeznie a perspektivikus, nagy sávszélességet igénylő új info-kommunikációs szolgáltatások bevezetésére. Nem szabad az „új kommunikációs rendszert” létrehozása, rendszerbe állítása idején érvényes kommunikációs igényekre méretezni, mert az ilyen irányú szükségletek nagyon rövid ideig maradnak állandók. A gyorsuló fejlődés miatt gyakorlatilag exponenciális, vagy még inkább nagyságrendi rendszer tartalékot célszerű képezni.

A jövőbeni kommunikációs rendszer távközlési képességeinek tartalmaznia kell a kommunikációs erőforrások széles határok között történő skálázhatóságát. Bizonyos általánosan használt kommunikációs megoldásoknak univerzális formában gyakorlatilag minden katonai felhasználónak rendelkezésre kell állnia. Univerzális kommunikációs szolgáltatás lehet például a hagyományos beszéd átvitel mellett az MH informatikai hálózatához, általános adatbázisokhoz, globális helymeghatározó rendszerekhez, a későbbiekben alap minőségű videokonferenciához történő hozzáférés. A kommunikációs erőforrásokat intenzíven igénybe vevő, korlátozott kommunikációs lehetőségek felhasználását jelentő vagy igen magas szintű kriptográfiai állóképességet biztosító kommunikációs szolgáltatásokat továbbra is dedikált formában célszerű kiutalni. Ilyen utóbbi kommunikációs szolgáltatások lehetnek például magas minőségű, nagyfelbontású videokonferencia, műholdas szélessávú kapcsolat vagy garantált állóképességű rejtjelzés biztosítása. A kialakítandó ÁTKR-nek lehetővé kell tennie a hálózat alapú információtovábbítást. Technikai megoldásának - az

ÁTKR kritikus elemeinél - kellően szelektívnek és a polgári fejlődést követőnek kell lennie.

3.2 Szimuláció és gyakorlati tapasztalatok

Egy adott kommunikációs rendszer reendelekezésre állását, használhatóságát⁷⁹ egy bizonyos határig szinten lehet tartani a folyamatosan emelkedő igényekkel szemben. Meg lehet kétszerezni, négyszerezni az átviteli kapacitást, ki lehet egészíteni kerülő utakkal a topológiát, kapcsolóelemekkel lehet kiegészíteni a meglévő hálózatot. Mi történik azonban akkor, ha a felmerülő kommunikációs igények – azonos nagyságú időt alapul véve – egyre gyorsabban nőnek. Hogyan viselkedik a kommunikációs rendszer, ha a felhasználók egy bizonyos időszaktól kezdve hirtelen olyan szolgáltatást szeretnének használni, melynek sebessége az addig használatnál nagyságrendileg nagyobb?

Ebben az alfejezetben a válaszok megfogalmazásához szubjektivitástól mentes matematikai és forgalomelméleti⁸⁰ alapú vizsgálatra van szükség, melyet össze kell vetni a valós életből vett gyakorlati tapasztalatokkal. A részletes modellezést a 14. melléklet, annak legfontosabb számszerű eredményeit a 15. melléklet és szemléletes grafikus megjelenítést a 3.1. ábra ÷ 3.4. ábra tartalmazza.

A kommunikációs rendszerek és ezen belül a katonai kommunikációs rendszerek igénybevétele során azt tapasztaljuk, hogy – helyes méretezés esetén – a szolgáltatások igénybevétele az esetek döntő többségben zökkenőmentesen lehetséges, de mindig adódnak olyan időszakok, amikor a hálózat foglalt. Ez a jelenség abból fakad, hogy a felhasználóknak a korlátos erőforrásokkal rendelkező kommunikációs rendszerek igénybevételére irányuló szándéka előre nem jósolható meg, az időben sztochasztikus folyamatnak tekinthető [65] és ennél fogva adódhatnak olyan időszakok, mikor a távközlő hálózat kapacitását meghaladó számú felhasználó kívánja azt igénybevenni.

Elméleti kutatók bemutatták, hogy a felhasználók kommunikációs igénye véletlenszerűen jelenik meg a kommunikációs rendszer bemenetén és ez alól a katonai felhasználók kommunikációs forgalma sem kivétel [66]. A távközlés és a számítógépes adatátvitel utóbbi időben megfigyelhető konvergenciájának eredményeként a *kommunikációs tömegszolgáltatás* vagy *sorbanállás* elmélete egyre fontosabb a kommunikációs hálózatok forgalmi méretezése terén. Igazolható ez azzal is, hogy a korszerű digitális kapcsolóelemek (központok,

⁷⁹ Használhatóság (availability) = Üzemképes idő / Teljes megfigyelési idő. A kommunikációs rendszerek szolgáltatásainak megfelelő minőség igénybevehetőségének mérőszáma.

⁸⁰ Forgalomelmélet: elméleti tudomány, amely a valószínűségszámítás alkalmazásával olyan módszereket dolgoz ki, amelyek a kommunikációs rendszerekben előforduló forgalmi folyamatok jellemzőinek leírását teszi lehetővé alkalmas modellek segítségével.

hidak, útvonalválasztók, átjárók) hardverbázisa és a vonal-, csomag- és cellakapcsoláson alapuló hálózatok vezérlő berendezései speciális számítógépek. A forgalmi méretezés fontosságát támasztja alá továbbá az a tény, hogy – az 1.2. és 1.3. alfejezetekben leírtaknak megfelelően – a távközlő hálózatokban exponenciálisan növekszik az adatátviteli sebesség, illetve idővel új típusú kommunikációs szolgáltatások jelennek meg.

Az MH ÁTKR forgalomtechnikai⁸¹ jellemzői a forgalomelmélet segítségével határozhatók meg. A kommunikációs rendszer szolgáltatási szintjét⁸² több mennyiségi jellemző befolyásolja, többek között a használhatóság, a veszteségi valószínűség vagy az átlagos várakozási valószínűség. Katonai kommunikációs rendszerekben a szolgáltatásminőséget leginkább meghatározó tényező a csatorna-foglaltsági valószínűség, melynek optimális esetben 0,05-től kisebbnek kell lennie. Ez utóbbi azt jelenti, hogy 100 eset közül maximum 5 alkalommal fordulhat elő az, hogy a kommunikációs rendszer nem képes kielégíteni a felmerült igényt.

Hosszú idő átlagában a felhasználók kommunikációs igénye Poisson-folyamattal írható le [67], így „Az igények kiszolgálási idői μ paraméterű exponenciális eloszlású valószínűségi változók, melyek függetlenek egymástól és az érkezési folyamattól. Telefonközpont esetén például az igények a hívásoknak, a kiszolgálók az egyes vonalaknak felelnek meg” [68].

A katonai kommunikációs rendszer forgalmi viszonyainak tervezése során, kiinduló adatként felhasználva az ISDN alaphozzáférést⁸³ (BASIC RATE ACCESS - BRA) igénybe vevő szolgálati személyek számát, valamint prognosztizálva a béke, készenléti és háborús időszakokra jellemző átlagos forgalmi intenzitás mértékét, meghatároztam az ISDN csatornák szabad hozzáféréseinek a valószínűsége.

A szimulációk eredményeképpen megállapítottam, hogy az ISDN alaphozzáférés által felkínált forgalmi viszonyok az esetek egy részében nem kielégítő minőségűek [69]. Ebből kiindulva a fontosabb beosztásokban tevékenykedő személyek számára biztosítani kell az ISDN csatornák egyedi kiutalásának a lehetőségét is. Az MH ÁTKR kapcsolóközpontjait összekötő mikrohullámú viszonylatok áramköröit terhelik a katonai felhasználók által

⁸¹ Forgalomtechnika: kommunikációs forgalmi adatok gyűjtésével, a forgalom előrejelzésével, áramkörsoportokon a forgalmi kapacitás meghatározásával, hálózatméretezéssel foglalkozik. Fő cél a forgalomnak *előírt szolgáltatás minőségben* történő lebonyolítása.

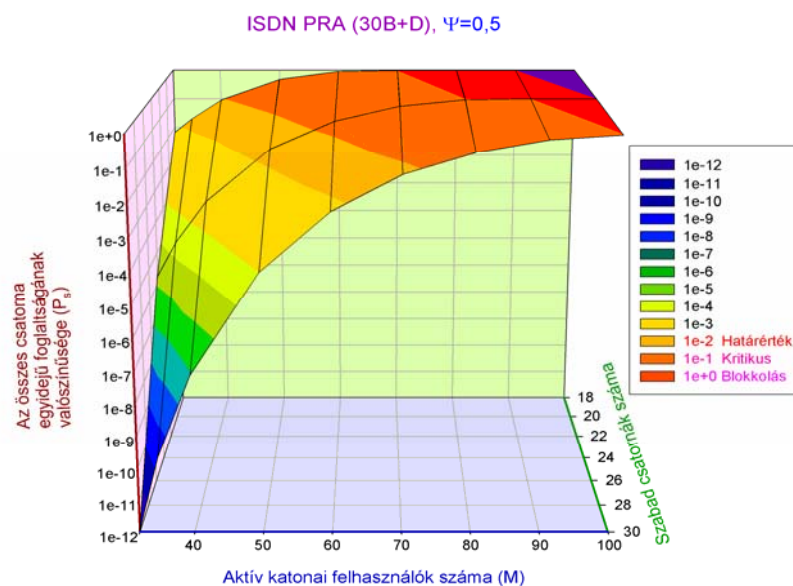
⁸² Szolgáltatási szint: forgalomtechnikai jellemzők egy csoportja, amelyeket meghatározott feltételek mellett, adott hálózatelemekre vonatkoztatva a forgalom-lebonyolítás minősítésére használnak. Annak ellenére, hogy mennyiségi mutatók, mégis a *kommunikációs szolgáltatás minőségét* határozzák meg.

⁸³ Alaphozzáférés: az alapsatlakozás (2B+D) két egymástól teljesen függetlenül vagy együttesen használható 64 kbit/s sebességű áramkört és egy 16 kbit/s sebességű –alapvetően jelzés-átviteli célt szolgáló- áramkört tartalmaz.

igénybe vett alapsebességű-, primersebességű- és más köztes sebességű kapcsolatok. Tekintettel arra, hogy az MH ÁTKR nagytávolságú hálózatát elsősorban primersebességű (PRIMARY RATE ACCESS - PRA) ISDN csatlakozások⁸⁴ kötik össze, ezért az MH ÁTKR szolgáltatásminőségét meghatározó csatorna-foglaltsági valószínűség vizsgálatát komplex terhelésű primersebességű áramkörök vizsgálatával végeztem el [70].

A katonai kommunikációs rendszer forgalmi viszonyainak méretezése⁸⁵ során, kiinduló adatként felhasználtam a primersebességű ISDN hozzáféréseket igénybe vevő felhasználók számát, majd az átlagos forgalmi intenzitás mértékét megadva meghatároztam az ISDN csatornák szabad hozzáféréseinek a valószínűségét (14. melléklet).

Azok a multimédiás alkalmazások, amelyek egyidőben beszéd-, adat-, video- és/vagy nagy felbontású képet fogadnak, vagy továbbítanak a célállomáshoz, illetve amelyeknél a megkívánt QoS magas szintű, minden esetben valós idejű (igen rövid késleltetési idejű) kommunikációs csatornákat kívánnak.



3.1. ábra

Az információfolyam burst-os jellege⁸⁶ miatt a szükséges csatorna kapacitás rövid időre meghaladhatja akár a néhányszor 10 Mbit/s-ot is.

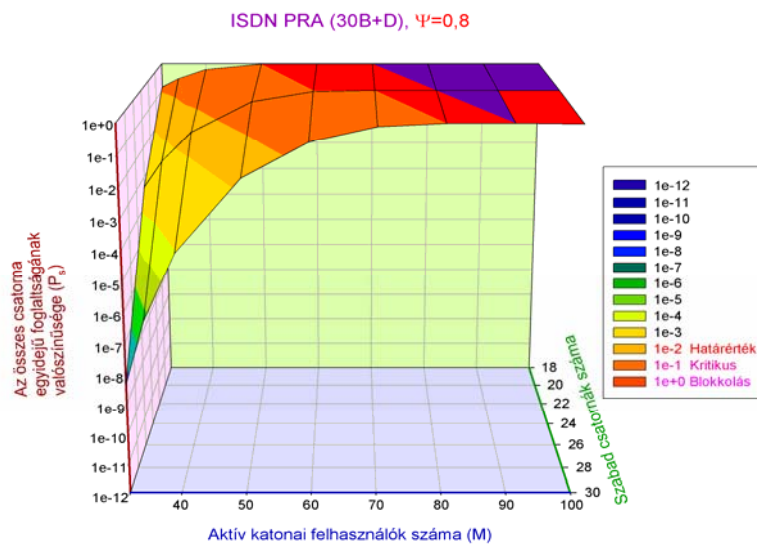
⁸⁴ A primer csatlakozás (30B+D) 30 db 64 kbit/s sebességű, továbbá egy 64 kbit/s sebességű –alapvetően jelzés-átviteli célt szolgáló- áramkört tartalmaz.

⁸⁵ Forgalmi méretezés: az a folyamat, melynek során a forgalomelmélet módszereinek segítségével a kommunikációs rendszer meghatározott részének mennyiségi meghatározását végzik adott forgalmi adatokkal, előírt szolgáltatási szint érdekében.

⁸⁶ Burst-os jelleg: az összeköttetés összidejéhez viszonyítva rövid idő alatt intenzív információátvitel, melynek nagysága többszörösen meghaladja az átlagos adattovábbítási sebességet.

Elvégezve a számítógépes szimulációt, azt tapasztaltam, hogy átlagos forgalom ($\Psi = 0,5^{87}$) esetén a 2 Mbit/s sebességű PRA trónk csak BRA (2 x 64 kbit/s) igénybevétel esetén 60 fő katonai felhasználót képes kiszolgálni (15. melléklet, 3. táblázat).

A várakozással ellentétben, 3 x BRA sebességű (H6 - 6 x 64 kbit/s) egycsatornás közepes minőségű videokonferencia igénybevételekor ugyanaz a trónk 50 katonai felhasználóra, míg két H6 sebességű videokonferencia biztosítása 40 fő alá csökkenti a megfelelő minőséggel ($P \leq 0,05$) kommunikáló felhasználó számot (3.1. ábra).



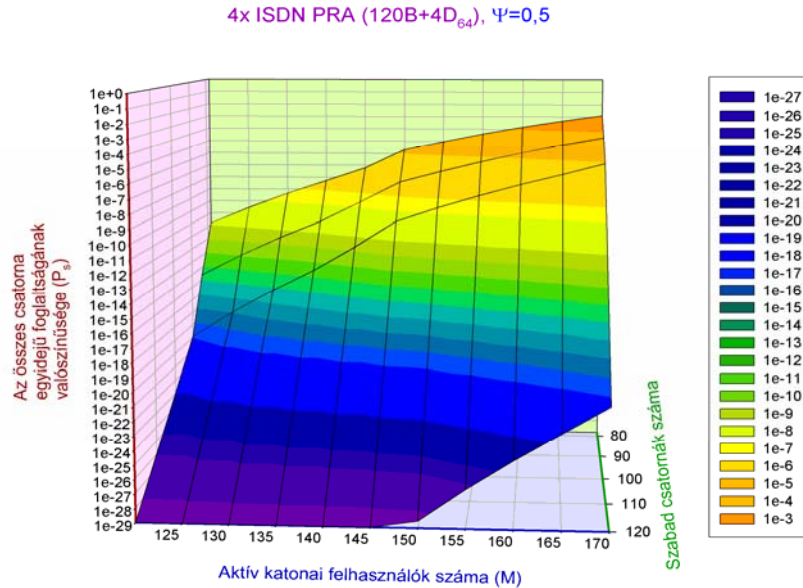
3.2. ábra

A szimulációt emelt forgalmi terhelés ($\Psi = 0,8$; válsághelyzet vagy napi intenzív csúcs igénybevétel) esetén megismételve (15. melléklet, 4. táblázat) azt a nem várt eredményt kaptam, hogy két közepes minőségű videokonferencia egyidejű továbbítása esetén az összes katonai felhasználó beszéd típusú kommunikációja a megengedett értéknél nagyobb valószínűséggel blokkolódni fog (3.2. ábra).

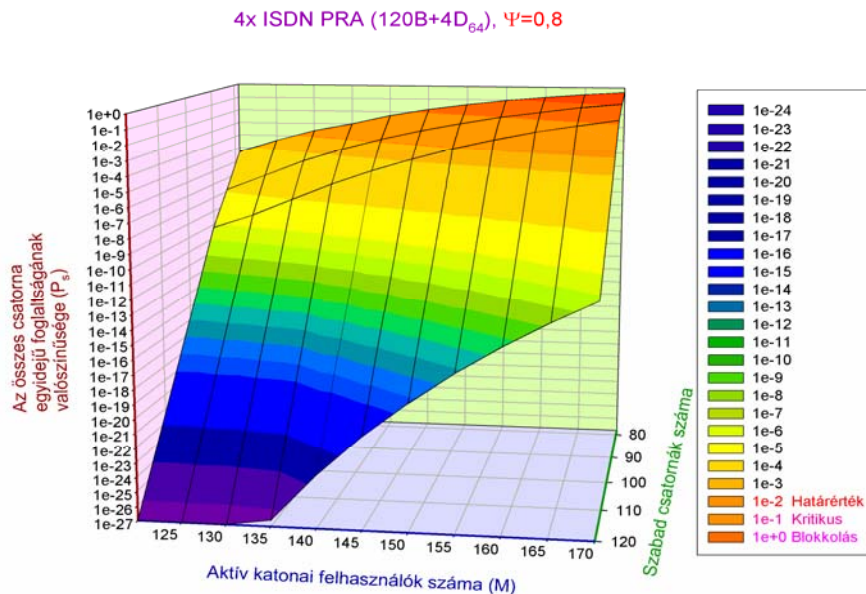
Más eredmények születtek első megközelítésben, amikor a jelenlegi ÁTKR csak néhány viszonylatára (pl. HM 1 – HM IV) jellemző 4 x 2 Mbit/s sebességű trónk áramkört vizsgáltam számítógépes szimulációval. A 15. melléklet, 5. táblázat szerint közepes forgalmi terhelés esetén az átviteli kapacitást még egészen nagy számú katonai felhasználó egyidejű beszéd típusú kommunikációja sem terhelte le.

⁸⁷ Ψ - a kommunikációs forgalom intenzitása, P_s - az összes kommunikációs csatorna foglaltságának a valószínűsége, M - aktív katonai felhasználók száma.

A szimulációba beiktattam 1 x 2 Mbit/s sebességű, kiváló minőségű videokonferenciát, majd újabb két közepes minőségű videokonferenciát, és azt tapasztaltam, hogy a 4 x 2 Mbit/s sebességű trónk áramkörnek jelentős tartalékai vannak (3.3. ábra).



3.3. ábra



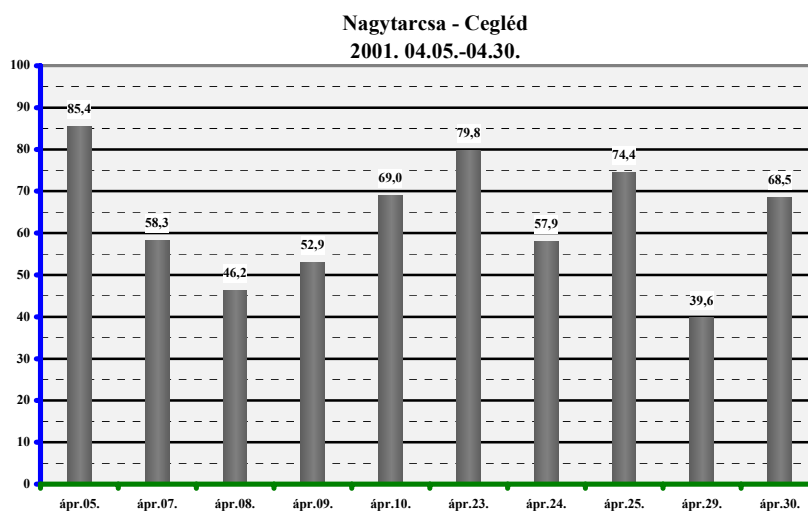
3.4. ábra

Meghökkenítő eredmény született viszont nagy forgalmi terhelés ($\Psi = 0,8$) esetén, amikor 1 x 2 Mbit/s sebességű, kiváló minőségű és 2 x H6 közepes minőségű videokonferenciával terheltem a vizsgált rendszert (15. melléklet, 6. táblázat). A 4 x 2 Mbit/s sebességű trónk áramkör **komplex video- és beszéd-**

típusú információ átvitele esetén nem képes 150 fő feletti felhasználói létszámot megfelelő minőséggel kiszolgálni (3.4. ábra).

Figyelembe véve, hogy a legalább 4 x 2 Mbit/s sebességű trónk áramkörök elsősorban a kiemelt objektumok irányában üzemelnek, valamint azt, hogy ezekben magas forgalmi igény keltésére jogosult nagy katonai felhasználói létszám található, kikövetkeztethető, hogy komplex kommunikációs terhelés esetén bizonyos időszakokban a nagyobb sebességű PDH áramkörök sem képesek biztosítani a kommunikáció szükséges minőségét.

A számítógépes szimulációt részben alátámasztó, de a jelenlegi ÁTKR egyéb hiányosságaira is rámutató, valós példákat mutat a 3.5. ábra a 3.6. ábra és a 3.7. ábra.

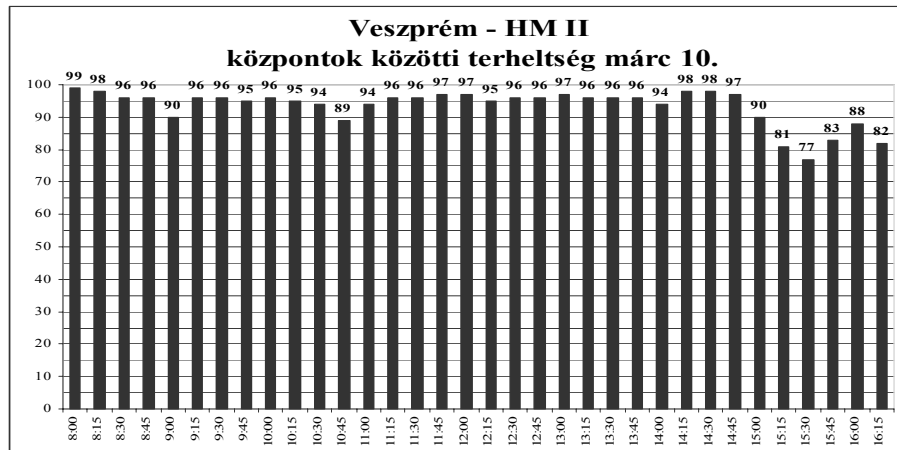


3.5. ábra A digitális trónkok leterheltsége havi viszonylatban (Forrás: FHK Forgalomelemző Csoport, 2001.)

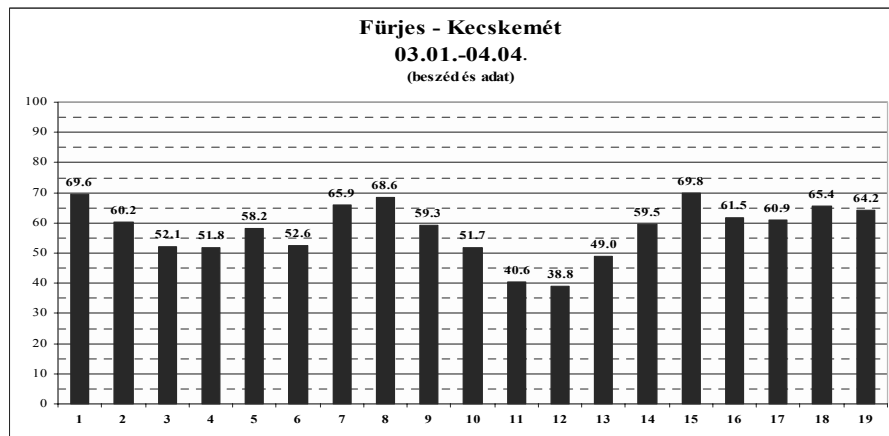
A 3.5. ábra mutatja, amikor a KGIR útválasztó túl gyakori jelzés küldése miatt az átviteli csatorna túlterhelődött⁸⁸. Ennek a problémának az volt az oka, hogy egy modemet megszüntettek, és az útválasztó ezt folyamatosan kereste tovább, úgy, hogy 2 másodpercenként jelzést küldött. A probléma úgy oldódott meg, hogy a jelzésadást 2 percre visszaállították.

A 3.6. ábra és a 13. mellékletben szereplő példák mutatják azt az esetet, amikor egy központ kiesik, ennek következtében a kerülő utak nagyon leterhelődnek. A példákon látható, hogy amikor Cegléd központ kiesett, akkor a Kecskemét – Nagytarcsa közötti kerülőút (Kecskemét – Veszprém – HM-II – Nagytarcsa) mekkora mértékben terhelődött le.

⁸⁸ Az elméletileg elfogadható leterheltségi érték 60%.



3.6. ábra A „Cegléd központ” kiesése miatti túlterhelés Veszprém-HM II viszonylatban (Forrás FHK Forgalmelemző Csoport, 2001.)



3.7. ábra Az alacsony trönk áramkör kapacitás miatti túlterhelés, Fürjes-Kecskemét (Forrás FHK Forgalmelemző Csoport, 2001.)



3.8. ábra Normális központ közötti terhelés Cegléd-Szolnok viszonylatban (Forrás FHK Forgalmelemző Csoport, 2001.)

A 3.7. ábra mutatja, amikor a kis csatorna keresztmetszet következtében keletkeznek túlterhelődések. Például Fürjes – Kecskemét között csak 4 db 64 kbit/sec sebességű csatorna található, így a RAFT és a KGIR rendszerek ezt önmagában leterhelik. A 3.8. ábra egy előírásoknak megfelelő trónk állapotát mutatja.

Következésképpen megállapítható:

- a kép- és különösen a mozgókép típusú információ átvitel esetén az ISDN alaphozzáférés sebessége (2 x 64 kbit/s) kevésnek bizonyul;
- megfigyelhető, hogy közepes intenzitású ($\Psi = 0,8$) kommunikációs forgalom esetén már jelentős torlódást ($P \geq 0,05$) tapasztalhatunk még többszörös PRA hozzáférés esetén is;
- a jelenlegi, főként mikrohullámú és másodsorban vezetékes PDH összeköttetéseket használó MH ÁTKR nem képes minden időszakban eleget tenni az egyidejű video-, kép- és beszéd- típusú információ továbbítás komplex követelményének;
- az elméleti vizsgálat eredményeit valós gyakorlati tapasztalatok is alátámasztják.

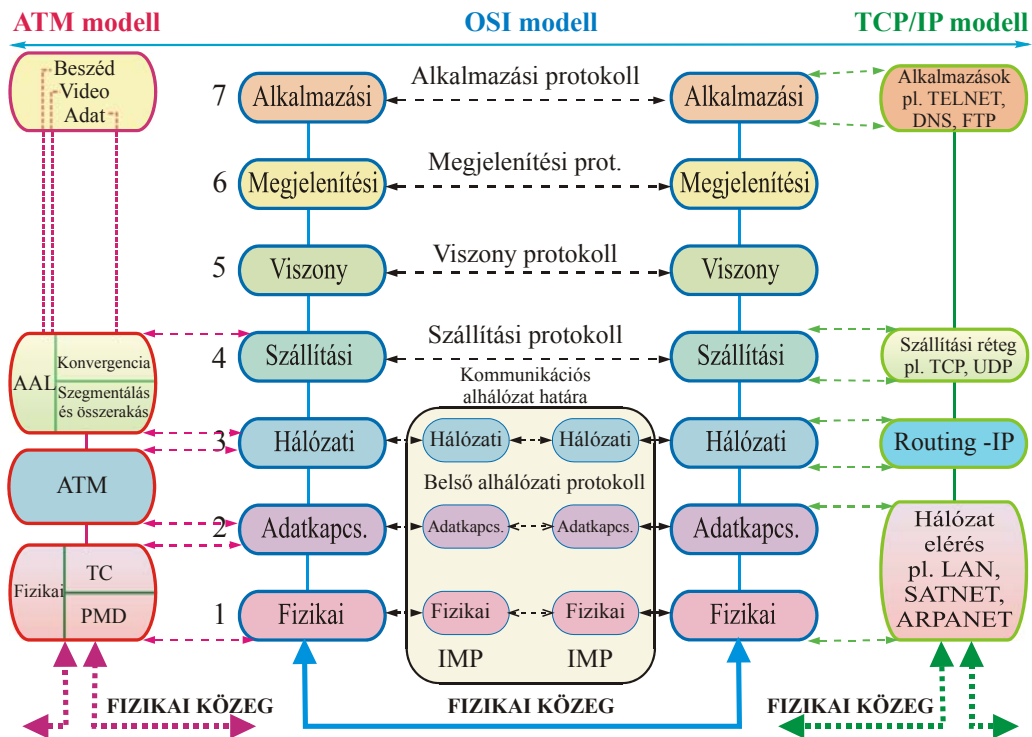
3.3 Kommunikációs modellek, szabványok

A napjainkban létező kommunikációs megoldások mennyiségi és minőségi mutatóikat tekintve rendkívül sokrétűek. Sokáig (kb. a 80-as évek közepéig) az eltérő változatok egymáshoz kapcsolása, illesztése az esetek jelentős részében reménytelennek tűnt, de legalábbis egyedi csatlakozási problémákat vetett fel. Részben a globalizációs folyamatok eredményeként, részben az együttműködés valós igénye miatt szükségessé vált megfelelő, működő összekapcsolhatósági modellek megalkotására és kötelezően érvényes szabványok bevezetésére. Ebben az alfejezetben az ÁTKR szempontjából elemzem a jelenleg elfogadott polgári kommunikációs modelleket, vizsgálom a szövetségben érvényes katonai modelleket és az alapvető kommunikációs szabványok filozófiáját.

A világ távközlő rendszereinek döntő többsége az 1983-ban John D. Day és Hubert Zimmermann által kidolgozott „nyílt rendszerek összekapcsolása” (OPEN SYSTEM INTERCONNECTION - OSI) hét rétegű modell működésén alapul [71]. Az ISO nemzetközi szabványügyi szervezet minden egyes réteghez nemzetközi szabványt dolgozott ki, melyek segítségével egymástól eltérő elvű és technikai felépítésű kommunikációs rendszerek is képesek az egymás közötti kommunikációra.

Az ISO-OSI alkalmazása nem volt mentes a problémáktól. Többször érte az a vád, hogy elsősorban a távközlési ipar érdekeit képviseli és nem a felhasználóké, mely részben igaznak bizonyult. Bonyolult funkcionális

működése és az egyes rétegek „elvékonyodása”⁸⁹ azt eredményezte, hogy egyesek megkérdőjelezték létjogosultságát. Mégis az elmúlt húsz évben a „de jure” szabvány jogi érvényessége mellett „de facto” szabvánnyá nőtte ki magát és ma már a távközlő hálózatokban alkalmazása megkerülhetetlen (3.9. ábra).



3.9. ábra Az ATM, az OSI, és TCP/IP rétegfelépítése (Forrás: Andrew S. Tannenbaum: Számítógép-hálózatok, Panem-Prentice-Hall, 56., 86. oldal)

A DoD kísérleti projektje volt az ARPANET (ADVANCED RESEARCH PROJECTS AGENCY NETWORK), mely több száz kormányzati, katonai és egyetemi számítógépes hálózat összekapcsolását biztosította bérelt telefonvonalak segítségével. A projekt későbbi szakaszában műholdas és rádiós átviteli utakat is felhasználtak, ezért 1974-ben Vinton Cerf és Bob Kahn tetszőlegesen sok hálózat összekapcsolására alkalmas hivatkozási modellt dolgozott ki. Két legjelentősebb protokollja alapján TCP/IP hivatkozási modellnek nevezték el, mely 1983-ban vált az ARPANET hivatalos protokolljává. A protokoll képes biztosítani a kapcsolatot részben az átviteli vonalak, részben a hálózatban üzemelő útvonalképzők, átjárók meghibásodása esetén is. A TCP/IP modell alkalmas flexibilis, nagy túlélési képességű hálózat kialakítására, mely tulajdonsága elsősorban a csomagkapcsolás elvének köszönhető. A TCP/IP protokollt adatátvitel mellett ma már fájltranszferre, valós idejű beszéd- és videójel átvitelre is használják.

⁸⁹ Például a „Viszony réteg” gyakorlati implementációja alig van jelen az alkalmazásokban.

A TCP/IP kommunikációs hálózatok közötti protokoll készlet, melyet az USA Védelmi Minisztériumának támogatásával fejlesztettek ki. A TCP/IP mindemellett az IAB (INTERNET ACTIVITIES BOARD) közreműködésével és a technikai szakértők konszenzusával jött létre. A TCP/IP modell felépítését tekintve nagyon hasonlít az ISO OSI modellhez, azonban funkcionális okok miatt a viszony- és a megjelenítési rétegek kimaradtak belőle, illetve a fizikai- és adatkapcsolati réteg összeolvadt egy közös hálózatközi rétegbe.

A TCP/IP modell sikerének egyik oka a felhasználó centrikus szemlélet. A TCP/IP protokoll az internet réteg segítségével képes biztosítani, hogy a felhasználói adatok bármilyen hálózaton keresztül eljussanak a célállomásig. Elterjedését segítette továbbá, hogy továbbfejlesztését tekintve „nyitott szemléletű”, bárki javaslatot tehet a további kiegészítésekre, átalakításokra. Ezek az elképzelések ún. nyilvánosan elérésű RFC-kben (REQUEST FOR COMMENTS - MŰSZAKI JELENTÉS (JAVASLAT)) jelennek meg, melyek mindenki számára hozzáférhetők. Fejlesztésében tehát a leginkább érdekelték, a felhasználók is aktívan részt vehetnek, melynek eredményeként hatékony és főleg olcsó szoftveres és hardveres fejlesztések történtek.

A TCP/IP modell hátránya azonban egyrészt az, hogy nem tesz különbséget a protokoll, az interfész és a szolgálat között. Jelentősebb problémája másrészt, hogy a TCP/IP-n kívül más protokoll készlet leírására nem alkalmas és nem tesz különbséget a fizikai- és az adatkapcsolati réteg között⁹⁰ sem.

A számítógép-hálózatok elemzésére az OSI alkalmas, de Európán kívül az OSI modell nem népszerű. A TCP/IP modell viszont hiányos felépítésű, de protokoll készlete elterjedt. Ezen okok miatt a korszerű kommunikációs eljárások vizsgálatánál (pl. ATM, Frame Relay, SDH, TCP/IP) célszerű az öt rétegű⁹¹ ún. hibrid modellt alkalmazni, mely fizikai, adatkapcsolati, hálózati, szállítási és alkalmazási rétegekből áll.

1983-ban az ARPANET már több mint 200 csomóponti eszközből állt. Az ARPA átadta az ARPANET irányítását a DCA-nak (VÉDELMI KOMMUNIKÁCIÓS ÜGYNÖKSÉG - DEFENSE COMMUNICATIONS AGENCY), mely 160 katonai rendeltetésű és tulajdonú csomópontból álló részt leválasztott az ARPANET-ről. A speciális, őrzött útválasztók (ROUTEREK) beépítését követően létrehozták a MILNET-et (MILITARY NETWORK - Katonai Hálózat).

A NATO kommunikációs rendszerének szabványosítása a COTS eszközök egyre szélesebb körű alkalmazásával került előtérbe. A 70-es évek

⁹⁰ Emiatt a fizikai közeg (fémvezeték, optikai kábel, atmoszféra, világűr, ...) jellemzőit és az adatátvitel keretképzését nem választja szét kellő mértékben.

⁹¹ Fizikai-, Adatkapcsolati-, Hálózati-, Szállítási- és Alkalmazási rétegek.

közepétől az EUROCOM (EUROPEAN COMMUNICATIONS) vált az európai NATO tagállamok kommunikációval foglalkozó szabványtestületévé. Az EUROCOM-ot 1994-től a NATO PG/6 (PROJECT GROUP-6) keretén belül működő EES (ENHANCED EUROCOM SYSTEM) váltotta fel. A szabványokat STANAG (STANDARDISATION AGREEMENT) formában publikálják, melyen belül két típust különböztetnek meg: a kötelező (MANDATORY) és a szükség (EMERGENCY⁹²) érvényűt. A NATO C3A kidolgozta a NATO C3 technikai felépítését (NATO C3 TECHNICAL ARCHITECTURE) [72], mely elsősorban a NATO C3 interoperabilitási lehetőségeit határozza meg.

A NATO C2IS (NATO COMMAND AND CONTROL INFORMATION SYSTEMS - NATO Vezetés és irányítás Információs Rendszere) szabványosítás alapját képező NATO OSE (Open System Environment – Nyílt Rendszerek Környezete) és a NOSIP (NATO Open System Interconnection Profile – NATO Nyílt Rendszerek Összekapcsolásának Profilja) gyakorlatilag az ISO OSI modellen alapulnak (16. melléklet). Deklaráltan átveszik és alkalmazzák mind a polgári távközléssel (pl. ITU-T, ISO, IEEE), mind az informatikával (pl. IETF, RFC, SMTP) kapcsolatos szabványokat és ajánlásokat [73].

A NATO tagállamok harcászati kommunikációs rendszerének továbbfejlesztése a TACOM Post-2000 ajánlása alapján történhet. A projekt célja többek között olyan STANAG-ek kidolgozása, melyek képesek biztosítani a NATO hadműveletek végrehajtását támogató korszerű kommunikációs rendszerek együttműködését. A TACOM Post-2000 szerint az együttműködést az állandó telepítésű és a harcászati kommunikációs rendszer között DSTG-k nélkül kell biztosítani. A szabványosítás során többek között ATM kapcsolókat, optikai szálakat és Gbit/s sebességű adatátvitelt terveznek, részben ITU-T, részben TCP/IP szabványok alapján [74]. Az elkészült STANAG-eket a tervek szerint 2003 októberében fogják hivatalos ratifikációs eljárás során bemutatni [75]. A TACOM POST-2000 szabványkészlete várhatóan 2005-től lép érvénybe [76].

Következésképpen megállapítható:

- a távközlés és informatikai alkalmazások konvergenciája együtt jár a szabványok, ajánlások és modellek konvergenciájával;
- a korszerű katonai kommunikációs hálózati megoldások jelenleg világszerte elfogadottan a nyitott kommunikációs rendszerek összekapcsolása és TCP/IP modelleken alapulnak;

⁹² Emergency minősítést kaphat az a szabvány, mely várhatóan 3 éven belül adoptálásra kerül (mandatory minősítést).

- a NATO CIS-en belül a COTS eszközök térhódításával arányos mértékben alkalmazzák azokat a NATO szabványokat, melyek gyakorlatilag megegyeznek a polgári távközlési és informatikai szabványokkal;
- tekintettel arra, hogy a homogén katonai kommunikációs hálózati architektúra a szövetségi tagállamok katonai kommunikációs rendszereinek eltérő fejlettsége és az infokommunikáció permanens fejlődése miatt egy jó darabig csak vágyálom marad, az állandó telepítésű katonai kommunikációs rendszerekre hárul az a feladat, hogy mintegy „átjárót” képezve a különböző kommunikációs rendszerek között, biztosítsa közöttük a kapcsolatot;
- a különböző elven működő kommunikációs rendszerekhez történő műszaki csatlakozás feltételét tehát elsősorban az állandó telepítésű kommunikációs rendszerben kell megteremteni, és elsősorban a polgári távközlési és informatikai szabványok teljes körű támogatásával.

Ennek megfelelően, a leendő MH ÁTKR-nek a 3.1 fejezetben leírt elvárások teljesítése mellett képesnek kell lennie:

- széleskörű és megbízható LAN és WAN hálózati komponens- és protokoll-támogatásra;
- a globális hálózati elérés érdekében teljes OSI és TCP/IP hálózatközi protokoll készlet fogadására, támogatására;
- robusztus kommunikációs hálózatbiztonsági- és állóképes információvédelmi megoldásokra.

Jövőbeni katonai kommunikációs rendszerünknek ki kell tudni használnia az új, nagysebességű kommunikációs infrastruktúra szabványok és ajánlások által felkínált előnyöket a NATO és a NATO tagállamok kommunikációs rendszereivel való interoperabilitás magasabb szintre emelése érdekében.

Az OSI és TCP/IP szabványok alapján kialakított hibrid modell alapján olyan integrált MH ÁTKR kialakítást célszerű javasolni, melyben akár egymástól eltérő fizikai felépítésű és eltérő elven működő, független kommunikációs hálózati megoldások is működhetnek. Például egyidejű beszéd- és adatátvitel, különböző architektúrájú LAN-ok, WAN-ok, magáncélú vonal és csomagkapcsolt hálózatok.

3.4 Hálózati technológiák

Az 1.2 fejezetben látható volt, hogy a korszerű katonai kommunikációs technológiák fejlődése nagyon gyors. Többségük a polgári szférában is széles körben alkalmazott szélessávú WAN megoldás, melyek fokozódó ütemű fejlődése napjainkban is tart.

Az MH ÁTKR feladata többek között megbízható kommunikáció biztosítása a NATO- és a nemzeti katonai (polgári) kommunikációs rendszerek között. Ennek megfelelően tartalmazhat vegyesen LAN-t, MAN-t és WAN-t. A katonai felhasználók az ÁTKR igénybevétele esetén jellemzően egymástól nagy távolságban kommunikálnak egymással pont-pont, kapcsolt vonal- (vagy dedikált bérelt vonali), vagy csomag kapcsolt hálózatban, ezért kijelenthető, hogy az ÁTKR technikai felépítését és kommunikációs lehetőségeit döntő mértékben meghatározza a benne üzemelő transzportálózat típusa és annak jellemzői.

Az MH ÁTKR technikai továbbfejlesztésének szempontjából meg kell tehát vizsgálni azokat a nagytávolságú kommunikációs hálózat létrehozására alkalmas architektúrákat, melyek eleget tesznek a **következő kritériumoknak**:

- a jelenlegi architektúrához képest újszerű információtovábbítási elvet használ, feltéve, hogy az információtovábbítás sebessége nagyobb a jelenleginél;
- alkalmas több típusú információ továbbítására vagy a továbbított egytípusú információ minőségi jellemzőinek garantálására;
- nemzetközi szabványrendszere létezik vagy jelenleg kidolgozás alatt áll és megfelel az ISO OSI vagy TCP/IP modellnek;
- a NATO-n belül javasolt, vagy várható az alkalmazása;
- közvetlenül illeszthető a jelenlegi MH ÁTKR-hez, a NATO CIS-hez és a közcélú kommunikációs rendszerekhez.

Terjedelmi korlátokkal összefüggésben az állandó telepítésű kommunikációs rendszerek továbbfejlesztésének szempontjából csak a legjelentősebb WAN hálózattípusokat vizsgáljuk meg.

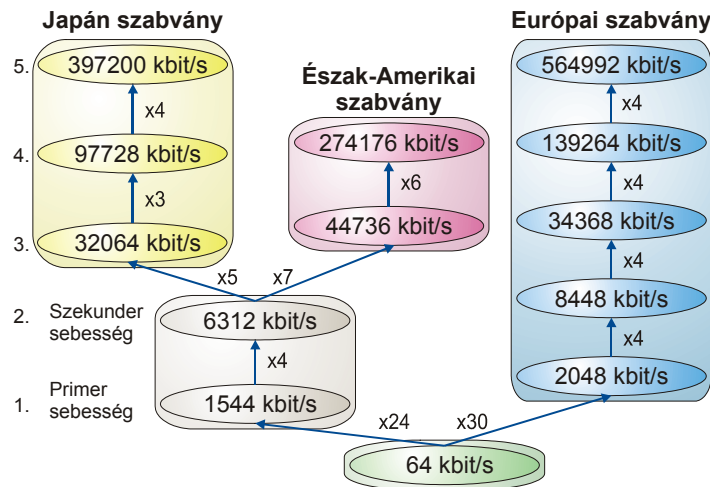
3.4.1 PCM és PDH

Az MH ÁTKR jelenlegi transzportálózata PCM modulációt használ. Elve az analóg távbeszélő csatorna mintavételezésén alapszik, melynek megfelelően másodpercenként 8000db 8 bites mintát vesznek a beszédcsatornából. A mintavételezést követően a csatorna sebessége 64 kbit/s lesz és ez alkotja a PDH 0. szintjét. A 0. szintű, 64 kbit/s sebességű csatornákat keretképzéssel és multiplexer berendezés segítségével primer multiplex jellé alakítják át. A multiplex jel képzése a TDM elven alapul és Európában az 1-es szinten 32 (30 adat + jelzés és keretszinkron) csatornát tartalmaz, sebessége 2048 kbit/s.

A PDH magasabb (2, 3, 4, 5) szintjein az adatsebesség is nagyobb, elérheti elvileg az 564992 kbit/s-ot is, de a 3.10. ábra mutatja, hogy magasabb hierarchiaszinten nem egységesek a világon a PDH sebességei.

Az eltérő sebességek mellett nagy hátránya a PDH-nak, hogy egy magasabb szintű keretben nem ismert az alacsonyabb sebességű keret elejének helye, ezért az eredeti alapcsatornák csak *teljes demultiplexálást* követően

használhatók fel. Hátránya tovább, hogy a PDH segítségével csak pont-pont összeköttetések⁹³ létesíthetők, így több csomóponton áthaladó útvonalak létrehozása nehézkes.



3.10. ábra Európai, Észak-Amerikai és Japán szabvány szerinti PDH sebességek (Forrás: ITU-T G. rec.)

Az MH ÁTKR saját tulajdonában levő PDH infrastruktúrájához mikrohullámú átvitelt használnak. A jelenlegi mikrohullámú összeköttetések átviteli kapacitása korlátozott ($n \times 2$ Mbit/s). A kis- és közepes hatótávolságú mikrohullámú eszközökbe beépítik a multiplexert és 34 Mbit/s-ig a tercier (16x2 Mbit/s-os) multiplexert is alkalmaznak. Ez a sebesség azonban nem elég a nagysebességű transzport hálózatok kialakításához. A mikrohullámú átvitel fizikai közege az atmoszféra, melynek csillapítási jellemzői nagymértékben függenek az időjárástól, a napszaktól és évszaktól. A járulékos, időjárásfüggő csillapítás értéke azonban túlméretezéssel jól kezelhető, különös tekintettel az állandó telepítésű mikrohullámú rendszerben alkalmazott stabil mikrohullámú berendezések antenna nyereségének és kimeneti teljesítményének tág határok közötti megválaszthatóságára.

3.4.2 Optikai szálak technológia

A fénynek üvegszálon keresztül kommunikációs célra történő felhasználása a 60-as évek végén kezdődött, de csak a félvezető lézer feltalálása után terjedt el jelentős mértékben. Az optikai szálak kommunikáció ún. kábelhelyettesítő kommunikáció, tehát az OSI modell fizikai közegeként funkcionál. Ennek következtében nem kezeli a magasabb szintű rétegek és szolgáltatások keret- és csomagfelépítését, nem vizsgálja azok integritását, minőségét, nem foglalkozik a jelzésekkel és a címzésekkel.

⁹³ Létrehozható pont-multipont összeköttetés is, de ez a vételi sebesség jelentős csökkenésével jár együtt.

Az optikai szálak kommunikáció jelentős mértékű elterjedése több tényező együttes hatásának köszönhető:

- a nagy sávzélességgel modulálható, megfelelő hullámhosszúságú fényforrások és a megfelelő érzékenységgű optikai detektorok kifejlesztése (lézertióda és pin/lavina dióda);
- az információátvitel infravörös hullámtartományában alacsony csillapítású üvegszál kikísérletezése;
- a sávzélesség igény jelentős mértékű növekedése;
- a tömeggyártásból adódó alacsony bekerülési költségek létrejötte.

Az optikai szál alapú kommunikáció három alapvető részből áll: átviteli közeg, optikai forrás és az optikai vevő.

Az átviteli közeg adalékolt szilícium-dioxid (üveg), mely lépcsős- vagy folytonos törésmutatójú multimódusú vagy monomódusú üvegszál lehet. Az üvegszál és a benne haladó elektromágneses hullám nagyon jól izolált a környezet elektromágneses zavaraitól szemben, mechanikai igénybevételre azonban érzékeny. A mechanikai tulajdonságok javítása céljából bevonatokat alakítanak ki az üvegszál felületén, illetve kábelszerkezetbe helyezik. Egy optikai kábel több elemi üvegszálat tartalmazhat, mivel az üvegszál héjájának kb. 150 μm .

A korszerű optikai szál csillapítása rendkívül alacsony. A leginkább elterjedt monomódusú szál jellemző csillapítási értéke (a sugárforrás lézertióda és a fényvezető együttes optimalizálásának eredményeként) 0,2-0,35 dB/km, melyet az 1310 nm-es és az 1550 nm-es névleges hullámhosszok körüli ún. „optikai ablakokban” lehet mérni.

A nagytávolságú optikai szálak összeköttetés fényforrásaként speciális ritkaföldfém-adalékolt Nd:YAG⁹⁴ félvezető lézertiódát használnak, melynek optikai teljesítménye az 1 W-ot is elérheti. A nagy teljesítményű és az alacsony fajlagos kábelszűrésűnek köszönhetően az erősítés nélkül kiépíthető szakasz hossza 120-130 km körül van [77]-[78], ellentétben a fémvezetős (szimmetrikus és koaxiális) kábeles rendszerek 2-12 km-es, és az egyhullámhosszas (monomódusú) fényvezetős PDH és SDH rendszerek 40-80 km-es regenerátor szakasztávolságaival. A 130 km-t meghaladó összeköttetés távolságok esetén közbülső, optikai erősítést kell végrehajtani. Az optikai erősítőknek több típusa ismert⁹⁵, de a jelenlegi távközlő rendszerekben csak a ritkaföldfém-adalékolt fényvezető szálak erősítőket – (OPTICAL FIBER AMPLIFIER – OFA, pl. EDFA – ERBIUM DOPED FIBER AMPLIFIER) alkalmazzák.

⁹⁴ Nd:YAG – Neodymium Yttrium Aluminium Garnet.

⁹⁵ Pl. gerjesztett Raman- és Brilluin-szórás alapján működő erősítők, lézeres és félvezető optikai erősítők.

Az optikai szálon alapesetben a modulációs eljárás TDM, melynek segítségével az elérhető tipikus átviteli kapacitás az elmúlt években a következőképpen változott: 1989 – 565 Mbit/s; 1992 – 2,5 Gbit/s; 1997 - 10 Gbit/s és 2001 - 40 Gbit/s [79].

A TDM 10 Gbit/s-nál nagyobb sebességek esetén történő alkalmazása egyre gyorsabb, komplexebb és egyben drágább elektronikát igényel, illetve növekszenek a különböző közegdiszperziókból⁹⁶ fakadó járulékos csillapítások értéke [80]. Megoldást a WDM jelenthet, mely képes egy elemi optikai szálon több – egymástól független – csatorna jelét átvinni. A WDM egyrészt analóg rendszer, mivel az adott csatorna jelét amplitúdómodulációval juttatják el a vevőhöz, másrészt minden egyes csatorna jele eltérő hullámhosszt (vivőfrekvenciát) használ. Az eredetileg azonos Δf sáv szélességű és azonos frekvenciasávban elhelyezkedő nagysebességű csatornákat $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_N$ hullámhosszokra transzponálják. A csatornák egymástól 50-200 GHz-re helyezkednek el a multiplexer (MUX) és az alapjel sáv szélességének függvényében.

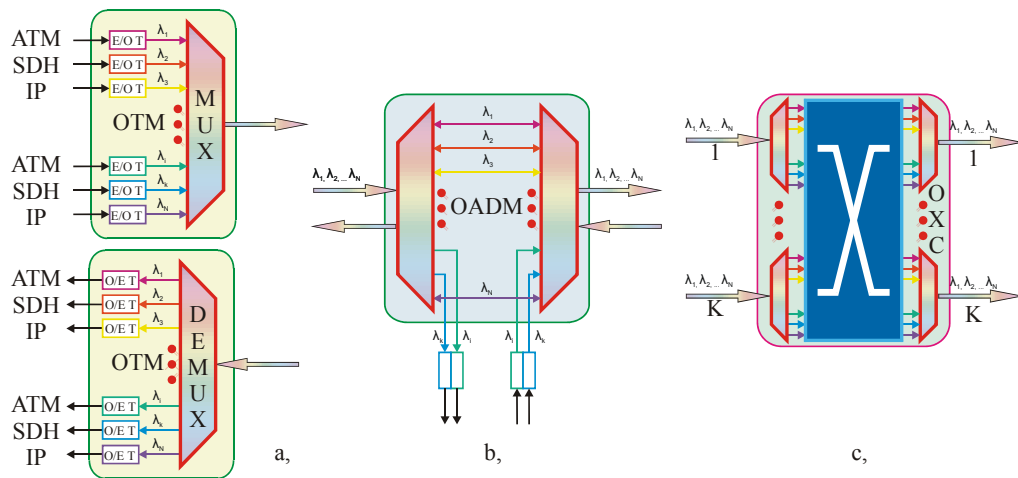
A WDM-nek két típusa ismert: $N < 10$ csatornaszám esetén Coarse (Durva) WDM, és $N > 40$ csatornaszám esetén Dense (Sűrű) WDM. Az ITU-T G.962 Annex A ajánlás az optikai szál 0,8-1,8 μm -es tartományának III. ablakában három hullámhossz-sávot jelöl ki optikai átvitel céljára: S sáv – 1440-1530 nm, C sáv – 1530-1565 nm és L sáv – 1565-1610 nm. A DWDM – az ITU-T G.692 ajánlásban foglaltak szerint – ezekből az 1521,02 nm (197100 GHz) és az 1605,737 nm (186700 GHz) közötti sávot használja. A kiosztható csatornaszám 100 GHz-es csatorna távolság esetén 105, 50 GHz-es csatorna távolság esetén 210. A DWDM sikerére jellemző, hogy 2002-ben a DWDM technológia átlagos adatátviteli sebessége $80 \lambda * 10 \text{ Gbit/s}$ ($80 * \text{STM-64}$) volt és a csúcsebesség elérte a 2,5 Tbit/s-ot (17. melléklet).

A WDM hálózatot optikai végződő multiplexerek (OPTICAL TERMINATION MULTIPLEXER - OTM), vonali erősítők (ha szükséges), optikai add-drop multiplexerek (OPTICAL ADD-DROP MULTIPLEXER - OADM) és vezérelt optikai rendezők (OPTICAL CROSS-CONNECT - OXC) alkotják.

Az OTM (3.11. ábra a.) a bemenetén és a kimenetén különböző típusú (ATM, SDH, GigabitEthernet (GbE), 10GigabitEthernet (10GbE) és protokoll független, transzparens) digitális jelsorozatokot képes fogadni, illetve felkínálni. Az elektro-optikai és opto-elektronikai átalakításokat transzponderekkel hajtják végre. A különböző hullámhosszokra ($\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_N$) transzponált fényjeleket a multiplexerekbe (MUX) vezetik, vagy demultiplexerekből (DEMUX) vonják

⁹⁶ Elsősorban kromatikus és polarizációs módus-diszperziókról van szó.

ki. A MUX-ok és a DEMUX-ok diffrakciós rács vagy csoportosított hullámvezetés elvén működnek.



3.11. ábra Az OTM, az OADM és az OXC felépítése (Forrás: [79])

Az OADM (3.11. ábra b,) ún. Bragg-rácsból⁹⁷ és egy adott frekvenciájú fény kicsatolását biztosító optikai cirkulátorból épül fel. Az optikai tartományban tetszőleges számú ($1 \leq k \leq N$) és hullámhosszúságú ($\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_N$) fényjelet képes transzparens módon leágaztatni és beiktatni, illetve az ettől eltérő hullámhosszúságú fényjeleket képes magán változatlanul átengedni. Kialakításánál fogva tehát az OADM – OTM alkalmazása és a teljes spektrum lebontása nélkül – alkalmas ATM, SDH, GbE (Gigabit Ethernet), 10GbE (10 Gigabit Ethernet) jeleket ki- és becsatolni.

Az OXC (3.11. ábra c,) olyan vezérelt optikai rendező, mely bármelyik $1 \leq i \leq K$ optikai szál kimenetét⁹⁸ képes egy másik $1 \leq i \leq K$ optikai szál bemenetére juttatni. Az OXC megvalósítása az optikai mikro-elektromechanikus eszközök (MEMS – MICRO ELECTROMECHANICAL SYSTEMS) elvén alapul. A MEMS miniatűr félvezetőből készített optikai tükröket tartalmaz, melyek pozíciója elektromos árammal változtatható, így a rá eső adott hullámhosszúságú fényt egy tetszőleges másik optikai szál bemenetére lehet „tükrözni”. A gyakorlati megvalósítás jelenleg áttörési fázisban van. Míg 2001-ben az optikailag transzparens OXC-k nem voltak teljesen kidolgozva, addig 2003-ban már 256x256 elemű OXC-t készítettek [81].

⁹⁷ Az optikai szálba germánium adagolással periodikus törésmutató váltásokat hoznak létre, melynek hatására meghatározott λ_i hullámhosszúságú fényjel reflektálódik.

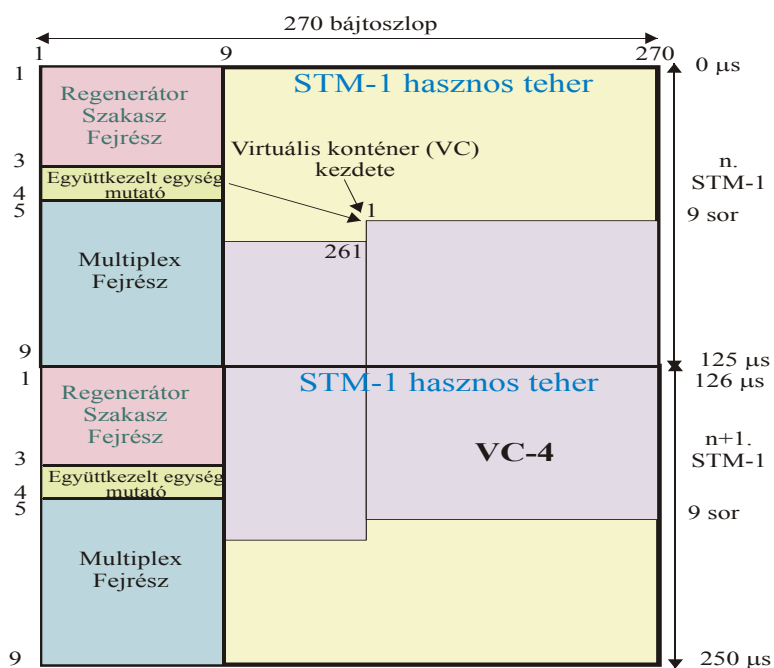
⁹⁸ Az optikai szálak kimenetén N darab $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_N$ hullámhosszúságú optikai csatorna jelenik meg.

3.4.3 A Szinkron Digitális Hierarchia

Az **SDH** egy SONET (SYNCHRONOUS OPTICAL NETWORK) kompatibilis kommunikációs szabvány. Időosztásos multiplex rendszer, mely a PDH-ból fejlődött ki. Az SDH a PDH-hoz képest számos előnnyel rendelkezik (1. táblázat).

1. táblázat A PDH és SDH legfontosabb jellemzőinek összevetése

PDH	SDH
Szintenként nem egységes	Szintenként egységes
Leágazások külön kerettel bonyolult módon valósíthatók meg	Leágazások közös kerettel egyszerű módon valósíthatók meg
A multiplexelés bitenként történik	A multiplexelés bájtanként történik
Hálózati fenntartásra nincs hely	Hálózati fenntartásra bőven van hely



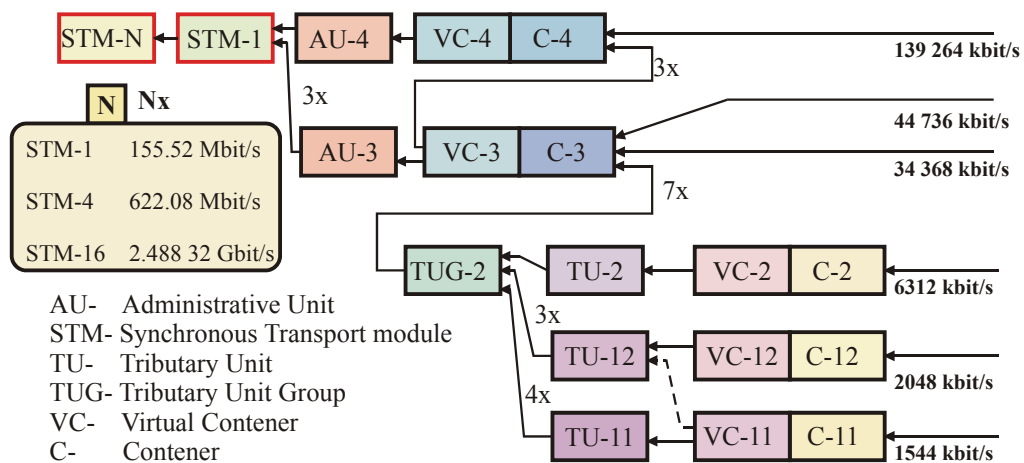
3.12. ábra Az SDH STM-1 keretfelépítése (Forrás: [90])

Az SDH alap struktúrája (STM-1) 9 sorba és 271 bájt hosszúságú oszlopba szervezett fejrész (9 bájt) és hasznos információhordozó rész (261 bájt) összessége (3.12. ábra). Az OC-3/STS-3 (OPTICAL CARRIER/SONET TRANSPORT STRUCTURE) nómenklatúra sebessége megegyezik az SDH STM-1 (SYNCHRONOUS TRANSPORT MODULE-1) sebességével, mely 155,2 Mbit/s. Az ITU-T G.707 ajánlása az STM-1 induló SDH sebesség mellett definiálja az STM-4 (622,08 Mbit/s), az STM-16 (2488,32 Mbit/s), az STM-64

(9953,28 Mbit/s) és az STM-256 (39812,12 Mbit/s) sebességeket (3. melléklet). Mindemellett – tanulva az N-ISDN elvi kidolgozása során elkövetett hibából – az SDH maximális sebességét felülről nem korlátozták, így a technológiai fejlődés eredményeként, az SDH szabvány szinten „nyitott” a további sebesség növelés előtt.

Az STM-1 ÷ STM-64 jelek szállítása az SDH keretben történik. Az SDH keretek folyamát „Aggregát” jelnek nevezik. Az SDH keret tartalmazza az összetevő (TRIBUTARY) jeleket, melyekhez megfelelő hardver interfész kártya több típusa ismert [82]:

- Ethernet (10/100/1GbE);
- DVB-ASI (video interfész);
- ATM (STM-1, STM-4, STM-16);
- TDM (STM-1, STM-4, STM-16);
- POS (PACKET OVER SONET - SONET SEGÍTSÉGÉVEL MEGVALÓSÍTOTT CSOMAGÁTVITEL) (STM-1, STM-4, STM-16).

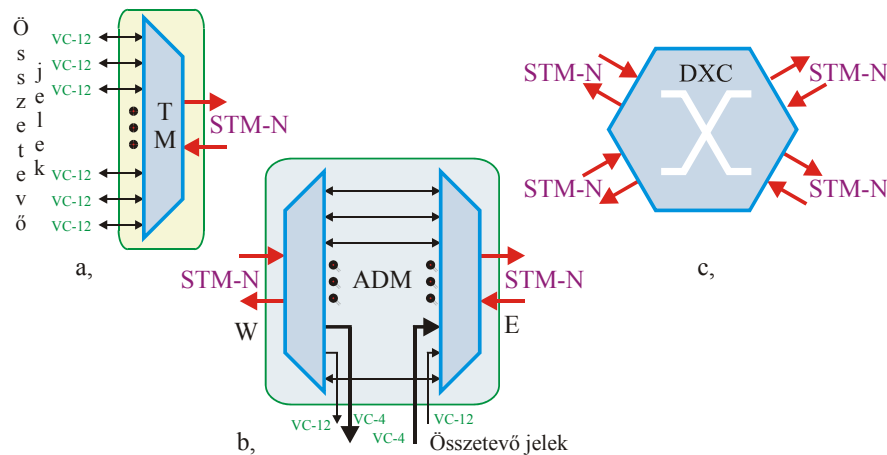


3.13. ábra Az SDH multiplex struktúra (Forrás: [90])

A PDH-val való kompatibilitást a konténer és virtuális konténer alapú hasznos információszervezés biztosítja [83]. Ennek következtében az alap multiplex struktúra képes fogadni az 1544 kbit/s (C11-USA), 2048 kbit/s (C12-Európai) primer PDH jelsebességet, a 34368 kbit/s (C-3) tercier PDH sebességet és a 139 264 kbit/s quartier PDH (C4) sebességet (3.13. ábra). A PDH jeleket a C-x konténerekbe helyezik. Mivel az SDH közös órajelről üzemel, a tributary portokon bevezetett PDH jeleket bitpadding⁹⁹ eljárással szinkronizálják a vonali jelhez [84].

⁹⁹ Bitbeékelés vagy bitkivonás.

A DWDM-hez hasonlóan az SDH építő elemei közé tartoznak a vonali regenerátorok, végződő multiplexerek (TM – TERMINATION MULTIPLEXER), leágaztató multiplexerek (ADM – ADD-DROP MULTIPLEXER) és a digitális vezérelt rendezők (DXC – DIGITAL CROSS-CONNECT), melyek nagysebességű elektronikus kapcsolómátrixokból épülnek fel (3.14. ábra). A TM VC-12 szintű, az ADM VC-12 vagy VC-4 szintű a DXC VC-12-től VC-4 szintű mátrixot tartalmazhat. Bemenetükön STM-N szintű szinkron transzport modult fogadnak.



3.14. ábra A TM, az ADM és a DXC felépítése (Forrás: [84])

Az SDH összeköttetés orientált, állandó kapcsolatokra optimalizált átviteli eljárás és építőelemeiből nagy megbízhatóságú, nagysebességű, sokcsatornás SDH „öngyógyító” gyűrűk (SELF HEALING RING - SHR) és szövevényes topológiák hozhatók létre [85]. Az összetett SDH hálózat három jellemző szintre bontható fel: a gerinc-, a regionális- és a helyi hálózatok szintjére.

Az SDH gyakran alkalmazott távközlési technológia a több telephellel rendelkező intézmények körében. Napjainkban a világ vezető telekommunikációs hálózatainál az STM-4 és STM-16 modulokat használják transzport hálózatként. Alkalmazásával a PDH hálózatok elterjedése visszaszorult. Népszerűségére jellemző, hogy a világon több, mint 200 ezer SDH gyűrű működik [86].

A DWDM lényegesen nagyobb sebességet és jobb átviteli jellemzőket kínál fel a felhasználóknak, azonban 2002-ben a világon összesen még mindig 16 %-al¹⁰⁰ többet költöttek SONET/SDH kialakítására, mint DWDM-re. A már kiépített optikai szálak kábeleken üzemelő SDH képes ugyanakkor egyfajta migrációt támogatni, azaz a DWDM technológiának átengedve a fizikai közeg használatát, DWDM platform felett működni. Ez a megoldás különösen nagyvárosi környezetben bizonyulhat erőforrás takarékos megoldásnak [87]. Az

¹⁰⁰ Forrás: Infonetics Research – „Intelligent Optical Hardware Market Service, IQ 2002” (<http://www.infonetics.com>).

adaátviteli sebességigények permanens növekedésének ellenére ugyanakkor jól látható, hogy nem kell minden felhasználónak azonnal nagy sebesség (pl. 2,5 Gbit/s), ezért az SDH további előnyeként fogalmazható meg annak granuláris¹⁰¹ tulajdonsága [88].

A továbbfejlesztési lehetőségek között érdemes megvizsgálni a rövid időtávon és bizonyos viszonylatokban olcsóbban megvalósítható SDH mikrohullámú rádiórelék alkalmazhatóságát SDH hálózatokban. A mikrohullámú rendszer fizikai közegének nyitottsága miatt a környező zavaró elektromágneses zavaró jelek fokozottan fejtik ki hatásukat. A primersebességű PDH jellemző mikrohullámú átviteli szakasztávolsága 40-70 km között van, de az üzemi frekvencia és az adatátviteli sebesség emelésével a szakasztávolság akár 5-20 km-re csökkenhet.

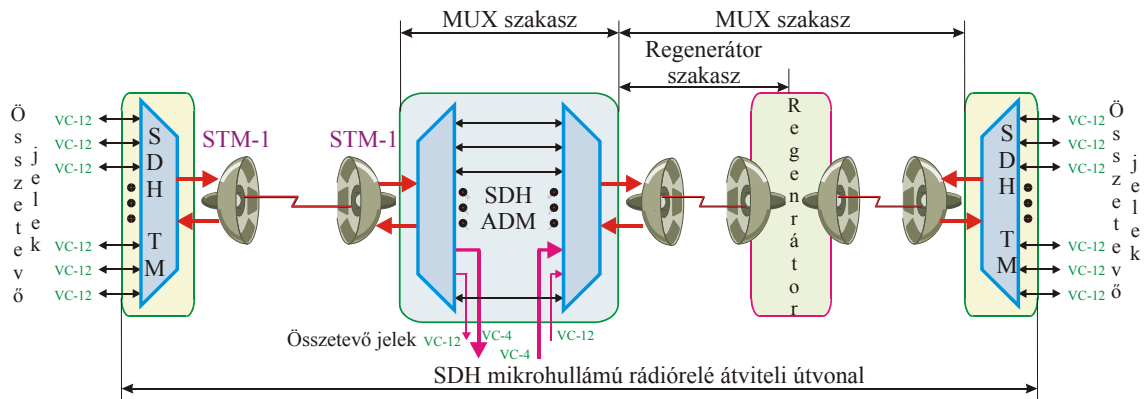
Az adatátviteli sebesség növelésével a mikrohullámú berendezések üzemi frekvenciáját általában emelni kell, így ma már nem ritka az 50 GHz körüli vivőfrekvencia érték sem. A magas üzemi frekvencia alkalmazásával viszont jelentősen megnő a mikrohullám szabadtéri csillapítása, melynek következtében az átviteli úton a gyakorlatban kiépíthető szakaszok távolsága lecsökken. A szakaszcsillapítás értéke a frekvenciasáv, a nyomvonal, az adó-vevő antennák iránykarakterisztikáinak, az adóteljesítmények figyelembevételével és gondos tervezéssel megfelelő értéken tartható. Jelentős minőségcsökkentő hatást gyakorolnak azonban a sztochasztikusan jelentkező és csapadékcillapításra visszavezethető szélessávú fédingek (FLAT FADING) és a többutas terjedés következtében a futási idő szelektív megváltozását okozó szelektív fédingek (SELECTIVE FADING). A szelektív féding különösen a nagysebességű SDH digitális mikrohullámú rádióreléknél lehet jelentős átviteli hibaforrás [88].

Az SDH mikrohullámú rádiórelék funkcionálisan egyenértékűek az optikai szál alapú SDH átvittel, de ezen kívül eleget kell tenniük a rádiórelé felépítésből és a szabadtéri átvitelből fakadó speciális követelményeknek, és a – PDH mikrohullámú hálózatokban alkalmazott rádiórelékhez képest – nagyobb sebességigénynek, menedzselhetőségnek is. Az SDH mikrohullámú rádiórelék gyakorlati felépítése követi a PDH relékét, azzal a különbséggel, hogy az átvendő információt ki kell egészíteni a hálózatmenedzsmenthez (TMN – TELECOMMUNICATIONS MANAGEMENT NETWORK) szükséges információval. Az SDH rádiórelék rádiófrekvenciás kimenő egysége 128 QAM vagy 256 QAM (QUADRATURE AMPLITUDE MODULATION) többszintű modulációt, trellis kódolást (TCM – TRELIS CODE MODULATION) vagy többszintű kódolást (MLC – MULTI LEVEL CODING) használ. A modulációs módszert kiegészítik hibajavító kódolással (FEC – FORWARD ERROR CORRECTION) és bitösszefűzéssel

¹⁰¹Egymástól elválasztható módon, széles sebességtartományban képes a ki- és bejövő információt feldolgozni (pl. E 1 ÷ STM-16).

(BIT INTERLEAVING). SDH mikrohullámú rádiórelékkal a gyakorlatban reálisan elérhető távolság 5-20 km között van (50 GHz-es üzemi frekvenciát figyelembe véve), az elérhető sebesség STM-1-nek megfelelő.

Az SDH mikrohullámú rádiórelékkal megvalósított összeköttetés végződő SDH TM-eket, Regenerátorokat és ADM-eket tartalmazhat, melyek mindegyike mikrohullámú rádiófrekvenciás adó-vevő egységgel van kiegészítve (3.15. ábra).



3.15. ábra Az SDH mikrohullámú rádiórelékkal megvalósított összeköttetés elemei

3.4.4 Kis és közepes sebességű hálózati technológiák

Az N-ISDN napjaink népszerű integrált szolgáltatású hálózatának első pilot rendszereit már 1986-ban üzembe helyezték Angliában, Amerikában és Franciaországban [90]. Széleskörűen csak a 90'-es évek végére terjedt el. Két felhasználói hozzáférés típust kínál fel: a primerhozzáférést és az alaphozzáférést. A primerhozzáférés 2 Mbit/s sebességű kapcsolat a távbeszélő hálózat és a kapcsoló központok, számítógépek, multiplexerek, stb. között. Európában 30 x 64 kbit/s B64 (BROADBAND) hang vagy adattovábbítás céljára felhasználható csatornát és egy 64 kbit/s sebességű D64 (DATA) csatornát tartalmaz, melyet elsődlegesen jelzésátvitelre használnak. Az alaphozzáférés egyéni végberendezések (terminálok) kapcsolatát biztosítja közvetlenül az ISDN hálózathoz. Ez az interfész két 64 kbit/s-os B64 csatornát és egy 16 kbit/s-os D16 csatornát foglal magában. A katonai felhasználó az ISDN vonalakat úgy látja, mint két irányban nyitott, adat- és hang- továbbítására alkalmas nyitott „cső”.

Az ISDN az IDN továbbfejlesztése a kapcsolástechnika integrálásának irányában [91]. Legfontosabb előnye, hogy a hang-, szöveg- és adatátvitel mellett támogatja a kép és mozgókép típusú információátvitelt is. Az N-ISDN-t alapvetően a beszédátvitel céljára fejlesztették ki, különösen azért, mert a sokrétű ISDN szolgálatok közül a fő hangsúly a távbeszélő szolgálatokon van. Annak ellenére, hogy a felhasználói interfészen az információátvitel sebessége 64 kbit/s-tól 2 Mbit/s-ig skálázható, az átlag felhasználónak az ISDN nem jelent mást, mint a meglévő analóg telefonvonal és modemes adatátviteli sebesség

megduplázását. 2003-ban kijelenthető, hogy az N-ISDN fejlesztése idején kitűzött elképzeléseket csak részben váltotta valóra. Nem sikerült a beszédátvitel terén egyeduralmat kivívnia, az adat- és a multimédiás információátvitelt tekintve pedig gyorsabb és főleg olcsóbb alternatívák terjedtek el.

A **Pont-pont protokoll** (POINT TO POINT PROTOCOL – PPP) egy többprotokollos keretképző eljárás, amely alkalmas soros adatkapcsolat létesítésére modem segítségével. Beépített hibajelzést, kapcsolatvezérlő- és fenntartó- eljárásokat foglal magában. A PPP hatékonyan alkalmazható mind alacsony, mind nagysebességű kapcsolatokra különböző fizikai szinkron és aszinkron interfészekkel (például RS-232, RS-442, V.35, E-1 és E-3).

A **Keret Relé** (FRAME RELAY) gyors csomagkapcsolási módszer. Működése virtuális bérelt vonalhoz hasonlítható. Maximális keret mérete 1600 bit. Minimális adatkapcsolati szolgáltatást nyújt, nem javítja az átviteli hibákat, csak hibajelzést garantál. Ennek ellenére a megbízható digitális telefonvonalakon történő használata olcsóbbá vált, különös tekintettel az időről időre növekvő számítási teljesítményű számítógépek alkalmazására. Ma már gyorsan és olcsón, szoftveresen megvalósíthatók a Frame Relay protokolljából hiányzó szolgáltatások (hibajavítás, hiányzó keret pótlása, nyugtázás, forgalomszabályozás).

A Keret Relé az X.25 kiváltására készült csomagkapcsolat adattovábbítási megoldás. Jellemző sebessége: 64 kbit/s – 2 Mbit/s.

A **Cella Relé** (CELL RELAY) általános technológiai megoldás adat-, hang-, kép- és video- híryanag továbbítására. A cellakapcsolók egyesítik a beszéd átvitelben széles körben használt hagyományos áramkör kapcsolt központok és az adathálózatokban elterjedt csomagkapcsolás előnyeit. A cella kapcsolat egy fizikai interfészen több logikai kapcsolatot eredményez és mindegyik logikai kapcsolatot rögzített méretű cellák támogatják.

A Cella Relé „csomagjait” nagy megbízhatóságú digitális átviteli úton továbbítják, jellemzően optikai szálon.

Az **SMDS** (SWITCHED MULTIMEGABIT DATA SERVICE) csomagkapcsolt, adattovábbításra alkalmas technológia, melyet nagysebességű és nagy távolságú kommunikációhoz fejlesztettek ki. Az SMDS-re épülő SMDS INTERFACE PROTOKOLLT – SIP az IEEE 802.6 specifikálja. Ennek megfelelően a SIP kiválóan használható távoli számítógépes hálózatok összekötésére. Az SMDS adatsomagokban szállítja a felhasználói információt, melynek maximális mérete 9188 bájttal. Ezt figyelembe véve megállapítható, hogy az SMDS alkalmas teljes FDDI (FIBRE DISTRIBUTED DATA INTERFACE – FÉNYVEZETŐ SZÁLAS OSZTOTT ADAT INTERFÉSZ), Ethernet és Token Ring típusú LAN keretek továbbítására. Jellemző sebessége 1,2 Mbit/s és 34 Mbit/s közötti.

3.4.5 Nagysebességű hálózati technológiák

Az **FDDI** vezérjeles gyűrűhálózat. Két, egymással szemben működő optikai szálal gyűrűt alkalmaz, mely 100 Mbit/s sebességgel üzemel. Maximális kiterjedése 200 km lehet, de egy-egy szegmens hossza – multimódusú optikai kábelt használva – a 2 km hosszúságot nem haladhatja meg. Mivel topológiája kettős gyűrű, ezért az egyik megszakadásakor automatikusan átkapcsol a másik gyűrűre. Az FDDI-t elsősorban LAN-ok gerinchálózati összekötésére használják, alkalmazása azonban 2000 után fokozatosan háttérbe szorul (18. melléklet).

A **Gigabit Ethernet** (GbE) a 10 és 100 Mbit/s sebességű IEEE 802.3 szabványú Ethernet továbbfejlesztése, biztosítva azokkal a kompatibilitást. Csomagmérete maximálisan 1500 bájt, adatátviteli sebessége 1000 Mbit/s. QoS-t nem garantál. Fémvezető (UTP CAT-6 és CAT-7) felhasználásával 70-120 m-es szegmensek hosszát lehet realizálni. Monomódusú optikai szálal alkalmazva fizikai közegként, hatótávolsága 2 km [92].

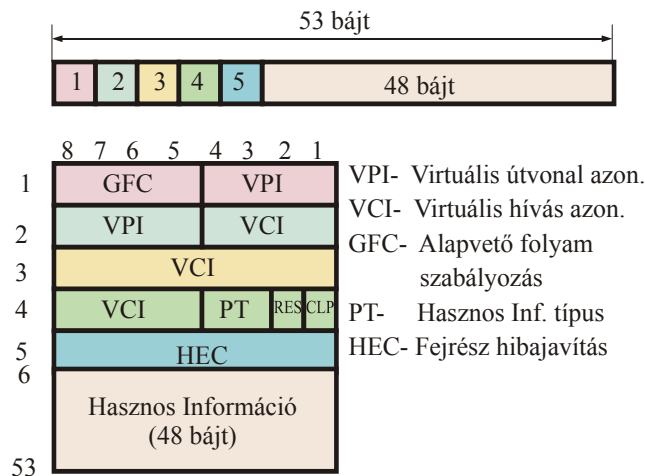
A **10 Gigabit Ethernet** (10GbE) kifejlesztése 1999-ben kezdődött és 2002. júniusában szabványosították. Az IEEE P802.3ae szabvány maximálisan 10 Gbit/s-ban határozza meg a 10GbE sebességét. Csak duplex adatátvitelt támogat és az előző Ethernet szabványokkal ellentétben kizárólag optikai szálal fizikai közegét használhat. Hatótávolsága nagymértékben függ az alkalmazott üvegszál típusától, így pl. FDDI esetén használt kábel (10GBASE-LX4) maximum 300 m-re biztosítja az adatátvitelt. A 10GBASE-ER típusú, 1550 nm-es hullámhosszúságú fényt továbbító monomódusú optikai kábel 40 km-es távolságig alkalmas fizikai közegként. A 10GbE támogatja továbbá a LAN és MAN hálózatokban (METROPOLITAN AREA NETWORK - NAGYVÁROSI HÁLÓZAT) a kisebb sebességű Ethernet hálózatok összekapcsolását, a nagysebességű internet elérést és olyan multimédiás alkalmazásokat, mint a valósidejű videojel átvitelét. Ugyanakkor – nagy adatátviteli sebessége ellenére – WAN környezetben továbbra is az SDH/WDM megoldás prognosztizálható, tekintettel arra, hogy a 10GbE nem igazán menedzselhető [93].

Az ATM (Asynchronous Transfer Mode- Aszinkron Transzfer Mód) egy többtípusú fizikai közeghez illeszthető, nagy teljesítményű, alacsony késleltetésű csomagkapcsolt és multiplexer elvű átviteli eljárás. Az ATM definiálása és referencia modellje a B-ISDN (BROADBAND ISDN- SZÉLESSÁVÚ ISDN) technológiai alapelveként az ITU-T I.121 ajánlásban található (19. melléklet).

Nevével ellentétben az ATM nem aszinkron átviteli technológia. Cellakapcsoláson alapszik, melynek eredményeként fix hosszúságú, kis méretű csomagokat küld a címzett részére. A rögzített és viszonylag kis cella méret miatt a kommunikációs folyamatok jobban kezelhetők az ATM kapcsolókban és széles bitsebesség tartomány használható. Az összeköttetéshez szükséges sáv szélesség lefoglalása dinamikus, igények szerint történik, attól függően, hogy „hány cella”

szükséges a felhasználói adatok átviteléhez. Ebből a dinamikus és igény szerinti cellaszám kijelölésből származik az ATM aszinkron átviteli tulajdonsága.

Mindegyik cella 53 bájttal hosszú, melyből 48 bájttal felhasználói adat, 5 bájttal cella fejrész (3.16. ábra). A cellák külön-külön megcímezhetők, ezért az információ cellánként más-más katonai felhasználóhoz is eljuttatható.



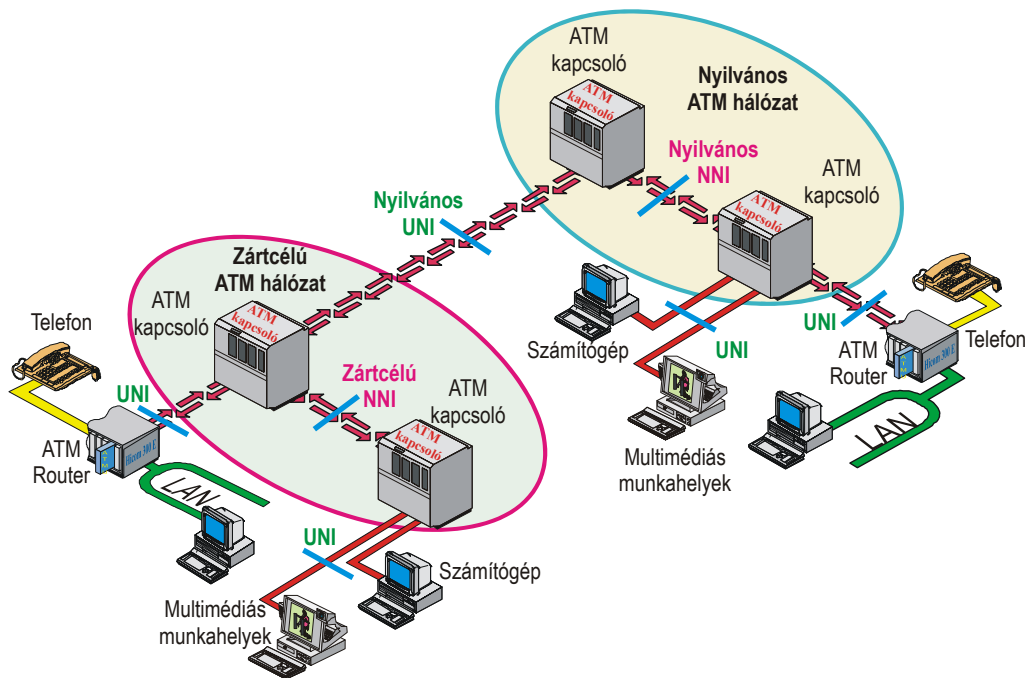
3.16. ábra Az ATM cellafelépítése (Forrás: ITU-T I.121 Rec.)

Az ATM kapcsolat orientált szolgáltatást biztosít. ATM esetén a „kapcsolat” két szintjét különböztetjük meg: virtuális összeköttetés (VIRTUAL CONNECTION - VC) és virtuális útvonal (VIRTUAL PATH - VP). A virtuális összeköttetés két felhasználó közötti kommunikációs folyamat (adás-vétel), míg a virtuális útvonal egy végberendezés és pl. egy katonai kommunikációs rendszer kapcsoló központja vagy két központja közötti viszonylatra értelmezhető. A cella fejrészében található virtuális összeköttetésazonosító (VIRTUAL CONNECTION IDENTIFIER - VCI) és virtuális útvonalazonosító (VIRTUAL PATH IDENTIFIER - VPI) segítségével a kapcsoló központokban egyik virtuális útvonalról egy másikra kapcsolható át a mindenkori kommunikációs folyamatot reprezentáló virtuális csatorna.

Mivel az ATM kapcsolat orientált technológia, ezért az összeköttetés létrehozása előtt kétfajta kapcsolatot lehet felépíteni: állandóan fennálló (PERMANENT VIRTUAL CIRCUIT-PVC), illetve kapcsolt virtuális összeköttetés (SWITCHED VIRTUAL CIRCUIT-SVC).

Az ATM-et komplex hálózati megoldásként szabványosították, ezért rendkívül rugalmas szolgálati kategóriákat definiáltak a legkülönbözőbb forgalmi karakterisztikával rendelkező kommunikációs kapcsolatok támogatására. Az ATM integráns szerepének erősítése érdekében (ellentétben az IP alapú kommunikációval) minőségi garanciákat (QOS) építettek be a protokollkészletbe. Mindezeket túlmenően többféle átviteli sebesség- és prioritás osztályt képeztek,

támogatva így az elektronikus formában továbbítandó híryanagyok eltérő jellemzőit.



3.17. ábra Példa az ATM katonai felhasználó-hálózati (UNI) és hálózati-hálózati (NNI) interfészeinek lehetséges elhelyezkedésére

Az ATM mind közcélú, mind zártcélú hálózatokban alkalmazható technológia, melyekben az ATM kapcsolók az ATM protokoll rétegek között, az ATM útválasztók (ROUTEREK) az ATM adaptációs rétege között hálózati interfészekon keresztül tartják a kapcsolatot (3.9. ábra és 3.17. ábra).

Az ATM cellák adott hosszúsága és a továbbításukhoz szükséges állandó sebesség miatt könnyű kialakítani a jelfolyamhoz a szükséges cellaszámot. Ennek eredményeként olyan információ típusokat reprezentáló cellákhoz, mint élőbeszéd, vagy valós idejű kép/video, állandó bitsebesség szolgáltatást lehet hozzárendelni. Azokhoz a híryanagyokhoz, melyek nem igénylik az állandó bitsebességet, az őket reprezentáló megfelelő cellákhoz változó bitsebességű szolgáltatás jelölhető ki. Ez utóbbi típusú híryanagy továbbítására példa lehet a katonai felhasználókhöz történő ismétlődő adat- és kép-, vagy a nem valós idejű (nem élő) hang és video továbbítás.

Az ATM szolgálati kategóriái [94]:

- állandó bitsebességű (CONSTANT BIT RATE – CBR), amely rögzített sávszélességet jelent. Előnyösen alkalmazható olyan kommunikációs megoldások esetén, amikor a bitsebesség (vagy a hasznos információt továbbító keretek) sebessége állandó (például PDH, SDH rendszerekben).

CBR szolgálati kategória példa lehetnek olyan alkalmazások, melyek nem viselik el a cellavesztés (pl. beszéd, videokonferencia). A szolgálati kategória egyben a legmagasabb prioritási osztályú

- változó sebességű (VARIABLE BIT RATE – VBR), amely nevének megfelelően olyan információtovábbítást támogat, melynél nem jósolható meg előre a sebesség igény (például folyamatfigyelés, banki tranzakciók). Ez a szolgálati kategória két altípust foglal magában, a valós idejű- és a nem valós idejű alkategóriákat. Az előbbinél az ATM garantálja a cellakésleltetés maximális értékét.
- rendelkezésre álló sebességű (AVAILABLE BIT RATE – ABR) szolgálati kategória garantál ugyan egy minimális sávszélességet, de az ezt meghaladó igények esetén csak az éppen szabad sávszélességről értesíti az információforrást. Ennek megfelelően nemcsak az információ keletkezésének a sebességét nem ismerjük előre, de bizonytalan egy adott pillanatban a rendelkezésre álló sebesség is. ABR kategóriás alkalmazás lehet például olyan adatkommunikáció, melyet távvezérlés céljából tartanak fenn, vagy elosztott adatbázishoz való hozzáférés.
- nem garantált sebességű szolgáltatás (UNSPECIFIED BIT RATE–UBR), amikor az összeköttetés számára az ATM hálózat csak az éppen szabad sávszélességet kínálja fel, azaz nincs előzetes sávszélesség lefoglalás. A kommunikációs útvonalak túlterheltsége esetén az ebbe a szolgáltatási osztályba tartozó cellákat fogja először eldobni a forgalomszabályozó algoritmus, ezért ez a legalacsonyabb prioritású kategória. UBR alkalmazás lehet pl. e-mail, fájltranszfer, szöveg/adat/kép elosztás.

Az ATM szabvány szerinti jelenlegi maximális sebessége 2,488 Gbit/s. Hatótávolsága multimódusú optikai szál felhasználásával 2 km, monomódusú optikai szál esetén 40 km. Korszerű kapcsolóelemek felhasználásával az ATM kapcsolók sebessége jelentősen fokozható. Kísérleti körülmények között, GaAs és Bi-CMOS félvezetőkkel elérték már a 160 Gbit/s-os sebességet is [95].

Az előzőekben leírtak alapján a korszerű katonai kommunikációs igények szempontjából az ATM legfontosabb jellemzői:

- az információ típusától (folyamatos-szakaszos) függetlenül továbbításuk adott hosszúságú blokkokban történik. A cellák előállításának gyakorisága arányos az eredeti információ sebességével, így bármilyen tulajdonsággal bíró (állandó- és változó- sebességű) információ átvihető az ATM cellák segítségével;
- a rögzített cellahosszból adódóan az ATM cellán belül a cella fejrésze állandó pozícióban található. A cellák számlálása könnyű, ennek következtében minden egyes ATM cella esetén nagy sebességű átvitel garantálható;

- az ATM hálózaton belül a kommunikációs csatornák és útvonalak virtuálisak, azonosításukat a fejrészben levő címkék biztosítják. A címkék könnyen átírhatók, így a csatorna és útvonal minden egyes cella esetén egyszerűen és gyorsan módosítható;
- a kisméretű cella fejrész egyszerű protokollok alkalmazását teszi lehetővé a nagysebességű kapcsoló központban. Következésképpen viszonylag olcsón előállíthatók és beépíthetők nagyon gyors hardver bázisú központ elemek az olcsó, de lassú szoftveres megoldásokkal szemben.

3.4.6 Kombinált rétegprotokollokon alapuló technológiák

Korlátlan katonai kommunikációs hálózati erőforrás és korlátlan csatorna kapacitás megléte esetén a csapatvezetés igényét kielégítő MH ÁTKR továbbfejlesztése mennyiségi kérdést és viszonylag egyszerű technikai problémát jelent. A rendelkezésre álló kommunikációs erőforrások korlátaikhoz közelítve a sikeres hadműveletek kommunikációs elvárásainak kielégítése egyre inkább minőségi kérdés, egyben tudományos probléma, melynek megoldása nagymértékben függ a parancsnokok és törzsek által igényelt kommunikációs szolgáltatások típusától. A katonai kommunikációs erőforrások korlátozottsága miatt ebben az alfejezetben azt vizsgálom, hogy milyen tulajdonsággal rendelkeznek a magasabb szintű rétegprotokollokon működő kommunikációs technológiák.

Az **internet** számítógépes alhálózatok és számítógépek átjárók (GATEWAY) és hosztok segítségével összekapcsolt hálózata. Az internet olyan alhálózatokból, hálózatokból és világméretű összekapcsolt hálózatokból (INTERNETWORK) áll, mely összeköti a kutató intézeteket, egyetemeket, kormányzati szerveket és a magánfelhasználókat. Elemeit tekintve rendkívül heterogén, ennek megfelelően az 1970-es évek végén az amerikai védelmi minisztérium megbízásából speciális protokoll készletet kellett kifejleszteni az internet különböző típusú hálózatainak összekötésére. Az 1980-as évek elején az egyetemi és a katonai hálózatok külön hálózatokba tömörülnek (ARPANet és MILNet). Az eltelt mintegy húsz évben egy integrált, multimédiás, világméretű hálózattá vált (WWW¹⁰²), melynek növekedési üteme napjainkban is exponenciális.

Az OSI modellben hálózati rétegnek megfelelő internet réteg összeköttetés nélküli, csomagkapcsolt hálózatot eredményez, ezáltal lehetővé válik bármilyen

¹⁰² WWW – World Wide Web (web vagy világháló) az internet mellett a legtöbbet használt –HTML dokumentumleíró nyelven alapuló- hálózat. A hálózatba kapcsolt számítógépeken elhelyezett dokumentumokban (honlapokon) más, a világhálón fellelhető dokumentumokra mutató kapcsolódási pontok (link) találhatóak, melyeket követve azok tartalma megtekinthető. Ha a hivatkozott dokumentumok szöveg mellett képet, mozgóképet, animációt vagy hangot is tartalmaznak akkor a multimédiás dokumentumot hipermédiásnak nevezzük. (<http://www.kfki.hu/~cheminfo/hun/olvaso/lexikon/w.html#World%20Wide%20Web>).

hálózatba bármilyen hálózaton keresztül az adat (IP csomag) küldés. A TCP az OSI modell szállítási rétegének feladatát látja el, egyben forgalomszabályozást is végez. Mivel a TCP/IP modellben nincs viszony és megjelenítési réteg, ezért a szállítási réteg fölött közvetlenül az alkalmazási réteg található a jól ismert magasabb szintű protokollokkal (TELNET {NETWORK TERMINAL PROTOCOL}, FTP {FILE TRANSFER PROTOCOL - ÁLLOMÁNYÁTVITELI PROTOKOLL}, SMTP {SIMPLE MAIL TRANSFER PROTOCOL –EGYSZERŰ ÜZENETTOVÁBBÍTÁSI PROTOKOLL}, DNS {DOMAIN NAME SERVER - SZIMBOLIKUS TERÜLET NÉV-KISZOLGÁLÓJA} és HTTP {HYPERTEXT TRANSFER PROTOCOL}).

Az adategységek nagyságát tekintve a TCP/IP protokoll család maximálisan 65 536 bájtos méretet támogat, amely a továbbítás során kisebb részekre töredezhet. A címzést illetően jelenleg a 4 bájtos (32 bit) címmezőt támogatja a protokoll (IPv4), mely a hálózatbővülési ütemet tekintve pár éven belül elfogy [96], (20. melléklet). Az 1993-ban Steve E. Deering és Paul Francis által kidolgozott új IPv6 már 16 bájtot használ címmezőnek, mely gyakorlatilag kifogyhatatlan. Javaslatukat 1995 végén elfogadták (RFC1752), de az áttérés nem lesz zökkenőmentes, mivel az IPv6 nem kompatibilis felülről az IPv4-el. Közbülső megoldást jelenthet az IPv4 protokoll belsejében való IPv6 „utaztatása”, melyet alagutazási technikának neveznek [97].

Az internet alapszolgáltatása egy bizonytalan adatsomag továbbítás, melynek során a csomagok elveszhetnek, esetleg megkettőződhetnek, rossz sorrendben érkehetnek a célállomáshoz¹⁰³. Ráadásul az internet protokoll készlete nem ad garanciát a csomagok továbbítási- és késleltetési idejére és a valóban igénybe vehető sávszélességre.

Az internetnek ezek a megbízhatatlan jellemzői nem okoznak problémát informatikai környezetben, hiszen végül is erre találták ki. Interaktív (például TELNET) és különösen multimédiás kapcsolatok esetén a katonai felhasználók azonban más minőségű szolgáltatásokat igényelnek. A protokoll készletben levő jelenlegi „BEST-EFFORT” szolgáltatás mellett be kell építeni a „garantált”, a „prediktív” és az „ellenőrzött” késleltetésű szolgáltatásokat. Ehhez természetesen nagyobb sávszélességű és megbízhatóbb internet transzport hálózatok kellene.

A szolgáltatás minőség javításának egy megoldása lehet az internet protokoll illesztése az ATM hálózathoz (IPOATM), melyet az OSI 3. és 4. rétege közé beszűrt alréteg biztosíthat [98]. A megoldást az internet Engineering Task Force dolgozta ki. Ennek alapján az IP és az ATM között címkonverziót kell végrehajtani (a célállomás IP címe alapján meg kell keresni az ATM címet). További feladat az információ újracsomagolása az IEEE 802.2 szabvány szerint, melyet az ATM AAL (ASYNCHRONOUS TRANSFER MODE APPLICATION LAYER -

¹⁰³ A TCP réteg képes ugyan kezelni a rossz sorrendbe érkező vagy meghibásodott csomagokat, de késleltetés árán.

ASZINKRON ÁTVITELI MÓD ALKALMAZÓI RÉTEGE) 48 byte-os részekre fog felosztani. Az újszerű megoldáshoz a felhasználói kommunikációs forgalom elemzésén túl bizonyos optimalizációs eljárások is szükségesek. Ehhez célszerűbbnek tűnik az ATM-nek IP szempontból történő technikai átalakítása, mivel a gerinchálózati szolgáltatók száma lényegesen alacsonyabb, mint az internet felhasználóké.

Az előző fejezetekből következik, hogy napjaink korszerű katonai kommunikációs rendszere, ide értve a transzport hálózatot is döntően csomag- és cella kapcsolás elvén működik. Mivel az információt típusától függetlenül (hang, szöveg, adat, kép) csomagokba és cellákba szervezve továbbítják, logikusan adódik a kérdés, hogy az internet hogyan alkalmas saját csomagkapcsolás elvén működő protokoll készletével (IP, VoIP és IP telefónia) támogatni a kommunikációt?

Az informatika eszközrendszerének és az azokat összekötő számítógépes hálózatok gyors fejlődésének eredményeként felismerték, hogy a számítógép nem csak adatokkal történő különböző műveletek elvégzésére alkalmas, hanem adatok továbbítására, tárolására és vételére is.

Az internet telefonálásra való felhasználására a katonai kommunikációs rendszer szempontjából kétféle megoldás lehetséges.

Az első szerint a katonai felsővezetésben, a csapatok törzseiben, egységeiben, alegységeiben tevékenykedők multimédiás képességű számítógépekkel tartják a kapcsolatot. A számítógép ennek megfelelően az ember-gép interfészen megfelelő audio eszközöket, fejhallgatókat, mikrofonokat kezel, illetve ennek érdekében speciális szoftveres és hardveres támogatással rendelkezik. A számítógép, mely lehet helyi hálózat része is, közvetlenül kapcsolódik az internethez például modemem keresztül (21. melléklet). Ekkor pl. egy katonai felhasználó számítógépét egyedi IP címmel kell ellátni.

A másik lehetséges megoldás egy speciális többrendeltetésű eszközt, VoIP átjárót (VOIP GATEWAY¹⁰⁴) használ. A **VoIP átjáró rendeltetése** többek között [99]:

- a beszéd- és jelzés átvitel biztosítása, a számkiosztási rendszer támogatása;
- az internet csomagok kezelése, vétele és továbbítása;
- az internet és a távbeszélő hálózat közti interfész megvalósítása;
- a digitális jelsorozat analóg jellé, az analóg jel digitális jelsorozattá konvertálása;

¹⁰⁴ Az eszköz felépítésében jelentősen különbözik az előző fejezetben leírt DSTG-től.

- a csapatvezetésben tevékenykedők hozzákapcsolása az internethez, felhasználói jelzéseik érzékelése valamint ugyanezen jelzések előállítás a felhasználó felé.

A VoIP átjáró több helyszínen telepíthető:

- a helyi és tranzit központoknál (laktanya, helyőrség);
- csomóponti és vezetési pont hírközpontokban;
- a katonai kommunikációs rendszerben üzemelő számítógépes helyi hálózatok szervereinél, Web- szervereinél, útválasztóinál.

A VoIP telefonálás során továbbítani kell a hangot (beszédet) és a felhasználói jelzést is, melynek sarokköve az internet Protokoll. Az TCP/IP modellnek megfelelően ezt a hálózati réteg funkcióját realizálja, ennek megfelelően az információs csomagok hálózati szintű útválasztását biztosítja. Nem garantálja az üzenetek kézbesítését, így a katonai felhasználók által generált csomagok torzulhatnak, elveszhetnek, egymáshoz képest eltérő sorrendben és eltérő késleltetéssel érkehetnek meg rendeltetési helyükre.

A beszéd csomagok megfelelő továbbításának központi kérdése azok késleltetési ideje. A normális katonai kommunikáció során a beszédet tekintve 250-300 msec az az érték, amely még nem csökkenti jelentősen a beszédérthetőséget. Ezzel párhuzamosan fennáll a VoIP telefonálásnál az a probléma, hogy azokat a csomagokat, melyeket nem sikerül 300 msec alatt eljuttatni a felhasználóhoz a TCP/IP UDP-ja (USER DATAGRAM PROTOCOL) eldobja. A hasznos információ továbbításának minősége – és ezzel összefüggésben a beszédérthetőség- nagymértékben függ az internet csatorna minőségétől.

A beszéd csomagokat a keletkezésük helyén sorszámmal és időjelzéssel látják el, így biztosítva a célállomásnál a beszéd folyam helyreállításának lehetőségét. A maximált késleltetési idő 300 msec értéke miatt ez az eljárás a H.323 ajánlás szerint működő hálózatokban csak valós idejű protokollal működik (REAL TIME PROTOKOL - RTP) [100].

A VoIP átjárónak tartalmaznia kell a beszéd kódolására és dekódolására alkalmas egységet¹⁰⁵ (KODEK) is. A **kodekek fő típusai:**

- impulzus-kód moduláció (PCM és ADPCM {ADAPTIVE DIFFERENTIAL PULSE CODE MODULATION - ADAPTÍV DIFFERENCIÁLIS PCM}) elvét alkalmazók;
- a beszédjel vokóderrel történő konverzióján alapulóak;
- kombinált típusúak.

¹⁰⁵ A beszéd típusú kodekek részletes elméleti összefüggéseit tárgyalja: http://www.mobile.esc.soton.ac.uk/speech_codecs/hybrid.html.

A MH ÁTKR **VoIP** lehetőségekkel való **kiegészítése** során az alábbi **szempontokat** célszerű figyelembe venni:

- az IP csatorna sávszélessége minimum 360 kbit/s (javasolt az E1- ISDN PRA);
- egy terheletlen adatcsatornát szükséges fenntartani az állandó IP címek miatt;
- a VoIP csatorna adás-vétel és vétel-adás irányban mért összes késleltetése ne haladja meg a 300 msec-ot;
- a maximális IP csomagvesztés ne legyen nagyobb 7%-nál¹⁰⁶;
- a hagyományos távbeszélő hálózatokhoz hasonlóan a katonai felhasználó hívásjelzése legkésőbb 10 másodperccel a hívást követően megérkezzen a hívott félhez.

A **Többprotokollos címkekapcsolást** címkecserelesen alapuló csomagtovábbítási mechanizmus. Azért nevezik „többprotokollosnak”, mert *bármely!* második és harmadik rétegbeli hálózati protokollal együttműködhet [101]. Ez az MH ÁTKR lehetséges átalakítása szempontjából azt jelenti, hogy az MPLS mind az OSI, mind az ATM, mind a TCP/IP alapú, magasabb réteghez tartozó információ átvitelt támogathatja. A gyakorlatban az MPLS-t elsősorban az ATM ↔ IP, valamint az optikai hálózatok ↔ IP rugalmas összekapcsolásra használják.

A távközlés-informatika konvergenciája ma már nem csak a szolgáltatásokban jut kifejezésre, hanem egyre erőteljesebben érvényesül a hálózatok konvergenciájában is. Ez azt jelenti, hogy a legkorszerűbb infokommunikációs hálózatok nem csak multimédiás szolgáltatásokat kínálnak fel, de emellett immár szétválaszthatatlanul integrálják a távközlő és informatikai hálózatokat is.

Közismert, hogy az IP alapú hálózatokban az útválasztók (routerek) minden egyes hozzájuk érkező adatsomagot – az IP protokoll által definiált IP fejrésznek megfelelően – megvizsgálják, majd az IP fejrészben levő címre továbbítják az adatsomagokat. Az adattovábbítás lehetséges útvonalának a kiválasztása minden egyes adatsomag esetén és minden egyes IP útválasztónál külön-külön megtörténik¹⁰⁷. Ez a procedura jelentősen mértékben lassítja az IP csomagok feldolgozását és teljesen kiszámíthatatlanná teszi az IP csomagok továbbításának útvonalát. Ennél fogva az IP nem képes garantálni a csomagok késleltetését, késleltetés ingadozását, sőt a csomagvesztési valószínűséget sem

¹⁰⁶ Maximális csatorna terhelés esetén is szükséges a csomagok legalább 93%-os átalakítása a minimális beszédérthetőség miatt.

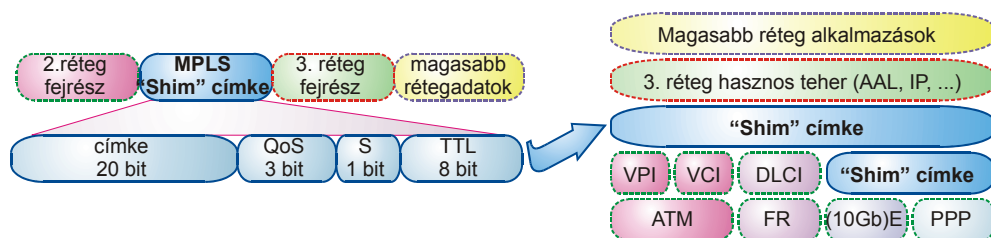
¹⁰⁷ Az említett feladatokon kívül az esetek döntő többségében előfeldolgozást (IP precedencia állítást), útvonalválasztási döntést, osztálybasorolást, a kimeneten forgalmi sorbaállítást (queuing) és sebességkorlátozást is végre kell hajtani, mely funkciók többsége hardverrel nem támogatható.

tudja előre megadott értéken tartani. Létezik az IP-nek egy eszköztárája (DIFFSERV {Differentiated Services - Megkülönböztetett Szolgáltatások}, INTSERV {INTEGRATED SERVICES - INTEGRÁLT SZOLGÁLTATÁSOK}, ECN {Expressed Congestion Notification - Kifejezett Torlódásvezérlés}), mely korlátozott QoS megvalósítást támogat, de ennek ellenére előfordulhat az IP hálózatrész átmeneti túlterhelődése [102]. Több erőforrás hozzárendelése segíthet a torlódási problémák egy részén, de ekkor a kommunikációs csatornák kihasználtsága nem hatékony.

Az MPLS egy rögzített hosszúságú, rövid, nyolc bájtból álló ún. „Shim” címkét (LABEL) illeszt a kommunikációs eljárások második- és harmadik rétege közé [103], melyben a forrástól a címzettig történő csomagtovábbításhoz szükséges információ megtalálható. A címke egyrészt tartalmaz a csomagtovábbításhoz szükséges húsz bites helyi azonosítót¹⁰⁸, egy három bites QoS blokkot, egy verem tartalom létezését jelző bitet, és egy nyolc bites azonosítót a csomag célbaérkezéséig hátralevő MPLS kapcsolók darabszámának jelölésére [104]. A csomagtovábbítás egyirányban, az útválasztókban előre kialakított és frissített, kisméretű („LABEL SWITCHING TABLE”-ban) táblázatokban szereplő adatoknak megfelelően, előre meghatározott útvonalon történik.

Az MPLS címkekapcsolt útválasztó (LABEL SWITCH ROUTER – LSR) funkciók „beültetését” akár ATM kapcsolók, akár optikai kapcsolók hardver kiegészítésével vagy szoftver frissítésével (UPGRADE) is meg lehet oldani [104], így a meglévő ATM transzportálózat olcsón és gyorsan továbbfejleszhető MPLS képességű hálózatra.

A hálózatot alkotó címkekapcsolt útválasztók közül a hálózat szélén található LSR-ek az él (perem) címke-útválasztók. Ezek feladata az adatcsomagok fogadása az interfészekről, azok egyszeri osztályozása és az MPLS címke hozzáillesztése a csomag típusától függően a megfelelő helyre 3.18. ábra. Az MPLS hálózat belsejében található összes többi elem a mag (CORE) útválasztó, melyek feladata a csomagok vizsgálat és feldolgozás nélküli gyors továbbítása.



3.18. ábra Az MPLS „Shim” címke a rétegalapú modellben (Forrás: [103])

¹⁰⁸ Két útválasztó közötti viszonylatra vonatkoztatva.

A 2. és 3. rétegbeli funkciók közé tehát beillesztve egy 2,5. „réteget” jelentős mértékben lecsökken az adatsomagok továbbításához szükséges 3. rétegbeli feldolgozások száma.

Az MPLS kiválóan alkalmas az IP- és az ATM-réteg integrációjára. Ez a tény azért fontos, mert az MPLS nélkül kialakított legtöbb IP hálózat ATM PVC hálózaton keresztül kapcsolódik össze egymással, és ez azt eredményezi, hogy az IPoATM működőképes ugyan, de rosszul skálázható és nem menedzselhető [102].

Az IP és az ATM MPLS segítségével történő összekapcsolását *ATM alapú MPLS kapszulázásnak* nevezik, mivel az MPLS címke beépül az ATM fejléc VPI és VCI azonosítói helyére (3.16. ábra). Az ATM-nek a 3.4.5 alfejezetben definiált állandóan fennálló (PVC) és kapcsolt virtuális összeköttetés (SVC) típusai mellett az MPLS újabb összeköttetés típust, a címkézett virtuális összeköttetést (LABEL VIRTUAL CONNECTION – LVC) is felkínál. Az ATM kapcsolók MPLS funkciókkal történő kiegészítése és a kapszulázás technikája együttesen tehát lehetővé teszik a PVC, SVC és LVC egymáshoz képesti arányának meghatározását.

A **virtuális magánhálózat**¹⁰⁹ (VIRTUAL PRIVATE NETWORK – VPN) kialakítását az MPLS teljes körűen támogatja. A VPN létrehozását követően azon belül tetszőleges címtartományokat, vagy - a különböző célból kialakított VPN-eken belül - azonos címtartományokat lehet kijelölni [105], így egy adott VPN olyan IP címtartományt is használhat, amely egy másik VPN-el átfedi egymást. Az MPLS VPN protokollok a mag útválasztókon futtathatók, így kapcsolatmentes és jól skálázható 3. réteg szintű IP hálózatokat lehet kialakítani. Az MPLS VPN protokoll segítségével virtuális útválasztók is definiálhatók [106]. Az IP VPN részletes megvalósítási módjait az RFC 2547 és az RFC 2917 írják le.

Az MPLS alapú és a hagyományos IP alapú hálózat jellemzőinek összevetését a 2. táblázat tartalmazza.

Az MPLS technológia továbbfejlesztéseként egyes publikációkban előrevetítik a teljes optikai alapon történő, közvetlen MPLS alkalmazásának a lehetőségét [107]. A megoldási javaslat az optikai átvitel és az MPLS közötti rétegek lecsökkenése miatt teljesítmény- és sebességnövekedéssel járhat együtt, de valószínűleg a hozzáférő hálózatokban – a különösen magas kiépítési költségek miatt – hosszú ideig nem terjed el széles körben az optikai szál technológia.

¹⁰⁹ Virtuális magánhálózat: olyan logikailag egy egységet alkotó, egységesen menedzselte, közös, megosztott felhasználású kommunikációs átviteli hálózat, mely lehetővé teszi közös erőforrások különböző szervezetek részéről történő használatát illetve a közös hálózatot használó szervezetek elkülönítését.

2. táblázat Az IP és az MPLS hálózat összehasonlítása

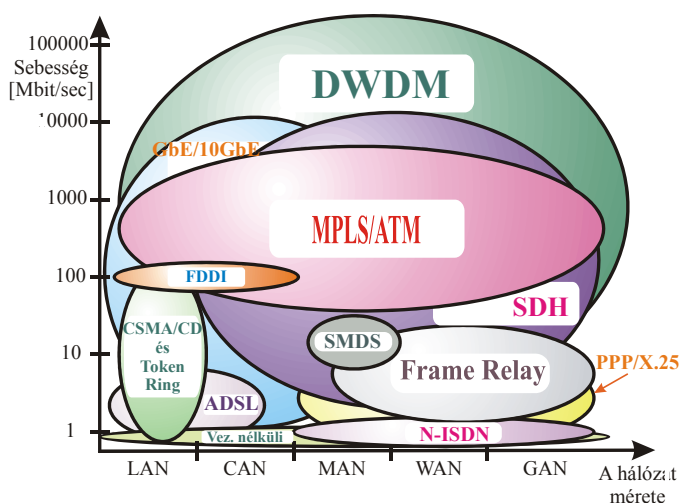
Szemponatok	Hagyományos IP hálózat	MPLS hálózat
Szolgáltatás minőség (QoS)	Nincs QoS támogatás	ATM QoS
Forgalom tervezése	Csak a kézbesítési szándék garantált	A címkekapcsolás útvonala akár kézzel is beállítható a QoS érdekében
VPN támogatás	Egy útválasztó/felhasználó és statikus VPN definiálható	Virtuális útválasztók, titkosított VPN protokollok
Teljesítmény	A útválasztókhöz tartozó nagyszámú kapcsolat csökkenti a hálózat teljesítményét	A kisszámú útválasztó kapcsolat optimális hálózati teljesítményt eredményez
Beszéd – adat integráció minősége	VoIP „best effort”-tal	Szabványos hangminőség QoS támogatással

KÖVETKEZTETÉSEK

A katonai vezetés kommunikációs igényeinek változásával együtt az MH ÁTKR-nek a következő új jellemzőket kell felmutatni:

- robusztus szolgáltatások (külső behatásokkal szembeni ellenállóképesség, túlélőképesség);
- a jelenlegi állandó hírendszerhez képest jelentősen nagyobb sáv szélesség és adattovábbítási sebesség;
- új jövőbeni kommunikációs szolgáltatások bevezetésének lehetősége, a kommunikációs rendszer architektúrájának jelentős módosítása nélkül;
- alapvetően olcsó alkalmazások a polgári szférában már bizonyított, elterjedt rendszer és technológia átvételével;
- interoperabilitás és kommunikációs átjárhatóság a tábori hírendszer, a köz- és zártcélú nemzeti és nemzetközi hálózatok között.

A globális interoperabilitás szempontjából az MH ÁTKR-nek a legfontosabb polgári és az ezekkel döntő mértékben összecsengő katonai kommunikációs szabványoknak és ajánlásoknak kell megfelelnie. A kommunikáció és informatika globális konvergenciájának érvényre jutása miatt a leendő MH ÁTKR egyik legfontosabb jellemzőjeként – a továbbítandó híryanagoktól függetlenül – biztosítani kell azok magas szintű szolgáltatásminőségét (QoS).



3.19. ábra Különböző hálózati megoldások kiterjedés–sebesség alapú összehasonlítása

Az MH ÁTKR technikai fejlettségét tekintve elavult, a jelenlegi vezetés igényét azonban szükségszerűen képes kielégíteni. A korszerű vezetés részéről felmerülő igényeknek megfelelő, mennyiségi alapon történő bővítése a jelenlegi

– döntően PDH alapú – megoldásokkal hosszú távon nem gazdaságos, az új típusú információ típusokat és információtovábbítási igényeket (video, mozgókép, valós idejűség, nagy mennyiségű beszéd-adat továbbítás, stb.) alacsony hatásfokkal támogatja. A nagysebességű, valós idejű alkalmazások igénybevételének rendszeressé válása esetén a PDH jellegből fakadóan jelentős forgalmi torlódások léphetnek fel.

Az OSI protokollok olyan nemzetközi szabványosítási intézetek és szervezetek által lettek kidolgozva, mint az ISO, IEC és ITU-T. Az OSI filozófiájából adódóan potenciálisan alkalmas a globális interoperabilitásra. Következésképpen az OSI – mint nemzetközi *de jure* szabvány – és a TCP/IP – mint nemzetközi *de facto* szabvány – alkalmasak lehetnek az MH ÁTKR számára globális (világméretű) hálózatközi együttműködésre. A különböző kommunikációs hálózati megoldások fizikai kiterjedtségét és az általuk biztosított jellemző információ átviteli sebességeket a 3.19. ábra mutatja, melyet elemezve és a 3. fejezetben leírtakat alapul véve kikövetkeztethető:

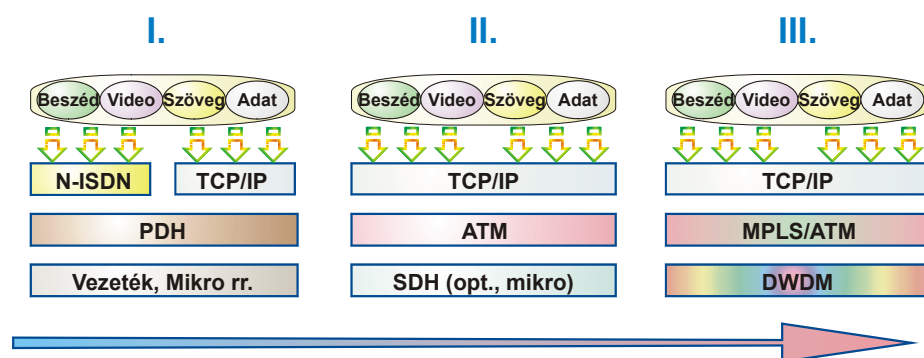
1. Az optikai szálak átvitel rendkívül előnyös tulajdonságokkal rendelkezik az MH ÁTKR hosszútávú fejlesztése szempontjából. Gyakorlatilag korlátlan átviteli kapacitást biztosít, mentes az elektromágneses zavaroktól és jelenleg Magyarország területén közbülső regenerátorok alkalmazása nélkül megvalósítható a DWDM technológiával kialakított gerinchálózat. Alkalmas továbbá a perspektivikus katonai kommunikációs megoldások hosszú távon történő támogatására. Kiepipítése drága, de mivel jelenleg a leginkább időálló megoldás, ezért fajlagos sebességre vetítve a legköltségtakarékosabb.
2. Az SDH multiplex struktúrájának, kiforrott hardverelemeinek (TM, ADM, DXC) köszönhetően képes a jelenlegi MH ÁTKR jellemzően $nx2$ Mbit/s-os sebességét magába integrálni, mely egy robusztus, automatikus hibajavítást felkínáló, öngyógyító funkciókat tartalmazó, széles körben alkalmazott technika. A jelenlegi MH ÁTKR PDH hálózatához képes lényegesen nagyobb mértékben támogatja a TMN-t, melynek köszönhetően rugalmasan megoldható a hálózat átkonfigurálása és biztosított az automatikus útvonalkeresés lehetősége.
3. Az X.25 és az N-ISDN – mint a jelen technológiái – nem kínálnak fel elegendően nagy átviteli sebességet. A PPP, SMDS elsősorban informatikai hálózatok összekapcsolására alkalmas protokollok, melyekkel realizálható sebességek az alacsony-közepes tartományba esnek. Nem támogatják a bonyolult hálózati topológiákat. Főbb tulajdonságai alapján az FDDI az informatikai hálózatok optikai gerinceként funkcionálhat akár nagyobb távolságokon is, de további alkalmazása – elsősorban a vezető kommunikációs eszközök gyártóinak állásfoglalása miatt, valamint azért,

mert átviteli sebességét tekintve két nagyságrenddel gyorsabb technológiák is léteznek – már nem javasolható.

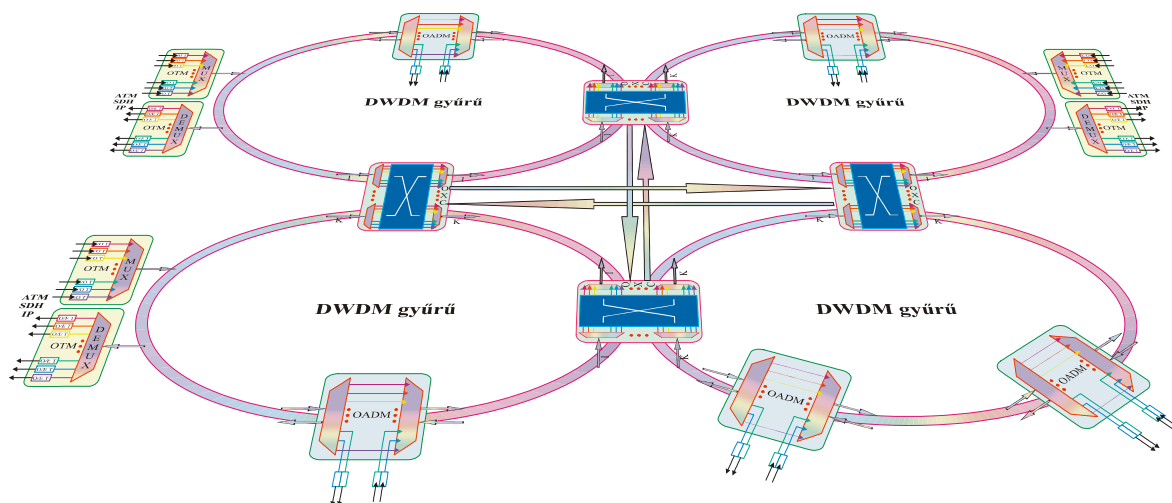
4. A GbE, de különösen a 10GbE igen nagy adatátviteli sebességet biztosít. Maximális szegmenshosszuk monomódusú optikai szál felhasználásával 40 km. Mivel a TMN-t nem támogatják megfelelő mértékben átfogó transzport-hálózati funkciókra kevésbé alkalmasak. A továbbfejlesztett MH ÁTKR nagysebességű LAN-WAN kiegészítésére javasolható.
5. Az ATM alkalmazása jó megoldásnak tűnik az MH ÁTKR továbbfejlesztése szempontjából. Mind SDH (mikrohullámú reléekkel is), mind optikai szál transzport-hálózattal együttműködhet és nagy adatátviteli sebességet biztosít. QoS-el támogatja az eltérő információ típusokat, TNM-je fejlett, virtuális hálózatok kialakítását támogatja. Nincs szabványosított hatékony megoldása azonban a mind szélesebb körben elterjedő és meghatározóbb IP alapú alkalmazásokra, figyelembe véve az IPoATM technológiát is.
6. A TCP/IP olcsón és széles körűen támogatja a multimédiás információátvitelt. Teljesítőképessége nagymértékben függ a gerinchálózat sebességétől. A továbbítandó híranyag tulajdonságainak több szempontból történő figyelembevételét és szolgáltatás minőséget nem garantál, nem megbízható, a TNM-et az IPv4 nem támogatja megfelelően. Tovább lépés várhatóan a lényegesen nagyobb címmezővel rendelkező IPv6 protokoll elterjedésével várható, azonban kritikus katonai kommunikációs alkalmazásokhoz az IPv6-ba épített QoS készlet is alacsony.
7. A kapszulázással és – az ATM gerinchálózat felett – VPN protokollt alkalmazó MPLS-el rendkívül kedvező tulajdonságokkal rendelkező, platformfüggetlen, integrált hálózat alakítható ki, mivel:
 - a – 3.4.5 alfejezetben elemzett – ATM szolgálati kategóriákra az IP DiffServ, IntServ és ECN QoS osztályai leképezhetők, így masszív QoS szolgáltatásokkal rendelkező hálózati architektúra jön létre;
 - a PVC, SVC és LVC arányok módosításával az ATM kapcsolók közötti trónkók sáv szélessége szabadon felosztható, így az MPLS hálózat forgalmi erőforrásai a továbbítandó információ típusának függvényében jól skálázhatók;
 - az MH ÁTKR szervezeti elemeihez és a szervezetek diszlokációjához – az MPLS VPN protokoll használatával – tetszőleges tulajdonságokkal rendelkező virtuális magánhálózat alakítható ki;
 - az MPLS képes egyetlen hálózaton a beszéd-adat integrálására kiváló szolgáltatás minőség biztosítása mellett, ezért az MH ÁTKR továbbfejlesztése során az elkülönült távközlő és informatikai hálózatokat egységes kommunikációs hálózatba kell szervezni.

AJÁNLÁSOK, JAVASLATOK, MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGI MEGFONTOLÁSOK

A 20. századi polgári – katonai távközlés és informatika gyorsuló ütemű fejlődést mutat. A fejlesztések eredményeinek gyakorlati alkalmazása egyre rövidebb idő alatt megtörténik. A katonai vezetés igényrendszerébe fokozatosan beépülnek a nagy számítási teljesítménnyel rendelkező kommunikációs eszközökkel létrehozott hálózatok új típusú szolgáltatásai, melyeknek legfontosabb jellemzői az integráltságban, a beszéd- és adatátvitel konvergenciájában, a valós idejűségben és a nagymennyiségű adattovábbítási lehetőségben összegezhetők.



3.20. ábra A különböző technológiák egymásra épülése és evolúciója



3.21. ábra Az MH ÁTKR DWDM transzport hálózatának lehetséges elvi kialakítása optikai kapcsolókkal (OTM, OXC, OADM)

Nem túlzás kijelenteni, hogy a 21. század eljén nincs helye az MH ÁTKR-ben – a világ általános technikai fejlődésével ellentétben – elkülönült távközlési és informatikai fejlesztést végezni. Éppen ellenkezőleg, ma már az

MH jelenlegi érdekét is csak egy integrált, egységes ÁTKR megvalósítása szolgálhatja, melynek azonban többféle eltérő fejlettségű és eltérő technikai-gazdasági jellemzőkkel rendelkező kialakítása lehetséges. Figyelembe véve az előző fejezetekben leírtakat, az MH ÁTKR technikai továbbfejlesztése során, annak protokoll felépítését a 3.20. ábra II. vagy a III. változata alapján célszerű kialakítani.

Az MH ÁTKR fizikai közegeként optikai szálát, illetve mikrohullámú átviteli közeget célszerű választani. Az üvegszál alkalmazásakor előnyben részesíthető olyan típusú (DWDM) monomódusú optikai szálát, mely lehetővé teszi az MH ÁTKR optikai gerinchálózatának – közbülső erősítők beiktatása nélkül történő – kiépítését (3.21. ábra).

Az optikai kábeles infrastruktúra létrehozásakor két, egymástól eltérő stratégiai ajánlható:

1. Az egyik stratégia a honvédségi költségvetésből történő megvalósítás. A megoldás előnye a teljes rendelkezésre állás mellett a kiépítést követő fenntartási költségek alacsonyabb szintje. Az MH optikai kábeles gerinchálózatának létrehozása során jelentősebb számú tartalék optikai szálát vagy kábelt lehet lefektetni, mely a továbbfejlesztések és az esetleges bérbeadási elképzelések (lásd MÁV \Rightarrow PanTel Rt.) esetén lehet előnyös. A megoldás további pozitív oldala, hogy az MH ÁTKR-ben a kommunikációs átviteli út frekvencia kiosztási problémái megszűnnének. Hátránya, hogy még rövid szakaszokon is csak magas költséggel lehet kiépíteni az optikai kábelt, ezért szakaszosan, először a legfontosabb területeken kialakított optikai gyűrűk formájában, majd azt követően szövevényes vagy metsző gyűrűs topológia kialakításával lenne célszerű megvalósítani. Hátránya továbbá, hogy a megvalósítás időszakában valószínűleg jelentősen megterhelné a honvédség (ország?) költségvetését, még több éves távon is.
2. A másik stratégia a telekommunikációs szolgáltatások bérlése a nagysebességű kommunikációs hálózatok létesítésével és üzemeltetésével professzionális szinten foglalkozó szolgáltatóktól a „szükséges helyen – szükséges időben – és a szükséges sávszélesség igénybevételével” elv alapján. Számításba vehető csupán magának az optikai szál fizikai közegnek a bérlése, mindenféle járulékos technológiai kiegészítés nélkül. A bérlés alapú megoldás előnyös oldala, hogy az infrastruktúra építésével, továbbfejlesztésével, a fenntartó- és kiszolgáló szakállomány állománytáblás alkalmazásával, a ki- és továbbképzésével kapcsolatos terhek megszűnnének. A honvédség éves költségvetése ezekkel a tételekkel csökkenne, de az áramkörök viszonylag magas éves bérleti díja abba beépülne. Hátrány, hogy a Magyar Honvédség az állandó telepítésű kommunikációs rendszerét tekintve a távközlési szolgáltatók lehetőségeitől és fejlesztési ütemüktől függő,

kiszolgáltatott helyzetbe kerül. A távközlés teljes liberalizációját és a koncesszió teljes megszűnését követően 2004 után azonban a piaci verseny éleződésével, a kommunikációs szolgáltatások választékának gyors bővülésével és azok árának mérsékelt csökkenésével lehet számolni. Valószínűleg a kommunikációs szolgáltatások integráltabbak, időben és térben elérhetőbbek lesznek, mindemellett nagyobb adatsebességeket fajlagosan egyre olcsóbban lehet bérbe venni.

A fizikai réteg fölötti transzport hálózati technológiaként az SDH szintén számításba vehető. Honvédségi kommunikációs környezetben alkalmazásának előnyös oldala, hogy a korábbi PDH kiváltására fejlesztették ki, ezáltal SDH szinten is biztosított a felülről való kompatibilitás. Ugyanakkor az SDH rugalmas, nagysebességű és hatékony. Különösen előnyös az a tulajdonsága, hogy TNM-et használva a PDH jelsebességek gond nélkül bejuttathatók az SDH-ba, így a jelenlegi MH ÁTKR $n \times 2$ Mbit/s-os jeleit is képes fogadni. Az ADM-ek és a DXC-k ma már a távközlési piacon található SDH multiplexerek szerves részét képezik, azaz több multiplexelési funkciót egyesítenek egyetlen hardveres megvalósításban.

Átmeneti megoldást jelenthet a meglévő mikrohullámú gerinchálózatnak először fontosabb irányait, majd későbbi lépésként egy-két gyűrű topológiájú mikrohullámú architektúráját SDH STM-1 sebességű mikrohullámú pont-pont összeköttetésekkel felváltani¹¹⁰.

SDH rádiórelék alkalmazása az MH ÁTKR technikai továbbfejlesztése során akkor lehet indokolt, ha:

- fokozatosan történik az áttérés a PDH-ről az SDH-ra és költségvetési okoknál fogva nincs lehetőség optikai szál kiépítésére;
- rövid időn belül kell létesíteni SDH átviteli szakaszt (későbbi fényvezető szálak kiváltás esetén is);
- településen belüli közüzemi infrastruktúrális okok nem támogatják az optikai szálak SDH létesítését (különösen fővárosi viszonylatban);
- terep vagy domborzati viszonyok miatt kedvezőtlen, igen nagy fajlagos költségű üvegszálak kiépítést lehetne csak megvalósítani;
- nincs szükség 155 Mbit/s-nél jelentősen nagyobb átviteli sebességre hosszútávon sem;
- a meglévő MH ÁTKR PDH infrastruktúra részben vagy teljesen felhasználható (antenna szerelvények, telephelyek, tornyok).

¹¹⁰ Az SDH mikrohullámú eszközökben még nincs benne a multiplexer.

Hátrányos oldala a fenntartás- és üzemeltetés, kiképzés költsége, humán erőforrás vonzata, valamint az a tény, hogy 15-50 km-es távolságon atmoszférikus korlátok miatt a mikrohullámú összeköttetések STM-1 (155,2 Mbit/s) sebességét nem nagyon lehet meghaladni. A permanens és exponenciális léptékű sebesség igénynövekedést figyelembe véve következik, hogy az MH ÁTKR-nek kizárólag SDH mikrohullámú összeköttetéseken alapuló továbbfejlesztésének hosszú távon nincs perspektívája.

Az ÁTKR jelenlegi PDH mikrohullámú hálózatát a továbbfejlesztés során bizonyos viszonylatokban ki lehet egészíteni gyűrű topológiába rendezett DWDM optikai átviteli utakkal. Erre a fizikai átviteli útra alapozva MPLS/ATM-IP technológiák felhasználásával korszerű, jövőálló kommunikációs hálózatot lehet kialakítani, mivel a DWDM – ATM/MPLS alapú rendszer képes a mostani PCM hálózat ideiglenes integrálására, a későbbiek során annak teljes körű kiváltására, illetve alkalmas a jelenlegi és a perspektivikus (ATM alapú) tábori hírendszer felcsatlakoztatására is.

Megfontolást érdemel a mikrohullámú transzport áramkörök bérlésének a lehetősége is. Például az Antenna Hungária Rt.-nek az egész országot lefedő, mikrohullámú hálózata van (ORSZÁGOS TRANSPORTHÁLÓZAT – OTH). A mikrohullámú hálózat több, mint 50 NEC (NIPPON ELECTRIC COMPANY, LIMITED) fejlesztésű állomásból áll. A hálózat felépítése SDH elvű. Öt, egyenként 155 Mbit/s sebességű gyűrűből épül fel a rendszer, mely képes lehet a Magyar Honvédség PDH rendszerét magába integrálni és egységesen kezelni, illetve minden állomásán biztosíthatja a 2 Mbit/s-os és a 34 Mbit/s-os sebességű adatfolyamhoz való közvetlen hozzáférést (3.13. ábra). Hátránya ennek a megoldásnak, hogy az STM-1 sebességű hozzáférés viszonylag korlátozott számban alakítható ki.

Az előző fejezetben leírtakból látható, hogy a WAN technológiák közül az ATM az, amely képes masszív, felülről nem limitált sávszélességet felkínálni a katonai felhasználók számára. Annak ellenére, hogy az ATM egy-egy konkrét kommunikációs feladatra nem a legoptimálisabb hálózat, azonban a legáltalánosabb technológia, ezért mint a multimédiás hálózatok globális WAN szabványa, a távközlési piacon egyre inkább tért hódít.

Előnyös oldala továbbá, hogy a VC-k és VP-k segítségével a szükséges kommunikációs tulajdonsággal rendelkező ATM „bitcsövek” könnyedén hozzárendelhetők a katonai vezetés igényéhez és a hadszíntér kommunikációs topológiájához. Az ATM képes garantált minőséget (QoS) biztosítani különböző szolgáltatások esetén is. Az ATM teljes mértékben támogatja az integrált hang-, adat-, multimédia-, kép- és video- szolgáltatáson alapuló katonai kommunikációs alkalmazásokat.

Gyakorlati megvalósíthatóságát tekintve és az MH ÁTKR üzemelő digitális kapcsolóközpontokat vizsgálva megállapítható, hogy a HICOM 300E, HICOM 300H család bármely tagja kiegészíthető ATM kártyával¹¹¹. Az ATM interfészek közvetlenül kapcsolódhatnak egy másik HICOM központ ATM kártyájához, vagy közvetlenül – egy később rendszerbe állítandó – nagysebességű ATM kapcsoló központhoz optikai kábelen keresztül. Ez az elképzelés öltött testet abban a kísérleti hálózati konfigurációban, melyet a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Katonai Kommunikációs Rendszerszervező Tanszék 2000. évi pályázatát követően laboratóriumi körülmények között sikeresen megvalósítottunk (22. melléklet).

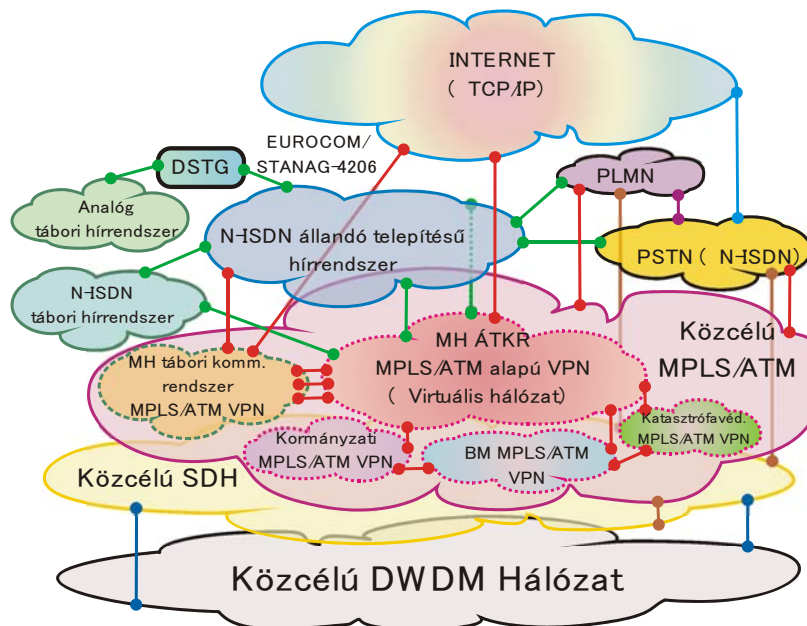
Az internetből és annak a katonai kommunikációs rendszerekbe integrálható változatából (Intranet) jelenleg hiányoznak a QoS lehetőségek, ennek ellenére mint globális és rendkívül dinamikus fejlődő, egyre inkább multimédiás lehetőségeket felvonultató technológia, a TCP/IP alapú kommunikáció a jövőbeni katonai kommunikációs hálózati megoldások elengedhetetlen része lesz. A VoIP megoldáshoz katonai alkalmazási környezetben azonban olyan kapcsoló központok kellene, melyek *mindegyike képes* – a hagyományos távbeszélő hálózathoz történő kapcsolódás mellett – az internethez való illesztést is biztosítani. Az MH ÁTKR átalakításának első lépéseként a digitális kapcsoló központokat célszerű olyan interfészekkel ellátni, melyek – szükség esetén – képesek a hagyományos beszéd és fax típusú hírszöveget az Intraneten továbbítani. Mindazonáltal a konkrét konfigurálás során a magasabb és alacsonyabb beosztású szolgálati személyek között prioritásképzéssel célszerű meghatározni azoknak a körét, akiknek a kommunikációs forgalmát a digitális központ – a kommunikációs hálózat túlterheltsége esetén – automatikusan átirányítja az alacsonyabb minőséget garantáló Intranetre.

Figyelembe véve a NATO kommunikációs rendszerében tervezett fejlesztéseket is, az MH ÁTKR technikai továbbfejlesztése vonatkozásában a leginkább ajánlható megoldás az MPLS/ATM VPN technológia bevezetése lenne. Igazán hatékonyan mindezt a közcélú DWDM-SDH-MPLS/ATM-TCP/IP infrastruktúrának a virtuális zártcélú hálózatok kialakításának a módszerével célszerű végezni.

A 3.22. ábra mutatja, hogy az MH ÁTKR VPN-je MPLS/ATM alapon jönne létre. Az MH tulajdonában levő, felügyelete alatt működő mikrohullámú és DWDM optikai szálalás WAN hálózatot kiegészítené a fejlett közcélú kommunikációs rendszerek segítségével létesített virtuális hálózat, de az MH

¹¹¹ Például. STMA modul, mely STM-1 ATM hozzáférést biztosít mono- és multimódusú optikai szálalás alkalmazva.

ÁTKR VPN alapú hálózata jellegét tekintve továbbra is zártcélú távközlő hálózatok kategóriájába tartozna.



3.22. ábra Az ATM-en alapú ÁTKR kapcsolatrendszerének egy lehetséges kialakítása

Az ajánlásnak nagy előnye lenne, hogy az – ágazati kommunikációs rendszerekhez képest dinamikusabban fejlődő, potenciálisan nagyobb teljesítőképességű – Magyar Köztársaság kommunikációs infrastruktúráját költségtakarékosabban és hatékonyabban használná fel.

Nem elhanyagolható momentum lenne továbbá, hogy az MH ÁTKR 15-20 évente bekövetkező technikai korszerűsítését kisebb lépésekkel és rövidebb időközönként (3-5 év) lehetne végrehajtani, mivel a Magyar Köztársaság kommunikációs infrastruktúrájában szinte azonnal megjelennek a legkorszerűbb hálózati megoldások és szolgáltatások. Következésképpen az MH ÁTKR technikai fejlesztése a NATO kommunikációs rendszerének perspektívikus fejlesztéseit is gyorsabban támogatná.

Mindezek ellenére alapvető kitételként kell azonban megfogalmazni, hogy alaprendeltetéséből adódóan, a kiszámíthatatlan jövőbeni szervezeti, helyőrségi-diszlokációs átalakításokat figyelembe véve, valamint a katonai kommunikációs rendszer hierarchikus-centralizált fenntartásának és a hálózatelem, szolgáltatás-forgalom menedzselhetőségének igénye miatt, az MH nem mondhat le az ÁTKR más közcélú és zártcélú hálózatoktól való *fizikai elkülönültségéről*.

A reálisan számbavehető technikai továbbfejlesztés önálló ágazati megvalósítást, üzemeltetést, felügyeletet és döntő többségében *ágazati*

finanszírozást fog jelenteni. Nem kerülhető meg tehát az MH ÁTKR technikai továbbfejlesztése során a rendszer- és eszközválasztás gazdasági megfontolásai.

A műszaki követelmények mellett a technikai továbbfejlesztésnek komplex módon figyelembe kell vennie a gazdasági, megbízhatósági és az átalakítást követő üzemelés élettartam költségeit is.

Első fázisként műszaki szempontok alapján szükséges meghatározni az MH ÁTKR jellemzőit, célszerűen „fölről lefelé” elv alapján. Ez azt jelenti, hogy végponttól végpontig modellezni kell a teljes informatikai-kommunikációs kapcsolatrendszert, definiálva a parancsnokok, a törzsekben dolgozók és egyéb katonai felhasználók kommunikációs igényét. Mivel az ÁTKR továbbfejlesztésének legfontosabb szempontja a meghatározott kommunikációs szolgáltatások (funkciók) megvalósítása, ezért a katonai felhasználói igényeket számszerűsíteni kell és egzakt műszaki követelményekké kell átalakítani.

Ez a makromodell tartalmazza a hálózati erőforrások és a végberendezések összességét, ennek megfelelően rendszer szinten eleget kell tenni a nemzetközi és nemzeti referenciahálózati követelményeknek (STANAG, ITU-T, ETSI, HÍF által kiadott alapvető műszaki követelmények). Mindezek mellett – a katonai hierarchiának megfelelően – a katonai felhasználói igényeket le kell bontani az adatok elérési sebessége, hibamentessége, az összeköttetés használhatósága, megbízhatósága, a kommunikációs forgalom várható nagysága, illetve biztonsági rendszerkövetelmények szempontjából is.

A gazdasági kérdések elemzésénél az egyik legfontosabb szempont az MH ÁTKR technikai továbbfejlesztésének költségvonzata. Egy részük a beszerzés idején jelenik meg, más részük a rendszerüzemeltetés és hálózatfenntartás során.

Mivel a törvények szerint a vásárló (MH) felel az általa beszerzett kommunikációs rendszer minőségéért, ezért ez a felelősség nem hárítható át pl. üzemhiba esetén a gyártóra. A rendszer elemek beszerzési eljárása során figyelembe kell venni a gyártók és beszállítók minőségügyi rendszerének minősítését (pl. NATO beszállítói- és ISO 9000 szabványsorozatú minősítés).

A technikai továbbfejlesztés gyakorlati megvalósítása minden esetben gazdasági kockázati tényezőkkel jár együtt. Ilyen lehet például, ha az MH ÁTKR továbbfejlesztése olyan innovatív megoldást tartalmaz, mely a beszerzés-megvalósítás időpontjában nincs szabványosítva. Ekkor előfordulhat, hogy a műszaki- és kommunikációs hálózatok fejlődése más irányba fordul, így a létesített rendszer nagyon hamar elavul. A gazdasági számvetések és a kockázatelemzések elkészítése során célszerű olyan élvonalbeli technológiát választani, melynek mérvadó referencia megoldásai vannak, legfontosabb jellemzői egybe esnek a korszerű kommunikációs hálózatok jellemzőivel és elfogadott nemzetközi szabvány- és ajánlás készlettel rendelkezik.

A távközlési-, informatikai piac általános trendje, hogy az eszközök, berendezések bekerülési költsége folyamatosan csökken, ami a korszerű technológia piacra kerülését követően eleinte jelentős is lehet. A költségcsökkenésből származó gazdasági előnyöket azonban a tenderkiírdetést követően az a gyártó/beszállító fogja élvezni, akivel az MH szerződést köt. Ezért a tenderkiírás idején célszerű figyelembe venni az ÁTKR korszerűsítésének realizálásakor várható, és nem a kiírás idején érvényes bekerülési költségeket.

Az MH ÁTKR technikai továbbfejlesztésekor a megfelelő műszaki követelmény megadása szintén lehet gazdasági kockázati tényező, mivel a kommunikációs tulajdonságait tekintve alulspecifikált rendszer vásárlásakor előfordulhat, hogy nem veszünk meg később fontosnak minősülő funkciókat, vagy éppen ellenkezőleg, olyan felesleges rendszertudást vásárolunk, amit ugyan hasznosítani nem fogunk, de ár és költségtöbbletet okoz. A gazdasági szempontok túldimenzionálása eredményezheti azt az esetet is, hogy túlzottan nagy súlyt kap a beszerzési ár. Ebben az esetben lehet, hogy olcsó, de kifutó, perspektívátlan, rendszertechnikai szempontból inkompatibilis megoldást fogunk választani. Ezért fontos, hogy helyes súlyozási arányt alakítsunk ki a korszerűsítés ára és a műszaki képességek között.

Az ÁTKR továbbfejlesztésekor – *annak állandó jellege miatt* – lényegi kérdés a rendszer, és berendezés konstrukciós követelmények kielégítése. Ezek a követelmények a rendszerelemek szempontjából magukban foglalják az állandó telepítésből fakadó *beépíthetőség gazdasági és üzembiztonsági szempontjait*. A korszerű ÁTKR fontos jellemzője a folyamatos üzemeltethetőség, a szükséges szolgáltatások fenntarthatósága. A moduláris felépítés lehetősége, a hardvercserék és szoftverfrissítések, az oktatás és képzés rendszeresen megjelenő költsége, a környezetállóság és klimatizálás, energiafogyasztás, elektromágneses összeférhetőség és az – egyre erősebb elvárással megjelenő – környezetvédelmi szempontok kérdése szintén emelik a MH technikai korszerűsítésének költségeit.

Mindezek miatt az MH ÁTKR technikai továbbfejlesztése során a gazdasági szempontok mérlegelésekor nem a leendő rendszer beszerzési árát, hanem az *egész rendszer működése során várható* karbantartási, javítási költségekkel növelt *élettartamköltséget* célszerű figyelembe venni. Ennek részletes elemzése meghaladja jelen értekezés terjedelmi lehetőségeit, azonban konkrét továbbfejlesztési elképzelés esetén – esetleg egy másik értekezés témájaként kidolgozva – mindenképpen fontos egy korrekt gazdasági számvetést elvégezése.

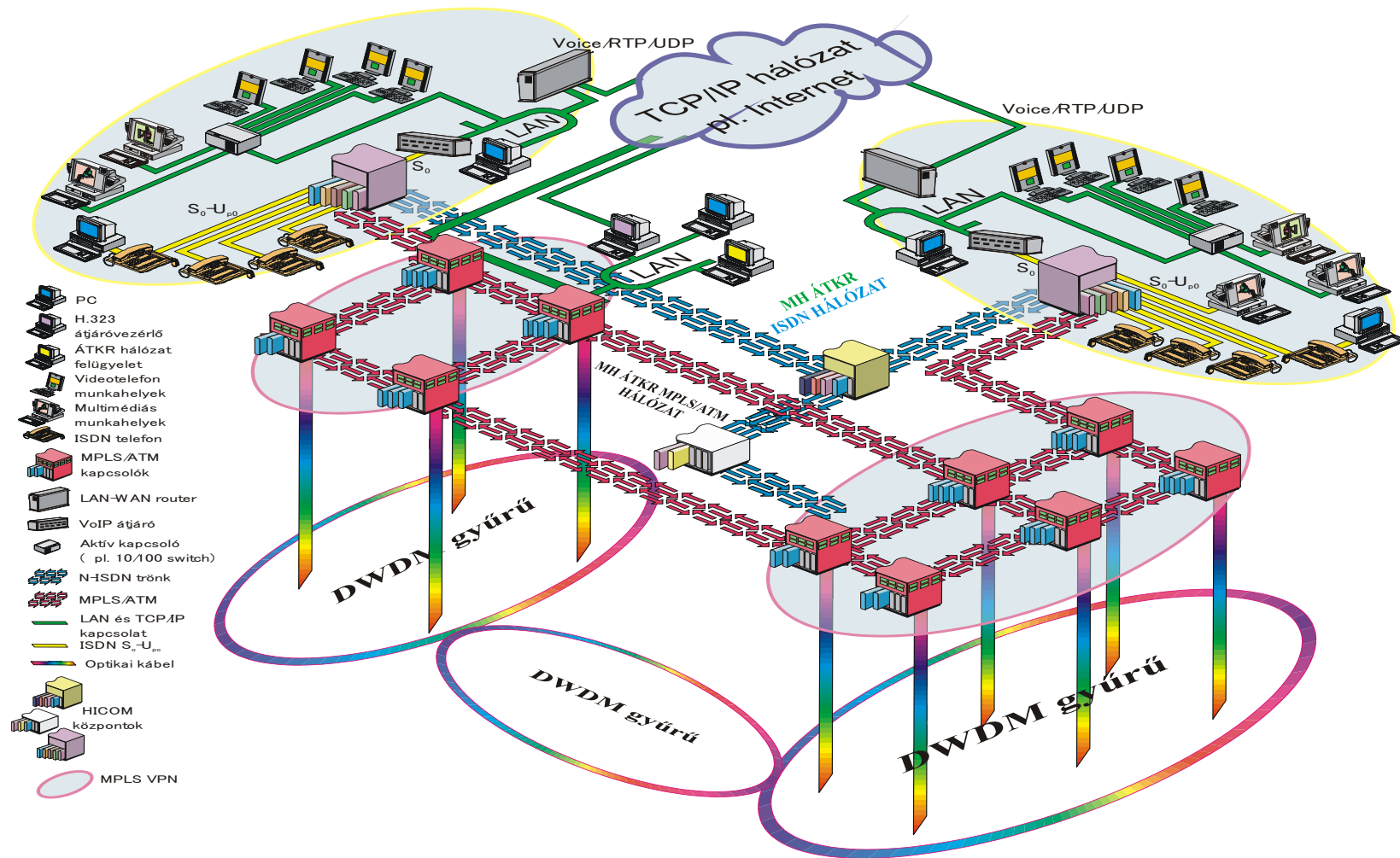
Az ÁTKR felé támasztott magas szintű műszaki követelmények és a fejlesztés megvalósítására fordítható – valószínűleg korlátozott és időben nem egyszerre rendelkezésre álló – költségvetés kompromisszumos megoldást generál. A gyakorlatban leginkább járható útnak egy olyan átalakítás

bizonyulhat, mely alapvetően képes felhasználni a jelenlegi ÁTKR elemeit, de meghatározott viszonylatokban már a fejlesztés első időszakában is képes új típusú kommunikációs szolgáltatásokat felkínálni a katonai felhasználók számára. A javasolt megoldást a 3.23. ábra mutatja. A jelenleg PDH sebességeket, a rendszeresített HICOM 300-as család ATM kártyával történő kiegészítését követően ATM kapcsolók fogadnák. A nagysebességű kapcsolók MPLS kiegészítésével lehetőség nyílik virtuális hálózatok kialakítására tetszőlegesen a közcélú, más zártcélú hálózatok vonatkozásában, illetve az MH alakulatai pillanatnyi diszlokációinak megfelelően.

Az új típusú kommunikációs szolgáltatások leginkább nagy átviteli sebességet lehetővé tevő fizikai közeg alkalmazásával biztosíthatók, ezért – a fejlesztés előrehaladásával arányosan – célszerű állandó jellegű, honvédségi tulajdonú, DWDM gyűrűkkel kialakított optikai gerinchálózatot kiépíteni, esetleg bizonyos viszonylatokban „sötét” üvegszálat bérelni. A későbbi fázisokban a gerinchálózatot fokozatosan további optikai szakaszokkal, illetve SDH mikrohullámú viszonylatokkal lehet kiegészíteni. A továbbfejlesztés fontos szempontja azonban, hogy az egész ÁTKR működőképes és teljes rendszer maradjon, még akkor is, ha a korszerűsítést kis méretben vagy korlátozott viszonylatban hajtjuk végre. Az ÁTKR korszerűsítésével egyidőben, azzal összehangolva és egymáshoz képesti arányaiban kiegyensúlyozva célszerű végrehajtani a tábori alaphálózat fejlesztését is.

Végző ajánlasként megfogalmazható, hogy az MH ÁTKR célszerű technikai továbbfejlesztését olyan gazdasági számvetéssel alátámasztott, nagysebességű kommunikációs rendszer szolgálná, amely:

- az MH jelenlegi ÁTKR-én és az ország fejlett közcélú kommunikációs infrastruktúráján alapul;
- a jelenlegi ÁTKR-t először kiegészíti, majd kiváltja;
- az összes híryanag típust magas szolgáltatás minőséggel továbbítani képes;
- a távközlési és informatikai hálózatok vonatkozásban technológiai- és szervezeti síkon is teljes körűen integrált;
- ágazati szempontból fizikailag elkülönült, a hozzá kapcsolódó közcélú és más zártcélú hálózatok szempontjából virtuális zártcélú hálózat létesítésére alkalmas.



3.23. ábra Elképzelés a Magyar Honvédség DWDM-MPLS/ATM-TCP/IP technológiára épülő állandó telepítésű kommunikációs rendszerére (a technikai továbbfejlesztés átmeneti állapotában)

A KUTATÓMUNKA EREDMÉNYEINEK ÖSSZEGZÉSE

Az értekezésben a témával összefüggő alapvető fogalmak tisztázását követően **bemutattam** a katonai távközlés és informatika történelmi fejlődését napjaink alapvető folyamatának, a konvergenciának tükrében. Rámutattam, hogy a polgári távközlés és informatika fejlődését rövid időn belül követi annak adaptálása a hadsereg kommunikációs rendszerébe. Elemeztem a polgári távközlő hálózatokra vonatkozó általános- és az MH ÁTKR-t érintő speciális jogszabályi környezetet. **Levontam azt a következtetést**, hogy az MH ÁTKR átalakításának nincs jogszabályba ütköző akadálya és feltártam, továbbá az érvényes jogi szabályzók lehetővé teszik a korszerű zártcélú kommunikációs rendszerek kialakítását.

Elemeztem a MH jelenlegi állandó jellegű hírendszerét és az OIGH-t, meghatároztam a kialakítására jellemző legfontosabb topológiai, strukturális sajátosságait. **Megvizsgáltam** az MH ÁTKR-hez kapcsolódó NATO és a jellemző közcélú kommunikációs rendszerek felépítését, sajátosságait. **Következtetéseket vontam le** a szövetségi és polgári távközlő hálózatokhoz való kapcsolódást tekintve az MH ÁTKR hátrányos tulajdonságairól.

A korszerű információs hadviselés legfontosabb jellemzőit alapul véve **megfogalmaztam** a katonai vezetés elvárásait a katonai kommunikációs rendszerrel szemben. Matematikai alapon történő szimulációval **igazoltam**, hogy a jelenlegi MH ÁTKR nem képes ennek a magas szintű elvárásnak teljes mértékben eleget tenni. **Bizonyítottam**, hogy a polgári és katonai kommunikációs szabványokra és ajánlásokra is érvényes a távközlésre és informatikára jellemző konvergencia. Ebből kiindulva következtetést vontam le arra vonatkozóan, hogy a korszerű ÁTKR szabványkészletének meg kell egyeznie a fejlett polgári kommunikációs rendszerek szabványaival. **Elemeztem** a számbavehető közepes-, nagysebességű- és kombinált rétegprotokollokon alapuló kommunikációs hálózati technológiák legfontosabb forgalmi jellemzőit, majd – az 1. és 2. fejezetekben megfogalmazott következtetésekből kiindulva – **meghatároztam** az MH ÁTKR technikai továbbfejlesztése szempontjából leginkább megfelelő kommunikációs technológiát, a többprotokollos címke alapú kapcsolás technológiáját.

Az MPLS alapú hálózat kialakítását alapul véve, **kidolgoztam** az MH ÁTKR technikai továbbfejlesztésének néhány alternatíváját, különös tekintettel az eltérő és vegyes fizikai közegek alkalmazására valamint a meglévő ÁTKR infrastruktúrájának lehetséges felhasználására. **Megállapítottam**, hogy a technikai továbbfejlesztés – információtovábbítási sebességet és hosszútávú költséghatékonyságot tekintve – legkedvezőbb bázisa a DWDM elvet használó, optikai szál alapú megoldás. **Rámutattam**, hogy az ÁTKR technikai továbbfejlesztését milyen alapvető, konkrét műszaki tervezési, gazdasági számvetési folyamatnak kell megelőznie.

Tézisek:

1. Tézis: Az MH ÁTKR lehetséges technikai továbbfejlesztését számos tényező befolyásolja, melyek egy része történelmi örökséggel, más része gazdasági és technológiai lehetőségekkel van összefüggésben. A leendő digitális hadszíntér ugyanakkor egyre inkább megköveteli olyan integrált- multimédiás lehetőségeket felmutató hálózat megteremtését, amely képes a katonai vezetés nagymértékben megnőtt, jellegét figyelembe véve többtípusú, rendelkezésre állását tekintve valós idejű információs igényének a kielégítésére.

Következtetés: A leendő hadszíntéren az információs fölény megteremtéséhez és fenntartáshoz a katonai kommunikációs rendszereknek nagysebességű, többféle híryanag átvitelére és vizualizására alkalmas, nagy mennyiségű valós idejű információtovábbításra alkalmas, szövevényes, hálózat alapú, a tábori hírsziszterrel teljes mértékben együttműködni képes, közös kommunikációs platformot kell létrehozni és üzemeltetni. A továbbfejlesztés során – az állandó jelleg sajátosságai miatt – a polgári életben bizonyított COTS hálózatok és eszközök alkalmazását célszerű megfontolni. A fejlesztést részletes műszaki rendszerterv elkészítésnek, gazdasági számvetésnek, azon belül többoldalú gazdasági kockázatelemzésnek kell megelőznie.

2. Tézis: Az MH ÁTKR jogszabályi helyzetét tekintve a zártcélú hálózatokhoz tartozik. A 2001. évi XL. Hkt. piaci verseny alapján támogatja, a 1071/1998. (V.22) Kormányhatározat pedig előírja a kormányzati szférában létrehozott zártcélú hálózatok korszerű kialakítását. Az érvényes jogi szabályozók nem korlátozzák a honvédségi zártcélú hálózat kialakításához, üzemeltetéséhez vagy annak továbbfejlesztéséhez fejlett közcélú hálózatok felhasználását. Az MH ÁTKR szempontjából meghatározó jelentőségű 50/1998. (III. 27.) Kormányrendelet felkínálja azt a lehetőséget, hogy forgalmi, logikai elkülönítés alapján virtuális zártcélú hálózatot lehessen kialakítani.

Következtetés: az MH ÁTKR technikai továbbfejlesztése a végbement és az 1. fejezetben elemzett prognosztizált tudományos-technikai változásokat figyelembe véve szükséges, időszerű, annak jogszabályi feltételei teljes mértékben adottak. A korszerűsítést az ágazati önállóságot megtartva, a jelenlegi ÁTKR-rendszer és a közcélú hálózatokra alapozva, meghatározott szegmeseiben virtuális zártcélú hálózat kialakításával célszerű végrehajtani.

3. Tézis: Az MH ÁTKR-hez kapcsolódó kommunikációs rendszerek permanens és exponenciális léptékű fejlődése, illetve állandóan megújuló, minőségileg új szolgáltatásainak halmaza az MH ÁTKR-t folyamatos evolúciós fejlődésre készíti. Az MH ÁTKR korszerűnek tekinthető átalakítása – annak időben történő elhúzódása miatt – egyre nagyobb technológiai fejlettségi szakadék leküzdését jelenti. Az MH ÁTKR lehetséges technikai továbbfejlesztését meghatározza az IT folyamatos fejlődése. Ez a különböző

fejlettségű technológiák kényszerű, esetenként hosszútávú együttéléséhez, eltérő kommunikációs protokollok alkalmazásához vezet.

Következtetés: a kommunikációs hálózaton belüli (híradó és informatikai), illetve más katonai kommunikációs hálózatokkal való együttműködés kényszere, valamint az interoperabilitás feltételeit meghatározó szabványok és ajánlások tartalma determinálja a lehetséges műszaki megoldások körét, jellegét. Az ÁTKR korszerűsítésének elhúzódása azzal a negatív hatással jár, hogy az elavult híradó eszközök egyre költségesebben üzemeltethetők, a hatékony hálózatfelügyeletet egyre nehezebb biztosítani. Az MH ÁTKR technikai átalakítását olyan módon kell tehát elvégezni, hogy az képes legyen a meglévő állandó, tábori és NATO kommunikációs rendszerhez minél szélesebb felületen illeszkedni, de ezzel egyidőben biztosítsa az elavult eszközpark mielőbbi felszámolásának és a korszerű hálózatfelügyelet kialakításának lehetőségét.

4. Tézis: A polgári távközlési és informatikai hálózatok egyre rövidebb időközönként újulnak meg és ezzel egyidőben olyan új típusú kommunikációs szolgáltatásokat kínálnak fel, melyeket a fejlett országok katonai kommunikációs rendszerei rövid időn belül átvesznek, beépülve a katonai felső vezetés igényrendszerébe.

Következtetés: az MH ÁTKR technikai továbbfejlesztéshez olyan – polgári területen bevált – hálózati technológiát célszerű választani, amely korszerű és egyben a lehetőségekhez képest jövőkövető és jövőálló. A továbbfejlesztés alapjául szolgáló kommunikációs megoldás távlati felhasználhatóságát növeli, ha többszörös kapacitást nyújtó túlméretezéssel, nagysebességű és többféle híryanag átvitelére képes, architektúráját tekintve szövevényes hálózattá alakítható át. Az MH ÁTKR-ben erre a célra a – polgári transzport-hálózatokban már bizonyított és fokozatosan domináns szerephez jutó – nagy kapacitású és alacsony fajlagos költséggel bíró DWDM optikai hálózatok alkalmazása a leginkább célszerű megoldás.

Az értekezés új tudományos eredményének tekintem az alábbiakat:

- 1. Elemeztem az elmúlt időszak kommunikációs technológiáinak fejlődési trendjét, ennek alapján meghatároztam a polgári távközlési és informatikai fejlesztések általánosítható jellemzőit, a katonai kommunikációs rendszerekben történő alkalmazásuk ütemét.**
- 2. Feltártam a közcélú hálózatokhoz kapcsolódó, zártcélú hálózat részeként funkcionáló Magyar Honvédség állandó telepítésű kommunikációs rendszerének hatályos jogszabályi környezetből származó sajátosságait.**

- 3. Megfogalmaztam a katonai vezetés részéről a jövőben várható vezetési igények sajátosságait és az állandó telepítésű kommunikációs rendszerrel szemben támasztott elvárásait.**
- 4. A jelenlegi állandó telepítésű kommunikációs rendszer különböző mutatóinak elemzésével bebizonyítottam, hogy nagysebességű, valós idejű információtovábbítást nem képes magas szolgáltatási minőséggel biztosítani.**
- 5. Elemeztem a jelenlegi és perspektivikus állandó telepítésű távközlő és informatikai hálózatok jellemzőit, ezek alapján kidolgoztam egy új típusú, nagysebességű, integrált felépítésű telepítésű kommunikációs rendszer architektúráját.**

Javaslat az értekezés hasznosítására:

1. A PhD értekezésemben megfogalmazottakat az MH ÁTKR technikai átalakítása során a fejlesztési stratégia kialakításához, a híradó szolgálat előtt álló fejlesztési feladatok végrehajtásához ajánlom figyelembevételre, felhasználásra.
2. A Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Doktori Iskola, az ötéves nappali alapképzésben és a kiegészítő egyetemi alapképzésekben a szakirányú tárgyak oktatása során javaslom ajánlott irodalomként felhasználni.
3. Az MH ÁTKR és a Magyar Köztársaság kommunikációs infrastruktúráját, jogszabályi környezetét érintő tanulmányok, pályázatok és egyetemi jegyzetek elkészítéséhez javaslom további szakmai felhasználását.

Budapest, 2003. június 03-án

.....
/Fekete Károly mk. alezredes/

MELLÉKLETEK

1. melléklet: A távközléssel kapcsolatos fontosabb rendeletek	126
2. melléklet: A TDR-5 DIGITÁLIS MIKROHULLÁMÚ BERENDEZÉS <i>(Forrás: Totaltel Kft.)</i>	127
3. melléklet: A PDH és SDH európai és amerikai szabványú sebesség és csatorna jellemzői.....	129
4. melléklet: Kommunikációs rendszerek összekapcsolhatóságának fokozatai.....	130
5. melléklet: A DSTG elhelyezésének lehetőségei <i>(Forrás: NATO STANAG 4206)</i> ..	130
6. melléklet: A NATO központi hálózatának kapcsolódása más kommunikációs rendszerekhez <i>(Forrás: NATO STANAG 4578)</i>	131
7. melléklet: A NATO IVSN kapcsolatrendszere <i>(Forrás: NATO CIS Course No. 63, Latina)</i>	131
8. melléklet: A NATO IDNX és PROMINA hálózata <i>(Forrás: NATO CIS Course No. 63, Latina)</i>	132
9. melléklet: A NATO FASTLANE F10 hálózata <i>(Forrás: NATO CIS Course No. 63, Latina)</i>	132
10. melléklet A NATO TACOM Post 200 architektúrája.....	133
11. melléklet: A Holland állandó telepítésű katonai kommunikációs rendszer (NAFIN) fizikai topológiája (optika).....	134
12. melléklet: A Holland állandó telepítésű katonai kommunikációs rendszer (NAFIN) SDH struktúrája.	134
13. melléklet: Példa az állandó telepítésű kommunikációs rendszer túlterhelésére HM II – Nagytarcsa és Kecskemét – Veszprém viszonylatban <i>(Forrás: FHK Forgalomlemező Csoport)</i>	135
14. melléklet	136
15. melléklet	148
16. melléklet: A NATO OSE modell	149
17. melléklet: Bell Labs: Adattovábbítási világrekord.....	150
18. melléklet Vége az FDDI-nak.....	151
19. melléklet Az ATM/B-ISDN protokoll referencia modellje	151
20. melléklet Forgalmi dugó lesz az interneten?	152
21. melléklet VoIP megoldás terminálok között.....	153
22. melléklet A Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Katonai kommunikációs rendszerszervező tanszék ATM alapú kísérleti hálózatának kialakítása	153

1. melléklet: A távközléssel kapcsolatos fontosabb rendeletek

1. Alapvető távközlés-technikai terv (1993);
2. A közcélú kapcsolt távbeszélő hálózat számozási terve (1993);
3. A közcélú kapcsolt távbeszélő hálózat felépítésének terve (1993);
4. A távközlési szektor koncessziós eljárása és közigazgatási illetékei (1993);
5. A közcélú távbeszélő szolgáltatások díjszabásainak szabályozása (1993);
6. 23/1993. (IX. 9.) KHVM rendelet a távközlőhálózatok alapvető műszaki terveiről;
7. Egységes távközlési felügyelet létesítése és a hírközlés törvényi szabályozásának kiegészítése (a kormány által megjelentetve 1993-ban);
8. 158/1993. (XI. 11.) Kormányrendelet a távközlési hálózatok összekapcsolásáról, együttműködésének engedélyezéséről, valamint a hálózati szerződésekről;
9. A közcélú kapcsolt távbeszélő hálózat forgalmi útvonalterve (1994);
10. A közcélú mobil távbeszélő szolgáltatások díjszabásainak szabályozása (1994);
11. Az állami frekvencia gazdálkodás szervezetének létesítése és tevékenységének szabályozása (a kormány által megjelentetve 1994-ben);
12. A közcélú távbeszélő hálózathoz történő egyszeri csatlakozási díj (1995);
13. A rádió és televízió országos testületi tagok és bizottságok megválasztásának rendje (a Parlament 1996 évi határozata);
14. A távközlési szolgáltatások engedélyezése (a kormány által megjelentetve 1997-ben);
15. Frekvencia bejegyzés és használatának díjai (a kormány által megjelentetve 1997-ben);
16. Frekvencia sávok országos kiosztási táblázata (a kormány által megjelentetve 1997-ben);
17. 191/1997. (XI. 4.) Kormányrendelet a Nemzetközi Távközlési Egyesület 1992. Évi genfi Meghatalmazottak Rendkívüli Értekezletén aláírt záróokmányának kihirdetéséről;
18. Az új távbeszélő díjak rendszerének alapelvei, amely 1998. január 1-től lépett hatályba (a szállítási, távközlési és vízgazdálkodási miniszter valamint a pénzügyminiszter együttes megállapodása);
19. 50/1998. (III.27.) Kormányrendelet a zártcélú távközlőhálózatokról.

2. melléklet: A TDR-5 DIGITÁLIS MIKROHULLÁMÚ BERENDEZÉS (Forrás: *Totaltel Kft.*)

A TDR digitális mikrohullámú berendezéscsalád újabb tagja az 5 GHz-es frekvenciasávban működő, 2 Mb/s, 2*2Mb/s, 4*2Mb/s, 8Mb/s, 8*2Mb/s, 2*8Mb/s, 16*2Mb/s, vagy 34Mb/s sebességű digitális jelek átvitelére szolgáló berendezés. Alkalmas nyilvános és magánhálózatokban olcsó, gyorsan telepíthető és megbízható, közepes távolságú összeköttetések kialakítására. Ismétlőállomások alkalmazásával a hatótávolság tetszés szerint növelhető. A berendezéseket a rádiófrekvenciás sáv hatékony kihasználása, egyszerű kezelhetőség, kis fogyasztás és nagy megbízhatóság jellemzi. Rugalmasan csatlakoztathatók különböző típusú felügyeleti rendszerekhez.

A TDR mikrohullámú rádióberendezések lehetővé teszik az ITU-T G.703 ajánlása szerinti 1-16 * 2048 kb/s, vagy 1-2 * 8448 kb/s, vagy (1 *) 34368 kb/s sebességű digitális jelsorozatok továbbítását mind 1+0, mind 1+1 tartalékolású rendszerben. A digitális jelek PCM multiplex jelei (30/480 távbeszélőcsatorna), vagy lokális számítógéphálózatok jelei lehetnek. LAN esetén a rádióberendezés bridge-en, vagy router-en keresztül csatlakozik a hálózathoz. A forgalmi jelek átvitele mellett a berendezés egyéb szolgáltatásokat is nyújt: szolgálati távbeszélő és adatcsatorna, valamint a felhasználó igényei szerinti interfésszel csatlakozó adatcsatornák állnak rendelkezésre. Az átvitel csatlakozási, minőségi és megbízhatósági paraméterei megfelelnek a vonatkozó ITU-T és ITU-R ajánlásoknak. A berendezés az ITU-T G.821 ajánlása szerinti átviteli minőségi jellemzők statisztikáját is szolgáltatja.

A rádióberendezés két részből áll. A külsőtéri rész, az antennával egybeépített, időjárásálló kivitelű rádiókonténer, a rádiófrekvenciás egységeket és a digitális jelkezelő áramköröket tartalmazza. A megfelelő fading-tartalék biztosítása céljából a rádiókonténer különböző méretű antennákkal szerelhető fel. A beltéri digitális végberendezésben helyezkednek el a digitális csatlakozó áramkörök, valamint a szolgálati és tartalékoló egységek. A rádiókonténert és a digitális végberendezést egy legfeljebb 300 m (200 m @ 34 Mb/s) hosszúságú, koaxiális jelvezetékeket és érpárat tartalmazó komplex kábel köti össze.

Fontosabb jellemzők: nagy spektrális hatékonyság; variábilis szolgáltatási változatok; szolgálati távbeszélő és adatcsatorna; járulékos adatátviteli csatornák; integrált felügyeleti/diagnosztikai rendszer; opcionális távfelügyeleti rendszer; kis méret és fogyasztás; egyszerű kezelhetőség.

Műszaki adatok

	TDR-5/2	TDR-5/4	TDR-5/8	TDR-5/16	TDR-5/34
Frekvenciasáv	4.400 – 4.800 MHz				
Duplex távolság	200 MHz				
Moduláció	4FSK				
Sávkihasználás	1 bit/s/Hz				
Átviteli kapacitás	2 Mb/s	2*2 Mb/s	4*2 Mb/s	8*2 Mb/s	16*2 Mb/s
Csatornaraszter	1,75 MHz	3,5 MHz	7 MHz	14 MHz	28 MHz
Csatlakozás	75 ohm aszim. (120 ohm szimm. opcionális)				
Adóteljesítmény	30 dBm				
Frekvenciastabilitás	$\pm 10 \cdot 10^{-6}$				
Vevőküszöb 10⁻³ BER	-91 dBm	-88 dBm	-85 dBm	-82 dBm	-79 dBm
10⁻⁶ BER	-87 dBm	-84 dBm	-81 dBm	-78 dBm	-75 dBm
Vevő bemenőszint	-95 ... -10 dBm				
Szolgálati tb. csatorna	4 wire, 600 ohm, bal.				
Szolgálati adatcsatorna	RS232C (V.24)				
Tápfeszültség	-39 ... -68 V or -20 ... -36 V (-18 ... -72 V, optional)				
Teljesítményfelvétel	35 W				
Működési hőfoktartomány					
Rádiókonténer	- 40 ... +55 °C				
Digitális végber.	0 ... +45 °C				
Antenna típus	parabola				
átmérő	Ø0,56 m / Ø0,83 m / Ø1,2 m / Ø1,5 m / Ø1,8 m / Ø2,4 m				
Méret: Rádiókonténer	250 mm* 250 mm* 300 mm				
Digitális végber.	19"/6U, vagy /3U, vagy 120mm * 500 mm				

3. melléklet: A PDH és SDH európai és amerikai szabványú sebesség és csatorna jellemzői

PDH

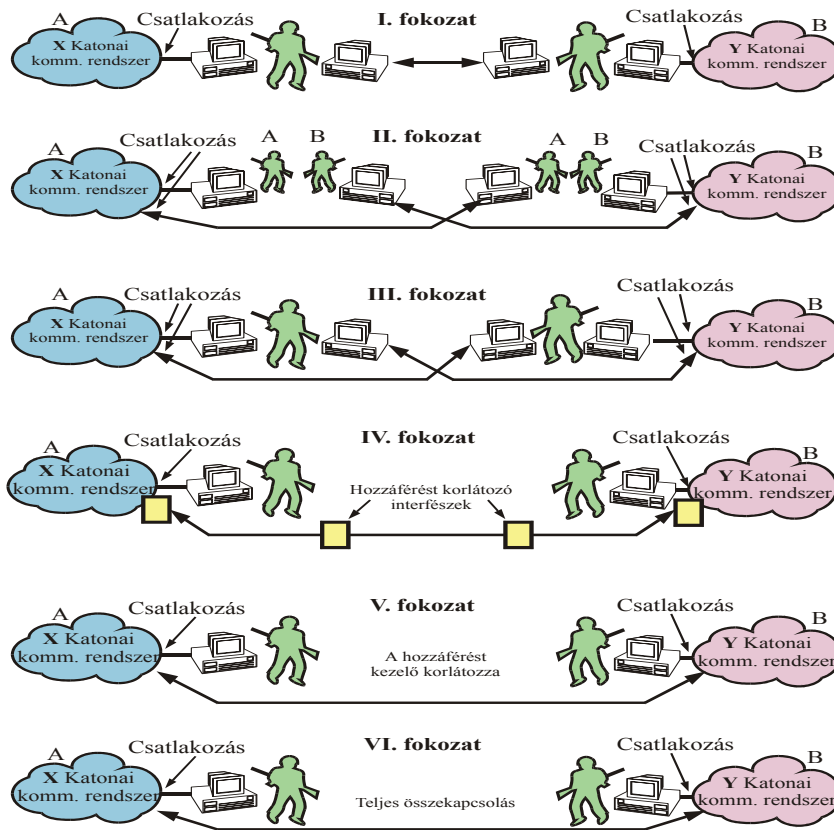
Európai rendszer sebessége	Beszédcsatornák száma	Amerikai rendszer sebessége	Beszédcsatornák száma
64 kb/s (E0)	1	64 kb/s (T0)	1
2048 kb/s (E1)	31	1544 kb/s (T1)	24
8448 kb/s (E2)	120	6312 kb/s (T2)	96
34368 kb/s (E3)	480	44736 kb/s (T3)	672
139264 kb/s (E4)	1920	274176 kb/s (T4)	4032

SDH/SONET

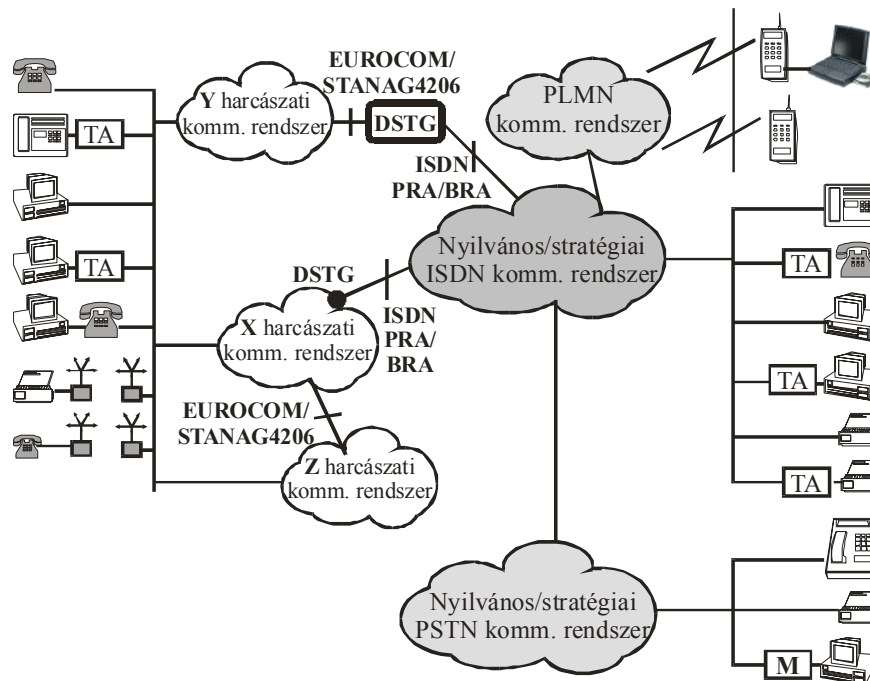
SDH	SONET	Bitsebesség	SDH kapacitás
STM-0	STS-1, OC-1	51,84 Mbit/s	21 E1
STM-1	STS-3, OC-3	155,52 Mbit/s	63 E1 vagy 1 E4
STM-4	STS-12, OC-12	622,08 Mbit/s	252 E1 vagy 4 E4
STM-16	STS-48, OC-48	2488,32 Mbit/s	1008 E1 vagy 16 E4
STM-64	STS-192, OC-192	9953,28 Mbit/s	4032 E1 vagy 64 E4
STM-256	STS-768, OC-768	39812,12 Mbit/s	16128 E1 vagy 256 E4

4. melléklet: Kommunikációs rendszerek összekapcsolhatóságának fokozatai

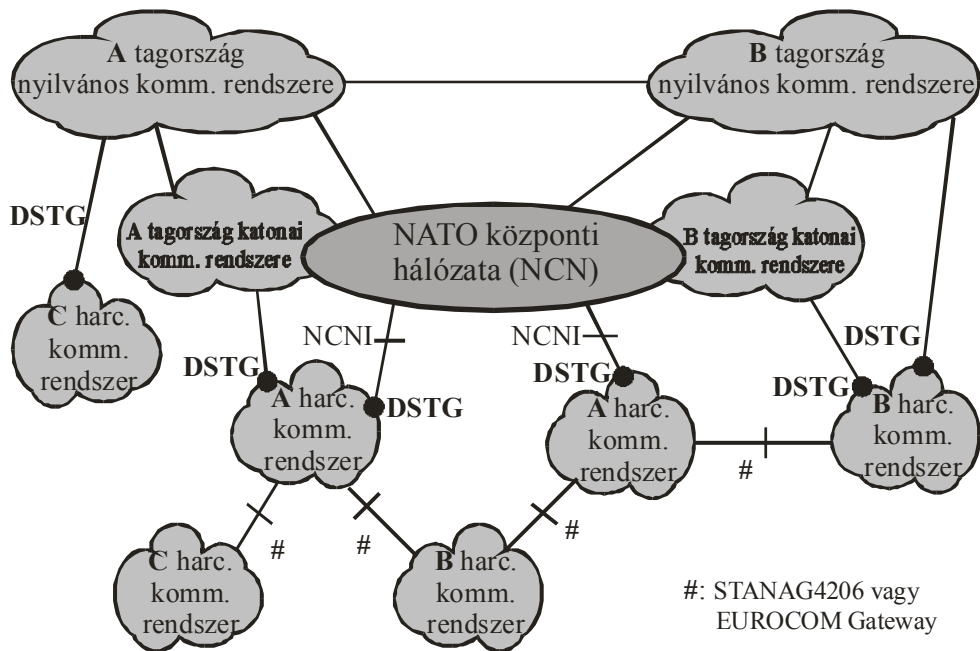
(Forrás: NATO STANAG 5048)



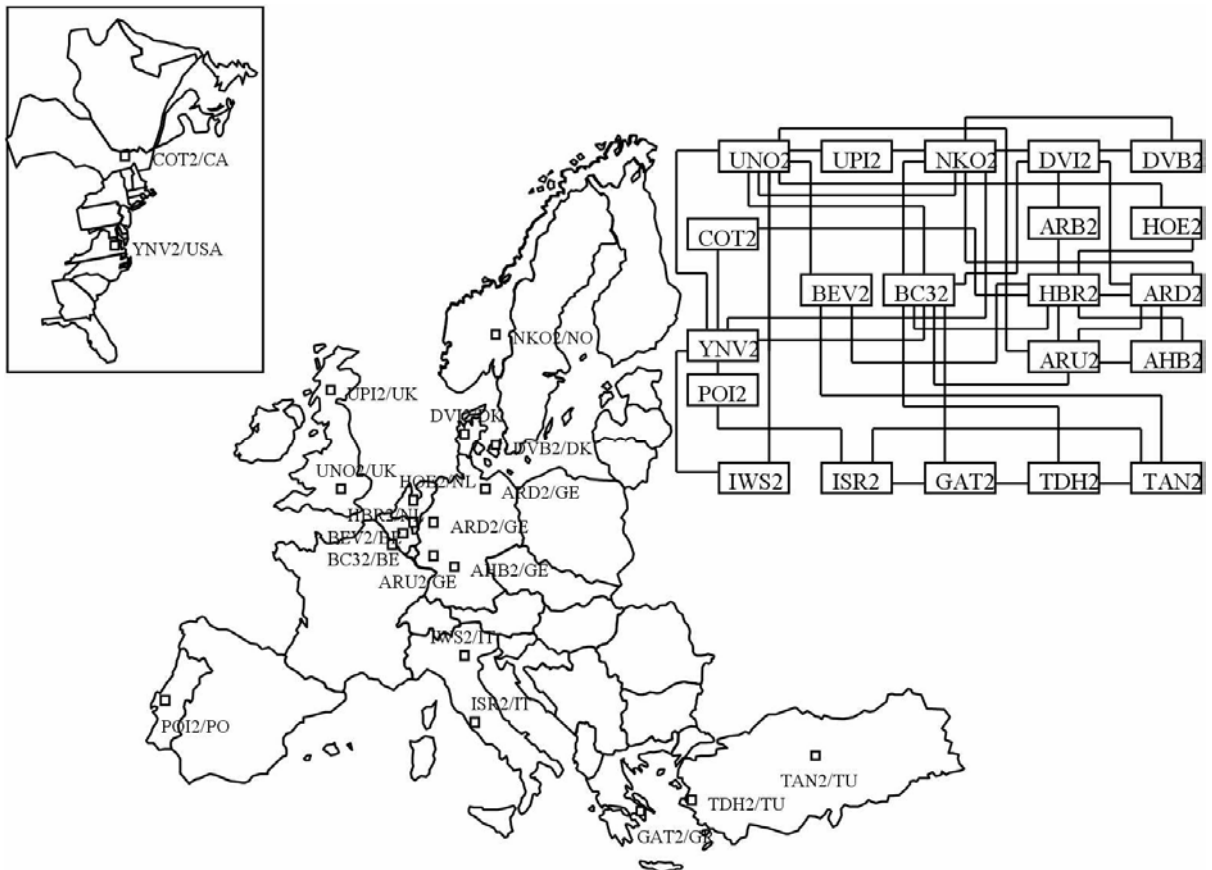
5. melléklet: A DSTG elhelyezésének lehetőségei (Forrás: NATO STANAG 4206)



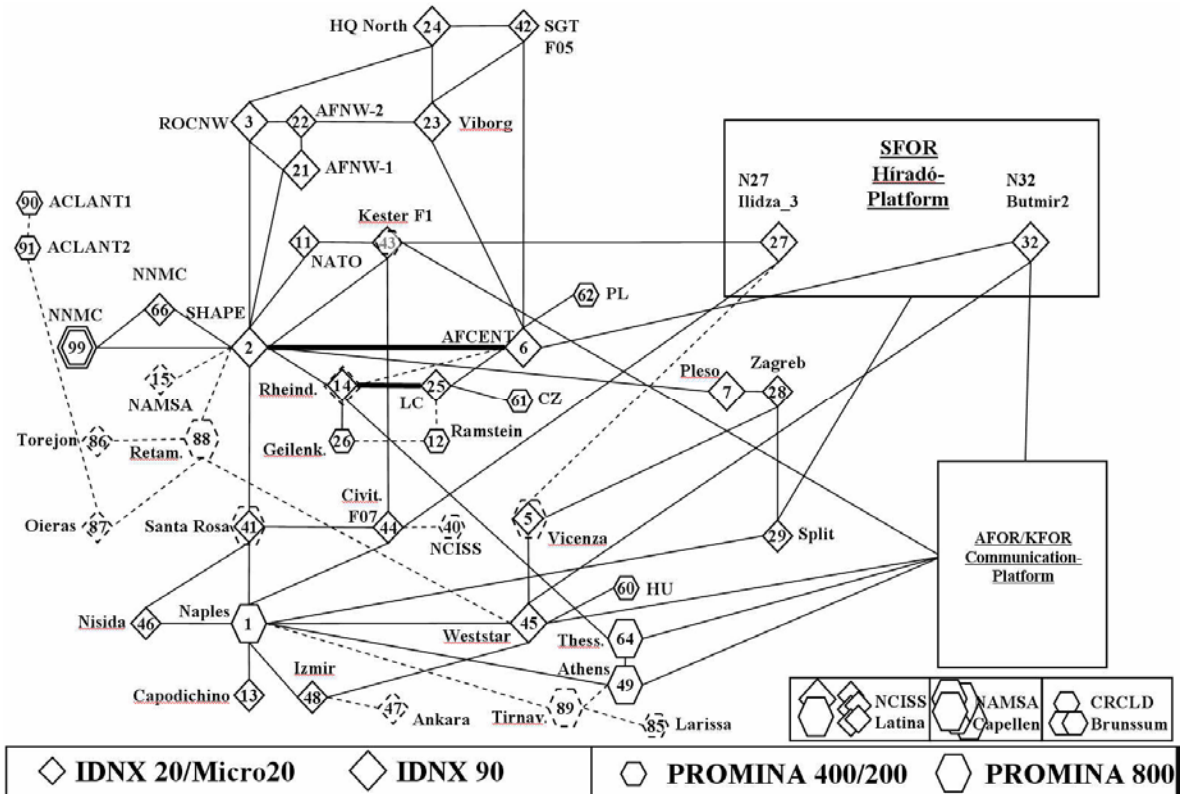
6. melléklet: A NATO központi hálózatának kapcsolódása más kommunikációs rendszerekhez (Forrás: NATO STANAG 4578)



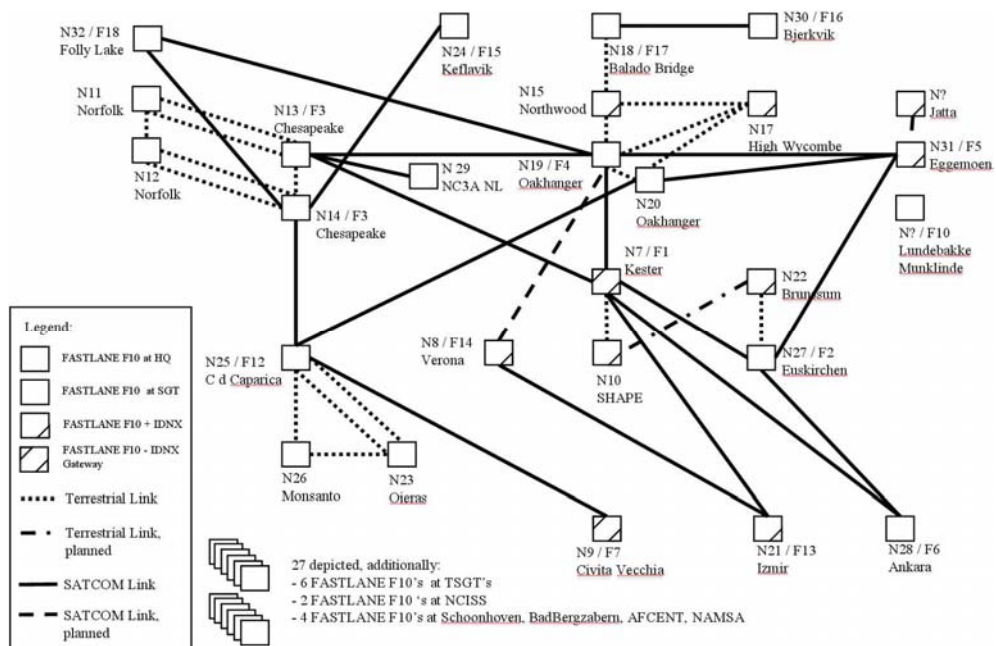
7. melléklet: A NATO IVSN kapcsolatrendszere (Forrás: NATO CIS Course No. 63, Latina)



8. melléklet: A NATO IDNX és PROMINA hálózata (Forrás: NATO CIS Course No. 63, Latina)

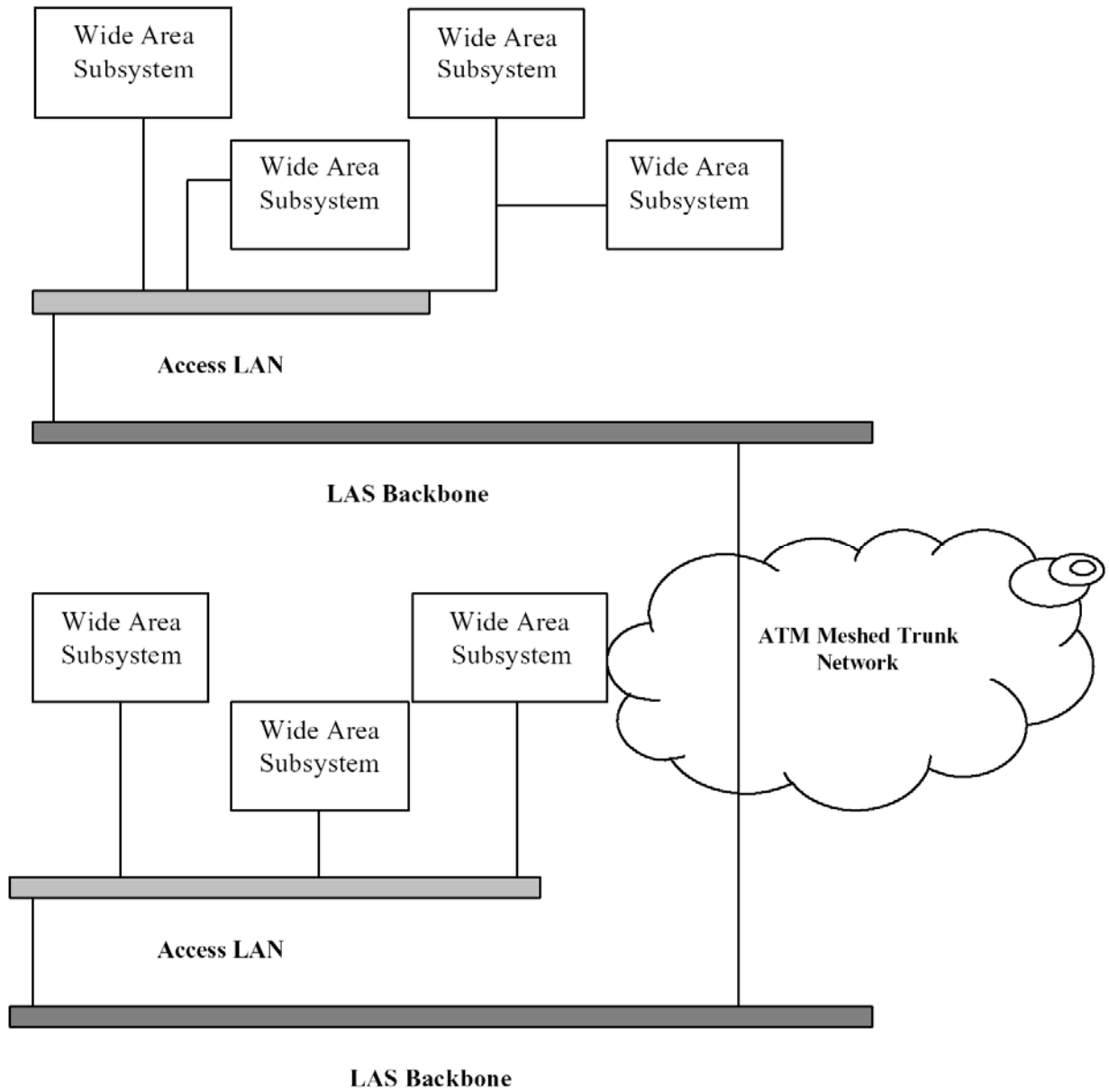


9. melléklet: A NATO FASTLANE F10 hálózata (Forrás: NATO CIS Course No. 63, Latina)

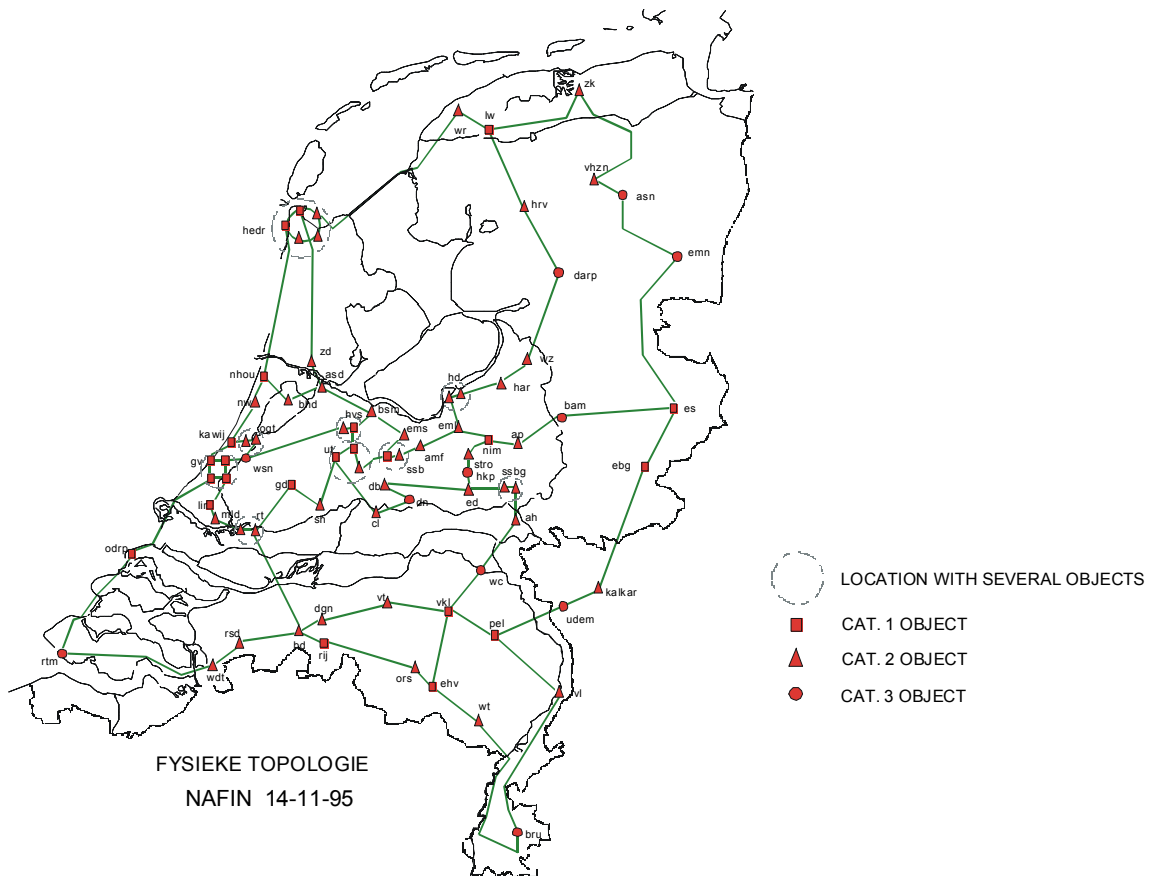


10. melléklet A NATO TACOM Post 200 architektúrája

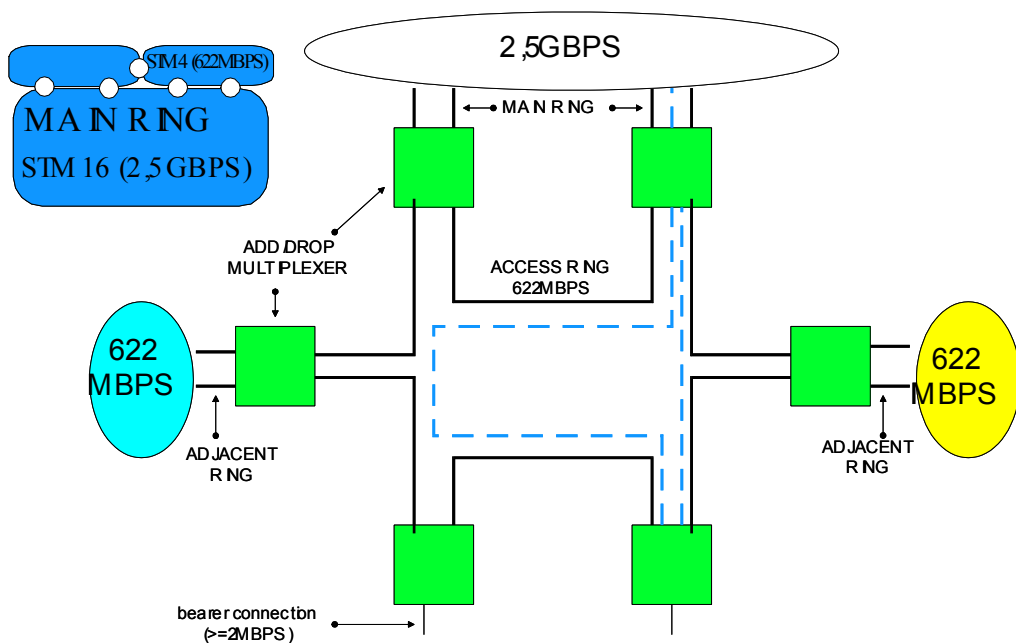
(Forrás: NATO STANAG 4559, Annex B)



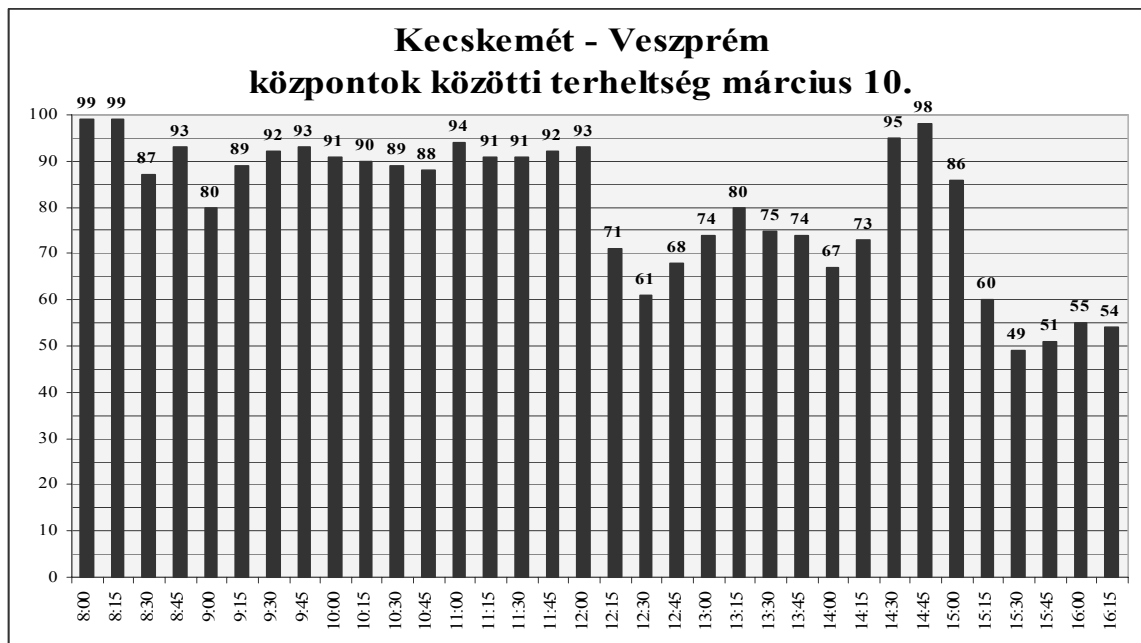
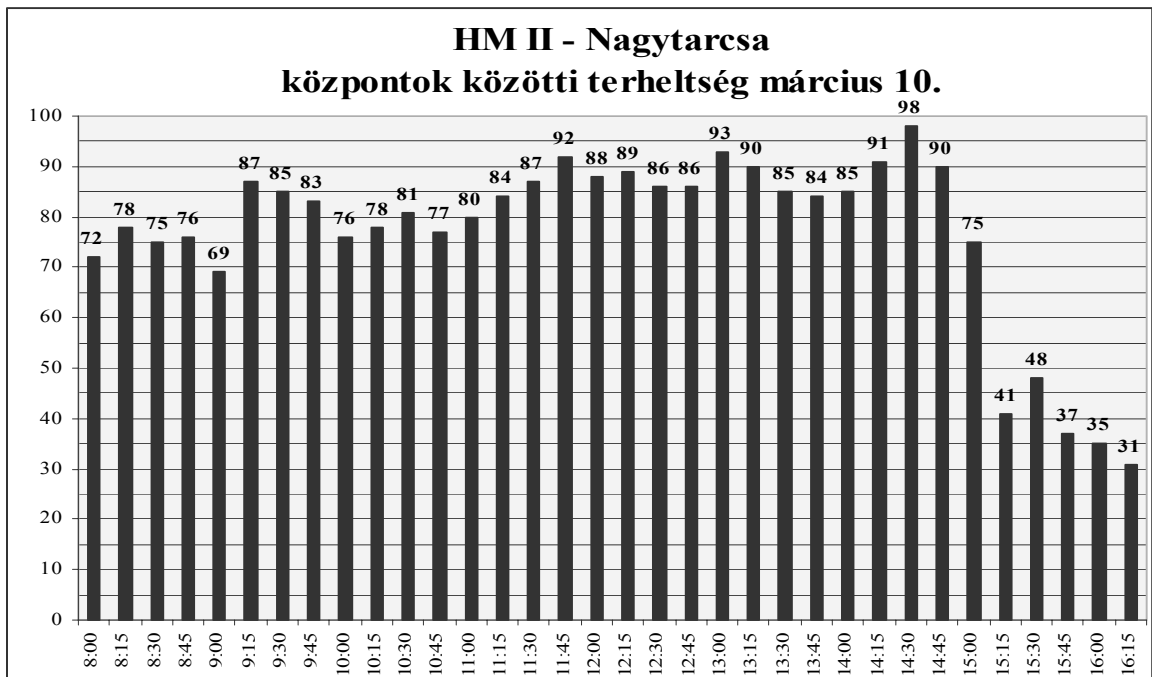
11. melléklet: A Holland állandó telepítésű katonai kommunikációs rendszer (NAFIN) fizikai topológiája (optika)



12. melléklet: A Holland állandó telepítésű katonai kommunikációs rendszer (NAFIN) SDH struktúrája.



13. melléklet: Példa az állandó telepítésű kommunikációs rendszer túlterhelésére
HM II – Nagytarcsa és Kecskemét – Veszprém viszonylatban (Forrás: FHK
 Forgalomlemező Csoport)



14. melléklet

Fekete Károly: A keskenysávú ISDN primerhozzáférése vizsgálata katonai alkalmazási környezetben (Forrás: Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények, 2001. 4. szám., 144-157. oldal)

Bevezetés

A távközlési szolgáltatások fejlődése, az informatika fejlődése és mind szorosabb összefonódása mellett tovább folytatódik. Az infokommunikációs¹¹² szolgáltatások egyik fő területe a multimédia.

Az új termékek és szolgáltatások többek között az alábbiak lehetnek:

- Otthonról végzett banktevékenység és vásárlás az interneten keresztül (telebanking, ill. teleshopping);
- Hangtovábbítás az interneten keresztül;
- E-mail, adat- és World Wide Web hozzáférés a mobiltelefon hálózatokon keresztül, valamint a mobil és stabil katonai kommunikációs rendszerekhez történő vezeték nélküli kapcsolatok felhasználása azoknak a rögzített távközlési hálózatokhoz történő becsatlakoztatása érdekében;
- Adatszolgáltatások a digitális közvetítési platformokon keresztül;
- Televízióval kombinált on-line szolgáltatások olyan rendszereken keresztül, mint például a Web-TV, valamint szolgáltatás nyújtása digitális műholdakon és kábel modemeken keresztül;
- Hírek, események, videokonferenciák és egyéb audiovizuális szolgáltatások web-en történő közvetítése (webcasting).

Ezek a fejlemények az európai információs társadalom konkrét példáit jelentik [1]. Látható, hogy jelentős változást jelenthetnek a tradicionális távközlési- és média-szolgáltatások köre és sokfélesége tekintetében is.

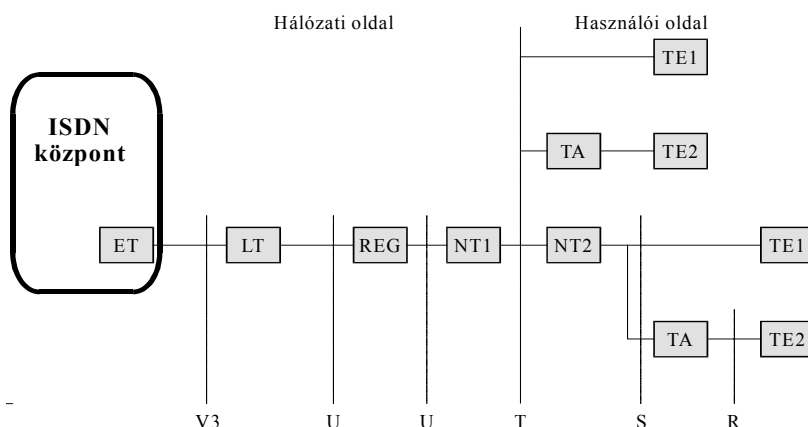
Az új szolgáltatások megjelenésétől és a jelenlegi szolgáltatások fejlesztésétől a katonai vezetési-irányítási információs környezet olyan bővülését várják, amely a hadsereg innovációs képességére és kreatív ambícióira épít, ugyanakkor gerjesztik a katonai műveletek irányítása, vezetése terén az újabb és hatékonyabb kommunikációs szolgáltatások iránti igény kialakulását.

1 Az ISDN primerhozzáférése

Az ISDN alaphozzáférése által biztosított 2B+1D csatornák átviteli kapacitása az esetek jelentős részében kielégíti a felhasználók forgalmi igényét. Abban az esetben, ha a katonai

¹¹² Elsősorban történelmi előzmények miatt, mivel a kommunikációnak, távközlésnek az informatikához viszonyított kialakulása hamarabb történt, gyakran használják a „kommunikáció- informatika konvergenciája” kifejezést. A könnyebb kiejtés miatt népszerű kifejezés az angolszász nyelvekből átvett „infokommunikáció” (infocommunication) is.

felhasználók viszonylag kis területen koncentrálnak, vagy azok száma túl nagy, akkor forgalomtorlódás lép fel. Gyors adatátviteli, képtovábbítási, alközponti és számítógépes alkalmazási igények felmerülése esetén az alaphozzáférés által felkínált kapacitás összességében is kevésnek bizonyulhat.



1. ábra. Az ISDN primerhozzáférés hivatkozási modellje.

Szükséges tehát egy lényegesen nagyobb információ átviteli kapacitás igénybevétele. Az ISDN primerhozzáférése harminc darab B típusú, 64 kbit/s sebességű és egy darab D típusú, 64 kbit/s sebességű csatornát (összesen 2048 kbit/s átviteli sebességgel) biztosít egyidejűleg a felhasználónak. A felhasználó-hálózati interfészek vonatkozásában az ISDN primer sebességű hozzáférés elektromos és rétegfunkcióinak sajátosságai a CCITT G.703, G.706 ajánlásai szerintiék [2].

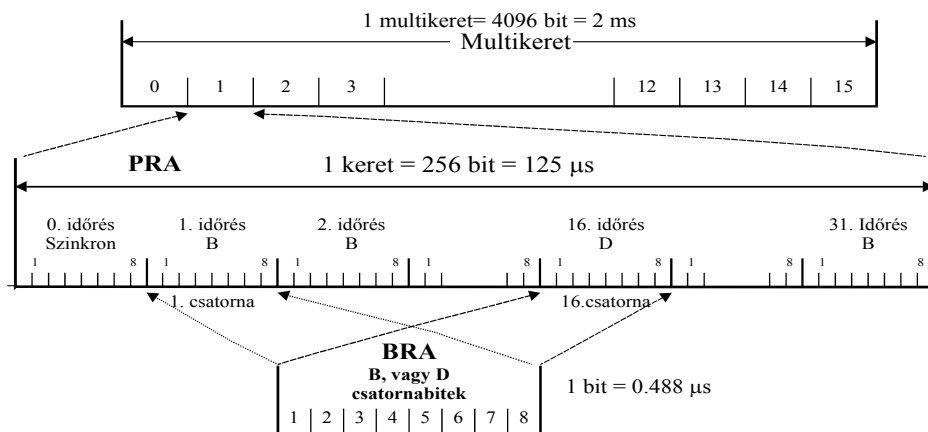
Az ISDN alaphozzáférésehez hasonlóan a primerhozzáférés is duplex és referenciamodellje a 1. ábra szerinti kialakítású.

Az S és T referencia pontokon történhet a felhasználó-hálózati interfészhez a hozzáférés, de a primer sebességű hozzáféréssel kapcsolatos fenntartási követelmények a vonalvégződés és az egyes számú hálózat végződés közti digitális vonalszakaszra vonatkoznak. Eltérően az alapsebességű hozzáféréstől, a primerhozzáférés csak pont-pont típusú lehet. Fizikai megvalósítását tekintve, a tápellátás megoldása a primer PCM koncepcióját követi.

1.1 Az ISDN primerhozzáférés keretszervezése

Önmagában a primerhozzáférés keretszervezése a 2 Mbit/s-os jelfolyam csoportokra bontását jelenti. Az időrésben átvitt bitek száma 1-8, ezekből a 0-31 időrés egymás utáni sorozata (2. ábra) alkotja a keretet [3 p.108]. A 30x64 kbit/s átviteli sebességű vonalkapcsolt csatornákat a gyakorlatban az 1-15 és 17-31 számozású időrésben, a 64 kbit/s-os csomagmódú csatornát (DSS1 közöscsatornás jelzés átvitel) a 16. időrésben, a keretszinkronizációra vonatkozó időrészeket a 0. időrésben továbbítják. Annak érdekében, hogy a fenntartási csatorna (S_a belső adatátviteli csatorna) és a hibainformációk jelzésének az átvitele

megtörténjen, a 0-31 időrésből álló kereteket 16-os csoportokra osztják és 0-15-ig multikeretbe szervezik.



2. ábra. Az ISDN primerhozzáférés keretszervezése.

2. A katonai kommunikációs rendszer ISDN hozzáféréseinek forgalmi viszonyai

A katonai kommunikációs rendszerben a felhasználók információ továbbítási igényeinek a kielégítésére eltérő számú és jellemzőit tekintve különböző típusú eszközt használnak. Mind az eszközök által biztosított csatornaszám, mind a csatornák információ átviteli kapacitása korlátozott. Ugyanakkor a katonai felhasználói igények kielégítése csak a kommunikációs rendszerben rendelkezésre álló közös erőforrások felhasználásával történhet, ami azzal jár, hogy a meglévő összes csatorna foglaltsága esetén a katonai kommunikációs rendszer képtelen biztosítani az igény szerinti információ átvitelét.

A továbbítható információ ilyen irányú korlátozottsága hatással van a híradó és informatikai szolgálat szolgáltatásainak minőségére, azaz a kommunikációs szolgáltatás szintjére. A szolgáltatás szintje a fellépő kommunikációs igény teljes visszautasítása és a teljes kielégítése között változhat. Nyilvánvaló, hogy az információ átviteli erőforrások korlátozott viszonyai között a szolgáltatások tervszerű méretezésével kell gondoskodni a távközlési forgalmat lebonyolító eszközök, kommunikációs csatornák elégséges mennyiségéről, valamint azok optimális kihasználásáról. Abban az esetben, ha a katonai felhasználók által generált kommunikációs igény kielégítésére a kiszolgáló kapacitás nem elegendő, akkor az igények egy része kielégítetlen marad, vagy a katonai kommunikációs folyamatokat jellemző módon várakozásra, sorbanállásra lesz kényszerítve [4].

Első közelítésben a folyamatosan továbbítandó információ tömeg állandó növekedésének kezelésére logikus megoldásként kínálkozik az átviteli csatornák mennyiségi növelése. Változatlan minőségű csatorna kihasználás esetén azonban a mennyiségi növekedés bizonyos határon túl a hírközpontban telepített eszközök számát ugrásszerűen megnöveli, a köztük levő kapcsolatrendszer komplexitását a kezelhetetlenségig elbonyolítja. Mindez az információ időbeni továbbítása, a kapcsolások minősége, gyorsasága és végső soron a vezetés operativitása ellen hat. Megoldást az információ továbbítás hírközponton belüli folyamatainak automatizálása és a híradó csatornák hatékony kihasználása eredményezhet.

Az automatizáltság fokát determinálja a kommunikációs rendszerben található híradó vonalak és hírközpontok automatizáltsága, illetve behatárolják a kommunikációs rendszerben működő technikai eszközök lehetőségei. A vezetés automatizálására szolgáló eszközöknek a vezetési pontok szolgálati munkahelyeire történő telepítésével javul a kellő időben továbbított közlemények aránya, mivel a közlemények időben való továbbítása függ a közleményt feldolgozó szakaszok számától, valamint a feldolgozási szakaszokban eltöltött feldolgozási időtől. Az automatizált eszközök alkalmazása a feldolgozási szakaszok mennyiségének és a feldolgozási idő tartamának csökkentésére irányul, így statisztikusan nő a közlemények kellő időben történő továbbításának valószínűsége.

2.1 Az ISDN csoportos hozzáféréseinek forgalmi viszonyai

A vezetési pont hírközpontok által biztosított másodlagos csatornák felhasználása részben a vezetési pont munkahelyein, részben a hírközpont munkahelyein történik. Ennek során a felhasználói vonalak kijelölhetők:

- szolgálati személyek részére személyes használatú egyedi végberendezések formájában;
- törzs, szolgálati ágak, ügyeletek stb. munkahelyein, közös felhasználású csoportos végberendezések formájában.

Ha egyedi végberendezés kerül kijelölésre, a katonai felhasználó a rendelkezésre álló ISDN vonal alapsebességű, vagy primersebességű kapacitását teljes mértékben kihasználhatja. Nincs forgalmi torlódás, a csatorna rendelkezésre állása 100%-os.

A közös felhasználású végberendezések csoportos kialakítása történhet:

- több ISDN primersebességű és/vagy alapsebességű vonalra csatlakoztatott végberendezés egymáshoz közeli elhelyezésével;
- több végberendezésnek egy ISDN primersebességű és/vagy alapsebességű felhasználói vonalra történő csoportos csatlakozásával;
- az előzőek kombinálásával.

Nyilvánvaló, hogy a katonai hírközpontok kommunikációs lehetőségei végesek, ezért az információ továbbításával kapcsolatos erőforrások felosztásánál törekedni kell a felhasználói vonalak csoportos kijelölésére. Ennek során előnyben kell részesíteni az egy vonalra több katonai felhasználó kijelölésének elvét. Az ISDN kiváló lehetőséget biztosít a szolgáltatások csoportos igénybevételére azonos fizikai hozzáférés esetén. Primersebességű csatornákat vizsgálva, a katonai ISDN alközpont felhasználói oldalán elhelyezkedő felhasználók csoportja, vagy az elsődleges hálózatot tekintve (központ-központ közötti összeköttetés) az azonos prioritású katonai felhasználók csoportja valósíthat meg csoportos hozzáférést.

Elemelve a 2. ábrát, megállapítható, hogy a primersebességű ISDN hozzáférés egyidejűleg többcsatornás felhasználói hozzáférést biztosít. A 2. ábrából levezethető, hogy a kiszolgálási arányszám primersebességű csatornák esetén:

$$\mu_B = \frac{\sum_{s=1}^8 B}{t_{\text{ker}} \cdot et_{\text{prims}}}, \quad (1.1), \quad \text{ami } \mu_B = 64 \text{ kbit/s} \text{ forgalmi igény kiszolgálási intenzitást jelent.}$$

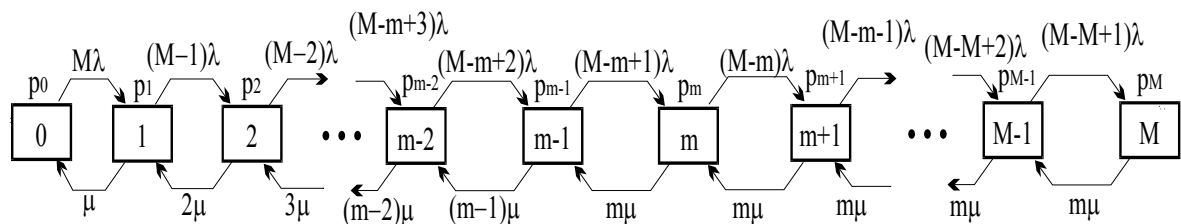
Értelmezve a 2. ábrát, megállapítható, hogy primersebességű hozzáférés esetén a katonai felhasználók forgalmi igényeinek kielégítését harminc B csatorna (\mathbf{m}) végzi. Primersebességű hozzáférés esetén a felhasználók száma nincs korlátozva, értéküket adott λ_k átlagos igény intenzitás esetén a forgalmi kiszolgálásuk során megengedhető várakozási valószínűség határoolja.

Az ISDN hozzáféréshez beérkező forgalmi intenzitásra tehát a következő írható fel:

$$\lambda_k = (M - k)\lambda, \quad \text{amikor: } 0 \leq k \leq M. \quad (1.2).$$

A kiszolgálási intenzitások nagysága:

$$\mu_k = \begin{cases} k\mu, & \text{ha } 0 \leq k \leq m \\ m\mu, & \text{ha } k \geq m. \end{cases} \quad (1.3).$$



3. ábra. Az ISDN hozzáférés általános állapot átmeneti diagramja M katonai felhasználó jelenléte és csoportos hozzáférés esetén.

A 1.2 és 1.3-ban megállapított igénybeérkezési és kiszolgálási intenzitású, \mathbf{m} kiszolgáló csatornával rendelkező, \mathbf{M} katonai felhasználót tartalmazó ISDN hozzáférés állapot átmeneti diagramja a 3. ábrán látható.

2.2 M katonai felhasználó jelenléte és csoportos hozzáférés esetén az ISDN hozzáférés 0. állapotának valószínűsége

Megkülönböztetve \mathbf{k} lehetséges értékének két tartományát, figyelemmel 1.2 és 1.3-ra, a \mathbf{k} . állapot valószínűsége a következők szerint vezethető le.

1. $0 \leq k \leq m - 1$ esetében:

$$p_k = p_0 \prod_{i=0}^{k-1} \frac{(M-i)\lambda}{(i+1)\mu}, \quad \text{majd } p_k = p_0 \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \prod_{i=0}^{k-1} \frac{(M-i)}{(i+1)} \quad (1.4).$$

Kibontva a produktumot:

$$p_k = p_0 \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \frac{M(M-1)(M-2)\dots(M-k+2)(M-k+1)}{k(k-1)(k-2)\dots 3.2.1} \quad (1.5).$$

A 1.5 kifejezés nevezőjében $k!$ -ra ismerve és $(M-k)!$ -sal bővítve:

$$p_k = p_0 \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \frac{M(M-1)(M-2)\dots(M-k+2)(M-k+1)\dots(M-k)(M-k-1)(M-k-2)\dots 3.2.1}{k!(M-k)(M-k-1)(M-k-2)\dots 3.2.1} \quad (1.6),$$

majd másképpen felírva:

$$p_k = p_0 \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^k \frac{M!}{k!(M-k)!} \quad (1.7).$$

Végül felismerve **M** elem **k**-adrendű kombinációinak számát:

$$p_k = p_0 \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^k \binom{M}{k} \quad \text{eredmény adódik} \quad (1.8).$$

2. $m \leq k \leq M$ esetében, figyelemmel a $0 \leq k \leq m-1$ tartomány valószínűségeire:

$$p_k = p_0 \prod_{i=0}^{m-1} \frac{(M-i)\lambda}{(i+1)\mu} \prod_{i=m}^{k-1} \frac{(M-i)\lambda}{m\mu}, \quad (1.9), \text{ majd}$$

$$p_k = p_0 \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^k \prod_{i=0}^{m-1} \frac{(M-i)}{(i+1)} \prod_{i=m}^{k-1} \frac{(M-i)}{m} \quad (1.10).$$

Mindkét produktumot elemeiként felírva:

$$p_k = p_0 \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^k \frac{M(M-1)\dots(M-(m-2))(M-(m-1))}{m(m-1)(m-2)\dots 3 \cdot 2 \cdot 1} \cdot \frac{(M-m)(M-(m+1))\dots(M-(k-2))(M-(k-1))}{m^{k-m}} \quad (1.11).$$

Átrendezve a 1.11 egyenletet:

$$p_k = p_0 \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^k m^{m-k} \cdot \frac{M(M-1)\dots(M-(k-2))(M-(k-1))}{m(m-1)(m-2)\dots 3 \cdot 2 \cdot 1} \quad (1.12).$$

A 1.6 szerint bővítve **(M-k)!**-sal:

$$p_k = p_0 \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^k m^{m-k} \cdot \frac{M(M-1)\dots(M-(k-2))(M-(k-1))(M-k)(M-(k+1))\dots 3 \cdot 2 \cdot 1}{m!(M-k)(M-(k+1))\dots 3 \cdot 2 \cdot 1} \quad (1.13).$$

Felismerve, hogy a 1.13 számlálójában **M!** található:

$$p_k = p_0 \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^k m^{m-k} \frac{M!}{(M-k)!} \cdot \frac{1}{m!} \quad (1.14).$$

Végül **M** elem **k**-adrendű kombinációjára kiegészítve:

$$p_k = p_0 \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^k \binom{M}{k} \cdot m^{m-k} \cdot \frac{k!}{m!} \quad (1.15).$$

Mivel p_k kifejezésekben (1.8 és 1.15) egyaránt szerepel p_0 , ezért viszonylag könnyen meghatározható p_0 értéke:

$$p_0 + \sum_{k=1}^M p_k = 1 \quad (1.16), \quad \text{innen:}$$

$$1 = p_0 + \sum_{k=1}^{m-1} p_0 \cdot \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \binom{M}{k} + \sum_{k=m}^M p_0 \cdot \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \binom{M}{k} \cdot m^{m-k} \cdot \frac{k!}{m!} \quad (1.17).$$

Kiemelve p_0 -t, a következő kifejezés adódik:

$$1 = p_0 + p_0 \cdot \sum_{k=1}^{m-1} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \binom{M}{k} + \sum_{k=m}^M \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \binom{M}{k} \cdot m^{m-k} \cdot \frac{k!}{m!} \quad (1.18),$$

Ezt követően:

$$1 = \frac{1}{p_0 + p_0 \cdot \sum_{k=1}^{m-1} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \binom{M}{k} + \sum_{k=m}^M \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \binom{M}{k} \cdot m^{m-k} \cdot \frac{k!}{m!}}, \quad \text{majd}$$

$$1 = \frac{1}{p_0 \cdot \left(1 + \sum_{k=1}^{m-1} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \binom{M}{k} + \sum_{k=m}^M \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \binom{M}{k} \cdot m^{m-k} \cdot \frac{k!}{m!}\right)} \quad (1.19).$$

Végül p_0 -t kifejezve a következő kifejezés adódik:

$$p_0 = \frac{1}{1 + \sum_{k=1}^{m-1} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \binom{M}{k} + \sum_{k=m}^M \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \binom{M}{k} \cdot m^{m-k} \cdot \frac{k!}{m!}} \quad (1.20),$$

azaz az ISDN hozzáférés $\mathbf{0}$. állapotának valószínűségét (p_0), M katonai felhasználó jelenléte és csoportos hozzáférés esetén a következő összefüggés határozza meg:

$$p_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^{m-1} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \binom{M}{k} + \sum_{k=m}^M \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \binom{M}{k} \cdot m^{m-k} \cdot \frac{k!}{m!}} \quad (1.21).$$

2.3 Az ISDN hozzáférés általános állapotátmeneteit jellemző k . állapot valószínűsége M katonai felhasználó jelenléte és csoportos hozzáférés esetén

Ismerve az ISDN hozzáférés kiinduló állapotának valószínűségét, meghatározható a katonai felhasználói igények beérkezésekor, kiszolgálásakor és azok várakozásakor jellemző valószínűségek értéke.

A valószínűségi tartomány két részre oszlik. Az első rész magában foglalja a kiinduló állapotot¹¹³, valamint azokat az eseteket, amikor a beérkező igények kiszolgálására van szabad csatorna. A második résztartomány azokat az eseteket reprezentálja, amikor a beérkező felhasználói kommunikációs igények -szabad kiszolgáló csatorna híján- várakozásra vannak készítetve.

¹¹³ Azt az esetet, amikor az ISDN alapsebességű vagy primersebességű csatornához nincs beérkező felhasználói igény.

Külön felírva a két tartomány állapotvalószínűségét, majd összegezve azokat, megadható a többfelhasználós ISDN hozzáférések eseteinek az összes valószínűsége.

1. $0 \leq k \leq m - 1$ tartományra 1.8-ból és 1.21-ből kifejezve:

$$p_k = \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \binom{M}{k}}{\sum_{i=0}^{m-1} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^i \cdot \binom{M}{i} + \sum_{i=m}^M \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^i \cdot \binom{M}{i} \cdot m^{m-i} \cdot \frac{i!}{m!}} \quad (1.22).$$

2. $m \leq k \leq M$ előfordulási eseteket tekintve, 1.15 és 1.21 figyelembevételével:

$$p_k = \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \binom{M}{k} \cdot m^{m-k} \cdot \frac{k!}{m!}}{\sum_{i=0}^{m-1} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^i \cdot \binom{M}{i} + \sum_{i=m}^M \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^i \cdot \binom{M}{i} \cdot m^{m-i} \cdot \frac{i!}{m!}} \quad (1.23).$$

Összegezve 1.22-ban és 1.23-ben felírtakat, az ISDN hozzáférés általános állapotátmeneteit jellemző \mathbf{k} . állapot valószínűségét (\mathbf{p}_k), M katonai felhasználó jelenléte és csoportos hozzáférés esetén a következő összefüggés határozza meg:

$$p_k = \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \binom{M}{k} \cdot \begin{cases} 1, & \text{ha } 0 \leq k \leq m - 1 \\ m^{m-k} \cdot \frac{k!}{m!}, & \text{ha } m \leq k \leq M \end{cases}}{\sum_{i=0}^M \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^i \cdot \binom{M}{i} \cdot \begin{cases} 1, & \text{ha } 0 \leq i \leq m - 1 \\ m^{m-i} \cdot \frac{i!}{m!}, & \text{ha } m \leq i \leq M \end{cases}} \quad (1.24).$$

2.4 Az ISDN hozzáférés csatornáinak a foglaltsági valószínűsége, a szabad kiszolgálási csatorna valószínűsége és az ISDN hozzáféréseken levő katonai felhasználók által generált igények várható száma

Ismerve \mathbf{p}_k értékét, most már könnyen meghatározható az ISDN hozzáférés csatornáinak a foglaltsági valószínűsége, a szabad kiszolgálási csatorna valószínűsége és az ISDN hozzáféréseken levő katonai felhasználók által generált igények várható száma.

A második résztartományra:

$$p^{(fogl.)} = \sum_{k=m}^M p_k, \text{ ezért ebbe 3.24 szerinti } \mathbf{p}_k \text{ kifejezést behelyettesítve adódik az ISDN}$$

hozzáférés katonai felhasználóinak a sorbanállási valószínűsége.

$$p^{(sorb.\ddot{a}ll.)} = \sum_{k=m}^M \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \binom{M}{k} \cdot m^{m-k} \cdot \frac{k!}{m!}}{\sum_{i=0}^{m-1} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^i \cdot \binom{M}{i} + \sum_{i=m}^M \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^i \cdot \binom{M}{i} \cdot m^{m-i} \cdot \frac{i!}{m!}} \quad (1.25).$$

Annak a valószínűsége, hogy a beérkező felhasználói igény az ISDN hozzáférésen szabad kiszolgálási csatornát talál, az első résztartományt vizsgálva:

$$p_{(szab.)} = \sum_{k=0}^{m-1} p^k, \quad \text{amelybe 1.22 egyenletet beírva:}$$

$$p_{(szab.)} = \frac{\sum_{k=0}^{m-1} \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \binom{M}{k}}{\sum_{i=0}^{m-1} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^i \cdot \binom{M}{i} + \sum_{i=m}^M \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^i \cdot \binom{M}{i} \cdot m^{m-i} \cdot \frac{i!}{m!}}}{(1.26).$$

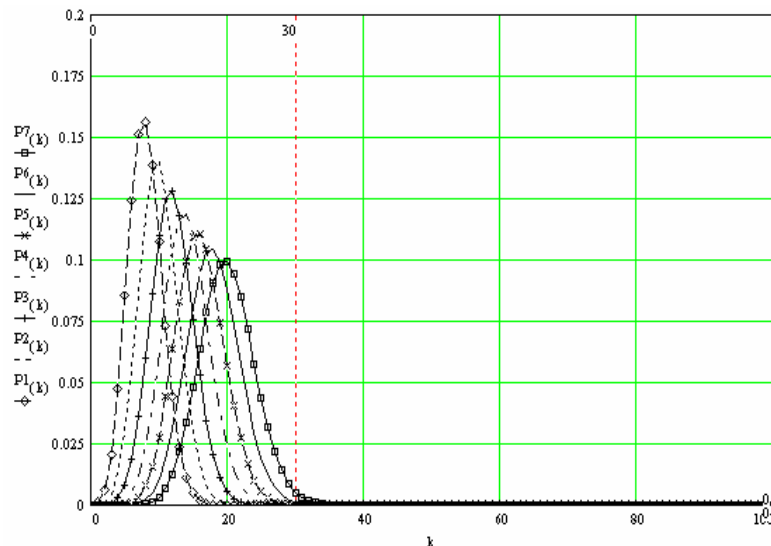
Az ISDN hozzáférésen levő katonai felhasználók által generált igények várható száma a következőképpen határozható meg:

$$N = \sum_{k=0}^M k \cdot p^k, \quad \text{és mivel } 0 \leq k \leq M, \text{ ezért 1.24 behelyettesítésével:}$$

$$N = \sum_{k=0}^M k \cdot \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \binom{M}{k} \cdot \begin{cases} 1, & \text{ha } 0 \leq k \leq m-1 \\ m^{m-k} \cdot \frac{k!}{m!}, & \text{ha } m \leq k \leq M \end{cases}}{\sum_{i=0}^M \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^i \cdot \binom{M}{i} \cdot \begin{cases} 1, & \text{ha } 0 \leq i \leq m-1 \\ m^{m-i} \cdot \frac{i!}{m!}, & \text{ha } m \leq i \leq M \end{cases}} \quad (1.27).$$

2.5 AZ ISDN primersebességű hozzáféréseinek szimulációja

Más arányok jellemzik az ISDN primersebességű hozzáférést, hiszen ekkor nagyságrenddel több a rendelkezésre álló csatornaszám és a kiszolgálható katonai felhasználó (4. ábra).



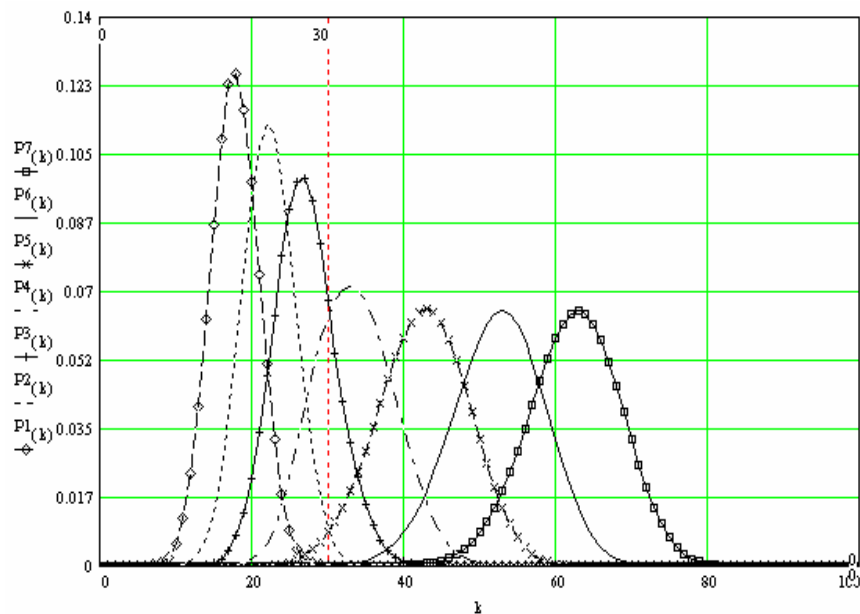
4. ábra. Többfelhasználós ISDN hozzáférések eseteinek a valószínűsége ($\Psi=0,25$; PRA).

1. táblázat. Sorbanállási valószínűség és átlagos forgalmi igény $\Psi=0,25$ -nél (PRA).

M	40	50	60	70	80	90	100
$P_{\text{sorbanállás}}$	10^{-13}	$7 \cdot 10^{-10}$	$2 \cdot 10^{-7}$	10^{-5}	$2 \cdot 10^{-4}$	0,002	0,012
N	8	10	12	14	16	18	20

Relatív alacsony forgalmi intenzitás mellett ($\Psi=0,25$), annak az esélye, hogy az igénylő nem talál szabad csatornát kevesebb, mint 1,5 %, és mindez 100 felhasználó egyidejű primersebességű hozzáférésre történő csatlakozása esetén (1. táblázat). Kisebb felhasználói szám esetén az eredmények még jobbak. 70 főtől lefelé a sorbanállási valószínűség gyakorlatilag elhanyagolható értékű.

Megnövelve a forgalmi intenzitás értékét $\Psi=0,8$ -ra, érzékelhető az ISDN primersebességű hozzáférés tartalékai. Körülbelül 50-55 főig a rendszer úgy viselkedik, mintha a terhelés változatlan maradt volna. Összeomlás 70 felhasználó fölött következik be (5. ábra, 2. táblázat). Megfigyelhető továbbá az a jelenség is a 4. ábra és a 5. ábra alapján, hogy a forgalmi intenzitás növelésével, adott felhasználó számhoz tartozó maximális előfordulási valószínűségű forgalmi esemény magasabb k értékekhez rendelődik hozzá (modus pont).



5. ábra. Többfelhasználós ISDN hozzáférések eseteinek a valószínűsége ($\Psi=0,8$; PRA).

2. táblázat. Sorbanállási valószínűség és átlagos forgalmi igény $\Psi=0,8$ -nál (PRA).

M	40	50	60	70	80	90	100
$P_{\text{sorbanállás}}$	$8 \cdot 10^{-5}$	0,002	0,26	0,76	0,98	1	1
N	17,7	22,2	27	33,5	42,5	52	62,5

3. Következtetések

A 2. fejezetből megállapítható, hogy felállítható a katonai kommunikációs rendszer ISDN primersebességű hozzáféréseinek matematikai modellje többfelhasználós környezetben. A modell szimulációjának eredményeképpen az ISDN hozzáférések fontos paramétereit lehet meghatározni.

A katonai kommunikációs rendszer forgalmi viszonyainak tervezése során, kiinduló adatként felhasználva a primersebességű ISDN hozzáféréseket igénybe vevő szolgálati személyek számát, azt követően megbecsülve a béke, készenléti és háborús időszakokra jellemző átlagos forgalmi intenzitás mértékét, majd a 1.26 képletbe behelyettesítve ezeket a kiinduló adatokat, meghatározható az ISDN csatornák szabad hozzáféréseinek a valószínűsége.

A kiinduló adatokkal, a 1.27 kifejezésbe történő behelyettesítéssel, meghatározható az adott ISDN hozzáféréseken levő katonai felhasználók átlagos száma, majd a 1.25 képlet segítségével az ISDN csatornákra történő várakozás valószínűségének a nagysága. Ismerve ez utóbbi értéket, eldönthető, hogy különböző beosztású szolgálati személyeknek adott forgalmi viszony mellett, elegendő-e az ISDN központ által felkínált csatorna hozzáférési valószínűség, vagy növelni kell a csatornák számát.

A kiinduló adatként használt átlagos forgalmi intenzitások értékét a csapatgyakorlatok tapasztalatai alapján célszerű meghatározni, így az ISDN hozzáférések csoportos felhasználása esetén a 1.25-1.27 képletek segítségével eredményesen modellezhető a hírközponthoz csatlakozó, különböző beosztású szolgálati személyek által generált kommunikációs igények kiszolgálásának a mértéke. A forgalmi események számítógépes szimulációjával a legfontosabb paraméterek táblázatos és grafikus formában előre kiszámíthatók és megjeleníthetők, így a hírközpont tervezése, üzemeltetése során hatékonyan és szemléletesen méretezhetők az erőforrások leterheltségével kapcsolatos forgalmi viszonyok.

A szimulációk eredményeképpen megállapítható, hogy az ISDN primerhozzáférés által felkínált forgalmi viszonyok az esetek egy részében nem kielégítő minőségűek. Ebből kiindulva a katonai kommunikációs rendszer korlátozott kommunikációs lehetőségei esetén tehát az ISDN szolgálat-szolgáltatás halmazból a prioritás (elsőbbségi kategória) képző speciális teleszolgálatot kell igénybe venni.

Teljes megoldást egy elvileg is új kommunikációs lehetőség az Aszinkron Transzfer Mód (ATM) jelenthet, mely a konvergencia jelenlegi irányát figyelembe véve felkínálja az információ típusától független, hatékony kommunikáció lehetőségét.

Felhasznált irodalom:

1. „Zöld könyv” az információs társadalom fejlődéséről: INTERNET: <http://www.itb.hu/dokumentumok>, European Commission, DG XIII A4, B-1049 Brussels, Belgium.
2. CCIR Recommendation: Primary rate User-Network Interface - Layer 1 specification, -Recommendation.I.431, -Recommendations of the CCIR, -Helsinki, -1993.- Vol. 5.1. (Interface at 2048 kbit/s, Electrical characteristics). -p.26.
3. GRIFFITHS, John M.; ADAMS, Peter; HOVELL, John: ISDN Explained. -2nd ed. - Chichester, -Baffins Lane, -1992. -Chapt. 5.1.4.: Binary organization of Layer 1 frame. -p.70. -ISBN 0 471 93480 1
4. DEVECSERY, Lászlóné: Matematika III. -Jegyzet -Bp. -ZMKA. -1989. -Fej. 1.3.: A beérkezési folyamat jellemzése. -p.19.
5. BOZSÓKI, István; MOLNÁR, Béla; FRIGYES, István: Híradástechnika. -GÉHER, Károly (szerk). -Budapesti Műszaki Egyetem. -Műszaki Könyvkiadó. -1993. -Fej. 18.2.1.: Integrált Szolgáltatású Hálózatok: Hozzáférési késleltetés. -p.219. -ISBN 963 16 0173 0

15. melléklet

3. táblázat

$M(\psi=0,5)$	32	35	40	50	60	70	80	90	100	120	140	160
$P_s(B=30)$	$1,1 \cdot 10^{-12}$	$2,3 \cdot 10^{-10}$	$8,3 \cdot 10^{-8}$	10^{-4}	$5,8 \cdot 10^{-3}$	0,07	0,29	0,67	0,93	1	1	1
$P_s(B=24)$	$1,7 \cdot 10^{-6}$	$2,2 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-4}$	0,024	0,193	0,58	0,92	0,995	1	1	1	1
$P_s(B=18)$	$6,6 \cdot 10^{-3}$	0,02	0,09	0,48	0,896	0,996	1	1	1	1	1	1

4. táblázat

$M(\psi=0,8)$	32	35	40	50	60	70	80	90	100	120	140	160
$P_s(B=30)$	$4,4 \cdot 10^{-9}$	$5,4 \cdot 10^{-7}$	$8,7 \cdot 10^{-5}$	0,02	0,26	0,76	0,98	1	1	1	1	1
$P_s(B=24)$	$4,5 \cdot 10^{-4}$	$3,5 \cdot 10^{-3}$	0,037	0,411	0,9	0,99	1	1	1	1	1	1
$P_s(B=18)$	0,133	0,28	0,62	0,98	1	1	1	1	1	1	1	1

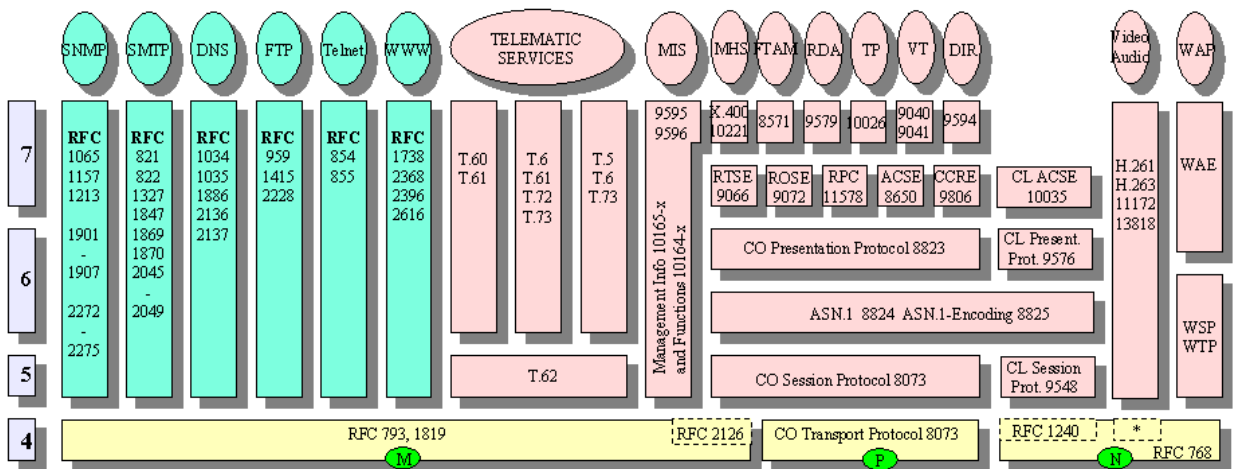
5. táblázat

$M(\psi=0,5)$	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170
$P_s(B=120)$	0	0	0	0	0	0	0	$3 \cdot 10^{-29}$	$5,2 \cdot 10^{-27}$	$5,5 \cdot 10^{-25}$	$4 \cdot 10^{-23}$
$P_s(B=90)$	$1,2 \cdot 10^{-20}$	$1,2 \cdot 10^{-18}$	$7 \cdot 10^{-17}$	$2,75 \cdot 10^{-15}$	$7,4 \cdot 10^{-14}$	$1,5 \cdot 10^{-12}$	$2,15 \cdot 10^{-11}$	$2,5 \cdot 10^{-10}$	$2,4 \cdot 10^{-9}$	$1,78 \cdot 10^{-8}$	$1,14 \cdot 10^{-7}$
$P_s(B=84)$	$2,63 \cdot 10^{-16}$	$1,13 \cdot 10^{-14}$	$3,3 \cdot 10^{-13}$	$6,53 \cdot 10^{-12}$	$9,8 \cdot 10^{-11}$	$1,13 \cdot 10^{-9}$	$1,03 \cdot 10^{-8}$	$7,67 \cdot 10^{-8}$	$4,72 \cdot 10^{-7}$	$2,45 \cdot 10^{-6}$	$1,1 \cdot 10^{-5}$
$P_s(B=78)$	$1,4 \cdot 10^{-12}$	$2,9 \cdot 10^{-11}$	$4,48 \cdot 10^{-10}$	$5,13 \cdot 10^{-9}$	$4,58 \cdot 10^{-8}$	$3,28 \cdot 10^{-7}$	$1,93 \cdot 10^{-6}$	$9,5 \cdot 10^{-6}$	$4 \cdot 10^{-5}$	$1,47 \cdot 10^{-4}$	$4,7 \cdot 10^{-4}$

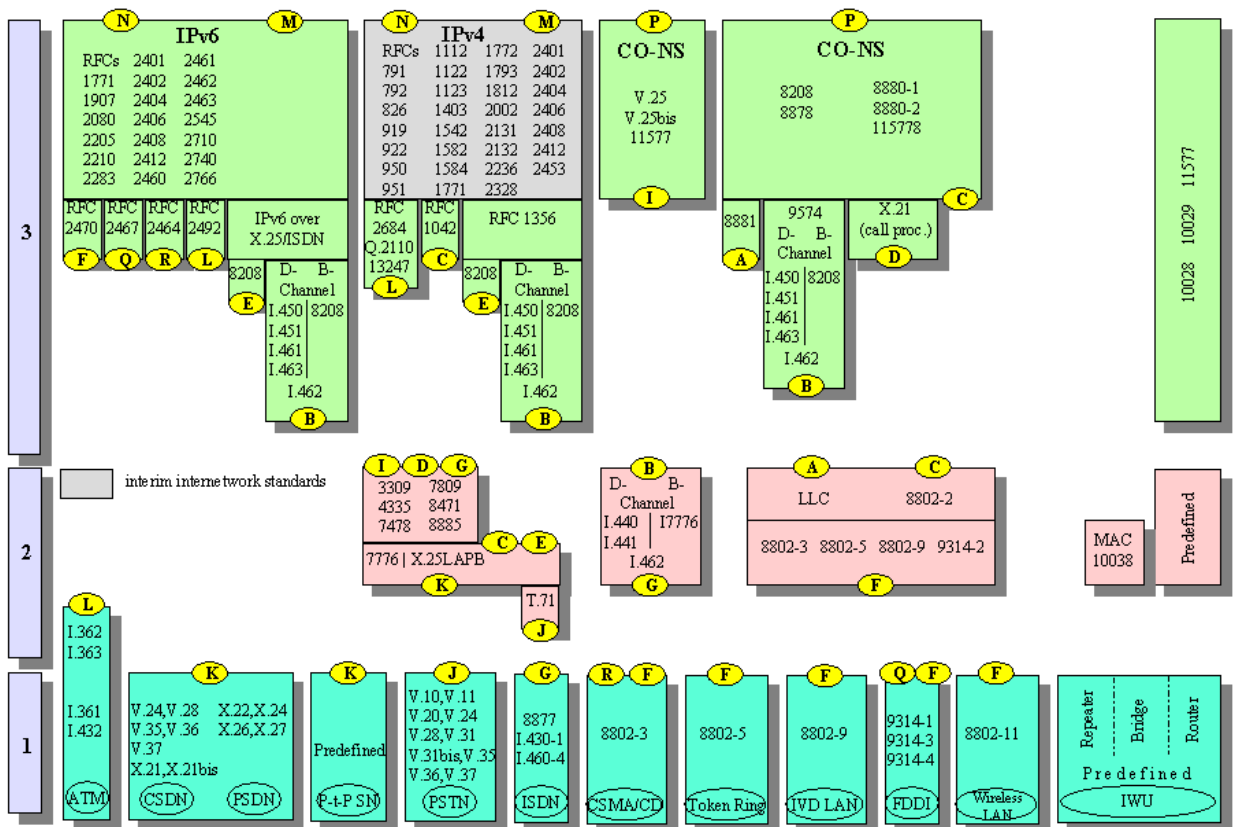
6. táblázat

$M(\psi=0,8)$	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170
$P_s(B=120)$	0	0	0	$2,76 \cdot 10^{-27}$	$4,09 \cdot 10^{-24}$	$2,11 \cdot 10^{-21}$	$4,83 \cdot 10^{-19}$	$5,73 \cdot 10^{-17}$	$3,95 \cdot 10^{-15}$	$1,72 \cdot 10^{-13}$	$5 \cdot 10^{-12}$
$P_s(B=90)$	10^{-11}	$4,4 \cdot 10^{-10}$	10^{-8}	$1,64 \cdot 10^{-7}$	$1,83 \cdot 10^{-6}$	$1,5 \cdot 10^{-5}$	$9,42 \cdot 10^{-5}$	$4,64 \cdot 10^{-4}$	0,002	0,006	0,017
$P_s(B=84)$	$1,38 \cdot 10^{-8}$	$2,46 \cdot 10^{-7}$	$2,94 \cdot 10^{-6}$	$2,5 \cdot 10^{-5}$	$1,58 \cdot 10^{-4}$	$7,76 \cdot 10^{-4}$	0,003	0,01	0,026	0,061	0,122
$P_s(B=78)$	$4,69 \cdot 10^{-6}$	$4,15 \cdot 10^{-5}$	$2,67 \cdot 10^{-4}$	0,001	0,005	0,016	0,041	0,09	0,174	0,295	0,447

16. melléklet: A NATO OSE modell



* = RFCs 1889, 1890, 2032, 2190, 2250



17. melléklet: Bell Labs: Adattovábbítási világrekord

A Lucent Technologies kutatási részlegeként működő Bell Labs. a napokban bejelentette, hogy sikeresen megduplázta a nagy távolságú telekommunikációs hálózatok által elérhető sebességet, és összeköttetési távolságot. A fejlesztési eredmény segítségével a telekommunikációs társaságok a jövőben olcsóbban továbbíthatnak majd a jelenleginél sokkal nagyobb mennyiségű adatot a nagy távolságokat összekötő optikai kábeleken keresztül, állítja a Bell Laboratories.

A Lucent Technologies kutatási részlege 2,56 Terabit/s sebességgel küldött adatokat mintegy 2,500 mérföldes (4000 km) távolságra. Mindez annyit jelent, mintha a szakemberek 2,56 millió regény tartalmát továbbították volna keresztül az Egyesült Államokon minden másodpercben. 1 Terabit egyébként valamivel több, mint 1 billió bit másodpercenként. A korábbi világrekord 1,6 Terabit/s sebesség volt egy 1250 mérföldes (2000 km) távolságon keresztül. A Bell Labs. úgy tudta elérni a 2,56 Terabit/s sebességet, hogy 40 gigabit/s sebességgel küldött adatokat 64 párhuzamos optikai csatornán keresztül. Az optikai kábelben az egyes csatornák hullámosztásos multiplexelési eljárással voltak egyesítve, mivel az adatok valójában egyetlen optikai kábelben áramoltak.

A korábbinál jóval nagyobb adatátviteli távolságot a Bell egy Differential Phase Shift Keying elnevezésű kódolási eljárás segítségével tudta elérni. A technológiát a Bell kutatói kifejezetten a nagy kapacitású hálózatokhoz fejlesztették ki. A Lucent jelenlegi nagy távolságú hálózati megoldása, a LambdaExtreme nem támogatja a nagyobb adatátviteli sebességeket, de a Muray Hill-i (New Jersey) társaság szóvivője szerint a cég hamarosan megjelenő termékei már fel lesznek készítve a Bell Labs. által elért sebességek kihasználására.

2002. március 25. hétfő 8:13

Forrás: (<http://www.prim.hu>)

18. melléklet Vége az FDDI-nak

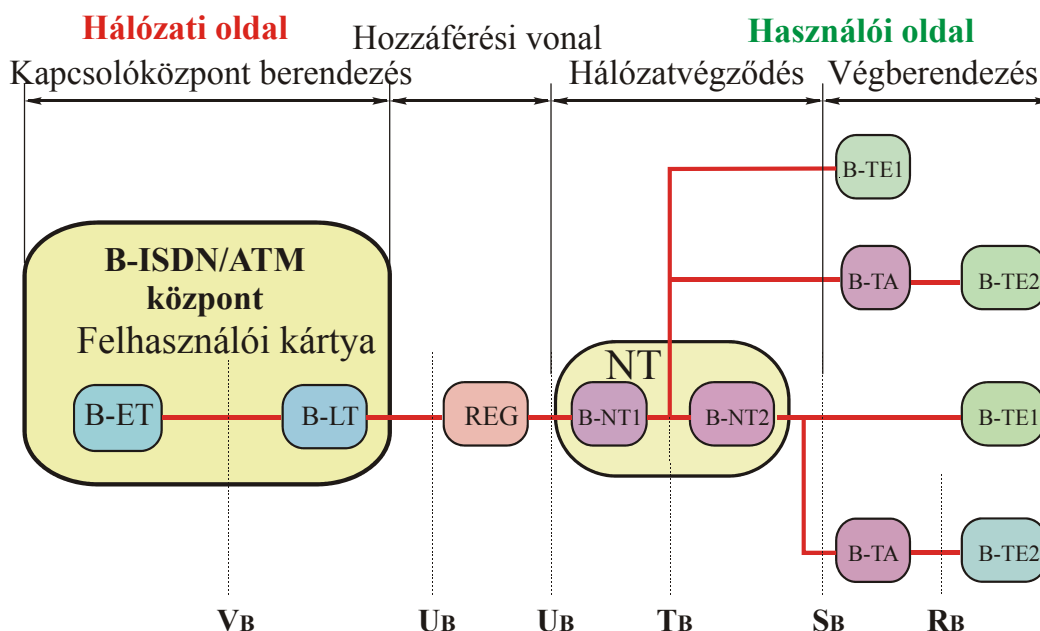
Hivatalosan is megszámláltattak az FDDI napjai: a lapkagyártók már nem fogadnak el több megrendelést FDDI processzorokra és a készletek elfogytával, a hálózati eszközök készítői is beszüntetik a termelést. A Motorola például júliusban vette fel az utolsó megrendelést, és ezt 2000 januárjában teljesíteni is fogja.

Az FDDI a maga 100megabit/másodperces sebességével a nagy sebességű hálózatot akaró felhasználók kedvence volt. Fénykorát 1995-96-ban élte, amikor a LAN-os ATM még gyerekcipőben járt, a Gigabit Ethernet pedig nem volt több távoli álomnál. 1996 óta viszont jócskán megcsappant iránta a kereslet: felváltotta a gyorsabb Gigabit Ethernet és ATM, illetve az olcsóbb Fast Ethernet. Ezért a felhasználók is jobban teszik, ha minél előbb átállítják rendszereiket és hálózataikat valamilyen új technológiára, mondják a szakértők.

A gyártók eddig is bátorították felhasználóikat, hogy más technológiát válasszanak, ezt azonban most felváltja a noszogatás. A 3Com például árendelményeket ad a felhasználóknak. A Cisco részben más úton jár: most, utoljára jól bevásárol félvezetőkből, hogy a nagy teljesítményű FDDI útválasztóit még pár évig termékkínálatában tudja tartani.

(Forrás: NS, Framingham, 1999. december 31., péntek, szamitastechnika.hu)

19. melléklet Az ATM/B-ISDN protokoll referencia modellje



20. melléklet Forgalmi dugó lesz az interneten?

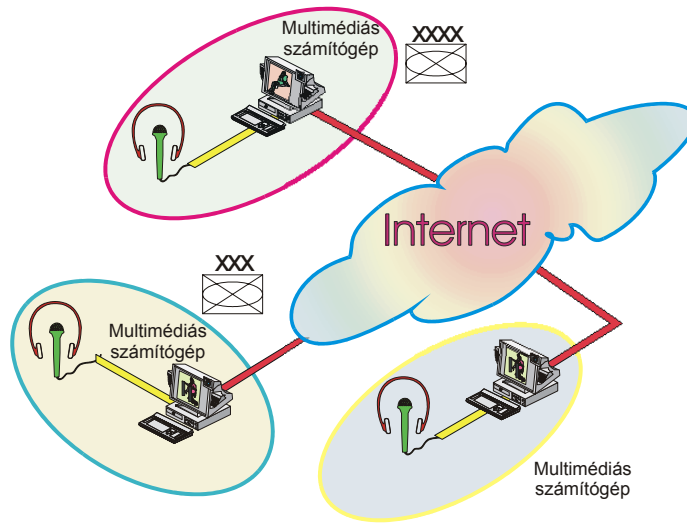
Az interneten hamarosan hatalmas forgalmi dugók keletkezhetnek, és a probléma megoldása előtt jelenleg az észak-amerikai szolgáltatók jelentik a legnagyobb akadályt - derült ki egy a témával foglalkozó ottawai konferencia előzetes tájékoztatójából. A május 14-én kezdődő IPV6 Forum konferencia szervezőinek elmondása alapján azért van szükség a világháló átalakítására, mert 2005-re nem lesz szabad internetes (IP) cím. A jelenleg használt internetes protokoll 4-es verziója (Ipv4) csak négymilliárd címet képes nyilvántartani, amibe már nem fognak beleférni az új, internetre csatlakozó eszközök - például mobiltelefonok, kézi számítógépek, háztartási gépek (hűtőszekrények).

Jelenleg 400 millió ember csatlakozik a világhálóra, és ez a szám a szakértők szerint 2005-re egymilliárd fölé, 2010-re pedig már hárommilliárd fölé emelkedhet. A mobiltelefont használók száma a jelenlegi 480 millióról már 2003-ra elérheti az egymilliárdot. Európa és Ázsia - ahol Észak-Amerikával szemben sokkal dinamikusabban növekszik a mobil eszközök használata - már elkezdte kifejleszteni az új szabványt, az internetes protokoll 6-os verzióját (Ipv6). Ezzel hosszú időre megoldanák a problémát, mert az új technológia korlátlan mennyiségű cím regisztrálását teszi lehetővé. Lydia Leung, a Gartner Dataquest telekommunikációs kutatócsoport vezető elemzője szerint mindenki egyetért azzal, hogy az Ipv6 a legjobb megoldás. "Az egyetlen problémát az okozhatja, hogy ez más módon használja hálózatot, ezért nehéz lesz átalakítani azt." - mondta Leung. Hozzátette, hogy az észak-amerikai hálózati szolgáltatók nehezen fogadják el az új szabványokat, mert komoly befektetéseket igényelne azok tesztelése és bevezetése. Az IPv6-ot azonban a világon mindenhol egyszerre kellene bevezetni, mert a különböző szabványok párhuzamos létezése leállíthatja az internetes forgalmat. Emellett az IPv6-nak számos előnye van: például biztonsági megoldásokat építettek bele a crackerek ellen.

Leung szerint nem kell majd sokat várni Észak-Amerika csatlakozására, mert az ottani szolgáltatók sem akarnak kimaradni egy ilyen lehetőségből.

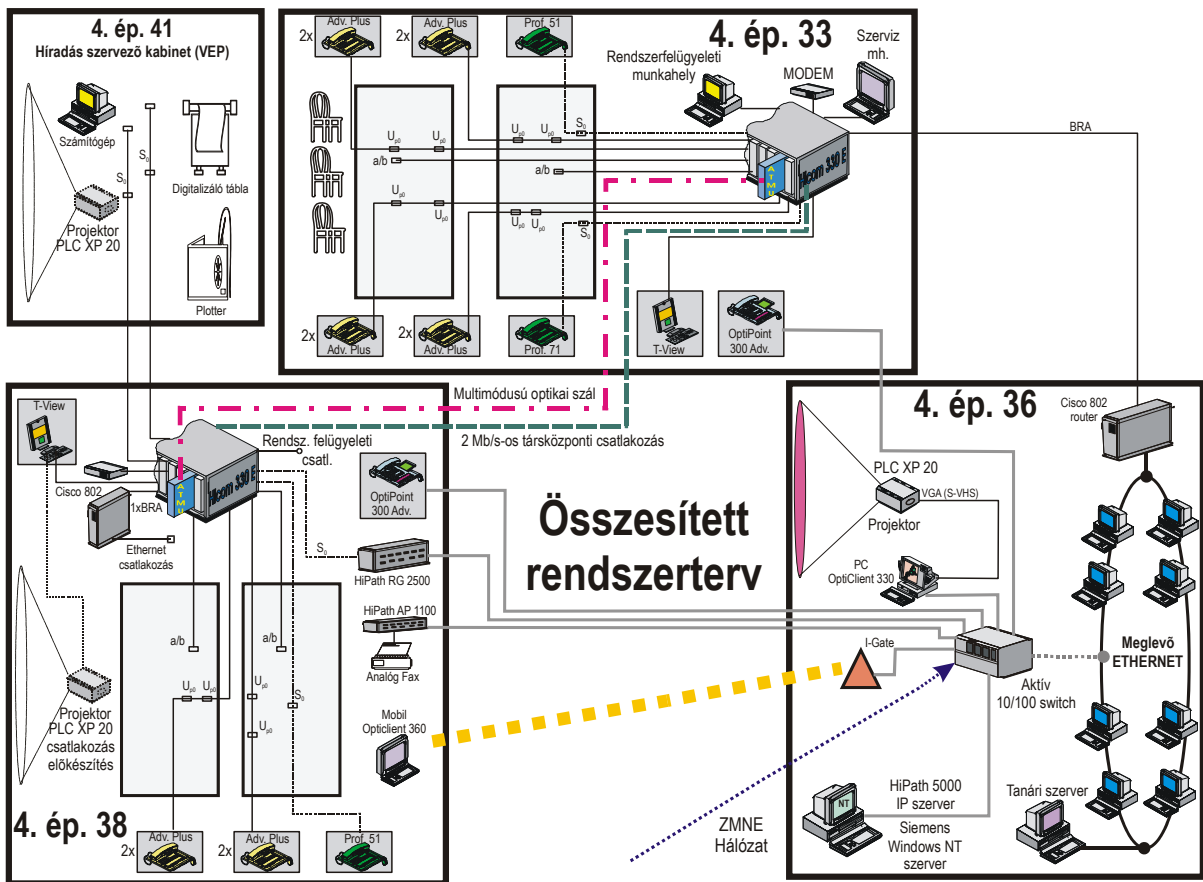
(Forrás: *Wired-stop!*, <http://www.stop.hu/hirek/itech/index.tdp?f=10133>, 2001. 05. 11.)

21. melléklet VoIP megoldás terminálok között



22. melléklet A Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Katonai kommunikációs rendszerszervező tanszék ATM alapú kísérleti hálózatának kialakítása

(A pályázatot készítették: Dr. habil Sándor Miklós, Dr. Rajnai Zoltán, Fekete Károly)



AZ ÉRTEKEZÉS ÁBRÁINAK JEGYZÉKE

1.1. ábra A Shannon-Weaver féle kommunikációs modell (Forrás: [7]).....	14
1.2. ábra A félvezető technika legfontosabb paramétereinek változása (Forrás: EITO, <i>www.nhit.hu</i>)	21
1.3. ábra A hagyományos távközlés és ISDN típusú kommunikáció adatsebessége az IP technológiához viszonyítva. (2003-2004 – tervezett) (Forrás: NTT)	21
1.4. ábra Adatsebesség igény változása a különböző kommunikációs szolgáltatások függvényében (Forrás: Bruce Mc. Leod: <i>The Need for Speed</i> , „Communications Technology”, January 1998.)	22
2.1. ábra Az MH állandó telepítésű kommunikációs rendszerének kapcsolata más kommunikációs rendszerekkel.....	36
2.2. ábra Az MH ÁTKR telefonhálózatának logikai kapcsolatrendszere (Forrás: MH Főhírközpont).....	38
2.3. ábra Az MH kommunikációs rendszerében üzemelő ISDN központok kapcsolatrendszere (Forrás: MH Főhírközpont)	39
2.4. ábra Az MH ÁTKR mikrohullámú hálózatának logikai kialakítása (Forrás: MH Főhírközpont).....	41
2.5. ábra Az MH OIGH kapcsolatrendszerének elvi vázlata	46
2.6. ábra Az MH internet gerinhálózat csomópontjainak elvi kapcsolódása	47
2.7. ábra A Digitális Hadműveleti-Harcászati Átjáró (DSTG) felépítése (Forrás: NATO STANAG 4206)	50
2.8. ábra A NATO kommunikációs rendszerének kapcsolati rendszere.....	51
2.9. ábra Az MH ÁTKR kapcsolata a NATO IVSN-el (Forrás: NATO CIS Course No. 63, Latina).....	51
2.10. ábra A NATO kommunikációs megoldásainak fejlődési trendje.....	52
2.11. ábra Az országos optikai kábeles infrastruktúra 2001-ben (Forrás: MATÁV Rt.)	56
2.12. ábra A digitális központok típusonkénti eloszlása Budapesten (Forrás: PKI Távközlésfejlesztési Intézet, 2001)	56
2.13. ábra Az ISDN primer- és alaphozzáférések számának alakulása (Forrás: Paksi Géza: <i>Az MK kommunikációs infrastruktúrája. 1999.</i>)	57
2.14. ábra Az országos SDH struktúra 2002-ben (Forrás: MATÁV Rt., 2001.)	58
2.15. ábra A PanTel országos SDH hálózata (Forrás: PanTel Rt., 2002.)	58
2.16. ábra A MATÁV WDM Backbone hálózata (Forrás: MATÁV Rt., 2003.)	60
2.17. ábra A budapesti ATM kapcsoló központok és kapcsolatuk az országos SDH-val (Forrás: PKI Távközlésfejlesztési Intézet, 2000.).....	60

2.18. ábra A MÁV Rt. SDH és digitális hozzáférési hálózata (Forrás: MÁV Rt., 2002.)	61
2.19. ábra A digitalizáció mértékének változása 1993 és 2001 között (Források: 1. Paksi Géza: Az MK kommunikációs infrastruktúrája. 1993-1999., 2. Hírközlési Főfelügyelet Éves Jelentés 2000-2001.)	62
3.1. ábra	75
3.2. ábra	76
3.3. ábra	77
3.4. ábra	77
3.5. ábra A digitális trónkók leterheltsége havi viszonylatban (Forrás: FHK Forgáloelemző Csoport, 2001.)	78
3.6. ábra A „Cegléd központ” kiesése miatti túlterhelés Veszprém-HM II viszonylatban (Forrás FHK Forgáloelemző Csoport, 2001.)	79
3.7. ábra Az alacsony trónk áramkör kapacitás miatti túlterhelés, Fürjes-Kecskemét (Forrás FHK Forgáloelemző Csoport, 2001.)	79
3.8. ábra Normális központ közötti terhelés Cegléd-Szolnok viszonylatban (Forrás FHK Forgáloelemző Csoport, 2001.)	79
3.9. ábra Az ATM, az OSI, és TCP/IP rétegfelépítése (Forrás: Andrew S. Tannenbaum: Számítógép-hálózatok, Panem-Prentice-Hall, 56., 86. oldal)	81
3.10. ábra Európai, Észak-Amerikai és Japán szabvány szerinti PDH sebességek (Forrás: ITU-T G. rec.)	86
3.11. ábra Az OTM, az OADM és az OXC felépítése (Forrás: [79])	89
3.12. ábra Az SDH STM-1 keretfelépítése (Forrás: [90])	90
3.13. ábra Az SDH multiplex struktúra (Forrás: [90])	91
3.14. ábra A TM, az ADM és a DXC felépítése (Forrás: [84])	92
3.15. ábra Az SDH mikrohullámú rádiórelékkal megvalósított összeköttetés elemei	94
3.16. ábra Az ATM cellafelépítése (Forrás: ITU-T I.121 Rec.)	97
3.17. ábra Példa az ATM katonai felhasználó-hálózati (UNI) és hálózati-hálózati (NNI) interfészeinek lehetséges elhelyezkedésére	98
3.18. ábra Az MPLS „Shim” címke a rétegalapú modellben (Forrás: [103])	105
3.19. ábra Különbözö hálózati megoldások kiterjedés–sebesség alapú összehasonlítása	108
3.20. ábra A különbözö technológiák egymásra épülése és evolúciója	111
3.21. ábra Az MH ÁTKR DWDM transzportálózatának lehetséges elvi kialakítása optikai kapcsolókkal (OTM, OXC, OADM)	111
3.22. ábra Az ATM-en alapú ÁTKR kapcsolatrendszerének egy lehetséges kialakítása	116

3.23. ábra Elképzelés a Magyar Honvédség DWDM-MPLS/ATM-TCP/IP technológiára épülő állandó telepítésű kommunikációs rendszerére (a technikai továbbfejlesztés átmeneti állapotában)	120
--	-----

RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE

4FSK	4 Frequency Shift Keying	4 Frekvenciás Billentyűzés
10 GbE	10 Gigabit Ethernet	10 Gigabit Ethernet
AAL	Asynchronous Transfer Mode Application Layer	Aszinkron átviteli mód alkalmazói rétege (ATM)
ABR	Availabe Bit Rate	Rendelkezésre álló Bitsebesség (ATM)
ADM	Add/Drop Multiplexer (Multiplexing)	Leágazó multiplexer (multiplexelés)
ADPCM	Adaptive Differential Pulse Code Modulation	Adaptív differenciális PCM
AMAR		Korai Nukleáris Figyelmeztető Rendszer
ARPANET	Advanced Research Projects Agency Network	
ASOC	Air Support Operation Center	Légi Támogatás Műveleti Központ
ATM	Asynchronous Transfer Mode	Aszinkron átviteli mód
B-ISDN	Broadband Integrated Services Digital Network	Széles sávú ISDN
BRA	Basic Rate Access	Alaphozzáférés, alapsebességű hozzáférés
C3	Consultations, Command, and Control	Konzultáció, Vezetés és Irányítás
C3I	Command, Control, Communications and Intelligence	Vezetés, Irányítás, Kommunikáció és Felderítés
CB	Central Battery	Központi telep(ü)/áramellátás(ú)
CBC	Cross Border Connection	Országhatáron Átmenő Kapcsolat
CBR	Constant Bit Rate	Állandó Bitsebesség (ATM)
CDMA	Code Division Multiple Access	Kódosztásos többszörös hozzáférés
CIS	Communications and Information System	Kommunikációs és Információs Rendszer
CJTF	Combined Joint Task Force	Többnemzetiségű Összhaderőnemi Alkalmi Kötelék
COTS	Commercial off the Shelf	Polgári Eszközök Felhasználása
DCA	Defense Communications Agency	Védelmi Kommunikációs Ügynökség
DEMUX	Demultiplex(er)	Demultiplex(er)
DiffServ	Differentiated Services	Megkülönböztetett Szolgáltatások

DNS	Domain Name Server	Szimbolikus Terület Név-Kiszolgálója
DoD	Department of Defense	Védelmi Minisztérium (USA)
DSTG	Digital Strategical-Tactical Gateway	Digitális Hadműveleti-Harcászati Átjáró
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplex	Hullámhosszsűrűség-osztásos multiplex
DXC	Digital Cross Connect	Digitális Vezérelt Rendezők (SDH)
E1		Európai szabványú PDH, 30 beszédcsatornás 2048 kbit/s sebességű csatlakozás
E3		Európai szabványú PDH, 480 beszédcsatornás 34368 kbit/s sebességű csatlakozás
ECN	Expressed Congestion Notification	Kifejezett Torlódásvezérlés (IP)
EDFA	Erbium Doped Fiber Amplifier	Erbiummal adalékolt fényvezető szál erősítő
EES	Enhanced Eurocom System	Továbbfejlesztett Eurocom rendszerek
EKG		Egységes Kormányzati Gerinchálózat
EUROCOM	European Communications	
FDDI	Fibre Distributed Data Interface	Fényvezető szál osztott adat interfész
FDMA	Frequency Division Multiple Access	Frekvenciaosztásos többszörös hozzáférés
FEC	Forward Error Correction	Hibajavító Kódolás Előre
FM	Frequency Modulation	Frekvenciamoduláció
FTP	File Transfer Protocol	Állományátviteli Protokoll
GbE	Gigabit Ethernet	Gigabit Ethernet
GDP	Gross Domestic Product	Bruttó hazai össztermék
GPS	General Purpose Segment	Általános Felhasználású Szegmens
GSM	Global System for Mobile	Világméretű mobil távközlő rendszer
HTTP	Hypertext Transfer Protocol	
iAB	internet Activities Board	
ICC	Improved Command Center	Továbbfejlesztett Vezetési Központ
ICIS	Integrated Communications Information System	Integrált Kommunikációs és Informatikai Rendszer (NATO)
IDN	Integrated Digital Network	Integrált digitális hálózat

IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	Villamosmérnökök Egyesülete
IKB		Informatikai Kormánybiztosság
IntServ	Integrated Services (IP)	Integrált Szolgáltatások (IP QoS)
IPoATM	internet Protocol over ATM	internet Protokoll ATM felett
IPv4	internet Protocol version 4	Az internet Protokoll 4. változata
IPv6	internet Protocol version 6	Az internet Protokoll 6. változata
ISDN	Integrated Services Digital Network	Integrált Szolgáltatású Digitális Hálózat
ISO	International Standardization Organisation	Nemzetközi Szabványügyi Szervezet
IT	Information Technology	Információ-Technológia
ITU	International Telecommunications Union	Nemzetközi Távközlési Egyesület
IVSN	Initial Voice Switched Network	Korai, beszédkapcsoláson alapuló Hálózat (NATO)
KFV		Katonai Felsővezetés
KGIR		Költségvetési Gazdálkodási Információs Rendszer
KGYP		Központi Gyakorló és Lőtérparancsnokság
KHVM		Közlekedési, Hírközlési és Vízügyi Minisztérium
LAN	Local Area Network	Helyi hálózat
LAS	Local Area System	Kis kiterjedésű rendszer (NATO)
LB	Local Battery	Helyi telepű/telepes áramellátás(ú)
LSR	Label Switch Router	Címkekapcsolt Útválasztó (MPLS)
LVC	Label Virtual Connection	Címkezett Virtuális Összeköttetések
MAN	Metropolitan Area Network	Nagyvárosi (helyi) hálózat
MEMS	Micro Electromechanical Systems	optikai mikro-elektromechanikus rendszerek
MH ÁTKR		MH Állandó Telepítésű Kommunikációs Rendszere
MH LEP		Magyar Honvédség Légierő Parancsnokság
MH OIGH		MH Országos Informatikai Gerinhálózat
MH SzFP		Magyar Honvédség Szárazföldi Parancsnokság
MILNET	Military Network	Katonai Hálózat

MLC	Multi Level Coding	Többszintű Kódolás
MPLS	Multiprotocol Label Switching	Többprotokollos címkekapcsolás
MS	Mobile Subsystem	Mobil alrendszer
MUX	Multiplex(er)	Multiplex(er)
NATO AIR C2	NATO AIR Comand Control	NATO Légierő Vezetés és Irányítás
NATO C2IS	NATO Command and Control Information Systems	NATO Vezetés és irányítás Információs Rendszere
NATO C3A	NATO Consultations, Command, and Control Agency	NATO Konzultációval, Vezetéssel és Irányítással foglalkozó Hivatala
NATO OSE	NATO Open System Environment	NATO Nyílt Rendszerek Környezete
NCN	NATO Core Network	NATO (vonalkapcsolt üzemmódú) Központi Hálózat
NCW	Net Control War	Hálózatos vezetésű háború
NIC	Nippon Electric Company, Limited	
NICS	NATO Integrated Communications System	NATO Integrált Kommunikációs Rendszere
NIDTS	NATO Initial Data Transfer Service	NATO (csomagkapcsolt üzemmódú) „kezdeti adatátviteli szolgáltatása”
NIIF		Nemzeti Információs Infrastruktúra Fejlesztés
N-ISDN	Narrow-band ISDN	Keskeny sávú ISDN
NNI	Network-Network Interface	Hálózati-Hálózati Interfész
NOSIP	NATO Open System Interconnection Profile	NATO Nyílt Rendszerek Összekapcsolásának Profilja
OADM	Optical Add-Drop Multiplexer	Optikai Leágaztató Multiplexer (WDM)
OFA	Optical Fiber Amplifier	Optikai Szálak Erősítő
OHF		Országos Hálózat Felügyelet
OSE	Open Systems Environment	Nyílt Rendszerek Környezete (NATO)
OSI	Open Systems Interconnection	Nyílt rendszerek összeköt(t)ése
OTH		Országos Távközlőhálózat
OTH		Országos Transzportálóhálózat
OTM	Optical Termination Multiplexer	Optikai Végződő Multiplexer (WDM)

OXC	Optical Cross-Connect	Vezérelt Optikai Rendező (WDM)
PCM	Pulse Code Modulation	Impulzuskód-moduláció; PCM
PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy	Pleziokrón digitális hierarchia
PLMN	Public Land Mobile Network	Nyilvános földi mobil hálózat
POS	Packet over SONET	SONET segítségével megvalósított csomagátvitel
PPP	Point to Point Protocol	Pont-pont protokoll
PRA	Primary Rate Access	Primer sebességű hozzáférés
PSN	Public Switched Network	Nyilvános kapcsolt hálózat
PSTN	Public Switched Telephone Network	Nyilvános kapcsolt távbeszélőhálózat
PVC	Permanent Virtual Circuit	Állandóan fennálló Virtuális Összeköttetés
QAM	Quadrature Amplitude Modulation	Többszintű Amplitúdó Moduláció
QoS	Quality of Service	Szolgáltatás minősége
QPSK	Quadrature Phase-Shift Keying	Kvadratúra-fázisbillentyűzés
RFC	Request for Comments	Műszaki jelentés (javaslat)
SatCom	Satellite Communications	Műholdas kommunikáció
SDH	Synchronous Digital Hierarchy	Szinkron digitális hierarchia
SHR	Self Healing Ring	Öngyógyító Gyűrű (SDH)
SIP	SMDS Interface Protocol	SMDS Interfész Protokoll
SMDS	Switched Multimegabit Data Service	Csomagapcsolt, több megabit sebességű Adatszolgáltatás
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol	Egyszerű Üzenetovábbítási Protokoll
SONET	Synchronous Optical Network	Szinkron optikai hálózat
SPS	Special Purpose Segment	Speciális Felhasználású Szegmens
STANAG	Standardisation Agreement	Szabványügyi Egyezmény (NATO)
STM-1(4-256)	Synchronous Transport Module-1 (4-256)	Szinkron Transzport Modul-1 (4-256)
SVC	Switched Virtual Circuit	Kapcsolt Virtuális Összeköttetés
TACOM Post 2000	Tactical Communications Post-2000	Harcászati Kommunikáció 2000-et követően
TARE	Teletype Automatic Relay Equipment	Automatikus Telex berendezés

TVM	Trellis Code Modulation	Trellis Kód Moduláció
TCP/IP	Transmission Control Protocol/ internet Protocol	Átviteli vezérlő protokoll/ internet protokoll
TM	Termination Mux	Végződő Mux
TDM	Time Division Multiplex(ing)	Időosztásos multiplex(elés)
TDMA	Time Division Multiple Access	Időosztásos többszörös hozzáférés
TMN	Telecommunications Management Network	Kommunikációs Hálózatmenedzsment
TEHK		Területi Hírközpont
TM	Termination Multiplexer	Végződő Multiplexer (SDH)
TPV		Tárolt Program Vezérlés
UBR	Unspecified Bit Rate	Nem Garantált Bitsebesség (ATM)
UDP	User Datagram Protocol	Felhasználói Adat Protokoll
UNI	User-Network Interface	Felhasználó-Hálózati Interfész
UTP	Unshielded Twisted Pair	Árnyékolatlan Csavart Érpár (LAN)
VBR	Variable Bit Rate	Változó Bitsebesség (ATM)
VC	Virtual Container	Virtuális konténer (SDH)
VC	Virtual Connection	Virtuális kapcsolat/összeköttetés (ATM)
VCI	Virtual Connection Identifier	Virtuális Összeköttetésazonosító (ATM)
VoIP	Voice over internet Protocol	internet protokoll alapú beszédátvitel
VP	Virtual Path	Virtuális út(vonal) (ATM)
VPI	Virtual Path Identifier	Virtuális Útvonalazonosító (ATM)
VPN	Virtual Private Network	Virtuális Magánhálózat
VSAT	Very Small Apperture Terminal	Nagyon kis antenna méretű terminál (Műholdas kommunikáció)
WAN	Wide Area Network	Nagykiterjedésű hálózat
WAP	Wireless Access Protocol	Vezetéknélküli Hozzáférési Protokoll
WAS	Wide Area System	Nagy kiterjedésű rendszer (NATO)
WDM	Wavelength Division Multiplexing	Hullámhosszosztásos multiplexelés
WWW	World Wide Web (W3)	Világot lefedő (pók)háló

A HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] Fülöp Géza: Az információ, ELTE Könyvtártudományi Informatikai Tanszék, 2. bővített és átdolgozott kiadás, Budapest, 1996.,
<http://www.mek.iif.hu/porta/szint/tarsad/konyvtar/informat/azinformat/html>
- [2] Kozák Miklós: A híradás alapvető fogalmai, Jegyzet, Zrínyi Miklós Katonai Akadémia, Budapest, 25. oldal, 1994.
- [3] Munk Sándor: Katonai Informatika, Egyetemi Jegyzet, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Budapest, 34. oldal, 2000.
- [4] Simon Nora, Adam Minc: Die Informatisierung der Gesellschaft. Frankfurt-New York, 1978.
- [5] Ternyák István: A Magyar katonai kommunikációs rendszerszervezés, „A kommunikáció (híradás) helye és szerepe a vezetés rendszerében” Tudományos Konferencia, Budapest, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, 47-66. oldal, 2000. 10. 04.
- [6] Somos András: A katonai kommunikáció és a hírközlés felkészítésének viszonya, „A katonai kommunikációs rendszerek fejlődési irányai – kihívások és trendek a XXI. században” Nemzetközi Tudományos Konferencia, Budapest, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, ISBN 963 00 8819 3, pp. 143-146, 2001. 11. 28.
- [7] Kozák Miklós: A katonai kommunikációs rendszerek tervezésének és szervezésének alapkérdései, Új Honvédségi Szemle, ISSN 1216-7436, 108-114. oldal, 1997. augusztus.
- [8] László András: A digitális hírközlés kialakulása és fejlődése, megjelenése és alkalmazási lehetőségei a Magyar Honvédség hírszervezésében, Egyetemi doktori értekezés, Budapest, Zrínyi Miklós Katonai Akadémia, 58-59. oldal, 1994.
- [9] Rajnai Zoltán: A tábori alaphírhálózat vizsgálata és digitalizálásának lehetőségei egyes NATO tagországok kommunikációs rendszereinek tükrében, Doktori (PhD) értekezés, Budapest, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, 2001.
- [10] Lindner Miklós: A híradó szolgálat félévszázada a híradástechnika fejlődésének tükrében, „A kommunikáció (híradás) helye és szerepe a vezetés rendszerében” Tudományos Konferencia, Budapest, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, 13-18. oldal, 2000. 10. 04.
- [11] Stefan John Wray: The Drug War and Information Warfare in Mexico, Chapter II.: Information Warfare, August, 1997. <http://www.nyu.edu/projects/wray/masters.html>
- [12] Frank Tiboni: Fiber-optic Firm Scores First DoD Win, DefenseNews, July 30-August 5, ISSN 0884-139X, pp. 32, 2001.
- [13] Maurene Grey, Robert Batchelder, Joyce Graff: The Day the internet Grew Up, Gartner Group, FT-14-4958, pp. 1-2, 11. September 2001., <http://www3.gartner.com>
- [14] Manek Dubash: Communications At War, Business Communications Review International, pp. 27-25., Januar/Februar 2002., [HTTP://WWW.BCRINTERNATIONAL.COM](http://WWW.BCRINTERNATIONAL.COM)

- [15] Zöld Könyv az információs társadalomról: I.1. fejt. „Konvergencia – terjedelmének definiálása”, European Commission, DG XIII A4, B-1049 Brussels, Belgium, <http://www.itb.hu/dokumentumok>
- [16] Daniel Deluce: Médiaháborúk, NATO tükör, NATO Office of Information and Press, 16-21 oldal, 2000-2001 tél, <http://www.nato.int>
- [17] Gordon E. Moore: Cramming more components onto integrated circuits, Electronics, pp. 114-117, April, 1965.
- [18] Dick Pountain: A Moore- törvény módosítása, BYTE Magyarország, ISSN 1417-927X, 102-106. oldal, 1998. április.
- [19] Network Centric Warfare, Appendix A: Information Technology Trends and the Value-Creation Potential of Networks, pp. 249., <http://dodccrp.org/NCW>
- [20] Koichi Asatani, Fabio Bigi, Pierre-Andree Probst: Telecommunications Standardizations for the New Millennium: ITU-T's Strategies, IEEE Communications Magazine, ISSN-0163-6804, pp. 124-130, April 2001, <http://www.comsoc.org>
- [21] Jean-Rene Bouvier: Convergence or communication-existence?, Telecommunications (Internal Edition), ISSN 0-278-4831, pp. 77-78, November 2000., <http://www.telecommagazine.com>
- [22] Adam Wurf: New Options for Voice Services, Business Communications Review International, pp. 56-57, February, 2001.
- [23] George Gilder: Metcalfe's Law and Legacy, Forbes ASAP, pp. 158-166, September 13, 1993.
- [24] Várhegyi István, Makkay Imre: Információs korszak, információs háború, biztonságkultúra: 1.4.4. Az információs társadalom sebezhetősége, Országos Műszaki Információs Központ és Könyvtár, ISBN 963 593 238-3, 80. oldal, Budapest, 2000.
- [25] Talyigás Judit: Tézisek az információs társadalomról, 5. fejezet: Technológiai függőség, Budapest, Typo Art Studio, ISBN 963 9284 386, 75. oldal, 2000. március 30.
- [26] E. Lalor: The Green Paper about Information Society, DG XIII A4, Brussels, Belgium, European Commission, June 1998. <http://www.ispo.ccc>.
- [27] A 191/1997. (XI. 4.) Kormányrendelet (a Nemzetközi Távközlési Egyesület 1992. évi genfi Meghatalmazottak Rendkívüli Értekezletén aláírt záróokmányok kihirdetéséről), Budapest. 1997. november 04.
- [28] Gregory Hoelscher: The Next Step, Three Countries Lead the Way, Telecommunications, ISSN 0-278-4831, pp. 77-85, April 2000.
- [29] 1992. évi LXXII. törvény a távközlésről, Kerszöv Computer, Hatályos adatbázis, Budapest, 1997.
- [30] A hírközlésre vonatkozó fontosabb jogszabályok: Hírközlési Főfelügyelet, Megelőzés és Rehabilitáció Kft., Szerk.: Aranyosné dr. Börcs Janka, 26/1993. (IX. 9.) KHVM rendelet a közcélú távbeszélő-hálózat struktúratervéről, 277-327. oldal, 1995.

- [31] Frischmann Gábor: Egységes Hírközlési Törvény és a jogharmonizáció. NHIT EHT tervezetéről rendezett konferencia előadás, Thermal Hotel Helia, Budapest, 2000. április 17.
- [32] A honvédelmi felkészülésre, nemzetbiztonságra, polgári védelemre, titokvédelemre vonatkozó és a NATO tagságból adódó fontosabb jogszabályok I. kötet: Hírközlési Főfelügyelet, Elenor Bt., Szerk.: Dr. Dérföldi László, Pintér István, 2001. évi XL. Törvény a hírközlésről, 423-483. oldal, 2001.
- [33] Miniszterelnöki Hivatal: A Nemzeti Informatikai Stratégia. MEH nyilvános anyag. Budapest. <http://www.meh.hu/egyeb/nis>
- [34] 50/1998. (III. 27.) Kormányrendelet a zártcélú távközlőhálózatokról, Unió Kft.-CDATA Bt, Magyar Törvénytár, Budapest, 1998.
- [35] A távközlés és információtechnológia jogi szabályozása (kiegészítő kötet): Hírközlési Főfelügyelet, Képmás Kft., Szerk.: Dr. Sallai Gyula, 1071/1998. (V. 22.) Korm. határozat a hírközléspolitikáról 1. számú melléklet, Függelék, 121-134. oldal, 2000.
- [36] Honvédelmi Minisztérium Honvédvezérkar Vezetési Csoportfőnökség: A Magyar Honvédség összhaderőnemi vezetési doktrínája (Tervezet), 6. fejezet 2016. pont: Megállapodások a nemzeti távközlési szervekkel, MH DSZOFT 11613, 2003. április.
- [37] Szárazföldi összhaderőnemi kötelekek alkalmazásának elvei: MH Szárazföldi Vezérkar (doktrína tervezet), Nyt. szám: 527/11, 69. oldal, 2000.
- [38] A Magyar Honvédség parancsnokának 128/2000. (HK 15.) parancsa a Magyar Honvédség 2006-ig terjedő időszakra vonatkozó átalakításának feladatairól.
- [39] Oktatási jegyzet az RP 2/120 T Digitális Rádiórelé Berendezést ismertető tanfolyamhoz, ORION Rádió és Villamossági Vállalat, pp. 13-27, 1982.
- [40] Mráz István: A katonai felső szintű vezetés információs rendszerének korszerűsítése I., Új Honvédségi Szemle, 55. évfolyam 7. szám, 45. oldal, 2001.
- [41] Magyar né Kucsera Erika: A hálózatfelügyelet és lehetőségei a Magyar Honvédség híradó szolgálatánál., Tudományos Diákköri konferencia, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Budapest, 24. oldal, 2000.
- [42] Magyar Honvédség Informatikai Szabályzat: I. fejezet, 8. pont, 1993.
- [43] Szűcs Gáspár: A katonai vezetés harcászati szintű adatfeldolgozásának korszerűsítése, Ph.D. értekezés, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, 29-32 oldal, 2000.
- [44] Mikita János: Helyzetjelentés a Magyar Honvédség Informatikai fejlesztéséről, HM HVK Vezetési Csoportfőnökség, 2001.
- [45] Szűcs Gáspár: A Magyar Honvédség adatátviteli gerinchálózatának műszaki dokumentációja, „Transzporthálózat”, I. ütem (tervezet), 6-7 oldal, 2002.
- [46] Communications System Department: GS of Hungarian Defence Force, pp. 6. and pp. 11., 2000.

- [47] Tóth György: A vezetéstámogató rendszerek fejlesztéséről, *Hadtudomány*, 4. szám, ISSN 1215-4121, 82-88 oldal, 2001.
- [48] http://www.nc3a.nato.int/pages/csdiv/atm/atm_project.html
- [49] Hungarian Telecommunications Regulatory Environment and Authority: by Communication Authority, International Directorate, Hungary, Budapest, pp. 5, November, 1997.
- [50] Sallai Gyula: Reform and Development of the Hungarian Telecommunications, INFO '99, Budapest, 1999.
- [51] Frischmann Gábor: Tájékoztatás a közcélú internet hálózat beszédcélú felhasználására vonatkozó szolgáltatási engedélykérelmek benyújtásához, *Hírközlési Főfelügyelet*, 1999. június 22.
- [52] Dr. Kovács Oszkár: Az IP telefónia piaci jelentősége, *Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesület Távközlési és Informatikai Marketing Fórum*, Budapest, 2000. szeptember 20.
- [53] Fekete Károly: Hungarian Military Strategic Communications System – in *Mirror of Advanced Military Technology, Advanced Military Technology in the XXI. Century – Concepts of New Intelligence and Electronic Warfare Systems*, International Conference, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Budapest, pp. 276-291, 2000.
- [54] Haig Zsolt, Várhegyi István: A vezetési hadviselés alapjai, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Egyetemi jegyzet, Budapest, 43. oldal, 2000.
- [55] Manek Dubash: Communications At War, *Business Communications Review International*, Vol. 2. No. 1. , pp. 25-27, January-February 2002., <http://www.bcrinternational.com>
- [56] Alan D. Campen: Low-Tech Humans Subvert High-Tech Information Assurance, *SIGNAL, AFCEA's International Journal*, Vol. 56, No. 5. ISSN 0037-4938, pp. 37-39, January 2002.
- [57] Forgács J. Péter: A hírközlési törvény hatása a szolgáltatói műszaki nyilvántartásokra, *Híradástechnika*, ISSN 0018-2028, 28-31 oldal, 2001/8.
- [58] Robert M. Nutwell, Danny Price: A Common Footing, A Prescription For Improving Information Interoperability In Multinational Operations, *Armed Forces Journal International*, pp. 32-35, November 2000.
- [59] Robert Perricelli, Patricia Corea: The Army After Next: information dominance in the battlespace, *Defence Systems International*, ISSN 0951-9866, pp. 21-26, Autumn 1999.
- [60] Munk Sándor: Helyzetismeret-bázisok a katonai vezetésben, helyzetinformációk gyűjtése és feldolgozása, *Tanulmánygyűjtemény, HM Oktatási és Tudományszervező Főosztály*, Budapest, ISBN 963 7037 44 6, 143-156. oldal, 2001.
- [61] Hamar Sándor: A katonai híradás fejlődésének és fejlesztésének lehetséges útjai, „Kommunikáció 2002”, *Nemzetközi Szakmai Tudományos Konferencia*, Budapest,

- Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, ISBN 963 86229 2 X, 117-128. oldal, 2002. 10. 30.
- [62] Várhegyi István: Gyorselemzés az „Irak Felszabadítása” elnevezésű hadjáratról, Gyors tájékoztató (trigger report), 3. oldal, 2003. május. 28.
- [63] Kovács László: Battlefield of the future, AARMS, Academic and Applied Research in Military Science, Vol. 1. Issue. 2, ISSN 1588-8789, pp. 195-208, 2002.
- [64] Honvédelmi Minisztérium Honvédezerkar Vezetési Csoportfőnökség: A Magyar Honvédség Összhaderőnemi Vezetési Doktrínája (Tervezet), 2026. pont: Az információs és vezetési főlény, MH DSZOFT 11613, 2002. november.
- [65] Leonard Kleinrock: Sorbanállás-kiszolgálás, Fej. 2.2.: Sztochasztikus folyamatok definíciója és osztályozásuk, Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 31. oldal, 1979.
- [66] Devecsery Lászlóné: Matematika III., 1.3. A beérkezési folyamat jellemzése, Jegyzet, Budapest, Zrínyi Miklós Katonai Akadémia, 19. oldal, 1989.
- [67] Bozsóki István, Molnár Béla, Frigyes István: Híradástechnika, 18.2.1. Integrált Szolgáltatású Hálózatok: Hozzáférési késleltetése, Géher Károly (szerk), Budapesti Műszaki Egyetem, Műszaki Könyvkiadó, 219. oldal, ISBN 963 16 0173 0, 1993.
- [68] Györfi László, Páli István: Tömegkiszolgálás informatikai rendszerekben: 3. Folytonos idejű Markov-láncok, Budapesti Műszaki Egyetem, Műegyetemi Kiadó, 55024, 88. oldal, 1996.
- [69] Fekete Károly: A keskenysávú ISDN alaphozzáféréseinek vizsgálata katonai alkalmazási környezetben, Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények, 2001/1. szám, 216-228. oldal, ISSN 1417-7323, 2001.
- [70] Fekete Károly: A keskenysávú ISDN primerhozzáféréseinek vizsgálata katonai alkalmazási környezetben, Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények, 2001/4. szám, 144-157. oldal, ISSN 1417-7323, 2001.
- [71] Andrew S. Tanenbaum: Számítógép-Hálózatok: 1.4.1 Az OSI hivatkozási modell, Panem-Prentice-Hall, 47-55. oldal, ISBN 963 545 213 6, 1999.
- [72] NATO C3 Technical Architecture: A New "OPEN SYSTEMS" Approach for NATO, Version 2.0 - ISSC NATO Open Systems Working Group, 2.6.: Communications Services, Protocols and Profiles, Dec 15, 2000.
- [73] NATO Open System Environment: Volume 4: Base Standards, Part 4., ISWG/AISG OSE Expert Group, <http://www.nc3a.nato.int/NOSE/Nosevo45.htm#nosevol4part4>
- [74] TACOMS POST 2000: A NOVEL approach to standardisation, Interop and Standards, Where next for Interoperability, THALES Communications, pp. 26-31, December 2000.
- [75] NATO TACOM Post-2000 architecture: ANNEX A., AC/322(SC/5)WP/31, NC3TA, pp. 37-39, 2000.

- [76] Michelle L. Hankins: International Defense Contractors Formulate Next-Century Standards, SIGNAL, AFCEA's International Journal, Vol. 54, No. 3, ISSN 0037-4938, pp. 58-61, November 1999.
- [77] Kis Lajos: Optikai távközlés a Magyar Honvédségben, Tanulmány, HVK VCSF-ség, 5. oldal, 2002.
- [78] Solti Miklós: Kábeltelevíziós elosztó hálózatok tervezése, 4.2.6: Optikai erősítők, Magyar Távközlési Részvénytársaság, 239-247 oldal, ISBN 963 7588 38 8, 1995.
- [79] Dense Wavelength Division Multiplex: Slide 8., Alcatel Műszaki Szeminárium, 2002. május-június.
- [80] Lakó Z. Péter: DWDM – a jövő megoldása, 13. távközlési és informatikai hálózatok szeminárium és kiállítás, Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesület, Siófok, 367-380 oldal, 2002. szeptember 25-27.
- [81] Roland Lenz: Introduction to all optical switching technologies, 6.3 All optical OXC, Ver. 1.0, pp. 12-15, 30. Jan. 2003,
http://www.2cool4u.ch/wdm_dwdm/intro_allopticalswitching/intro_allopticalswitching.pdf
- [82] Dirceu Cavendish, Kurenai Murakami, Su-Hun Yun: New Transport Services for Next-Generation SONET/SDH Systems, IEEE Communications Magazine, ISSN-0163-6804, pp. 80-87, May 2002, <http://www.comsoc.org>
- [83] SDH Telecommunications Standard Primer: Tektronix Inc., 2RX-11694-2, pp. 1-48, August 2001.
http://www.tektronix.com/Measurement/App_Notes/sdhprimer/2RX_11694_2.pdf
- [84] Barta Péter: SDH alapok, Architects of an internet World, Alaptopológiák, Alcatel Műszaki Szeminárium, 63-68 oldal, 2002. május-június.
- [85] Paksy Géza: A fénytávközlés új korszaka: a kapcsolt optikai hálózatok, 13. távközlési és informatikai hálózatok szeminárium és kiállítás, Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesület, Siófok, 75-86 oldal, 2002. szeptember 25-27.
- [86] Beke Tamás: Integrált hang és adatszolgáltatások SDH, ATM és IP alapú hálózatokon, 13. távközlési és informatikai hálózatok szeminárium és kiállítás, Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesület, Siófok, 87-93 oldal, 2002. szeptember 25-27.
- [87] Ken Wieland: The future's bright, the future's metro, TELECOMMUNICATIONS International, Vol. 36. No. 7., pp. 24-26, ISSN 0-278-4831, July 2002.,
<http://www.telecommagazine.com>
- [88] Kása István: Mikrohullámú rádiórelék alkalmazása az SDH hálózatokban, PKI Közlemények, No. 42., Távközlési Könyvkiadó, 57-78 oldal, HU-ISSN 1216-3961, 1995.
- [89] Ken Wieland: Can SDH deliver on time?, TELECOMMUNICATIONS International, Vol. 35. No. 5., pp. 24-38, ISSN 0-278-4831, May 2001.,
<http://www.telecommagazine.com>

- [90] John M. Griffiths: ISDN explained, 1.8: Early ISDN, Library of Congress Cataloguing-in-Publication Data, New York, USA, pp. 10-12, ISBN 0 471 93480 1, 1992.
- [91] Kovács Oszkár: A keskenysávú ISDN kézikönyve, 1.2.3 Az ISDN-gondolat: integráció, Távközlési Könyvkiadó, 30-32 oldal, ISBN 963 7588 85 X, 1997.
- [92] Joe Melki, Jonathan Knop: ATM vs Gigabit Ethernet For High Speed LANs, Project 1, EE 4984: Telecommunication Networks, pp. 1-11, April, 15, 1997., http://www.fiddle.visc.vt.edu/courses/ee4984/Projects1997/melki_knop.html
- [93] 10 Gigabit Ethernet: Technology and Applications, 3Com Corporation, 503115-001, 04/02, pp. 1-8, 2002., http://www.3com/other/pdfs/products/eu_us/10g_whitepaper.pdf
- [94] Koichi Asatani: Introduction to ATM networks and B-ISDN, British Library Cataloguing in Publication Data, England, ISBN 0 471 967661, 1997.
- [95] E. Munter, J. Parker and P. Kirkby: A HighCapacity ATM Switch based on Advanced Electronic and Optical Technologies, Proc. ISS95, pp. C3.4.1-C3.4.5., April, 1995.
- [96] Patrick Cocquet: New protocol, new possibilities, Interop and Standards, internet protocol: Cure-all for Defence communications?, THALES Communications, pp. 8-12, December 2001.
- [97] Daniel G. Waddington, Fangzhe Chang: Realizing the Transition to IPv6, IEEE Communications Magazine, ISSN-0163-6804, pp. 138-148, June 2002, <http://www.comsoc.org>
- [98] Robert E. Larson: IP on ATM Networks, Odyssey Corporation, pp. 1-8, December 1, 1995.
- [99] Fekete Károly: VoIP in Military Communications System, A katonai kommunikációs rendszerek fejlődési irányai –kihívások és trendek a XXI. században, Nemzetközi szakmai tudományos konferencia, Budapest, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, ISBN 963 00 8819 3, 92-98 oldal, 2001. november 28.
- [100] Hong Liu, Petros Mouchtaris: Voice over IP Signaling: H.323 and Beyond, IEEE Communications Magazine, ISSN-0163-6804, pp. 142-148, October 2000, <http://www.comsoc.org>
- [101] Peter J. Welcher: Introduction to MPLS, Chesapeake NetCraftsmen, 8/7/2000., pp. 1-4, <http://www.netcraftsmen.net/welcher>
- [102] Gódor Balázs: Minőségi szolgáltatások MPLS alapú IP hálózatokban, Híradástechnika, ISSN 0018-2028, 40-46 oldal, 2003/1.
- [103] Rick Gallaher: An introduction to MPLS, Global Knowledge, pp. 1-6, September 10 2001., <http://www.rickgallaher.com/mplslinks.htm>
- [104] MPLS – An introduction to multiprotocol label switching, White Paper, Nortel Networks, 55053.25/04-01 Issue 2, pp. 1-13, 2001., <http://www.nortelnetworks.com>

- [105] Egri Gábor, Vargáné Ádám Gabriella: Legújabb hálózati fejlesztések a BM távközlésében, Kommunikáció 2002, Nemzetközi Szakmai Tudományos Konferencia Különkiadvány, 209-220 oldal, ISBN 963 86229 2 X, 2002.
- [106] Jerry Ryan: Multiprotocol Label Switching (MPLS), The Applied Technologies Group, Inc., pp. 1-36, 1998, <http://www.techguide.com>
- [107] Robert Doverspike, Jennifer Yates: Challenges for MPLS in Optical Network Restoration, IEEE Communications Magazine, ISSN-0163-6804, pp. 89-96, February 2001, <http://www.comsoc.org>

FELHASZNÁLT ÉS TANULMÁNYOZOTT IRODALOM

- [1] 10 Gigabit Ethernet – An Introduction: 10 Gigabit Ethernet Alliance, Revision 1.0b, pp. 1-18, September 20, 2000., <http://www.10gea.org/10GEA%White%20Final3.pdf>
- [2] A polgári távközlés tervezési bizottsága (The civil Communications Planning Committee), Szabályozás, ACP/121, 6. sz. melléklet az NACC/PfP(C)D(95)13-hoz, 1-5 oldal.
- [3] A távközlési szolgálatok fogalmai és meghatározásai, Távközlési Könyvkiadó, ISBN 963 7588 44 2 Ö, 1995.
- [4] ATM and Gigabit technologies: Overview of Gigabit Ethernet, http://www.geocitie.com/jitusokan/atm_and_gigabit_technologies.htm
- [5] Andrew Hunwicks: Advancing the Optical Component, Telecommunications, ISSN 0-278-4831, pp. 67-70, April 2000.
- [6] ATM Forum documentations: http://www.atmforum.com_atmforum/specs/approved.html
- [7] Az ATM Fórum ftp szervere: <ftp://ftp.atmforum.com/pub/approved-specs/>
- [8] Bertrand Chauvet: Standardising an IP Telephony Future, TELECOMMUNICATIONS International, Vol. 33. No. 11, pp. 90-96, ISSN 0-278-4831, November 1999., <http://www.telecommagazine.com>
- [9] Boda Miklós: Infokommunikációs hálózati trendek, Híradástechnika, VOL. LVII, ISSN 0018-2028, 13-15 oldal, 2002/11.
- [10] Charles W. K. Gritton: IP Voice Quality: Is There a Price to Pay?, TELECOMMUNICATIONS (Internal Edition), Vol. 34. No. 2, ISSN 0-278-4831, pp. 79-82, February 2000.
- [11] Cheung K.H., Misic J.: On Virtual Private Networks security design issues, Computer Networks, Vol. 38. Iss. 2, ISSN 1389-1286, pp. 165-179, 2002.
- [12] Dárdai Árpád: Mobil távközlési rendszerek, 3. bővített kiadás, Budapest, 2002., 334 p., ISBN 963-440-996-2
- [13] David E. McDysan: ATM Theory and Applications, McGraw-Hill Book Company Europe, ISBN 0-07-060362-6, 1995.
- [14] David Natho: Following established protocols, Telecommunications (Internal Edition), ISSN 0-278-4831, pp. 36-40, April 2001., <http://www.telecommagazine.com>
- [15] Doug Allen: The second coming of Free Space Optics, Network Magazine, Vol. 16. No. 3. , pp. 55-63, ISSN 1093-8001, March 2001., <http://www.networkmagazine.com>
- [16] Fekete Károly: Angol-Magyar Kommunikációs Mozaikszavak Szótára, Egyetemi jegyzet, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Budapest, 2000.
- [17] Földes András, Reich György, Zimányi István: Angol betűszavak feloldó szótára, Távközlési Könyvkiadó, ISBN 963 7588 39 6, 1996.

- [18] Gartner Dataquest: <http://www3.gartner.com/Init>
- [19] Gaurav Agarwal, Rajarshi Gupta, Jean Walrand: Infeasibility of All-Optical Hierarchical Metro and Wide Area Networks in the Near Future, Department of Electrical Engineering and Computer Sciences, University of California, Berkeley, IEEE INFOCOM 2002, pp. 1-11, 2002.
- [20] GOVTECHNET '99: High-Speed Network Backbone Combines Fiber, Wireless Links, SIGNAL, AFCEA's International Journal, Vol. 53. No. 9., ISSN –0037-4938, pp. 69-71, May 2000.
- [21] <http://www.ietf.org/html.charters/mpls-charter.html>
- [22] <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-mpls-framework-05.txt>
- [23] <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-mpls-arch-06.txt>
- [24] IEEE 802.3z: 1000Base-T, 1998.
- [25] Ilias Andrikopoulos, George Pavlou: Experiments and Enhancements for IP and ATM Integration: The IthACI Project, IEEE Communications Magazine, ISSN-0163-6804, pp. 146-155, May 2001, <http://www.comsoc.org>
- [26] Integrating MPLS with IP and ATM, Chapter 2, Cisco MPLS Controller Software Configuration Guide, Release 9.3.0, Part Number 78-10672-01, pp. 1-34, April 2000.
- [27] Introduction to Gigabit Ethernet, Cisco System Inc., 1988., http://www.cisco.com/warp/public/cc/techno/media/lan/gig/tech/gigbt_tc.htm
- [28] IPv6 Forum: <http://www.ipv6forum.com>
- [29] ISO 8802-3, Carrier Sense Multiple Access/Collision Detect (CSMA/CD)
- [30] ISO 9314, Fibre Distributed Data Interface (FDDI)
- [31] ISO DIS 8802-6, Distributed Queue Dual Bus (DQDB)
- [32] ITU-T. Rec. G.704, Synchronous frame structures used at 1554, 6312, 2048, 8448, and 44736 kbit/s hierarchical levels
- [33] ITU-T. Rec. G.872, Architecture of Optical Transport Networks, 1999.
- [34] ITU-T. Rec. G.957, Optical interfaces for equipment and systems relating to the SDH
- [35] ITU-T. Rec. I. 121., Broadband aspects of ISDN
- [36] ITU-T. Rec. I. 233.1, Frame Service
- [37] ITU-T. Rec. I. 361., B-ISDN ATM Layer Specification
- [38] ITU-T. Rec. I. 363., B-ISDN Adaptation Layer (AAL) Specification
- [39] ITU-T. Rec. I. 432., B-ISDN user n-network interface – Physical Layer (PhL) Specification
- [40] ITU-T. Rec. X.25, Interface between Data Terminal Equipment (DTE) and Data Circuit-terminating Equipment (DCE) for terminals operating in the packet mode and connected to public data networks by dedicated circuit, 1988.

- [41] J. M. Sénéchal: OSIRIS Military Infrastructure Switch, Electrical Communication, Defense Communication, Vol. 65 No. 3., ISSN 0013-4252, pp. 226-232.
- [42] Jürgen Lauterjung: MPEG2 over ATM – the state of the art, News from Rohde & Schwarz, Number 173, ISSN 0028-9108, pp. 46-47, 2002/1.
- [43] Kauser Alajos: Szabályozás a távközlési piac szolgálatában, Magyar Távközlés, 1995/9. szám, HU ISSN 0865-9648, 17-20 oldal, 1995.
- [44] Kumar N. Sivarajan: Optical Networking Systems: Trends and Opportunities, Tejas Networks, pp. 1-8, May 8, 2000., <http://www.tejasnetworks.com>
- [45] Landmacht Signal School: Training-college ZODIAC, NAFIN Psychical and Logical Topology, April 14. 1999.
- [46] M. Schwartz: Telecommunications Networks – Past, Present and Future, Special report from The Center for New Media, Columbia University, 2950 Broadway, New York, NY 10027, info@cnm.columbia.edu
- [47] Mérei Emil: Alkalmazások támogatottsága ATM hálózati környezetben, Magyar Távközlés, 1995/2. szám, HU ISSN 0865-9648, 36-39 oldal, 1995.
- [48] Michaela Plante, Brunilde Sanso: A Typology for Multi-Technology, Multy-Service Broadband Network Synthesis, Telecommunication Systems, Vol. 19. No.1, ISSN 1018 4846, pp. 39-73, January 2002.
- [49] Munk Sándor: A közös munkavégzés új lehetőségei a virtuális vezetési pontokon, Új Honvédségi Szemle, 54. évf. 2. szám, 35-45. oldal, ISSN 1216-7436, 2002.
- [50] NATO AAP-6
- [51] NATO AJP-1(A)
- [52] NATO Open System Environment, Vol. 4.: Base Standards, ISWG/AISG OSE Expert Group., 1996. jun. 21., <http://www1.nc3a.nato.int/NOSE/>
- [53] NATO STANAG 4206, Interconnection of Tactical CIS
- [54] NATO STANAG 4250, NATO Reference Model for Open Systems Information Interchange
- [55] NATO STANAG 4253, Network Layer Service Definition
- [56] NATO Stanag 4263 (Annex C), Network Layer Protocol Specification (NATO OSI Network Service using X.25).
- [57] NATO STANAG 4460, Layer 1 S/T interface. Basic user-network interface.
- [58] NATO STANAG 4578, The NATO Multi-Channel Digital Strategic-Tactical Gateway
- [59] NATO STANAG 5048, The Minimum Scale of Connectivity for Communications and Informations Systems (CIS) for NATO Land Forces
- [60] NEC: Digital Microwave Communications Systems, Cat. No. E42301-2, Japan, 1999.

- [61] Oded Agam: The Benefits of WDM & ATM, Tech Papers, RADCOM Inc., Telecom Business Magazine, pp. 1-5, December 1998.,
<http://www.protocols.com/papers/wdm.htm>
- [62] P. Bonenfant, A. Rodriguez-Moral: Optical Data Networking, IEEE Communications Magazine, Vol. 38. No. 3., ISSN-0163-6804, pp. 63-70, March 2000,
<http://www.comsoc.org>
- [63] Pongrácz Gergely: A TCP/IP protokoll teljesítményének vizsgálata és optimalizálása ATM hálózat felett, Híradástechnika, 2-12. oldal, ISSN 0018-2028, 2000. november.
- [64] Rudy Hoebeke, Mustapha Aïssaoui, Tri T. Nguyen: MPLS: Adding value to Networking, Alcatel Telecommunications Review, 3th Quarter 2002, pp. 177-182, ISSN 1267-7167, 2002.
- [65] Ramón Cáceres, Nick Duffield, Anja Feldmann: Measurement and Analysis of IP Network Usage and Behavior, IEEE Communications Magazine, Vol. 38. No. 5., pp. 144-151, ISSN-0163-6804, May 2000, <http://www.comsoc.org>
- [66] Rétegnyelvi szógyűjtemény, Angol-Magyar – Magyar-Angol, Távközlési Könyvkiadó, ISBN 963 7588 66 3, 1996.
- [67] RFC 791, internet Protocol, version 4
- [68] RFC 826, Address Resolution Protocol (ARP).
- [69] RFC 1042, IP datagrams over IEEE 802 networks
- [70] RFC 1332, The PPP internet Protocol Control Protocol (IPCP)
- [71] RFC 1356, IP over X.25 and ISDN Packet Mode
- [72] RFC 1490, Multiprotocol over Frame Relay
- [73] RFC 1577, Classical IP and ARP over ATM, 1994.
- [74] RFC 1661, Point-to-Point Protocol (PPP)
- [75] RFC 1755, ATM signalling support for IP over ATM
- [76] RFC 2460, internet Protocol, version 6
- [77] RFC 2464, Transmission of IPv6 Packets over Ethernet Networks
- [78] RFC 2492, IPv6 over ATM
- [79] RFC 2547, BGP/MPLS VPNs, 1999.
- [80] RFC 2917, A Core MPLS IP VPN Architecture, 2000.
- [81] SIEMENS: MainStreetXpress 36170, NewbridgeNetworks Corporation, 1997.
- [82] Sowmya Manjanatha, Radim Bartos: Integrating Differentiated Services with ATM, Telecommunication Systems, Vol. 19. Nos. 3,4, ISSN 1018 4846, pp. 403-423, March/April 2002.
- [83] Sötét szálak a kormányzatban, Elektronikus kormányzat Pantel-Vivendi platformon, MODEM kor, 15. oldal, ISSN 1418-2319, 2001. december.

- [84] Stan Schatt: Understanding ATM, McGraw-Hill Inc., England, ISBN 963 545 145 8, 1996.
- [85] STANAG 4406 ed. 1. (Series includes gateway specification to ACP 127 systems).
- [86] STANAG 4559 ed. 1., Annex B., (NATO Standard image library interface).
- [87] Stefler Sándor: Szélessávú hozzáférő platformok fejlesztése Európában, Híradástechnika, VOL. LVII, ISSN 0018-2028, 33-37 oldal, 2002/2.
- [88] Stuart Barnes: Migrating to an all-optical network, TELECOMMUNICATIONS International, Vol. 35. No. 5., pp. 51-54, May 2001., <http://www.telecommagazine.com>
- [89] Tanulmány a C4-ről: USAF Elektronikai Rendszer Központja, Hanscom Légi Erő Bázis, Massachusetts 01731, 1998. július 4.
- [90] Tomi Mickelsson: ATM versus Ethernet, Department of Electrical and Communications Engineering, Helsinki University of Technology, May 18, 1999., <http://www.tml.hut.fi>
- [91] Utility Approach Emerges From Communications Access Strategy, SIGNAL, AFCEA's International Journal, Vol. 53. No. 8., ISSN 0037-4938, pp. 29-32. , April 1999., <http://www.sprint.com>
- [92] Yanick Pouffary: IPv6 Advantages, IPv6 Forum, Canada, pp. 1-28, May 15-19 2001., <http://www.ipv6forum.com>
- [93] Yiu-Wing Leung, Gaoxi Xiao, Kwok-Wah Hung: Design of Node Configuration for All-Optical Multi-Fiber Networks, IEEE Transactions on Communications, IECMBT, Vol. 50. No. 1., pp. 135-145, ISSN 0090-6778, January 2002.
- [94] Zhili Sun: ATM and B-ISDN, University of Surrey, Guilford, Surrey, GU 5XH, pp. 1-51, 1998.

PUBLIKÁCIÓS JEGYZÉK

(A megjelenés időrendi sorrendjében)

Tudományos cikkek:

1. Az atmoszférikus optikai távbeszélő készülékek, Katonai Műszaki Főiskolai Közlemények '82., Különkiadás, Budapest, ZMKMF, 205-240 oldal, HU ISSN 0139-3170, 1982.
2. A honvédség anyagi fegyelmére ható tényezők és erősítésének lehetőségei, A BKK 1995. évi fegyelmi értekezlete, Kővágó György (szerk.), MH Budapesti Katonai Kerület Parancsnokság, Budapest, 60-63 oldal, Nyt. szám: 4/141, 1995.
3. A kommunikáció-informatika értékalkotó hatása, evolúciós folyamatok, Új Honvédségi Szemle, 50. évf. 9. szám, Budapest, 12-17 oldal, ISSN 1216-7436, 1996.
4. A korszerű katonai kommunikációs eszközök csatlakoztatása az ISDN-hez, Akadémiai Közlemények, ZMKA, Budapest, 1996. november 211. szám, 1-15 oldal, ISSN 1218-5507, 1996.
5. Fekete K. (1/4.), László A., Rajnai Z., Sándor M.: Út a digitális kommunikációs rendszer felé ... (IV.) (Lineáris Modulációjú, zárt célú rendszerek), Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények, Budapest, 1-14 oldal, ISSN 1417-7323, 1998.
6. Some possible solutions in the field of reliable provision for security of advanced Defense Communications Systems, Relincom 7-9. September, Scientific Society for Telecommunications, pp. 177-186, 1998.
7. A tudományos diákköri munka és a minőségkultúra kapcsolata a felsőoktatásban, Minőségoktatók IV. Országos Konferenciája, Prof. Dr. Turcsányi Károly (szerk.), Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Kiadója, Budapest, 127-132 oldal, 1999. november 22.
8. Fekete Károly (50%)-Pándi Erik: A kormányzati tevékenységet kiszolgáló kommunikációs hálózatok jövőképe, http://www.zmne.hu/tanszekek/vegyi/docs/fiatkut/KF_1.html, 18 oldal, 2000.
9. Hungarian Military Strategic Communications System – in Mirror of Advanced Military Technology, Advanced Military Technology in the XXI. Century – Concepts of New Intelligence and Electronic Warfare Systems, International Conference, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Budapest, pp. 276-291, 2000.
10. A Magyar Köztársaság kommunikációs infrastruktúrája a Távközlési Törvény tükrében, http://www.zmne.hu/tanszekek/vegyi/docs/fiatkut/KF_2.html, 11 oldal, 2000.

11. A Magyar Honvédség állandó hírrendszere továbbfejlesztésének lehetőségei, A kommunikáció (híradás) helye és szerepe a vezetés rendszerében, Országos Tudományos Konferencia Különkiadás, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Zrínyi M. kiadó, Budapest, 71-92 oldal, 2000.
12. VSAT rendszerek alkalmazásának lehetőségei a Magyar Honvédség jelenlegi és távlati hírrendszerében,
http://www.zmne.hu/tanszekek/vegyni/docs/fiatkut/KF_3.html, 14 oldal, 2000.
13. A katonai kommunikációs rendszer szabályzói környezetének változása a zártcélú hálózatok tükrében, A kommunikáció (híradás) helye és szerepe a vezetés rendszerében, Országos Tudományos Konferencia Különkiadás, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Zrínyi M. kiadó, Budapest, 119-134 oldal, 2000.
14. A Magyar Honvédség kommunikációs infrastruktúráját érintő szabályzók,
http://www.zmne.hu/tanszekek/vegyni/docs/fiatkut/KF_4.html, 11 oldal, 2000.
15. A keskenysávú ISDN alaphozzáférésének vizsgálata katonai alkalmazási környezetben, Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények, 2001/1. szám, 216-228. oldal, ISSN 1417-7323, 2001.
16. Computer Attack and Defence with regard to Military CIS, Hadtudományi Tájékoztató 2001/6. szám, Honvéd Vezérkar Vezérkari Iroda, Budapest, pp. 23-36, ISSN 1419-7758, 2001.
17. Állandó telepítésű kommunikációs rendszer fejlesztésének lehetőségei, Hadtudományi Tájékoztató, 2001/4. szám, Honvéd Vezérkar Vezérkari Iroda, Budapest, 99-158. oldal, ISSN-1419 7758, 2001.
18. Többdimenziós virtuális megjelenítés a multimédiában, Computer Panoráma, 2001/8, Computer Panoráma Kft., Budapest, CD1 melléklet: [Multimedia\Mm2001\Publ\fekete](#), 1-10 oldal, ISSN 0865-5243, 2001.
19. Toward the within of military CIS convergence (IPv4 and IPv6), A katonai kommunikációs rendszerek fejlődési irányai - kihívások és trendek a XXI. században, Nemzetközi Szakmai Tudományos Konferencia Különkiadvány, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Zrínyi M. kiadó, Budapest, 53-62 oldal, ISBN 963 00 8819 3, 2001.
20. A keskenysávú ISDN primerhozzáférésének vizsgálata katonai alkalmazási környezetben, Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények, 2001/4. szám, 144-157. oldal, ISSN 1417-7323, 2001.
21. VoIP in Military Communications System, A katonai kommunikációs rendszerek fejlődési irányai –kihívások és trendek a XXI. században, Nemzetközi szakmai tudományos konferencia Különkiadás, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Zrínyi M. kiadó, Budapest, 92-98 oldal, ISBN 963 00 8819 3, 2001.

22. A Magyar Honvédség állandó hírrendszere továbbfejlesztése, Új Honvédségi Szemle, 55. évf. 3. szám, 54-69. oldal, HU ISSN 1585-4167, 2001.
23. Personal Military Communications System, Kommunikáció 2002 Nemzetközi Szakmai Tudományos Konferencia Különkiadvány, pp. 55-62, ISBN 963 86229 2 X, 2002.
24. A hálózatos harcos katona újszerű személyi kommunikációs rendszere, Új Honvédségi Szemle, 56. évf. 12. szám, 54-69. oldal, HU ISSN 1585-4167, 2002.

Tanulmányok, pályázatok:

1. A SECURICOR PMR rendszer készülékeinek vizsgálata Magyarországon, Antenna Hungária Magyar Műsorszóró és Kereskedelmi Igazgatóság, Budapest, 16 oldal, 1996.
2. Technikai és szervezési lehetőségek egyes kérdései az információvédelem támogatására a honvédségnél, (Pályázatot nyert a Magyar Hadtudományi Társaság 1997. évi jelíges pályázatán), 21 oldal, 1997.
3. Az állandó telepítésű kommunikációs rendszer fejlesztésének lehetőségei, (Pályázatot nyert a Magyar Honvédség Honvédvezérkar Tudományszervező Tanács 2000. évi jelíges pályázatán), 65 oldal, 2000.
4. A Magyar Honvédség állandó telepítésű kommunikációs rendszere a katonai és polgári kommunikációs infrastruktúra tükrében, (Pályázatot nyert a Magyar Hadtudományi Társaság 2000. évi jelíges pályázatán), 81 oldal, 2000.
5. A TETRA mobil kommunikációs rendszer napjainkban, 8. fejezet, A hírközlés története, Puskás Tivadar Híradó Bajtársi Egyesület, Zolna Nyomda Kft., Budapest, 70-75 oldal, 2001.
6. Az egyes harcos katona jövőbeni személyi kommunikációja, Magyar Honvédség Honvéd Vezérkar Vezetési Csoportfőnökség, Budapest, 73 oldal, 2002.
7. Hálózatos katona III., Honvédelmi Minisztérium Elektronikai, Logisztikai és Vagyonkezelő Rt., Budapest, 88 oldal, 2002.

Tudományos konferencia előadások:

1. Some possible solutions in the field of reliable provision for security of advanced Defense Communications Systems, Relincom Conference, Budapest, Scientific Society for Telecommunications, 7-9 September, 1998.
2. Hungarian Military Strategic Communications System -in mirror of Advanced Military Technology, Korszerű Katonai Technológiák a XXI. században – Az új felderítő elektronikai hadviselési rendszerek koncepciói, Nemzetközi

Konferencia, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Budapest, 2000. május 17-18.

3. A Magyar honvédség állandó hírendszere továbbfejlesztésének lehetőségei, A kommunikáció (híradás) helye és szerepe a vezetés rendszerében, Országos Tudományos Konferencia, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Budapest, 2000. október 04.
4. Állandó telepítésű kommunikációs rendszer fejlesztésének lehetőségei, Magyar Honvédség Honvéd Vezérkar Vezérkari Iroda Tudományos konferencia, Budapest, 2001. március 06.
5. Computer Attack and Defence with regard to Military CIS, Robothadviselés – Robot Warfare Tudományos Konferencia, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Budapest, 2001. április 24-25.
6. Többdimenziós virtuális megjelenítés a multimédiában, Multimédia az oktatásban 2001, Országos Konferencia, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Budapest, 2001. május 30 – június 01.
7. IP solutions in the military communications and information systems, A katonai kommunikációs rendszerek fejlődési irányai –kihívások és trendek a XXI. században, Nemzetközi Szakmai Tudományos Konferencia, Budapest, 2001. november 28.
8. Future of the Personal Military Communications, „Kommunikáció 2002” - Nemzetközi Szakmai Tudományos Konferencia, Budapest, 2002. október 30.
9. Fekete K. (1/3.), Rajnai Z., Sándor M.: A Katonai kommunikációs rendszerszervező tanszék kutatási eredményei a haderőfejlesztés érdekében, „A Magyar Tudomány napja 2002”, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Budapest, 2002, november 19.

Újítások:

1. Célműszer antennajel méréshez, Buják, Magyar Honvédség Bujáki Honvédüdülő, Nyt.sz.:7/375/21, 2 oldal + 3 oldal melléklet, 1989.
2. Tarifadíj számláló EP-128 központhoz, Buják, MH Bujáki Honvédüdülő, Nyt.sz.:7/375/22, 2 oldal + 4 oldal melléklet, 1990.

Tudományos cikkek publikált idegen nyelvű szakfordítása:

1. Adaptív equalizáció: Nemzetvédelmi Egyetemi közlemények, 1997 1. évf. 3. szám, 163-167 oldal, ISSN 1417-7323, 1997.
2. Mobil cellás CDMA rendszerek sarok bázisállomásokkal: Nemzetvédelmi Egyetemi közlemények, 1997 1. évf. 3. szám, 167-173 oldal, ISSN 1417-7323, 1997.

3. Frekvencia adaptáció - a rádió rendszerek hatékonyság növelésének útja:
Nemzetvédelmi Egyetemi közlemények, 1997 1. évf. 3. szám, 173-181 oldal,
ISSN 1417-7323, 1997.
4. A modern digitális rádiókommunikációs rendszerek Reed-Solomon kódoláson és
Trellis kódolt moduláción alapuló láncolt kód-modulációs eljárása:
Nemzetvédelmi Egyetemi közlemények, 1997 1. évf. 3. szám, 181-189 oldal,
ISSN 1417-7323, 1997.

Egyetemi jegyzetek:

1. Antennák, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Egyetemi Jegyzet, 244 A/4
oldal, 1998.
2. Angol-Magyar kommunikációs mozaikszavak, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi
Egyetem, Egyetemi Jegyzet, 223 B/5 oldal, 2000.