

IETF (Internet Engineering Task Force) Fő feladata a TCP/IP protokollcsalád fejlesztése. Vezető szerve az ISG (Internet Engineering Steering Group). A munkát tematikusan kialakított munkacsoportokban (area) végzik, melyek élén szakterületi vezetők (area director) állnak. A munkadokumentumok az RFC (Request For Comment) jelzetű dokumentumok, amelyek közül egyesek szabványértékké (pl.: RFC 791: az IP protokoll specifikációja).

IRTF (Internet Research Task Force) Az internetértelmezéssel foglalkozó kutatók szervezete. Munkáját az IRSG (Internet Research Steering Group) irányítja.

IEPG (Internet Engineering Planning Group) A globális Internet üzemeltetésének koordinálásáért felelős szervezet. Regionális szervei:

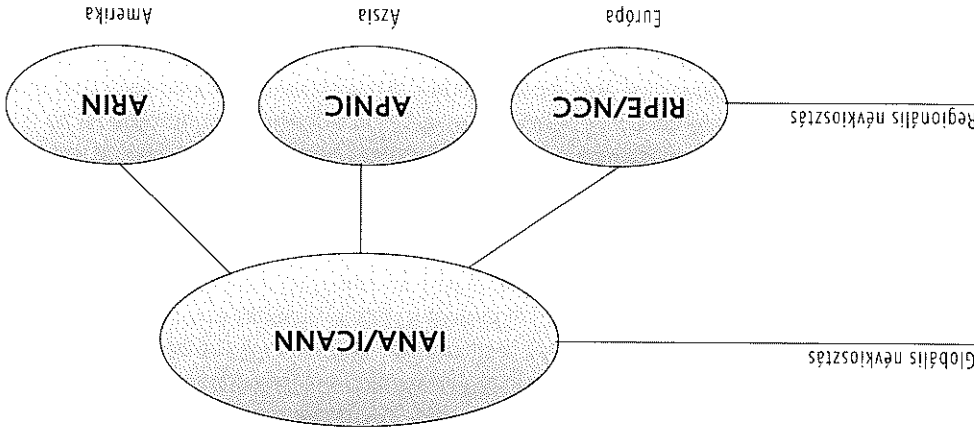
- NANOG (North American Network Operators Group): Észak-Amerika,
- EOF: Európa,
- AP-NG: Ázsia, Ausztrália és Oceánia

AZ INTERNET NÉV- ÉS CÍMGAZDÁLKODÁS SZERVEZETEI

Az Internet globális szintjén a domainnevek és az IP címek kezelésére külön szervezet van: a IANA az IP címekkel, az ICANN a domainnevekkel foglalkozik. Gazdálkodó szervezete az ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers), amely globális szervezet. Ez alá tartoznak a regionális szervezetek, amelyek a registrar funkciókat látják el az adott térségben. Egy-egy zónán belül az alábbi szerepek alakultak ki, amelyek a névgazdálkodási feladatokat látják el, l. a 3.1.2 táblázatot.

3.1.2 TÁBLÁZAT

INTERNET NÉVGAZDÁLKODÁSI SZEREPEK	
Elnevezés	Funkció
Domain name holder	Domainnév-tulajdonos
Registrar	Regisztrátor
Registry administrator	Működteti az adatbázist



3.1.2 ABRA Az Internet név- és címkepzés nemzetközi szervei

AZ INTERNET NÉV- ÉS CÍMKÉPÉZÉS NEMZETKÖZI SZERVEI

jelölés	felmentés	székhely
IANA	Internet Assigned Numbers Authority	USA
ICANN	Internet Corporation for Assigned Names and Numbers	
RIPE/NCC	Reseaux IP Européens Network	Amsterdam – Hollandia
APNIC	Asia Pacific Network Information Centre	Azsia, Ausztrália és Óceánia Hálózati Központja
ARIN	American Registry for Internet Numbers	Chantilly – USA (Virginia)

3.1.2 A távközlés európai szervezetei

Az ETSI A European Telecommunication Standards Institute az Európai Távközlési Szabványosítási Intézet, az EU-nak (European Union), az Európai Uniónak a távközlési szervezete. Az ETSI-t 1988-ban a közös európai célok elérése érdekében hozták létre. Az Európai Unió célja az:

- emberek,
 - eszmék,
 - áruk,
 - tőkek,
 - szolgáltatások és információk
- szabad áramlása feltételeinek létrehozása. Az ETSI ezeket a célokat:
- a távközlési infrastruktúra integrációjának elősegítésével,
 - a jövőbeni távközlési szolgáltatások együttműködésének előérésevel,
 - a végberendezések csatlakoztathatóságának (kompatibilitásának) megteremtésével és új, egész Európát lefedő távközlő hálózatok kialakításával

kívánja támogatni. Ezeket a célokat egész Európára érvényes műszaki szabványok megalkotásával és megvalósításával lehet elérni. Az ETSI-nek 1995-ben az Európai Unió 12 országán kívüli

az Európai Szabadkereskedelmi Társulás (EFTA) országai is tagjai lettek.

Magyarország az ETSI-nek 1991-ben társult tagja, majd 1993-ban teljes jogú tagja lett. Az ETSI távközlési szabványa az ETS (European Telecommunication Standard), az Európai Távközlési Szabvány. Az ETSI Működési Szabályzatában szerepel az a megfogalmazás, hogy a tagországok, ha egy ETS-t elfogadnak, akkor korábbi ilyen témájú saját szabványukat visszavonják. Továbbá nem folytatnak szabványosítási tevékenységet olyan tárgykörökben, amelyekben az ETSI már dolgozik. Az előzőekből következik, hogy az ETSI-nek csak olyan országok lehetnek a tagjai, amelyeknek a távközlési szabványokért felelős szervezete is belépett az ETSI-be. Az ezredfordulúig Európán kívül Észak-Amerikában TI néven és Japánban TTC néven alakult regionális távközlési szervezet. De várható még a világ más régióiban újabbaknak a meg-

alakulása.

A regionális távközlési szervezeteknek és szabványalknak nem szabad a világsszabványok útjában állniuk, ellenkezőleg, segíteniük kell azok megvalósulását. A világsszabványok kidolgozása azonban igen hosszú ideig fog tartani.

A CEN/CENELEC Az ETSI mellett az európai távközléssért felelős szervezetek közül említésre méltó még a **CEN/Cenelec** is, amely az EU brüsszeli műszaki tanácsadó szervezetének, a DG XIII-nak a felügyelete alatt – képviselve magát a többi között az ETSI-ben és az IEC-ben is – például a kábeltelevízió és az elektromágneses kompatibilitás szabványosításáért (európai minizációjáért) felelős. Ebben a szervezetben Magyarország jelenleg még csak megfigyelői státussal rendelkezik. Az általuk kiadott EN (EuroNorm) EN 50083 szabványsorozat 10 kötetre képezi az egységes európai kábeltelevíziós rendszerek alapját, és az 1995 óta folyamatosan kiadott köteteknek magyar honosítása MSZ EN 50083-1 ... 10 számok alatt jelenleg a hazai kábeltelevíziós bírlíjátá képezik.

Erdemes, hogy ezeket a szabványokat az IEC is szóról szóra átvesszi, és IEC 100D sorozatában már globális hatáskörrel publikálja.

3.2 A távközlés hazai szervezetei

Az egyes országok hazai távközlési szakmai szervezeteit a távközlés különböző területei (kutatás, fejlesztés, gyártás és üzemeltetés) közös érdekei egyeztetésére, a problémák megvitatására hozták létre.

Civil (polgári) szervezeteket az állampolgárok a demokratikus országokban a legkülönbözőbb problémák megoldására alapítanak. A civil helyett angolul (non-governmental organization = NGO) a nem kormányzati szervezet elnevezést használják. A távközlés területén a civil szervezetek létrejöttének oka kezdetben az volt, hogy az előfizetők és felhasználók a távközlési monopóliumokkal folytatott vitás esetekben leggyakrabban alulmaradtak. A civil szervezet az egyes egyének seregelmei gyűjtésével, rendszerezésével komoly tapasztalatokra, tagjai révén jelentős kapcsolatokra és szakértelmre tehet szert, ezért vitás esetekben nagyobb súllyal képviselheti az egyén érdekeit, mint ha az egyénileg lépne fel. Ez sok esetben a szolgáltatónak is hasznos lehet, hiszen a civil szervezetek révén jobban megismerhetik az előfizetők és felhasználók elvárásait, érdekeit. Ráadásul a szolgáltatatók ezeket az ismereteket ingyen kapják, míg például a közvélemény-kutatás sokba kerül.

Egy civil szervezet tehát – problémamegoldásra való törekvés esetén – előnyös lehet mind az előfizetőknek, mind a szolgáltatóknak. Jogi és műszaki szakértőivel hozzájárulhat a vitás kérdések szakszerű, gyors és mindkét felet kielégítő megoldásához.

Az ezredfordulón a legreprezentatívabb civil szervezetnek a teleházmozgalom látszik, ez a mozgalom hozzájárulhat az országok, közöttük Magyarország felemelkedéséhez is.

3.2.1 A távközlés hazai szakmai szervezetei

A magyar elektrotechnika, műsorszórás és távközlési egyesületek alapítási és átalakítási történetének tanulmányozása során megállapítható, hogy hűen követik a technika fejlődését, továbbá a társadalmi igényeket, változásokat. Magyarországon szakmai szervezetek már 1900-ban létrejöttek. A következőkben részletesebben ismertetett HTE múltja, gyökere is a század elejéig nyúlik vissza. A Magyar Elektrotechnikai Egyesületet 1900-ban alapították, majd a húszas években ezen egyesületen belül megalakult a Gyengeáramú Szakosztály és a Rádiótechnikai Szakosztály. Ez utóbbi kettő 1949-ben kivált a Magyar Elektrotechnika Egyesületből, és létrehozta a HTE-t.

Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesület (HTE) Az egyesület ezt a nevet a távközlés és informatika világmértékben végbemenő konvergenciafojlamatának következmé-

nyeként, 1998-ban vette fel. A HTE alapítása és cégbejegyzése Híradástechnikai, Finommechanikai és Optikai Tudományos Egyesület néven, 1949. január 29-én történt, gyakorlati működésüket 1949 júniusában kezdte. Az egyesületet a Budapesti Műszaki Egyetem oktatói és a magyar híradástechnikai ipar vezetői kezdeményezték, illetőleg alapították. Az egyesületből 1952-ben kiváltak két szakterület, a mérés- és mérőtechnikai és az optikai, és ezek külön tudományos egyesületet alapítottak. Az egyesület akkor vette fel a Híradástechnikai Tudományos Egyesület (HTE) nevet, amelyet egészen 1988-ig használt.

Az egyesületi munka a szakterületek szaksztaiban folyik. A szaksztaiban pedig mindenkor lehetőség van az elért eredmények ismertetésére és a problémák megvitatására.

A HTE, Hírközlési és Informátikai Tudományos Egyesület 1999. július 6-án kommunikáció az új évezred küszöbén címmel konferencia megrendezésével ünnepelte fennállásának 50. évfordulóját. A konferenciát Katona Kálmán, a Közlékek, Hírközlési és Vízügyi Minisztérium minisztere nyitotta meg. Az értekezletet jelenlétével és Némethközi koordináció az új évezredben című előadásával megírt Yoshio Utsumi, az ITU főtitkára.

Hírközlési Főfelügyelet A Hírközlési Főfelügyelet (HíF, Communication Authority) a többszereplőségi vált magyar távközlési piac legfontosabb szakmai szervezete. Jogerődjé a Postai és Távközlési Főfelügyelet (PTF).

A HíF megalkutása A Magyar Posta belüli a hatósági feladatok megfogalmazása és ehhez megfelelő szervezet kialakítása az 1970-es évek végén kezdődött meg.

A felső szintű irányítást végző Posta-vezérlőszolgálaton létrejött egy vezérlési és egy vezérlésközponti felügyeleti ügyosztály, amelyek feladata a postai, távközlési és frekvenciagazdálkodási tevékenység szabályozása és az egyedi hatósági ügyek másodfokú intézése volt.

Ezt követően központosítva a területi postaiszolgálatok és a Rádió- és Televízió-műszaki Igazgatóság is megalkultak az elsőfokú hatósági munkát végző szervezetek.

Jelentős lépés volt a vezérlési nyomonlajellel építmenyek engedélyezéséről és ellenőrzéséről szóló rendelet hatályba lépése 1981. január 1-jén, amely megteremtette a vezérlési távközlési hálózatok letestítésének azóta is folytatott hatósági gyakorlatát.

1989. január 1-jétől létrejött a Közlékek, Hírközlési és Építési Minisztérium, amely megkezdte a Posta az állami irányítási, hatósági és gazdasági funkciók szétválasztását. Ennek eredményeképpen 1990. január 1-jén a korábban a Posta keretében belüli hatósági munkát végző szervezetek egységekből megalkult a Postai és Távközlési Főfelügyelet (PTF) és területi szervei, valamint a Frekvenciagazdálkodási Intézet (FGI). Ezzel ebben az ágazatban kialakult a hírközlési igazgatási hatósági rendszer.

A gazdálkodási feladatokra az ágazati miniszter három államigazgatási irányítású vállalatot alapított, nevezetesen a Magyar Postát, a Magyar Távközlési Vállalatot és a Magyar Műsorszóró Vállalatot. A szervezeti átalakulásokkal egyidejűleg megkezdődött a posta és a távközlés működésének szabályozása, a hatályos jogszabályok felülvizsgálata, illetve új törvények kidolgozása.

A hatósági szervezetrendszerben a következő lépcsőfok 1993. november 1-jé volt, amikor a két hatósági szerv (a PTF és az FGI) integrálásával létrejött a Hírközlési Főfelügyelet (HíF) és területi szervei, amely napjainkban is a hírközlés és a távközlés fejlődési tendenciáihoz igazodva működik.

A HíF feladatait az Egységes Hírközlési Törvényben újra fogják fogalmazni, ez várhatóan 2001-ben vagy 2002-ben valósul meg.

Magyar Kábeltelevíziós Szövetség (MKKSZ) Az MKKSZ tevékenység-
iek középnyújtásban a hazai KTV rendszerek fejlesztése és létesítése kapcsán jelentkező mun-
a gazdaságellenkítő szerepe áll. Figyelemmel kíséri a szabványosítás, a korszerű berendezés-
nyújtás eredményeit, a közeli távközlő szolgáltatások liberalizálását és tájékoztatja ezokról az
irdekeket. Tagja lehet bármely természetes és jogi személy.

Magyar Kábeltelevíziós Hálózatok Országos Szövetsége (MKH-SZ) Az egyesületi forma-
ban működő szövetség célja a szakmát érintő jogszabályok megalkotásakor, illetve a jogszabá-
lyok alkalmazása során elterő jogértelmezési esetén az érdekeképviseleti tevékenységek el-
átása. Kapcsolatot tart a szabályozó és miniszteriális szervezeteikkel, a hazai és külföldi másor-
szálatokkal, a Hírközlési Főfelügyelettel, a Szerzői Jogvédő Irodával és másokkal. Tagjai a
különböző méretű KTV hálózatokat üzemeltető vállalkozások.

Magyar Kábelkommunikációs Szövetség (MKKSZ) Szintén egyesületi formában működő
szövetség, melynek alapvető célja a tagságot képező hálózatüzemeltetők érdekvédelme a ha-
tósági fórumokon, valamint kapcsolattartás a hazai és külföldi társzervezeteikkel, informa-
tós és vitafórumok működtetése a tagok szakmai továbbfejlesztésének elősegítése érdekében.
Megjegyezzük, hogy ezek a szövetségek az elmúlt években számos átalakuláson mentek
eserztül, és a nevük is többször változott.

A felsorolás nem lenne teljes, ha a szakterület legkompetensebb szervezetét, a HTE KTV
szakszövetségét nem említenénk, amely nyílt fórum minden szakmabeli és azon kívüli érdeklődő
számára. Rendszeres (havi) rendezvényei tudománya színonvonalon végeznek ismeretterjesz-
ést és jövőképalakítást fejlesztők, szabályozók és üzemeltetők számára egyaránt.

ITÖ Szövetség A Magyarországi Helyi Távközlési Koncessziós Társaságok Szövetsége 1995.
november 7-én alakult meg. Az Alakuló Közgyűlésen elfogadták az Alapszabályt, amelyet az-
óta többször módosítottak. Az 1999. szeptember 8.-i keltezésű Alapszabályból röviden idézzük
az LTO Szövetség (Local Telecommunications Operators Association) legfontosabb célkitűz-
seit. A szövetség jogi személy, amelyre a Polgári Törvénykönyv és az egyesülési jogról szóló tör-
vény előírása és szabályai érvényesek.

A szövetség célja és főbb tevékenységei:
– a helyi távközlési társaságok közös érdekeinek védelme, azok képviselete és érvénye-
sítése;
– a tagok közreműködésével közös álláspont kialakítása a társaságokat, illetőleg a szakmát
érintő döntések, jogszabályok előkészítésében;
– a tagok közös álláspontjának képviselete külső szervezetek és hatóságok, valamint egyéb fóru-
mok előtt, ideértve a szövetség képviseletét nemzetközi fórumokon;
– állásfoglalások kialakítása a telekommunikációs szakmai és versenyjogi kérdések-
ben stb.

A szövetség céljait a hatályos jogszabályok, különösen a távközlésre, a koncesszióra, a tisztessé-
ges piaci magatartásra vonatkozó jogszabályok keretei között valósítja meg.

AZ INTERNET MAGYAR SZERVEI

ISZT (Internet Szolgáltatók Tanácsa) A magyar domainnév-regisztráció szervezet, amely a hazai
közdomainek körét határozza meg. Meghatározza továbbá a szervezetbe történő regisztráció



szabályait, és ellenőrizi azok betartását. Regisztrációs jogosultságokat oszt ki azoknak, akik igénylik, hogy regisztrátorok legyenek.

BIX (Budapest Internet Exchange) Elosztott, több telephelyen működő hálózati rendszer, amelynek feladata a hazai internetszolgáltatók közötti forgalom lebonyolítása. A működésével kapcsolatos műszaki, szervezeti és pénzügyi kérdéseket a BIX Bizottság kezeli, amely az ISZT keretei között működik.

3.2.2 A távközlés hazai civil szervezetei

A hazai civil távközlési szervezetek létrehozását a demokratikus Magyar köz társaság megalakulása és az 1990-es évek elején megkezdődött, minden korábbinál nagyobb és gyorsabb távközlési fejlesztések eredményei tették lehetővé, illetve szükségessé. A civil szervezeteknél felhalmozódott tapasztalat és szakértelem olyan szintű, hogy véleményükkel a szolgáltatók és az érdekelt minisztériumok is kikerül.

A Telefonnal a rászorultakért A Telefonnal a rászorultakért alapítványt a Matáv és a Posta Bank 1990-ben alapította. Az alapítók célja az volt, hogy a különböző okokból hátrányos helyzetben lévő emberek számára a telefonhoz jutást a beépítési díjhoz való hozzájárulással, a megtartatottságot pedig a forgalmi díjhoz történő esetenkénti hozzájárulással segítsék.

Az alapítványhoz csatlakozott a MEOSZ (Mozgáskorlátozottak Egyesületeinek Országos Szövetsége), a SINOSZ (Siketek és Nagyothallók Országos Szövetsége) és az MVGYOSZ (Magyar Vakok és Gyengénlátók Országos Szövetsége). Az alapítványt kuratórium irányítja, amelynek tagjai az alapítók és a felsorolt szervezetekből kerülnek kijelölésre.

Az alapítványt 1999-ben kiemelten közhasznú társasággá nyilvánították. Az alapítvány évente több tízmillió forinttal gazdálkodik, amelynek 40-50%-át a Matáv adja, a többit pályázatokon nyeri el vagy adakozásból kapja. A támogatás kérvények elbírálása alapján történik.

TFF, Távközlési Erdékegyeztető Fórum A TFF 1994-ben alakult meg. Tagjai: a szolgáltatók, az önkormányzatok, az oktatási intézmények és az előfizetők képviselői.

A képviselők úgynevezett táblákban tevékenykednek és delegálják a 17 tagú választmányt. Noha a testület tevékenységét a KHV, 2000-tól a MEH IKB anyagiilag is támogatja, ennek ellenére a választmány tagjai és választott tisztviselői társadalmi munkában végzik feladataikat. A választmány rendszeresen ülészik, így kíséri figyelemmel az aktuális problémákat. A testület szavazásának eredménye a TFF hivatalos álláspontja. Ez az álláspont azonban sohasem ítélezés, hanem szakértői vélemény a jogszabálytervezetektől vagy azokról a kérdésekről, amelyekkel a tagszervezetek hozzá fordulnak. Konfliktusok esetén a TFF-nek fontos szerepe lehet – a kölcsönös érdekek figyelembevételével – a megállapodások kidolgozásában.

Az egyes országok civil szervezetei tapasztalataikat már nemzetközi szervezetben is köcsíre lehetik, mert megalakult a Távközlési Szolgáltatók Felhasználók Nemzetközi Erdékegyeztető Csoportja az INTUG (International Telecommunications Users Group).

A Teleházmozgalom kezdete és koncepciója A teleház koncepcióját Henning Albrechtsen 1985-ben, Svédországban, a 850 lakosú Vemdalen nevű faluban fogalmazta meg. Az azóta eltelt években ez a koncepció nem sokat változott. A teleház olyan közösségi intézmény, ahol távközlési és informatikai eszközök (telefon, fax, PC, WebTV) és távközlő-hál-

őzati hozzáférések (PSTN/ISDN, KTV, internet) vannak. A teleházban a helybeli emberek megtanulhatják a távközlési és informatikai eszközök kezelését, munkát vállalhatnak, bekapcsolódhatnak a beföldi és nemzetközi üzleti életbe, a vállalkozók reklámozhatják termékeiket, elektronikusan levelezhetnek, továbbá elvégezhetnek minden olyan tevékenységet, amelyhez információkhoz szükséges eszközökre van szükség.

A teleházaknak igen fontos szerepük van még a művelődésben és az emberi kapcsolatok létrehozásában, ápolásában. A teleház eszközeinek segítségével minden olyan végpont, elektronikus adatbázis elérhető, amely a távközlőhálózatra rá van kapcsolva.

A teleházak rendelkeznek azokkal az eszközökkel, amelyekre szinte mindenkinél szüksége van, de az egyén nem tudja vagy a viszonylag ritka használat miatt nem akarja megvásárolni. A teleházak megszűntethetik vagy legalábbis csökkenthetik a falu és a város közötti különbséget. A teleház feladataja Albrechtsen úr úgy fogalmazott, hogy „a települések mindegyike a teleházak és a telekommunikáció segítségével a világ központjává válhat”.

Az első, svédországi teleház alapítását követően a mozgalom viharos gyorsasággal terjedt el az egész világon, de elsősorban Európában. A gyors terjedés egyrészt annak köszönhető, hogy rendkívül demokratikus civil kezdeményezés, másrészt az egyéni és közösségi hasznosága hamar megérthető. A gyakorlati tapasztalat az, hogy a teleház akkor működik jól, ha a falu vagy városrész lakói befogadják, magukénak érzik és a lehetőségeit kihasználják.

Magyar Teleház Szövetség Az első magyar teleháznak a Csákbérenyben, 1994. június 14-én megnyitottat tekintik, mert a valóban első időközben megszűnt. A csákbérenyi teleház létrehozását a Budapesti oda költözött Gáspár Mátyas kezdeményezte. Gáspár Mátyas Csákbérenyben infokommunikációs eszközök hiányában nem tudta munkáját végezni, ezért kezdeményezte a teleház megvalósítását. Gáspár Mátyas a falu lakóinak, az önkormányzatnak és a Népületi Minisztériumnak a támogatásával létrehozta az elsőnek tekintett magyar teleházat.

A csákbérenyi teleház híre igen gyorsan elterjedt, Gáspár Mátyást egyre többen keresték fel az ország minden részéből, hogy a helyszínen tanulmányozzák, mire lehet használni egy olyan intézményt, amely jól felszerelt informatikai, irodai és távközlési eszközökkel, továbbá távközlési hozzáféréssel is rendelkezik.

A Magyar Teleház Szövetség magánkezdeményezésre, 1994 végén alakult meg, elnöke Gáspár Mátyas lett.

A magyar teleházmozgalom gyorsabb fejlődése 1996-ban kezdődött. Ekkor a United Way USAID magyarországi „Hálózat a demokráciáért” (DEMNET) programjának vezetői elhatározták, hogy pályázatot újan anyagilag támogatni fogják a teleházak építését. Később a Népületi Minisztérium is elindította szociális teleházprogramját, majd a kormány modernizációs programja keretében országos teleházprogram indult.

1999 végén a Magyar Teleház Szövetségnek 150 tagja volt. Ekkor a legtöbb teleház kisközségeken és falvakban működött. A Magyar Teleház Szövetség időközben Teleház Kht.-vá (közhasznú társasággá) alakult. A magyar teleházak már szinte minden távközlési és információeszközzel (telefon, fax, internet, számítógép, szkennerek, fényképezőgép) felszerelték. Szolgáltatói száma 50-60 között van: telefonálás, faxolás, elektronikus levelezés, szövegszerkesztés, honlapkészítés stb. A teleházak jelentős szerepet töltenek be a gyermek- és felnőttoktatásban, valamint a művelődésben is.

Ha a kezdeti évek lendülete nem csökken, akkor ez a mozgalom valóban hozzá fog járulni Magyarország felmelegedéséhez.

A távközlőszolgáltatások a távközlést igénybe vevő emberek és tágabb értelemben a társadalom információs és kommunikációs igényeinek kielégítését, biztonságát, kényelmét és művelődését szolgálják. Mindenkor hozzájárulnak a makro- és mikrogazdaság hatékonyságának, továbbá az élet minőségének növeléséhez. A szolgáltatások és szolgáltatásaik folyamatos fejlesztése pedig lehetővé teszi, hogy:

- a távközlés bárkinék, bárhol, bármikor elérhető legyen;
- a közcélú szolgáltatások (mentők, tűzoltók, rendőrség stb.) elérhetőségét;
- a távközlési szolgáltatások országos és világmérreű kiterjesztését;
- a különböző távközlési szolgáltatások közötti kapcsolatot;
- beszéd, hang, adat, álló- és mozgókép átvitelét.

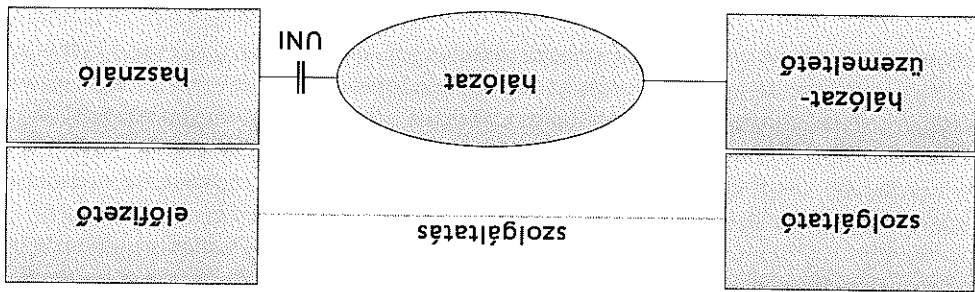
Távközlési szolgáltatás nyújtása során két fél kapcsolatba egymással:
a szolgáltató és az előfizető.

Közöttük jogviszony létesül, amelynek részleteit a létrejövő előfizetői szerződés rögzíti (l. a 8.2. alfejezetet). A távközlési szolgáltatások nyújtásának, eszközrendszerének meghatározó része a *távközlő-hálózat*.

Altalánosságban megállapítható, hogy a távközlőhálózatok az infrastruktúra létesítményeinek (berendezések, kábelek, építmények stb.) összessége, amelyek távközlési szolgáltatások nyújtása céljából létesültek.

A hálózat műszaki létesítményeinek működőtetője a *hálózatüzemeltető*. A távközlési piac fejlődésének kezdeti szakaszában a hálózatüzemeltető és a szolgáltató azonos.

A szolgáltatásokat a *használo* azáltal veszti igénybe, hogy készülékét (végberendezést), a használo-hálózat interfészen (User-Network Interface = UNI) a hálózathoz csatlakoztatja. A végberendezés hálózatra kapcsolásával a hálózatüzemeltető és a használo között műszaki kapcsolat jön létre. Ezzel összhangban a szolgáltatás nyújtásával, illetve igénybevételevel kapcsolatban jogviszony is létrejön közöttük. Megjegyezzük, hogy a használo és a szolgáltatás előfizetője sem feltétlenül azonos. A szolgáltatóval kapcsolatos jogviszonyuk is eltérő.



A távközlési szolgáltatás nyújtásának tehát négy szereplője van (l. 4.0.1 ábra):

- a szolgáltatás előfizetője, illetve használója,
- a szolgáltató, illetve a hálózattüzemeltető,

az előfizető és a szolgáltató közötti kapcsolati jogi, míg a hálózat üzemeltetője és a használó közötti kapcsolati műszaki természetű. Megjegyezzük, hogy a 4.0.1 ábra a szolgáltatás nyújtásának legegyszerűbb módját mutatja, mivel a hálózatok eszközeinek tulajdoni viszonyai is módosíthatják a fenti viszonyokat (pl. lízing stb.). Közzétett távközlési szolgáltatás (amelyet korábban az állam legegyszerűbb módját mutatja, mivel a hálózatok eszközeinek tulajdoni viszonyai is módosíthatják a fenti viszonyokat (pl. lízing stb.).

zabályozzák.

A használók a távközlési szolgáltatás igénybevétele során a hálózat műszaki képességeit, műszaki feltételét, minőségjellemzők stb.) használják, illetve érzékelik. A hálózatok, a szolgáltatások fejlődését a használók igényei és a hálózattüzemeltetők műszaki-gazdasági szempontjai határozzák meg.

Kezdetekben és az azt követő évtizedekben egy-egy távközlési szolgálat (pl. táviró, telefon) csak egyféle információátvitelt vagy cserejét oldotta meg, és csak az 1900-as évek utolsó két évtizedében váltak az egyes szolgálatok többféle információátvitelére és cserejére alkalmassá. Az egyes távközlési szolgálatokat hálózattal valóstíja meg.

4.1 Távközlőszolgálatok és -szolgáltatások

A távközlőszolgálatokra és szolgáltatásokra az is jellemző, hogy nemcsak új szolgáltatások és azok szolgáltatásai jönnek létre, hanem a fellelőlegessé válók meg is szűnnek. Általánosságban megállapítható, hogy az 1990-es években a távközlőszolgálatok köre folyamatosan és jelentős mértékben bővült. Ezekben az években világsszerte, és Magyarországon is, viszonylag sok új szolgálat (mobiltelefon, ISDN, IN, mobil-távközlés, internet) és igen sok új szolgáltatás került bevezetésre, míg a régiek közül a fejlett országokban egyesek igénybevétele jelentősen csökkent (pl. táviró, telex és fax) és a nagyon régiek pedig (pl. rádiótávíró) az egész világon megszűntek.

A különböző országokban az egyes szolgálatok és szolgáltatások népszerűsége függ az ország fejlettségétől, dtpolitikájától továbbá a használók szokásaitól és intelligenciájától. Megállapítható még, hogy:

A távközlőszolgálatok az előfizetőknek és használóknak üzleti alapon nyújtott szolgáltatások összessége, amelyet a szolgáltatók a társadalom és a saját érdekében nyújtanak.

A távközlés fejlődése során, egészen 1987-ig, egy távközlőszolgálatot egy hálózat valóstított meg. A kapcsolati vezetékes telefonhálózat azonban 1987-től minőségi változáson ment át, és a beszéd mellett alkalmassá vált nem beszéd jellegű információk továbbítására, illetve cserejére is. A kapcsolati telefonhálózat fejlődési fázisai a következők:

- beszéd-azaz telefonszolgálat (PSTN, 1878-tól),
- beszéd-és nem beszéd-szolgálat (PSTN/ISDN, 1987-től),
- továbbá intelligens hálózati szolgálat (PSTN/ISDN&IN, 1967-től).

A felsoroltak azért szolgálatok, mert mindegyik sok szolgáltatást nyújt. A magyar jogban a "szolgálat" fogalom nem használatos. A szolgálatra és annak szolgáltatásaira egyaránt a "szolgáltatás" kifejezést használják. De például az angol nyelvben a szolgálatra a service,

Földrajzilag távoli és távközlési készülékek A hálózatok használói-hálózat interfészének megjelent osztályozás bizonyos általánosításával, a földrajzi távolság alapján a következő osz-
tályok alakultak ki:

- **Lokális hálózat** (Local Area Network = LAN), amely egyetlen ingatlanon belül haszná-
lózat interfészeket köt össze. A lokális hálózatok nem tekinthetők távközlő-
hálózatnak.

A távközlőhálózatok a műszaki eszközök olyan komplex rendszerei, amelyek az egymástól
szertint megkülönböztetés.

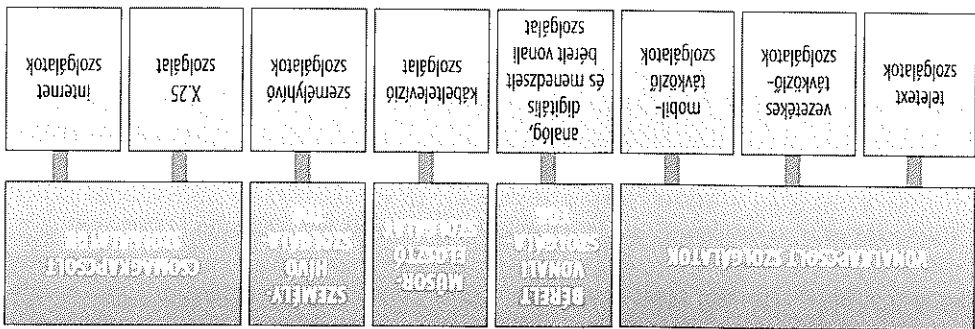
- mobil-távközlő-hálózat (Mobile Network)
 - vezetékes távközlő-hálózat (Fixed Network)
- ségessé vált a két szolgálat hálózatainak:

A mobiltelefon, majd a mobil-távközlés megjelenése előtt nem kellett a vezetékes távkö-
zlőhálózatot külön megkülönböztető jelzővel ellátni. Az 1990-es években a mobiltelefon, majd
mobil-távközlés olyan jelentős fejlődésnek indult az egész világon, hogy ezen időszakról szük-
szessé vált a két szolgálat hálózatainak:

4.2 Távközlőhálózatok

A XX. század végén, a XXI. század elején a távközlés fejlődésének sajátossága, hogy egyes
szolgálatok több, egymástól eltérő képességekkel rendelkező hálózatokon is elérhetők. Hata-
rozott társadalmi igény, hogy a szolgáltatásokat az egyes hálózatoktól függetlenül el kell tudni
érni. Ezt egy mindent átfogó távközlési infrastruktúra képes támogatni, amelyben az egyes ha-
lózatok összekapcsolására (szakkifejezéssel: átjárhatóságára) szükség és lehetőség van.
Példaként említhető, hogy a fix telefonról felhívhatjuk a mobiltelefon, az internethálóz-
atot és viszont. Ezt a vonalkapcsolt távközlőhálózat a számozási tervével (Numbering Plan) és
kapcsolódópontjaival (Media Gateway) is támogatja.

4.1.1 Ábra Az ezredforduló távközlőszolgáltatásai



a szolgáltatásra a *feature*, a német nyelvben pedig a *Dienst*, illetve a *Dienstleistung* kifejezés
használatos. Indokolt tehát, hogy a magyar nyelvben is megkülönböztessük a két különböző
fogalmat.
Az ezredfordulón a világ országában a 4.1.1 ábrán feltüntetett távközlési szolgáltatások létez-
nek. Az ábra első blokkokra kronológiai, a második rendszertechnikai sorrendű. A szolgáltatásokat
a hálózataik valósítják meg, amelyek ismeretessére a következőkben kerül sor.

hálózatnak, mivel nem teljesül a földrajzi távolság kritériuma. Ilyen hálózatok például a lokális adathálózatok, az ingatlanon belüli kábeltelevíziós hálózatok vagy az alközponti hálózatok. Megjegyezzük, hogy a lokális hálózatok nem azonosak a helyi hálózatokkal, amely fogalmat a telefonhálózat alsó síkján bizonyos hálózatrészek megjelölésére használják.

■ **Nagyvárosi hálózat** (Metropolitan Area Network = MAN), amely egyetlen településen belüli használatú hálózat interfészeket köt össze. A MAN esetében általában igen korszerű kapcsolástechnika (ld. később) valósul meg. Ilyen hálózat például a nagyvárosi adathálózat.

■ **Távolsági hálózat** (Wide Area Network = WAN), ahol a földrajzi távolságnak nincsenek felső korlátai.

Információk cseréje A használat központi áramló információkat elektromos és optikai jelek vagy azok valamilyen csoportja hordozza. Az ISDN előtti hálózatok csak elektromos jelekből álltak, ezért a csoportja hordozza. Az ISDN előtti hálózatok csak elektromos jelekből álltak, ezért a csoportja hordozza. Az ISDN előtti hálózatok csak elektromos jelekből álltak, ezért a csoportja hordozza.

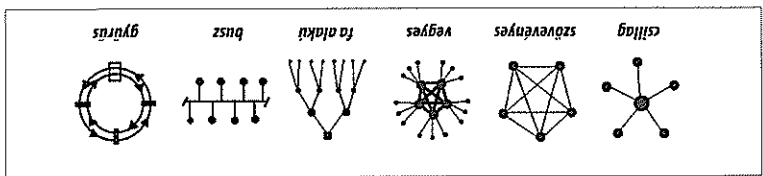
Műszaki eszközök komplex rendszere A távközlőhálózat két fő funkciója tehát a kapcsolatok létrehozása a használat hálózat interfészek között és a használat között a hirtányagok csejének biztosítása. Ezen funkciók kijelölők a hálózattechnika főbb területeit, azaz műszaki eszközrendszerét. A műszaki eszközrendszer két csoportra osztható:

- átviteltechnika és kapcsolástechnika.
- átviteltechnika a távolságok áthidalását elektromos és optikai jelek (elektronok és fotonok) továbbításával oldja meg.

A kapcsolástechnika a használat közötti kapcsolat létrehozásával, fenntartásával és megszüntetésével, azaz az összeköttetések kezelésével, a híváskezeléssel foglalkozik.

4.2.1 A távközlőhálózatok topológiája

Többféle alaphálózat létezik, így például: csillag, szövevényes, vegyes, fa alakú, busz és gyűrűs hálóképe van, mert többféle alaphálózatból áll. A hálózat legészlető csomópontjaihoz a végberendelések (telefon- és távközlőkészülékek, alközpontok stb.) kapcsolódnak. A többi csomópontban a hálózattól függetlenül vonalakcsatlakozó-központok, csomagszűrők és utkapcsolók vannak. A hálózat pedig a készülékekhez a központi csomópontokat egyaránt összekötő vonalak, valamint vezetékes és/vagy vezeték nélküli átviteltechnikai összeköttetések. Az összeköttetések lehetnek: analóg vonalak és csatornák, vagy digitális csatornák.



4.2.1 ÁBRA
A távközlőhálózatok topológiája

A távközlőhálózatok csomópontjaiban a kapcsolás kétféle módon:

- vonalkapcsolással és
- csomagkapcsolással

történik. Vonalkapcsolás esetében a csomópontokat központoknak, csomagkapcsolás esetében routereknek (ritkábban: útválasztóknak) hívjuk.

A vonalkapcsolás (circuit switching). Vonalkapcsolásnál a kommunikációhoz szükséges hálózati elemek a kommunikáció megkezdése előtt lefoglalásra kerülnek, és a kommunikáció alatt csak a kommunikálók számára hozzáférhetőek. A kommunikáció befejezése után a hálózati elemek felszabadulnak.

A csomagkapcsolás (packet switching). A csomagkapcsolás az üzenetek irányításának az a módja, amelyben az üzeneteket először címzett csomagokra bontják, majd a hálózat egyes csomópontjaiban ezeket a csomagokat veszik, tárolják, majd továbbadják a kiválasztott átviteli csatornába és a vételi végén az üzeneteket a vett csomagokból helyreállítják.

Az egyes csomagok az átviteli csatornát csak a továbbítás idejére foglalják le. A csomagkapcsolást a hálózat erőforrásainak a vonalkapcsolásnál jobb kihasználása érdekében fejlesztették ki.

A kétféle kapcsolás CCITT által megfogalmazott definíciójának ismertetése után nézzük a kétféle kapcsolás előnyeit és hátrányait.

A vonalkapcsolás előnyei és hátrányai A vonalkapcsolás előnye a csomagkapcsolással szemben, hogy a beszed minősége jobb, és amennyiben a kapcsolás létrejött, a hívott személy jelenlétérdl vagy a távközlési készülék működéséről is tájékoztatást kapunk. A hátránya, hogy a hálózat hatásfoka azonos átvendó információ esetén lényegesen kisebb, mint csomagkapcsolás esetén. A vonalkapcsolás kisebb hatásfoka abból adódik, hogy a hálózat négyhuzalos részein az egy összekötetéshöz tartozó két irány (adás és vétel) közül egyidejűleg csak az egyiket történik információátvitellel. Tapasztalat szerint egy áramkör egy-egy irány (adás és vétel) a teljes beszedfoglaltságnak csak 40%-ában foglalt. Tulajdonképpen ennek felismerése vezette el a valódi csomagkapcsolás primitív (egyszerű, elsődleges) elődjének, a TASI (Time Assignent Speech Interpolation = időosztásos beszed-interpolációs) rendszernek a megvalósításához. A TASI rendszer a négyhuzalos áramkörök beszeddel éppen el nem foglalt csatornájára kapcsol. Ez a rendszer volt tehát az első, amely nem a táviró- és telefonközpontokban oldotta meg a trónkok hatásfokának növelését.

A csomagkapcsolás előnyei és hátrányai A csomagkapcsolás előnye a vonalkapcsolással szemben, hogy a hálózat hatásfoka azonos átvendó információ esetén lényegesen nagyobb. A hátránya viszont, hogy több lehet az elvesztett információ, és a beszed minősége az ezredfordulón még rosszabb a vonalkapcsoloténál. További hátrány, hogy az arról szdó információ, hogy a címzett megkapta-e üzenetünket, rövidebb-hosszabb ideig késhet.

A TASI RENDSZER

(A csomagkapcsolás egyszerű, elsődleges öse)

A TASI rendszert a Bell Laboratórium fejlesztette ki. A rendszer kifejlesztésének gondolata azon a tapasztalati tényen alapult, hogy a négyhuzalos összeköttetések kéthuzalos simplex, tehát egyirányú részein az összeköttetés a beszéldidőnek csak 40%-ában foglalt. Ez abból adódik, hogy a másik fél is beszél, illetőleg a szavak között szünetek is vannak. Ebből arra következtettek, hogy a beszéldidő 60%-ában kihasználatlan áramkör jobb hasznosítása érdekében az éppen szabad csatornára egy másik beszélgetést lehetne kapcsolni.

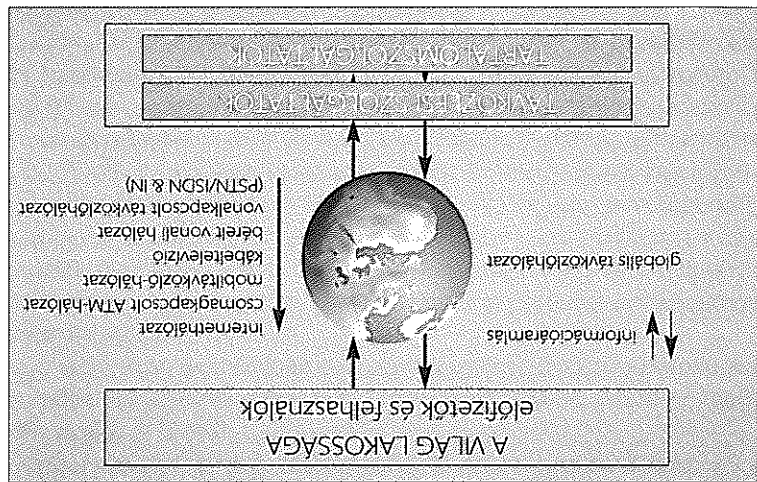
A TASI rendszert két, korábban lefektetett telefonkábelre telepítették. Az első Transatlantic Telephone Cable-t (TAT 1) 1956 szeptemberében, Új-Fundland és Skócia között helyezték üzembe. A koaxiális kábel hossza 3600 km volt. A második, TAT 2, ugyancsak koaxiális kábel, 1959 március–augusztus hónapban Franciaország és Új-Fundland között 3900 km hosszban fektették le.

A TASI rendszert, amelynek aktív elemei teljes mértékben tranzisztorokból álltak, a két kábel két-két végén az analóg multiplex rendszer és a kapcsolástechnika (a nemzeti központok kapcsolómézeje) között helyezték el. A rendszer alkalmasításával a két kábel egyenként 36 áramkörrel szemben $2 \times (36 + 36) = 144$ áramkör létesülhetett.

A TASI rendszer üzembe helyezését 1960 decemberére tervezték. (Ha az 1960-s, az USA és Kanada, valamint Európa közötti nyilvános telefonkapcsolatot ellátó 144 áramkört összehasonlítjuk a 2000-ben az USA (804) és Kanada (269) valamint a Magyarország közötti 1073 vonalkapcsolt áramkörrel, akkor érzékelhetővé válik az az óriási fejlődés, amely az elmúlt 40 év alatt történt. Magyarország esetében főleg az 1990 utáni tíz évben.)

Világméretű hálózatok A világ fejlettebb országaiban az ezredfordulón általában hártréle jelentős távközlőhálózat üzemel. Ezen hálózatok világhálózatot képeznek, amelyet a megvalósulás sorrendje, továbbá az alulról felfelé építkezés szerint a 4.2.2 ábrán mutatunk be.

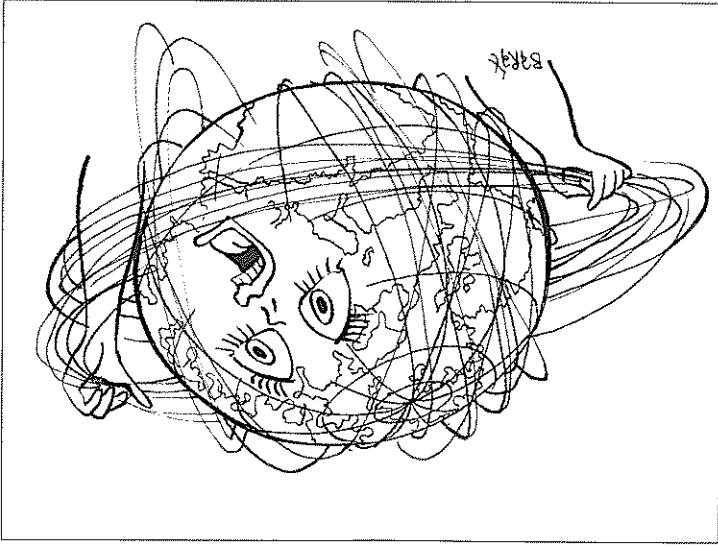
4.2.2 ÁBRA
világméretű
távközlő-
hálózatok



A 4.2.2 ábra hálózatai a:
 - vonalkapcsolt,
 - bérlet vonall,
 - csomagkapcsolt és
 - műsorszórtóztó
 hálózatok csoportjába tartoznak.

A VILÁG
 ÉS AZ Ő HALÓJA
 Segítség!
 Behálózottak!

Barát József rajza



4.2.3 A távközlőhálózatok jellemzői és tulajdonságai

Mind a vonalkapcsolt, mind a csomagkapcsolt hálózatokra igaz, hogy egy fejlett vagy közepesen fejlett ország ezen hálózatai az adott ország legnagyobb automatikái. Egy-egy távközlőhálózat felfogható úgy is, mint egy területileg nagy kiterjedésű és szerteágazó automatikus nagyüzem, amelynek termékei a hívók- és a hívottak között létrejött összeköttetések. Az összeköttetések áramló információ előállítását és az információcsereét az előfizetők, a használók és az általuk programozott eszközök végzik.

A hálózatokban a forgalom forrásai és nyelvi az előfizetők, az információ pedig a háló ágain áramlik. Az információ áramlásának irányítását a hálózat csomópontjaiban levő központok és/vagy routerek végzik.

A távközlőhálózatokban a központok és a routerek számának és helyének meghatározása elsősorban gazdaságossági számításokon alapul, de függ a rendelkezésre álló technikai eszközöktől is. Az új távközlőhálózatok megvalósításánál, a már üzemelő korszerűsítésénél a hálózatok egyszerűsítésére törekednek. A hálózatok egyszerűsítése a központok, a csomópontok számának és a hálózat síkjának csökkentését jelenti. A hálózat egyszerűsítésére lehetőséget nyújt a közigazgatás megváltoztatása is, így amikor Magyarország a megyei-járási rendszer helyett a megyei kerületek rendszerére, elmaradtak a vonalkapcsolt telefonhálózatból a szektor-központok. Ha a régió közigazgatási rendszer bevezetése kerül, akkor a távközlőhálózatot is célszerű lesz megváltoztatni, azaz egyszerűsíteni. A hálózatok egyszerűsítése a megvalósítási és üzemeltetési költségeket csökkenti, a minőséget pedig növeli.

A hálózatok egyszerűsítése továbbá még azért is szükséges, mert sok év alatt a hálózat építésmérből (előfizetői készülékek, előfizetői és trónkábelek, átviteli technikai berendezések és kapcsolóközpontok) több generáció halmozódik fel és üzemel. Ezek fenntartása többféle szakembert és tartalék alkatrészt igényel, aminek következményeként az üzemeltetés költségei is nagyobbak. A többgenerációs, és ezért több jelzésrendszert is tartalmazó, sok központos hálózatokban az üzemeltetők igen sok munkával tárgyalnak fel a hibákat, de még az előfordul, hogy egyes hibák feltáratlanok maradnak.

Az első megvalósult automatikus magyar telefonhálózat viszonylagos bonyolultságot az USA hálózatával való összehasonlítással mutatjuk be. Az USA és Magyarország első automatikus és hierarchikus forgalomirányítási hálózatának síkjai és a hozzájuk tartozó telefonközpontok elnevezései a 4.2.1 táblázatban szerepelnek.

4.2.1. TÁBLÁZAT

AZ USA ÉS MAGYARORSZÁG ELSŐ AUTOMATIKUS TELEFONHÁLÓZATA

(A HÁLÓZATI SÍKOK SZÁMA ÉS A KÖZPONTOK ELNEVEZÉSE)

Az USA telefonhálózata		Magyarország telefonhálózata	
(a terv elfogadásának éve: 1943)	(a terv elfogadásának éve: 1964)	A központok neve	
Name	Abbreviation	A központok	
száma		nevének rövidítése	
Regional Center	RC	Főgyűjtőközpont	FGYK
Sectional Center	SC	Gyűjtőközpontok	GJK
Primary Center	PC	Gócöközpontok	GK
Toll Center	TC	Szektoröközpontok	SZK
End Office	EO	Végközpontok	VK

Érdekes, hogy a két ország közötti nagy területi és lakosságsszámbeli különbség ellenére a hálózati síkok száma azonos volt, bár Magyarország végül is nagyon kevés szektoröközpont épült, és ez a hálózati sík, a gyűjtőközpontok síkjával együtt, később elmaradt. Az 1996-tól érvényes Matáv számozási koncepció, nyílt rendszerű hálózat elnevezései terv, illetőleg hálózat az ezredfordulón 2 nemzetközi központból (ISC = International Switching Center), 10 szekunder központból, 54 primer központból és kb. 900 helyi központból áll, 1. a 4.5.3 ábrát. Ehhez az állapothoz négy közbülső tervben keresztül jutottak el a Magyar Posta, majd jogutódja, a Matáv szakemberei. Magyarország vonalkapcsolt telefon- majd távközlőhálózatának hálózati és számozási terveit (1941 – 1996), azok legfőbb jellemzőit a 4.2.2 táblázat ismerteti.

**MAGYARORSZÁG VONALKAPCSOLT TELEFON- ÉS TÁVKÖZLOHALOZATÁNAK
HALOZATI ÉS SZÁMOZÁSI TERVEI (1941 – 1996)**

a tervek címe,	Magyarországi	Országos	Az országos	Göckörszettek	Közcélú kapcsolt	Matáv
a tervek helyközi	számozási	helyközi	helyközi	terjesztési	távbeszélő-	számozási
távbeszélő-	és szám-	gerinchálózat	irányelvei	hálózat	konceptió,	hálózat
a tervek	hálózat	kapacitási terv	forgalom-	(körzet-	számozási tere	nyílt rendszerű
legfőbb	gócrendszer-	(gyűjtőgóc	irányítási tere	központi	(primer-	hálózat
jellemzői:	tervezete	struktúra)	(régio-	struktúra)	szekunder	(primer-
a terv	Koczka László	Nádor Lajos	dr. Sallai Gyula	dr. Sallai Gy.	Dely Zoltán	Dely Zoltán
készítője és	Posta-vezér-	Salló Ferenc	dr. Honi Géza	Dely Zoltán	Shnawa Naseer	dr. Shnawa Naseer
intézménye	igazgatóság	POTI	POTI	Kolláth Gábor	PKI	PKI
a terv	Posta-vezér-	POTI	KPM	Magyar Posta	KHVM	1996
kiadój,	igazgatóság	1964	Postafőosztály	Kárpontja	24/1993	1996
a kiadás éve	1941		1045/1978	1101/1984		
a hálózati	1. göcközpontok	1. főgyűjtő-központ	1. régió-	1. régió-	1. szekunder	1. szekunder
síkok száma	(Budapest is	(Budapest)	központok	központok	központok	központok
és	göcközpont)	2. gyűjtő-	2. gyűjtő-	2. gyűjtő-	2. primer	2. primer
elnevezése	2. szektor-	központok	központok	központok	központok	központok
	központok	(19 megye)	3. göcközpontok	3. göcközpontok	3. helyi	3. helyi
	3. tandem-	3. göcközpontok	4. helyi	4. helyi	központok	központok
	töréközpontok	(121 járás)	központok	központok		
	4. törpe- vagy	4. szektor-				
	végközpontok	központok				
	5. végközpontok					
a hálózati	nem	hierarchikus	hierarchikus	hierarchikus	hierarchikus	hierarchikus
felépítése	hierarchikus					
göckörzetek,	41	140	83	56	54	54
primer körzetek						
száma						
Budapesti	hat	hét	hét	hét	hét	hét
telefonszámok	számjegyek	számjegyek	számjegyek	számjegyek	számjegyek	számjegyek
(az első	két számjegyet	vidékről	körzet számnak	értékei)		
Budapest	2 000 000	9 000 000	9 000 000	9 000 000	9 000 000	5 000 000
telefonszám-						
kapacitása						
Budapest	két számjegyet	egy számjegyet	egy számjegyet	egy számjegyet	egy számjegyet	egy számjegyet
körzet száma	10-49					

a tervek címe,	Magyarországi	Országos	Az országos	Göckörzetek	Közcélú kapcsolt	Matáv
helyközi	számozási	helyközi	fejlesztési	távbeszélő-	számozási	
távbeszélő-	és szám-	gennchálózat	irányítási	hálózat	konceptió,	
a tervek	kapacitási terv	forgalom-	(körzet-	számozási terv	nyílt rendszerű	
legfőbb	gócrendszer-	(gyűjtőgóc	irányítási terv	közponi	(primer-	
jellemzői	tervezete	(régib	struktúra)	szekunder	(primer-	
(göckörzeti	struktúra)			szekunder	struktúra)	
idéki	nég	öt és hat	öt és hat	hat	hat	
elefonszámok	számjegyek	számjegyek	számjegyek	számjegyek	számjegyek	számjegyek

idék	500 000	72 000 000	73 800 000	49 500 000	47 700 000	5 000 000
elefonszám-						
apacitása	idék körzet-	két és	két és	két	két	két
zámok	számjegyek	három	három	számjegyek	számjegyek	számjegyek
telefon-	a beföldi hívás	a beföldi hívás	a beföldi hívás	a beföldi hívás	a beföldi hívás	a beföldi hívás
nád	telefon-	telefon-	telefon-	telefon-	távkozás	távkozás
ávkozás	számozási	számozási	számozási	számozási	számozási	számozási
zámrendszer	rendszerre zárt	rendszerre zárt	rendszerre zárt	rendszerre zárt	rendszerre zárt	rendszerre zárt
struktúrállisan	nyított					
övídített	01.,... 00	Budapesten	Budapesten	Budapesten	országosan	országosan
speciális)	két szám-	kétjegyűek,	kétjegyűek,	kétjegyűek,	két és három	háromjegyűek
ilvószámok	jegyűek	vidéken két	vidéken két	vidéken két	számjegyek	és 1-yei
	és három	és három	és három	és három	számjegyek	kezdődök

A könyvünk írásakor érvényben lévő számozási rendelet a 7/1999. (II.19.) K-HVM rendelet a közcélú távközlőhálózatok számozási tervéről.

A magyar vonalkapcsolt telefonhálózat, illetőleg vonalkapcsolt távközlőhálózat fejlődése- nek ismeretében és némi nemzetközi ismeretek birtokában általánosságban megállapítható, hogy az országok és a világ telefon- majd távközlőhálózata a kezdetektől a könyv írásáig há- rom jól megkülönböztethető fejlődésen ment át, l. a 4.2.3 táblázatot.

A kezdeti kizárólag telefon- majd távközlőhálózat fejlődése a táblázatban szereplő fejlődési fo- yamaton ment át, illetőleg ez a folyamat az előírt hálózat (access network) fényvezetővel és digitális berendezések alkalmazásával, továbbá nagy kapacitású helyi (H-OST) és tranzit (Gateway) központok építésével folytatódik. Az egyszerűbb hálózatot már kapcsolt távközlőhálózatnak ne- vezük. De az egyszerűség csak a hálózat topológiájára vonatkozik, mert a szolgáltatások száma minden korábbinál több, több más távközlőhálózattal (mobil, kábeltelevízió, internet stb.) kell az együttműködést megoldani és a jelzésrendszer is minden korábbinál bonyolultabb.

AZ ORSZAGOK, MAGYARORSZAG ES A NEMZETKOZI VONALKAPCSOLT TELEFON-
 ES TAVKOZLOHALOZAT FEJLŐDÉSE

egyszerű hálózat ➡	bonyolult hálózat ➡	egyszerűbb hálózat
nem hierarchikus forgalomirányítás ➡	hierarchikus forgalomirányítás ➡	nem hierarchikus forgalomirányítás
sok telefonközpont ➡	viszonylag sok telefon- ➡	keves telefonközpont
		és kapcsolóközpont
keves generációjú átviteli technika ➡	több generációjú átviteli technika, ➡	keves generációjú átviteli technika és kapcsolóközpont
és telefonközpont		

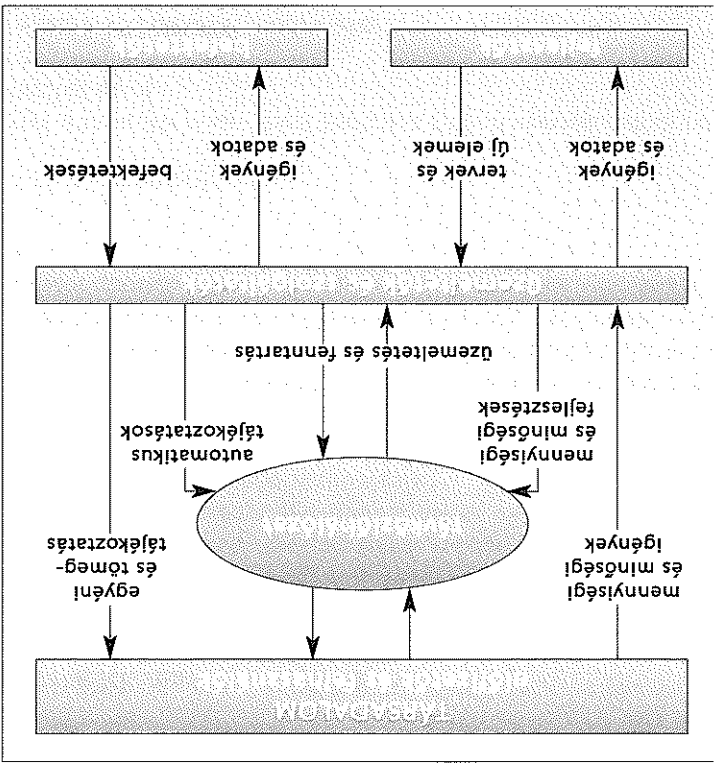
a hálózat jellemzői

Megemlíthetjük még, hogy az 1930-as évek óta a hálózatok valamennyi építőeleme tartalmaz valamilyen mértékű intelligenciát. A digitális technika alkalmazásával azonban egyre több intelligencia került a hálózat minden egyes elemébe, de még az ezredfordulón is érvényes az a megállapítás, hogy a legtöbb intelligenciát a kapcsolóközpontok és a routerek, tehát a csomópontok tartalmazzák. (Ez más, pl.: elektromos, gáz-, víz- stb. hálózatokra is igaz.)

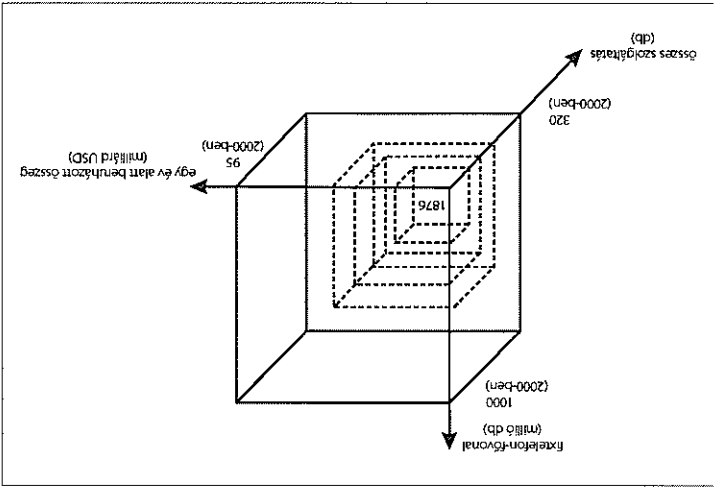
Előzető, használati szempontból meg kell még említenünk, hogy a hálózatok különlegesen nagy forgalmi terhelésekre hogyan reagálnak. A hálózatokat az év forgalmas hónapjának és napjának forgalmas órájára tervezik. Ezt a forgalmat a hálózatok problémamentesen lebonyolítják. Előfordulnak azonban várható és véletlen események hatására bekövetkező forgalmi túltelherelések, amelyek megfelelő felkészülés hiányában a hálózatot működésképtelenné teszik. A várható igen nagy forgalmi események közé tartozik a szilveszter, a népszavazások napja, az anyák napja stb. és a tervezett jelentős sport- vagy politikai események. A váratlan és véletlen események, mint a természeti katasztrófák (földrendezés, árvíz, tömegszerecsélen-ség stb.), szintén igen nagy távközlési forgalmat generálnak. A felsorolt események az 1990-es évek előtt a hálózatokat néhány perctől néhány óráig vagy több napig megbénították. Az 1990-es évek óta a hálózatok az ilyen extrém forgalmi eseteket is kezelni tudják. A technikai megoldás neve hálózatomenedzselés (Network Management). A hálózatomenedzselés lényege, hogy a hálózatra annyi hívást engednek, amennyit a hálózat le tud bonyolítani. Ez a híváskedmenyvezések rövid idejű felügyegetésével (call gapping = híváskedmenyvezés-korlátozás) jár, ami a legtöbb esetben nem zavarja az előfizetőket. Nagy problémák esetében az előfizetők minden médium tájékoztatást kapnak a hiba várható megszűnéséről.

Az országok gazdasági fejlődése együtt jár, együtt kell hogy járjon a távközlőhálózatok és a szolgáltatók folyamatos fejlesztésével. A mennyiségi és minőségi fejlesztéseket a társadalmi igények szabják meg. A távközlőhálózatok akkor szolgálnak jól a gazdaságot, ha terjedelmük és minőségük összhangban van az ország és a régió gazdaságával. Ha a hálózat fejlettsége elmarad a gazdaság és a társadalom igényétől, akkor ez gátolja a gazdaság fejlődését. Az igényeket lényegesen megelőző fejlesztés pedig a megtérülési időt hosszabbítja meg. A társadalom a kapcsoló távközlőhálózat és az üzemegetők, fejlesztők, továbbá befektetők kapcsolatait a 4.2.3 ábra szemlélteti.

Az ábráról az is leolvasható, hogy a társadalommal a közvetlen és közvetett kapcsolatot az üzemegetőket tartják, ezért a hálózatot érintő minden technikai és díjváltoztatás előtt a véleményük kikérése elengedhetetlen.



4.2.3 ÁBRA
A társadalom, a társaság és az üzemi tájékoztató kapcsolata



4.2.4 ÁBRA
A világ nyilvános és minőségi mennyiségeinek egyfajta ábrázolása

Említsre érdemes még, hogy a távközlőhálózatok tervezése, építése – más országos infrastruktúrákkal egyezően – hatalmas szellemi és pénzüket igényel. A távközlőhálózatokban az egyes országokban és a világban felhalmozott anyagi és szellemi érték évről évre növekszik és összességük szinte felbecsülhetetlen, l. a 4.2.4 ábrát. Az ábra tengelyei mentén feltüntetett mutatókat és azoknál még több más mutató fejlődését a 9. fejezetben részletesebben is-

A világ távközlésének mennyiségi és minőségi fejlesztése folyamatos.

A távközlés 150 éves történetéből levonható az a következtetés, hogy:

Az ezredforduló körüli években még sem a mennyiségi növekedésnek, sem a minőség! változásnak a határai nem ítélnétek meg. A minőség! fejlesztés kétféle módon következ! be: ■ a mennyiség! igények növekedése kikényszeríti az új technikát (pl. légvezetékek helyett földkábel, vonaltöbbszörözés stb.); ■ egy új eszköz feltalálását követően keresni kezdik az alkalmazási lehetőséget (pl. fényvezető).

Egy új eszköz gyakorlati hasznosítása a társadalomtól függ, azaz a használók képzettsége és érdekléttsége dönti el az újdonság sikerét. A siker közvetlen következménye pedig a gazdasági haszon. Amikor az új technika gazdaságosan ki tudja elégíteni az igényeket, akkor átveszi a szerepét, de uralkodóvá válásához hosszú időre – nem egy esetben évtizedekre – van szükség (l. a távközlés digitalizálása).

4.3 A távközlőhálózatok építőelemei

Mindazon elemeket, amelyek a távközlőhálózat részét képezik, a hálózat építőelemeinek nevezzük. A külvilágban távközlőhálózatok:

- előfizetői készülékeket

- (analog és digitális alközpontokat),

- vezetékes és vezetéknélküli előfizetői vonalakat és csatornákat,

- vonalkapcsoló központokat,

- csomagkapcsoló központokat,

- vezetékes és vezetéknélküli trónkvonalakat,

- vezetékes és vezetéknélküli trónkcsatornákat,

- az analog jelek erősítését és vonaltöbbszörözést végző eszközöket,

- vonalkoncentráló kapcsolókat (ezek már nem használatosak),

- a digitális vonaltöbbszörözésre szolgáló berendezéseket,

- a digitális jelek regenerálását végző eszközöket,

- távközlési műholdakat

tartalmaznak.

A fixtelefon-hálózat elemait a 4.5.3 ábra, a GSM mobiltelefon-hálózat elemait pedig a 4.5.3.2 ábra szemlélteti.

Az előfizetőket és használókat az előfizetői készülékek és végberendezések közvetlenül érintik, mert ezekkel kell nekik kapcsolatba. A sokféle készülék és berendezés kiválasztását a 6. fejezetben leírtak segítik.

A külvilágban távközlőhálózatok elemait a 4.3.1, 4.3.2, 4.3.3, 4.3.4 alfejezetekben részletesbben, a 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, továbbá a 4.9 alfejezetekben vázlatosan, az 5. és 6. fejezetben a könyv céljának megfelelő részletességgel ismertetjük.

A távközlőszolgálatok és hálózatok alfejezeteken belül külön hangsúlyt helyezünk az előfizetői és trónkálázatra, mert a működés megértésén túl, jó ha tudjuk, hogy a beruházott

összegek és munkaidő-ráfordítások kb. 50%-át a hálózatok tartalmazzák. A távközlőhálózatok: - előfizetői hálózatból és - trónkhálózatból tevődnek össze. A trónkhálózat magába foglalja a helyi, helyközi és nemzetközi hálózatokat. Könyvünk célját szem előtt tartva, az előfizetői hálózatokról kicsit bővebben, a trónkhálózatokról szűkebben írunk.

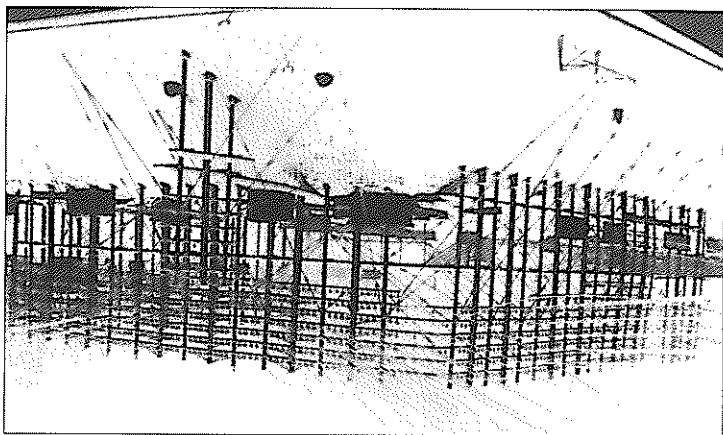
A távközlés feltételezése óta a hálózatban alkalmazott vezetékes és vezeték nélküli eszközök feltételezésük időrendi sorrendjében a következők:

- légvezeték,
 - földkábel,
 - tengeralatti kábel,
 - koaxiális föld-, lég- és tengeralatti kábel,
 - földi mikrohullámú összeköttetés,
 - műholdas mikrohullámú összeköttetés,
 - föld-, lég- és tengeralatti fényvezetőkábel.
- Az ezredfordulón a világ országainak hálózatában (a tengeralatti kábel kivételével) a felsoroltak általában mind megtalálhatók.

4.3.1 A vezetékes távközlőhálózat építőelemei

Ez és a 4.3.2 alfejezet a teljességre való törekvés céljából került a könyvünkbe és a rendszerben gondolkodó szakemberek tájékozódását segíti. Az építőelemek felsorolása kronológiai és rendszerszemléletű, majd a felsorolást részletesebb ismertetés követi.

Vezetékek és kábelek Kezdetben az előfizetői vonalak és a helyi központokat összekötő vonalak: légvezetékek voltak. A légvezetékek pedig: ■ egyvezetékesek majd ■ kétvezetékesek lettek.



4.3.1 ABRA
Légvezeték-hálózat
Budapesten,
1900-ban
(a kábel fel kellett
találni)

A kábelek Az előfizetők számának növekedésével a hálózat karbantartatatlanná vált. Könnyen a viharok és a zúzomara, illetőleg a hőesés okozott nagy károkat. A kábeltek tehát fel kellett találni, l. a 4.3.1 ábrát.

A távközlési kábelek a következők szerint csoportosíthatók:

- rézvezetők és
- fényvezetők.

Rézvezetők kábelek A rézvezetők kábelekből:

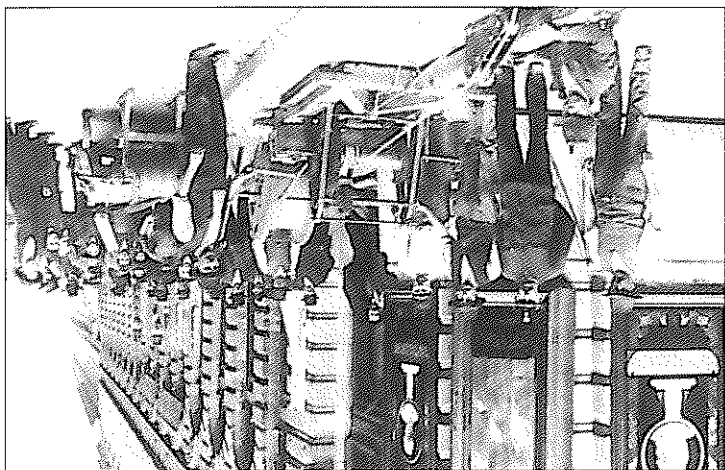
- szimmetrikus és
- koaxiális

kábelek készültek. Mindkét típusú kábelből:

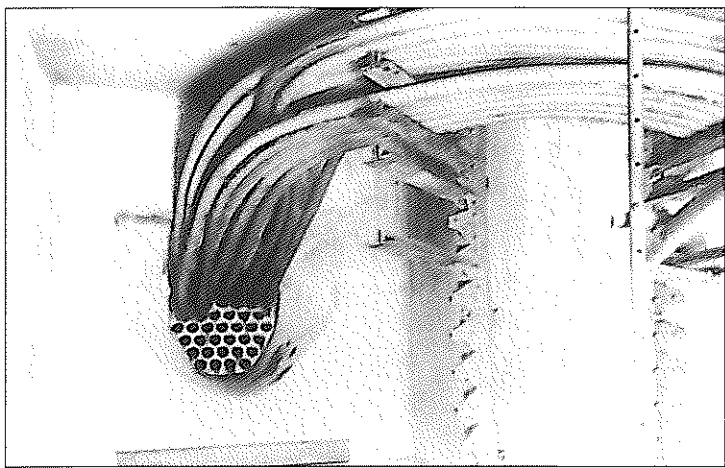
- földkábel és
- légkábel

is készült. Az előfizetők és a központok számának növekedésével a kábelek keresztmetszete és száma úgy megnövekedett, hogy egy más elven működő kábeltek kellett találni (l. a 4.3.3 ábrát).

4.3.2 ABRA
Kábelbehúzás
Budapesten
1900-ban,
a Szondi utcában



4.3.3 ABRA
Még nem feltett
kábelbevezetés
a központ
épületbe
(a fényvezetők
kábeltek is fel-
kellett találni)



Vonatbővszörözési módszerek A vonalak építésének költségai és engedélyezési problémái már a kezdetekben felvetették a vonalak többszörözésének (multiplexelésnek) igényét. A multiplexelési módszerek az egy vonalra, illetőleg csatornára eső költségeket jelentősen csökkentik. A multiplexelési módszerek:

- egyszerű vonalbővszörözés (fantom- és szuperfantomképzés),
- frekvenciaosztás,
- időosztás, PCM kódolás,
- kódosztás.

A felsorolt multiplexelési rendszerek elvén különböző átviteli technikai rendszereket terveztek.

Átviteli rendszerek Az átviteli rendszerek csoportosítása:

- analóg átviteli rendszerek és
 - digitális átviteli rendszerek.
- Analóg átviteli rendszerek** Az analóg átviteli rendszereket:
- kis csatornaszámu (12, 24, 60) és
 - nagy csatornaszámu (960, 1920, 3600)

rendszerekre oszthatjuk.

Digitális átviteli rendszerek A digitális átviteli rendszerek:

- PDH hierarchia és
- SDH hierarchia

szertint szervezettek

Cross Connect A Cross Connect (elektronikus rendező) nem más, mint egy- vagy többfunkciós és programozható elektronikus kapcsoló, amely digitális átviteli rendszerek és azok csatornáit időreseinak összekapcsolására szolgál. Az időresek rendezésére akkor van szükség, ha a bérleti szekörtetés egy vagy mindkét végpontja megváltozik, vagy összeköttetés bővítésére van igény.

Digitális rendszerek alkalmazása az előfizetői hálózatban Az egyre növekvő szolgáltatások (ISDN, internet) igénylik a részvezetői hálózat (access network) átviteli sebességének növelését. Ugyanis sok-sok év telik el még addig, amíg az előfizetői hálózat fénnyvezető kábeleikkel fog képviselni. Az átmeneti időszakra különböző *xDSL* rendszereket fejlesztettek ki.

4.3.1.1 A távközlés korszakai

A távközléstechnika fejlődését minden korban a társadalom igényei és az építőelemek fejlődése határozta meg. A távközlés korszakait a 2. fejezetben már felsoroltuk, e helyen azonban, hogy a korszakoknak a távközlőhálózat építőelemei fejlesztésére gyakorolt hatását még érthetőbbé tegyük, ezért kicsit részletesebben ismertetjük.

AZ ELEKTROMOS KORSZAK

A legelső vezetékes átviteli kapcsolat egy távbeszélő-készülék mikrofonja és a távoli készülék hallgatója közötti részvezeték volt. Ennek a kapcsolatinak a távolságát a részvezeték ellenállása, minőségét pedig a részvezeték hangfrekvenciás tulajdonságai határozták meg. Az ilyenformán kialakított hangfrekvenciás áramkörök hatótávolsága néhány kilométer lehetett, még akkor is, ha a részér átmérőjét 1,2 mm-re növelték.



A révezetéseken kívüli bronzvezetékeket is alkalmazták. Európában a leghosszabb légvezetéskes nemzetközi összeköttetés - a berlin-budapest-konstantinápoly-i volt, ezen összeköttetésben Budapesten egy elektroncsöves erősítőt helyeztek el.

Néhány egyszerű módszerrel sikerült a kábeltek csillapítását jelentősen növelni azzal, hogy a kábel induktivitás-kapacitás arányát a minimális csillapításra állították be kiegészítő induktivitásokkal (Pupin-cső), és többszörös épárhíthasználatot értek el több szimmetrikus épárhítpontjainak transzformátoros összeköttetésével, ún. "fantomáramkörök" kialakításával. Már a múlt században tisztázták, hogy egy kábelben folyó egyenáram szisztematikus megszagatásával létrehozott távirőjei milyen feltételekkel tud hosszú rézkábelben terjedni, meghatározottak a kábel fizikai paraméterei és a maximálisan elérhető távirősebesség közötti összefüggéseket is.

Világossá vált, hogy a távbeszélő-szolgálat elterjedésének korlátja lehet a hatalmas mennyiségű részüktség, és hogy jelentős távolságok összeköttetése ilyen módszerekkel túlságosan költséges, sőt lehetetlen.

AZ ELEKTRONIKA KORSZAKA

A hangfrekvenciás, rézkábeles átviteli korlátainak átlépésére nagy segítséget jelentett az elektroncső felalálása. Ezzel lehetőség nyílt a kábelben terjedő elektromos jel szakaszonkénti erősítésére, a kábel csillapításának kompenzálására.

Ebben az időszakban merült fel, hogy egy érpáron lehetőséges több távbeszélő-csatorna jelet továbbítani. Az 1900-as évek első felében kidolgozták az induktivitásokból (L) és kapacitásokból (C) felépülő elektromos szűrők elméletét, tökéletesítették az elektroncsöves erősítőkter, és stabil frekvenciájú szinuszos jelalakú generátorokat tudtak megvalósítani. Ezeket a fizikai alapokon fejlesztették ki az átviteltechnika 1970-es évekig tartó korszakának alapberendezéseit a sokcsatornás, vívőhullámú (FDM = Frequency Division Multiplex = frekvenciaosztásos multiplex) berendezéseket.

A DIGITÁLIS KORSZAK

A tranzisztor felalálása (Shockley, 1952) után a felvezető technika rohamos fejlődésnek indult. Annak ellenére, hogy az FDM rendszereket tranzisztorok és integrált áramkörök felhasználásával tökéletesítették, az analóg átviteli elv nem illészkedett a számítástechnikában és később a digitális telefonközpontokban alkalmazott digitális információfeldolgozáshoz.

A távbeszélő-hálózatok digitalizálásának alapfeladata volt az emberi beszéd digitalizálása-nak kidolgozása. Bár a digitalizált beszédre épülő PCM (Pulse Code Modulation = impulzus-kód-moduláció) elvét Reeves 1938-ban szabadalmaztatta, a technikai feltételek csak a digitális integrált áramkörök megjelenésével értek meg arra, hogy professzionális PCM berendezéseket fejlesszenek ki.

A digitális jeliszorokat továbbításának elméleti korlátait Nyquist határozta meg 1928-ban. Az általa kidolgozott kritérium szerint egy T periódusidővel egymás után következő (azaz 1/T bits sebességgel) ideális impulzusiszorokat hibamentes átviteléhez minimum $1/2T$ Hz sávszélesség van szükség. Például 4,8 kb/s sebességgel adatátvitelhez minimum 2,4 kHz sávszélesség kell. Ez az egyszerű kritérium csak kétállapotú (bináris) 0 és 1 elemű szoratra igaz. Az eredeti bináris jeliszorát többszintű (többértékű) digitális jellel alakítása esetén ettől lényegesen magasabb információátviteli hatékonyság érhető el, melyet bit/Hz-ben szokás kifejezni.

Shannon 1948-ban, híressé vált matematikai formulájával azt is meghatározta, hogy egy adott W Hz sáv szélességű átviteli csatormának mennyi a maximális információtáviteli képessége, adott peremfeltételek mellett.

A digitális technika teljesen átalakította az átviteltechnikát. Gyakorlatilag minden hirtanyság digitális formában kerül átvitelre. Kialakul az igény az integrált szolgálatú digitális hálózatokra (ISDN).

A FOTONIKA KORSZAKA

A néhány mikron átmérőjű, szilícium-dioxid alapú (üveg-) szálakon való fényhullámvezetés gyakorlati használatbavételével a digitális átviteltechnika gyakorlatilag egy végzetlen sáv szélességű átviteli közegeghez jutott. Az átviteli sebességeket csak az illesztő elektronikai eszközök korlátozzák. Jelenleg mintegy 40 Gbit/s-os sebességet lehet elérni az elektronikus tartományban. A fotonika eszközeivel, az optikai tartományban ettől nagyságrendekkel nagyobb átviteli kapacitások megvalósítására nyílik lehetőség. A hullámhosszosztásos multiplexálás (WDM = Wavelelength Division Multiplexing) módszerével egy optikai szálon sok száz független, különböző hullámhosszú fény terjedhet, mindenképp 10–40 Gbit/s sebességű jellel modulálva. Ezzel az optikai szálat átviteli kapacitása a Tbit/s (10^{12} bit/s) tartományig kiterjeszthető. Lineáris optikai erősítőkkel a szálcsillapítás kompenzálható, és a regenerálás nélküli optikai szakaszok távolsága ezer kilométerekre kiterjeszthető. Mindezeket a fotonika legújabb eredményei teszik lehetővé, mely már a XXI. század technikájának tekinthető.

4.3.1.2 Kábelek és kábelhálózatok

RÉZVEZETŐJŰ KÁBELEK

A távközlőhálózatok csomópontjait összekötő átviteli közegnek hosszú ideig meghatározó eleme volt a rézérpárat, koaxiális csöveket tartalmazó rézkábel. Kezdetben szigeteletlen rézvezetékkel feszítették ki oszloposorokra, ezek az úgynevezett légvezetékek.

A rézkábelek szigetelőcsövekbe húzott rézvezetékű állnak. A szigetelőanyagának fontos szerepe van a rézkábel elektromos tulajdonságaira. A szigetelő dielektromos állandója határozza meg a kábel elektromos kapacitását, és ezen keresztül hatással van a kábel nagyfrekvenciás viselkedésére is.

A kábel – mechanikus felépítése alapján – lehet szimmetrikus érmegyesekből felépített helyi vagy távkábel. Nagyfrekvenciás átvitelre koaxiális kábeleket szokás alkalmazni.

Helyi vagy előfizetői kábelek Az előfizetők bekapcsolásához nagy érpárárszámú 0,4; 0,6; 0,8 mm átmérőjű, 25, 52, 104, 208 érmegyeset tartalmazó, 38 nF/km kapacitású kábeleket alkalmaznak. Az előfizetői hálózatban a központokból nagy érpárárszámú „törzskábelek” indulnak, melyek az ún. „nagyelosztókban” végződnek. Az előfizetőkhez közel, az ún. „elosztóhálozatban” az előfizetői távolságtól függően 0,4; 0,6; 0,8 mm átmérőjű, kisebb érpárárszámú kábeleket alkalmaznak. Ezeket gyakran oszlopokon helyezik el, és önhorodó légkábelekkel építik meg.

Távkábelek A fénycábelek megjelenése előtt helyközi átvitelre szimmetrikus távkábelek alkalmaztak. Ezek 12, 24, 60 csatornás FDM rendszerek üzemelték. A szimmetrikus kábelek teljesen elavultak, és már nem üzemelnek.

A koaxiális távkábelek sokkal jobb nagyfrekvenciás tulajdonságokkal rendelkeznek. Magyarországon az 1,2/4/4 mm-es, ún. kiskoaxiális kábelek terjedtek el, melyeket a megahertzes tartományokig lehetett felhasználni. A helyközi FDM gerinchálózatban jelentős mennyiségű fekteték le, de a fénycábelek általánosossá válásával elvezették jelentőségüket, és mára már üzemben kívülre kerültek.

FÉNYVEZETŐS KÁBELHÁLÓZATOK

Hamar felismerték, hogy a fénytávvezetési rendszerek óriási előnyöket jelentenek mind az áthidalható távolságokban, mind az átviteli kapacitásokban, ezért már a nyolcvanas évek közepétől rohamléptekben kezdtek kiépíteni az országos és nemzetközi fénycábeles hálózatokat.

Az optikai szál jellemzői Bár az optikaiszál-technológia kifejlesztése során kezdetben az ún. lépéscs indexű illetve a gradiens indexű többmódusú optikai szálakat alkalmazták, ma már a távközlési rendszerekben szinte kizárólag az ún. egymódusú optikai szálakat szokás alkalmazni. Ez egy 8 mikrométer belső és 125 mikrométer külső átmérőjű optikai szál, melynek belsejében a fény egyetlen módban terjed.

Az egymódusú optikai szál legfontosabb jellemzőit az ITU-T G.652 ajánlásában találhatjuk. Tipikus csillapításértékeit a 4.3.1.1 táblázat tartalmazza.

4.3.1.1 TÁBLÁZAT

AZ EGYMÓDUSÚ OPTIKAI SZÁL LEFONTSÁBB JELLEMZŐI	
hullámhossz [mikrométer]	csillapítás [dB/km]
1310	0,2–0,3
1550	0,1–0,25

Fénycábelek Az optikai szálakat tartalmazó kábelek belső felépítése sokban hasonló a rézkábeléhez. A legjelentősebb eltérés az, hogy az optikai szál mechanikus védelmet gondosabban kell megvalósítani, mint a rézereket. 6–12 darab vékony optikai szálát általában lazán helyeznek el néhány milliméter vastag védőcsőben, majd 1–12 csövet fognak össze egy védőköpenyben. A kábel fontos alkotórésze az általában nagy szilárdságú műanyag szálakból sodort, megfelelő húzószilárdságot biztosító köteg.

A fénycábelek közvetlenül földbe, védőcsővezet alepítmenybe vagy oszlopra szerelve lehet telepíteni. Villamos távvezetésekre, vasúti vezetékekre is szerelnek fénycábelek. Ezeket a módszereket főként az újonnan piacra lépő, alternatív távközlési szolgáltatatók alkalmazzák. A fénycábelek gyártási hossza általában 2000 méter. Az optikai szálak összekötése hegesztéssel történik, majd ezeket a kötéseket, megfelelő mechanikai védelem biztosítása érdekében, kötődobozokban helyezik el. Bontható kötések csak az optikai rendezőkhöz (ODF) és a berendezések csatlakozási pontjainál szokás alkalmazni. A bontható csatlakozók nagy pontosságú geometriai illesztést hoznak létre az összekapcsolandó szálak fényvezető magjai között. Nagy sebességű rendszerekben a csatlakozók közeli reflexiómentes csatlakoztatását ferdén csiszolt homlokfelületű csatlakozókkal lehet létrehozni. Magyarországon legelterjedtebbek az FC/PC típusú optikai csatlakozók.

ANALÓG MULTIPLEX (FDM) RENDSZEREK

A révezetett kábelek többszörös kihasználásának első megvalósításai a frekvenciaosztás elvén alapuló, ún. „vívós” rendszerek voltak.

Az egy oldalsávos amplitúdómoduláció módszerével 4 kHz távolságonként a frekvencia-sávban szorosan egymás mellé elhelyezett csatornák hierarchikus multiplexrendszert alkotnak (l. a 4.3.1.2 táblázatot).

4.3.1.2 TÁBLÁZAT

FDM CSOPORTOK ÉS FREKVENCIAÁRAJAI		
csatornák nevei	csatornák száma	frekvenciasáv [kHz]
Alapsorozat	12	60–108
Főcsorozat	60	312–552
Mestercsopor	300	812–2044
Főmestercsopor	900	8516–12 388

A multiplex csoportokat egy következő modulációs lépéssel teszik a vonali sávba. A vonali sáv megválasztása függ az alkalmazott kábel frekvenciafüggő tulajdonságaitól (csillapítás, áthallás). A kábel mentén az átviteli kapacitástól függően 2–10 kilométerenként jele erősítőkkel kell elhelyezni. Ezek gyakran földbe ásvott tartályokban, távtáplálással üzemelnek.

Mivel a rendszer analóg, az egyes modulációs fokozatokban jelentkező zajok hozzáadód-
nak a hasznos jelhez, és azt attól már nem lehet leválasztani. Különleges problémát okoz az erősítő fokozatok nemlineáris torzítása, melyek harmonikus torzításai érthető áthallásokat is létrehozhatnak.

A tipikus rendszerek és csatornaszámok a 4.3.1.3 táblázatban láthatók.

4.3.1.3 TÁBLÁZAT

LEGVEZETÉSEKRE ÉS KÁBELEKRE TELEPÍTHETŐ [FDM RENDSZEREK TÍPIKUS CSATORNASZÁMA]		
vezeték és kábel típusa		
légvezeték	3–12 csatorna	szimmetrikus kábelek
szimmetrikus kábelek	12–300 csatorna	koaxiális kábelek
koaxiális kábelek	960–2700 csatorna	

Az FDM átviteltechnika igen magas színvonalú lineáris áramkör-technikai és általános rendszertechnikai tudást igényel. A digitális átviteltechnika egyszerűbb és olcsóbb megvalósíthatósága, a zajok és más zavaró jelenségekre érzékenyebb megoldásai, egyszerűbb üzemeltetése, a fénytávoközös nyújtotta lényegesen nagyobb átviteli kapacitások, a nagyságrendekkel nagyobb áthidalható távolságok az FDM rendszereket az 1990-es évek közepére teljesen kiszorították az alkalmazásból. Az ezredfordulón a fejlett távközléssel rendelkező országok hálózata analóg átviteltechnikát nem tartalmaz.

Egy digitális összekötés elvi megvalósítása, azaz az információforrás és az információt feldolgozó távoli végpont közötti távközielési eszközök funkcionális megvalósítása függ az átviteli közeg (kábel, mikrohullámú csatorna, fényvezető kábel) fizikai tulajdonságaitól, az átviteli csatornában keletkező vagy külső behatásokra létrejövő zavaró jelenségektől (zajok, frekvenciafüggő és független átviteli tulajdonságváltozások).

Elvi megközelítésben azonban a digitális összekötés az alábbi funkcionális blokkokból épül fel:

- az addóoldalon az átvinni kívánt információt digitálizáló forráskódoló és az átviteli közegehez illesztő csatormakódoló és modulációs berendezés;
- az átviteli csatorna, mely lehet alapsávú vagy sávszűrő jellegű, különféle külső és belső zavarásokkal, zajokkal terhelt;
- a vételi oldali erősítő, időzítő és döntő áramkörök, valamint a különféle dekódoló funkciókat megvalósító áramkörök.

A digitális átvitel minőségének a mérőké a vételi oldalon hibásan detektált bitek aránya az összes átvitt bithoz képest, az ún. „bithiba-arány”. A gyakorlatban ez a bithiba-arány egy hiba az egymillióhoz (10^{-6}) nagyságrendű, de fénytávközielő rendszereknél ettől nagyságrendekkel jobbat (10^{-12}) lehet elérni. Zajos átviteli csatornák esetén különféle hibajavító kódolásokkal lehet az átviteli hibaaarányt javítani.

PCM RENDSZEREK

Az első digitális átviteltechnika rendszerek a kis kapacitású (24 és 30 csatornás) PCM rendszerek voltak, melyeket a távbeszélőközpontok közötti hangfrekvenciás átkérők digitálizálására használtak fel. A PCM rendszerek PCM multiplex és PCM vonalszakaszokból épülnek fel.

PCM multiplex berendezés felépítése (Mintavételezés és kódolás) Az emberi beszéd átviteléhez a távbeszélő-hálózatban a 0,3...3,4 kHz sávszélességű analóg csatorna áll rendelkezésre. Az analóg jelek digitális jellel alakításához az elméleti alapot az ún. „mintavétel-tétel” teremtettem meg, mely kimondja, hogy egy 1/T hertz sávszélességű analóg jelet egyértelműen meghatározó a jelből T/2 másodpercenként, szabályos ismétlődéssel vett minták sorozata. A PCM kódolás lényegében a 4 kHz frekvenciájú sávkorlátozott beszédből 8 kHz frekvenciájával vett minták amplitúdóértékeinek digitális ábrázolása. Ez a folyamat három lépésben történik: *– mintavétel*, melynek során a beszédjel amplitúdójával arányos amplitúdómodulált (PAM) jelesorozat jön létre;

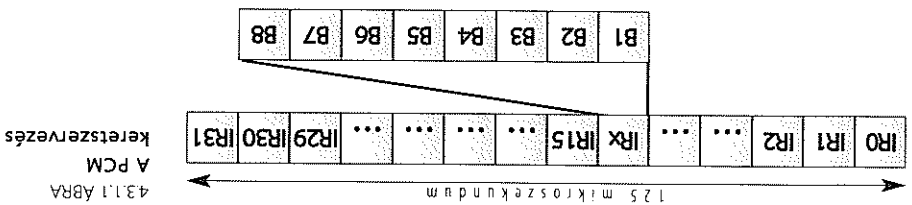
– a kvantálás folyamán minden mintát hozzárendelnek egy diszkrét amplitúdóértékhez. A kvantálás nem lineáris, hanem szegmentáltan logaritmikus. Ennek előnye, hogy a nagyobb amplitúdóhoz nagyobb kvantálási lépcsők, a kisebb amplitúdóhoz kisebb kvantálási lépcsők tartoznak. A leírt nemlineáris kódolás matematikai formulája az ún. „A” törvény:

– kódolás, mely során a kvantálási szintet egy 8 bites bináris szóval ábrázolják. Egy bit (B1) a polaritást (pozitív, negatív) három bit (B2...B4) a szegmenset, a maradék négy bit pedig 16 szegmensben belüli egyenletes kvantálási lépcsőt reprezentálja. A 8 kHz-es PAM jel 8 bites kódolásával tehát végrehelyben egy 64 kbit/s sebességű impulzus-sorozat jön létre. Ez felel meg az analóg beszédjel digitális reprezentációjának.

PCM keretszervezés A 30 db 64 kbit/s-os távbeszélő-csatornát és két kiegészítő csatornát tartalmazó időosztásos PCM keret hossza 125 mikroszekundum, a 8 kHz-es mintavétel követ- kezében. A 32 darab 8 bites időrés kiosztása a 4.3.1.1 ábrán látható.

Az IR0 időrés tartalmaz egy 7 bites fix szinkronszót (0011010), mely jelzi a keret elejét.

Az IR1-15 és IR17-31 időrészekben helyezkedik el a 30 távbeszélő-csatorna, az IR16 a jelzés- átvitelre szolgál. A jelzésátviteli csatorna külön keretszervezéssel rendelkezik, és feladata az, hogy minden egyes csatornához jelzésbitek segítségével a PCM csatornán megvalósuló táv- beszélő-összeköttetés központközti, illetve előfizetői jelzéseit továbbítsa. Ennek megfelelően a jelzésátviteli különözök, annak függvényében, hogy a PCM multiplexer az előfizető és a tele- fonközpont vagy két telefonközpont között van elhelyezve.



PCM vonalszakasz, regenerátorok A 30 csatornás PCM rendszerek 2,048 Mbit/s-os sebességgel impulzusssorozatát hangfrekvenciás 0,4...0,8 mm érártiműérőjú rézkábeleken 1...2,5 km távolságra lehet regenerálás nélkül eljuttatni. Nagyobb távolságokra impulzusregenerátorok láncát kell alkalmazni.

A PCM impulzusregenerátorok képessék eredeti formájukban visszaállítani a kábelben áthaladó, erősen csillapított és eltorzított impulzusokat. A regenerátorok impulzusformáló korrek- torokkal a Nyquist feltételeket kielégítő, a hibamentes detekcióra alkalmas jelalakot hoznak létre, előállítják az impulzus ismétlődési idejéhez tartozó órajelét és az órajelnek megfelelő minden T időpillanatban döntenek a digitális jel értékéről. Ezt az impulzus-helyreállítási folya- matot a műszaki nyelvben 3R regenerálásnak is szokás nevezni.

A digitális jelet a kábelre +1, 0, -1 értékű digitális jelsorozat formájában adják. A hosszú zérus értékű sorozatokat HDB-3-as kódolással védik ki.

A rendszerint kábelaknában elhelyezett, távtáplált PCM ismételőállomások 1,8...2 km-en- ként vannak elhelyezve, különféle, az üzemeltetést segítő segédberendezésekkel vannak fel- szerelve, például távfelügyeleti, hibabehatároló rendszerek, telemetriai funkciókkal.

A regenerátorláncokat alkalmazó PCM rendszerek maximális távolsága az 50-80 km-t is el- érheti. A regenerátorláncok tervezésénél a kábel csillapításán kívül a közelvégi áthallási csilla- pítás a kritikus tényező. Nagy érpárhuzamú kábelelekben 12-14 párhuzamosan üzemelő rendszer s elhelyezhető.

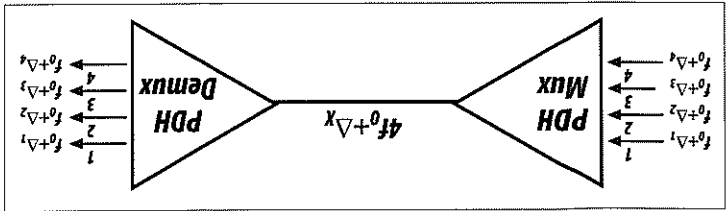
A maximálisan sorba kapcsolható regenerátorok számát az eredő hibaarány előírt maximá- lis értékén kívül az ún. időzítési hiba (angolul: jitter = dzsitter) is korlátozza. Ez az időzítési hiba az impulzusssorozat járulékos fázismódulációja, mely az órajel-előállítás tökéletlenségéből szá- mazik. Beszédátvitelnél ez a jelenség érzékelhető torzítást nem okoz.

DIGITÁLIS JELEK IDŐOSZTÁSOS NYALABOLÁSA, PDH RENDSZEREK

A PCM technika lehetőséget teremt sokcsatornás átviteli rendszerek létrehozására. Az egy- másból független alaplórával ütemezett 2,048 Mbit/s-os jelsorozatok időosztásos összevágására

a PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy = Plesziokron Digitális Hierarchia) digitális multi-plexek alkalmazásak. A plesziokron elnevezés arra utal, hogy egymástól enyhén eltérő órájú jelek TDM összenyalábolásáról van szó. A TDM nyalábolás lényege, hogy például 4 darab 2,048 Mbit/s-os jelet nem pontosan annak négyszeresével 8,192 Mbit/s-mal fogunk össze, hanem ettől nagyobb sebességen 8,448 Mbit/s-on.

4.3.1.2 ÁBRA
PDH nyalábolás



A nagyobb sebesség az egyes nyalábok szétválasztásához szükséges szinkronizáló bit beiktatása, illetve a különféle sebességek kiegyenlítéséhez szükséges változó darabszámú bit beiktatása (stuffing) miatt szükséges.

4.3.1.4 TÁBLÁZAT

A PDH HIERARCHIA			
szintje	a PDH hierarchia nyaláb-sebesség [Mbit/s]	2 Mbit/s-os nyalábok száma	64 kHz-es csatornák száma
1	2,048	1	30
2	8,448	4	120
3	34,368	16	480
4	139,264	64	1920

1	2,048	1	30	6,704
2	8,448	4	120	6,732
3	34,368	16	480	6,742
4	139,264	64	1920	6,742

SDH digitális hierarchia A PDH rendszerek merev multiplexelési struktúrája, a nehézkes és költséges leegaztatsai képessége, valamint a többségében manuális beavatkozásokat igénylő üzemeltetési, konfigurálási képességek miatt a digitális átviteltechnika új alapokra kellett helyezni. Az új digitális rendszer, az SDH (Synchronous Digital Hierarchy = Szinkron Digitális Hierarchia) kidolgozásánál felhasználták a fénytávkozálsban, a nagysébsésségű digitális áramkörtéchnikában és a számítástéchnikában az 1990-es évek elején elért eredményeket. Egy olyan új rendszert sikerült létrehozni, mely mind átviteli kapacitásban, mind hálózati alkalmazásban, mind pedig intelligens üzemeltetéstámogató rendszereivel messze felülmúlta elődét, a PDH-t. Az elmúlt évtizedben az SDH rendszerek alkalmazása általánossá vált, és teljesen kiszorították a PDH rendszereket az új hálózatok fejlesztésében.

Az SDH multiplexálás elve A PDH rendszerek keretszervezése olyan, hogy a multiplex keret minden időrése fixen hozzá van rendelve valamelyik összetevőhöz. Ez nagyfokú merevséget hoz létre, mert nem lehetséges az összetevő jelsozogat megváltoztatása. Például egy kvarter multiplexes csak 4 tercier nyalábot tud összerakni, más konfigurációra nincs lehetőség. Az SDH multiplexelési rendszer alapegysége a 125 mikroszekundum hosszú STM-1 szinkron transzfer modul, mely egy fejlecből áll, ahol a különféle kiszolgáló információk vannak és egy szállító részből, ahol az átvinni kívánt információkat lehet elhelyezni. Az E1, E3, E4 szintű PDH jeleket először egy virtuális konténerbe helyezték, 1 a 4.3.1.5 táblázatot.

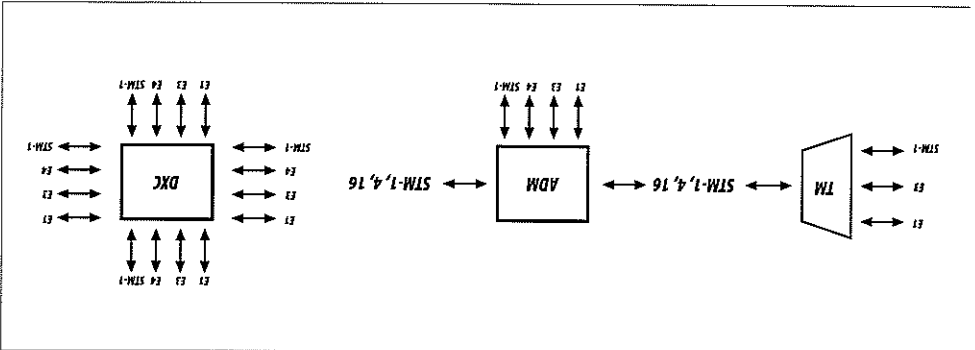
APDH JELEK ELHELYEZÉSE AZ SDH VIRTUÁLIS KONTÉNEREKBEN

E1	2,048 Mbit/s	VC-12	2,304 Mbit/s
E3	34,368 Mbit/s	VC-3	48,960 Mbit/s
E4	139,264 Mbit/s	VC-4	150,336 Mbit/s

A virtuális konténerek saját fejléccel rendelkeznek (POH), melyek hordozzák az adott összeköttetésre jellemző információkat. A POH fejléc az összeköttetés végződteréséig kíséri az átvinni kívánt jelesorozatot.

A virtuális konténereknek nincs fix helyük az STM-1 szállító részben, hanem az STM-1 fejlécebe egy pointer van bejegyezve, ami megmutatja pontos helyét. Ez lehetőséget ad arra, hogy egy STM-1 modulban vegyessen legyenek VC-12, VC-3, illetve VC-4 virtuális konténerek. A PDH jelek sebességkülönbségét a pointerek megfelelő változtatásával lehet kompenzálni. A fenti igen egyszerűsített és vázlatos leírás alapján is látható, hogy a pointerek segítségével a megfelelő virtuális konténer bárhon kiemelhető, vagy új behelyezhető az SDH jelfolyamba.

A magasabb szintű virtuális konténerek magukba tudják foglalni az alacsonyabb szintű virtuális konténereket. Egy VC-3 tartalmazhat max. 21 VC-12-t, és egy VC-4-ben max. 63 VC-12 vagy 3 VC-3 lehet.



4.3.1.3 ÁBRA SDH berendezéstípusok

Vagasabb szintű SDH multiplexálás Az STM-1 szintnél magasabb multiplexálás teljesen szinkron, bitenkénti multiplexálás, azzal a megkötéssel, hogy minden STM-1 szintű fejléc végződterve van, és helyette egy magasabb szintű fejlécet hoznak létre.

A hierarchiálcsoöket a 4.3.1.6 táblázat szemlélteti.

4.3.1.6 TÁBLÁZAT

AZ SDH HIERARCHIA

hierarchia-szintek	vonali sebesség [Mbit/s]	(E4)	VC-4 darabszám	VC-12	64 kbit/s-os csatornák száma
1	155,52	1	1	63	1 890
4	622,08	4	4	252	7 560
16	2 488,32	16	16	1 008	30 240
64	9 953,28	64	64	4 032	120 960

A 4.3.1.6 táblázatban megmutattuk, hogy elvileg egy hierarchiaszinten hány E4, E1 és 64 kbit/s-os távbeszélő-csatornát lehetne elvileg átvinni. A gyakorlatban természetesen ez a kihasználtság nem érhető el soha.

Az SDH berendezések típusai Az SDH berendezéseket a nemzetközi ajánlások és szabványok korai kidolgozása következtében meglehetősen azonos rendszertechnikai elvek szerint fejlesztették ki.

Az SDH berendezéseknek – gyártóktól függetlenül – három alaptípusa ismertes.

Végződő SDH multiplexek (TM) A végződő multiplexerek pont-pont közötti összeköttetés-séknél alkalmazhatók, STM-1, STM-4 és STM-16 szinten. A TM-1 feladata, hogy a bemenetére kapcsolt E1, E3, E4 jeleket összefogja, STM-1 jelle alakítsa, a magasabb szintű végződő multiplexer 4 vagy 16 STM-1 jelet fog össze egy STM-4-gyé, illetve STM-16-tá.

Leágazó (add-drop) multiplexerek (ADM) Az SDH technika egyik nagy előnye, hogy mindenféle rendszeren keresztül, szoftver úton, tetszőleges leágaztatás, illetve hozzáadás lehet-séges az aggregált vonal jelhez. Ez a leágaztatás a berendezés kialakításától függetlenül lehet-séges a teljes átviteli kapacitásra vagy csak részlegesen.

Az ADM berendezések alkalmasak gyűrűs hálózatok kialakítására is.

Elektronikus digitális rendező (DXC) Nagy távközi csomópontokban, különféle irányok-ból érkező, nagy kapacitású SDH és PDH nyalábok közötti átkapcsolást tesz lehetővé VC-12 (E1), VC-3 (E3) és VC-4 (E4) szinten.

A DXC alkalmas arra, hogy:

- az azonos irányba menő nyalábokat összerendezze nagyobb kihasználtságú nyalábokká;
- az azonos felhasználású nyalábokat egy közös nyalábba rendezze;
- a különféle okok miatt szükséges útvonal-átirányításokat végrehajtsa.

A jelenlegi SDH berendezések a fenti funkciókat vegyesen is végre tudják hajtani, a felhasz-nálástól függően konfigurálhatók végződő, leágazó, illetve DXC berendezéssé.

SDH hálózati struktúrák Az SDH rendszerek lehetővé tették nagy megbízhatóságú SDH gyűrűk megvalósítását. A berendezésekbe beépített védelmi mechanizmusok segítségével „öngyógyító” gyűrűk alakíthatók ki. Ez azt jelenti, hogy a gyűrű mentén egy optikailábbe-átvá-gás, vagy egy gyűrűpontkiadás esetén a gyűrű többi pontja továbbra is forgalom változatlanul fenntartható. A védelmem megvalósítható a gyűrű két tetszőleges pontja között, a gyűrű két el-lentetes élein konfigurált út automatikus átkapcsolásával (1+1 védelmem), vagy úgy, hogy az SDH gyűrű vonali kapacitásának ötven százalékát a védelmem céljára tartunk fenn. Ebben az esetben a gyűrű egy összekötő ívnek megszakkadása esetén az ellentetes ág tartalékkapaci-tására hurokolódik vissza a forgalom (össztott védelmem).

Mindkét esetben a védelmi átkapcsolás 50 ms alatt végbemegy, így az összeköttetések használatossága igen magas, általában több mint 99,99%.

4.3.1.4 A fénytávközi hálózatok elemei

A ma üzemelő vezetékes távközi hálózatok átviteltechnikájának meghatározó elemei a fény-kábeles PDH és SDH rendszerek. A nagy távközi csomópontokat, távbeszélőközpontokat

összekötő gerinchálózatok ma régebbi, 140 Mbit/s-os PDH és újabb, főként STM-16 szintű, 2,5 Gbit/s sebességű SDH rendszerek alkotják. A fénykábteleket nemcsak a gerinchálózatokban, hanem alacsonyabb szinteken, egészen a helyi, előfizetői hálózati szintekig alkalmazzák.

Gerinchálózati rendszerek A PDH rendszerekben fizikailag elkülönült optikai vonalegvezető egységek (OLT) illesztik a fénykábtelekhez a multiplex berendezéseket. Az OLT egységek berendezésoldalon a G.703 ajánlásnak megfelelő elektromos interfész van, a fénykábtelekhez való illesztést pedig a G.955 ajánlás specifikálja.

SDH berendezéseken az optikai illesztés szervezésbe épül az SDH berendezésbe, és az SDH berendezés optikai interfészeiként jelenik meg. Az optikai szintű interfész-specifikációt a G.957 ajánlás adja meg. Az interfészeket az 1,3 és 1,55 mikrométeres hullámhosszablakban, 1, 5, L kategóriában adják meg (l = épületen belüli, S = rövid távolságú, L = nagytávolságú).

Az optikai illesztés legfontosabb elemei Az optikai adóegység legfontosabb eleme egy fényvezető (InGaAs) lézerdőda. A lézerdőda digitális modulációjával kialakított optikai jel típusúsan 0 dbm teljesítményt ad az optikai szál bemenetére. A lézerdődök közös jellemzője a szál adóteljesítmény, a spektrális tisztaság és a nagy megbízhatóság. Az optikai vevőegység érzékenysége határozza meg a bithibamentesen detektálható minimális optikai jelzintet. Ez nagy távolságú, nagy sebességű rendszerekben -28...-32 dbm értékek közé szokott esni.

Az optikai adóteljesítmény és a vevőérzékenység közötti különbség – db-ben mérve – az a maximális csillapítás, mely a két végpont között felléphet. Az optikailag áthidalható távolságot a két pont közötti csillapításon túlmenően, az optikai szál diszperziós tulajdonságai, valamint az öregedés, hőmérséklet-változás és egyéb szem-pontok szerint megválasztott rendszertartárak is befolyásolják. Az SDH rendszerekben alkalmazott optikai összekötőteretésekkal áthidalható maximális távolság G.652-es típusú, egymódusú szál esetén 60-80 km.

4.3.1.5 Korszerű előfizetői hálózati rendszerek

Részkaábeles rendszerek Az elmúlt néhány évtizedben a világon mindenütt kiépült a távbeszélőállásra mérterezett, részkaábeles előfizetői hálózat. A távközös új szolgáltatásaira nagy sebességű digitális összekötőteretésekre van szükség. Ennek első megvalósulása az ISDN alaphozzáféreéseket biztosító $64+64+16 = 144$ kbit/s sebességű digitális előfizetői vonal. Ez egyetlen érparon duplex (kétirányú) digitális összekötőteret hoz létre.

Az ISDN alaphozzáféreés digitális átviteléhez kidolgozott eljárások továbbfejlesztésével, felhasználva a digitális jeleldolgozó processzorok képességeit, sikerült az eredetileg hangfrekvenciás alkalmaszásra készült előfizetői részparókat igen nagy nagy sebességű, digitális átvitelre elhasználni. Ezt a technikát ma xDSL (Digital Subscriber Loop) technológiának nevezzük. Az x különféle megvalósulásokat jelöl. Ezek közül a táblázatban összefoglaltunk néhány fontosabb változatot.



XDSL RENDSZEREK

rendszerek	sebesség, [Mbit/s]	telítettség	léptékszám
XDSL	0,144	0,144	1
ISDN-BRA	0,144	0,144	1
HDSL	2	2	2 vagy 3
SHDSL	2	2	1
ADSL	0,1-1,0	0,3-8	1
VDSL	13-52	1-8	1

A táblázatban a prefixek jelentése a következő:

- H = High speed = nagy sebességű,
- SH = Symmetrical High Speed = szimmetrikus nagy sebességű,
- A = Asymmetric = aszimmetrikus,
- V = Very high speed = igen nagy sebességű.

Az összeköttetés két irányban (letöltés: a hálózattól az előfizető felé, feltöltés: az előfizetőtől a hálózat felé) nem feltétlenül kell az átviteli sebességnek azonosnak lennie. Gondoljunk csak az általános internetezési szokásokra, ahol az információt, képet stb. az előfizető letölti a távoli kiszolgálóról, tehát nagy sebességre van szüksége, közben az internetelhálózat felé csak rövid parancsokat küld. Erre dolgozták ki az aszimmetrikus ADSL rendszereket. Ezek gyors elterjedése várható, mert viszonylag kis költséggel nagy sebességű előfizetői hozzáférést lehet biztosítani az internethez, vagy más szélessávú szolgáltatáshoz, mint például videolekérés, képi anyagot is szolgáltató adatbázisok elérése és letöltése stb.

A távolabbi jövőben lehetőség nyílik 25-50 Mbit/s-os, rézvezetékes előfizetői vonalak kiakiktására is (VDSL), de ezek csak néhány száz méteres távolságban működnek a rézépáron, ezért csak fénykábeles rendszerekkel együttműködve képesek nagyobb területet kiszolgálni.

Fénykábeles rendszerek Az előfizetői fénykábeles rendszerek elterjedését ma még korlátozza a viszonylag magas fajlagos költség. A fénykábelhálózatot általában nem az előfizetőig, hanem az attól csak bizonyos távolságban lévő gyűjtőpontig építik ki, és ettől a ponttól az előfizetőig már a hagyományos rézhálózat marad, felhasználva az előbbiekben ismertetett xDSL technológia valamelyik változatát. A fényvezető alapú előfizetői hálózati rendszerek gyűjtőneve az FTTx betűszó, mely a Fiber to the x angol kifejezésből van összetéve. Itt is az x-et különböző fogaalommal lehet helyettesíteni, mint például:

- FTTH: Fiber to the home (optika a lakásba) mint távlati cél,
- FTTB: Fiber to the building (optika az épületig), főként nagy bérházaknál,
- FTO: Fiber to the office (optika az irodába),
- FTTc: Fiber to the curb (optika a járdaszélig), főként családi házas területeken.

A gyakorlatban főként az FTTc rendszereket valósítják meg, elsősorban ott, ahol az elavult rézhálózatot szanálni kell. Az FTTx rendszerek már ún. multiservice képességűek, azaz a hagyományos távbeszélő, ISDN szolgáltatásokon túlmenően, egy sor új, főként szélessávú szolgáltatást képesek eljuttatni az előfizetőkhez.

Az előfizetői hálózati rendszerek speciális változata a fényvezetős kábelhálózat és a koaxiális rézvezetőű kábeltelevíziós hálózat kombinációja, a HFC (Hybrid Fiber Coax), amikor az analóg KTV jeleket, a digitális hordozójú egyéb szolgáltatásokkal együtt, optikai rendszerekkel juttatják el a KTV helyi hálózatba, majd a lakásokat a szokásos helyi KTV hálózaton kötik be.

4.3.2 Vezetéknélküli távközlés

4.3.2.1 Vezetéknélküli összeköttetések

A vezetéknélküli távközlésben a jelek átvitelére vezetéknélküli átviteli, vagyis szabadterei elektromágneses hullámokat használnak fel. A vezetéknélküli távközlésben az elektromágneses hullámok két sávját használják, a rádióhullámokat (kb. 1 MHz-től 60 GHz-ig) és az infravörös hullámokat. Ez utóbbiak alkalmazása kismértékű, ezért a továbbiakban főként a rádióhullámokat

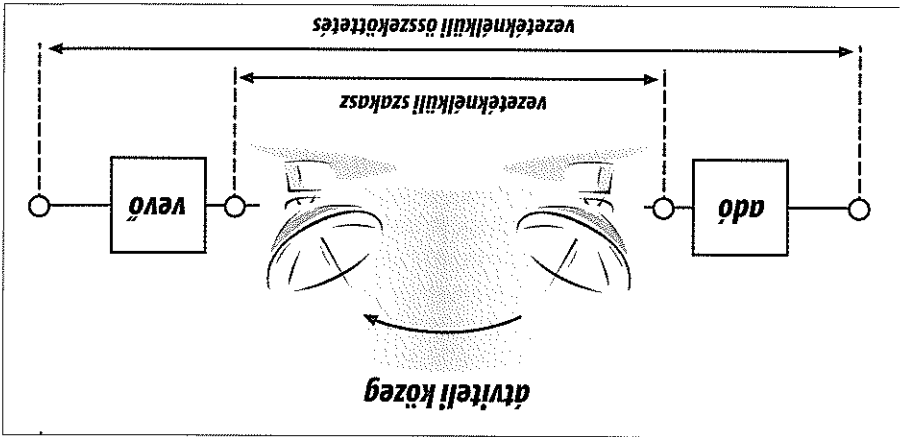
felhasználó összeköttetéseket és rendszereket vizsgáljuk.

A vezetéknélküli távközlésben alkalmazott elemi összeköttetést a 4.3.2.1 ábrán vázoltuk fel. A rendszer fő részei az adó (berendezés), illetve vevő (berendezés), valamint a közöttük lévő vezetéknélküli szakasz (rádiószakasz). A vezetéknélküli szakasz az adóantennából, vevőantennából és abból az átviteli közegből áll, amelyben a hullámterjedés végbemegy. Az adó-, illetve vevőantennák az adóberendezésnek, illetve a vevőberendezésnek az elektromágneses térhez történő csatlakozására szolgálnak. A vezetéknélküli rendszerek többségében a vezetéknélküli összeköttetés kétirányú, és az adó- és vevőantenna-funkciót többnyire ugyanaz az antenna látja el, amelyhez az adó- illetve vevőberendezés valamilyen jelkombináló áramkörrel csatlakozik. Azokat az összeköttetéseket, amelyek mindkét végpontja földfelszínen vagy annak közelében van, földfelszíni összeköttetésnek nevezzük, ezzel szemben, ha az egyik végpont műhold fedelzetén helyezkedik el, műholdas összeköttetésről van szó.

4.3.2.1 ABRA

A vezetéknélküli

összeköttetés elve



Az elektromágneses tér, illetve hullámok irányítottaságából következik, hogy ezek a hullámok két egymásra merőleges (ortogonális) polarizációjú jelösszegének tekinthetők. A polarizáció síkját az elektromos tér iránya határozza meg. A távközlésben többnyire lineáris polarizációt (pl. vízszintes és függőleges) használnak, ilyenkor a polarizáció síkja időben állandó. Néhány műholdas összeköttetésben körpolarizációt alkalmaznak. A polarizáció következtében ugyanabban a közegben, ugyanazon a frekvencián két vezetéknélküli összeköttetés létesíthető. A távközlési rendszerben gyakran közvetlenül az előzőekben ismertetett egy- vagy kétirányú összeköttetéseket alkalmazzák, ilyenkor pont-pont összeköttetésről van szó, de gyakran

felhasználják az elektromágneses hullámok szabad terjedését arra, hogy egy antenna több más antennához kapcsolódjon, tehát egy antenna több vezeték nélküli összeköttetés része legyen (pl. mobiltelefon-rendszerekben).

A vezeték nélküli összeköttetések vagy az azokból alkotott részhalózatok többnyire nem a vezeték nélküli távközlési alkalmazások számos megvalósítását ismeretjük, ezek között mindkét lehetőségre több példa található.

A korszerű vezeték nélküli rendszerek digitális vezeték nélküli összeköttetést használnak. Ezekben az összeköttetésekben vivőfrekvenciát átvitt alkalmaznak, a vivőfrekvencia digitális modulációjával, az átvittel a vivőfrekvenciához képest viszonylag keskeny frekvenciasávban történik. A védooldalon a beérkező csillapított, torzult, zajjal és interferenciával terhelt jelből egy alkalmas demodulátor állítja vissza a digitális jelet.

A többpont típusú vezeték nélküli rendszerekben az erőforrásokhoz (pl. frekvenciatarter vagy műholdkapacitás) több rádióállomásnak kell hozzáférnie, ennek következtében fontos szerepük van a többszörös hozzáférési módszereknek. Alapvetően az alábbi hozzáférési módszereket alkalmazzák:

- frekvenciasztású többszörös hozzáférés (FDMA),
- időosztású többszörös hozzáférés (TDMA) és
- kódosztású többszörös hozzáférés (CDMA).

A VEZETÉKNÉLKÜLI TÁVKÖZLÉS SAJÁTÓSÁGAI

A vezeték nélküli távközlés jellegére meghatározó jelentőségű, hogy az antennák közötti rádiós átvittel szakaszon a hullámtérjedés sajátosságai érvényesülnek. Ezek a sajátosságok döntő módon meghatározzák a vezeték nélküli távközlés fő tulajdonságait, vagyis azokat az előnyös, illetve hátrányos tulajdonságokat, amelyeket az egyes távközlési alkalmazásokban számításba kell venni. Az alábbiakban ezekről adunk rövid áttekintést.

Az elektromágneses hullámtérjedésből következik, hogy az antennák közötti tényleges átvittel magukon az antennaszervezeteken kívüli az átvitteli közeg anyagi minőségétől és a hullámtérjedést befolyásoló vagy korlátozó egyéb akadályoktól is függ, tehát a tényleges átvittel során számos hatást kell figyelembe venni. A másik lényeges sajátosság, hogy a szabadterti térben követeztében az átvitteli rendszer fizikailag nyitott, tehát az elektromágneses hullámok térben nincsenek korlátozva. A fizikai nyitottságból következik, hogy a vezeték nélküli átvittel kivádon alkalmas terület lefedésre, tehát olyan átvitteli, amikor az összeköttetés feltételei egy meghatározott területen fennállnak, vagyis legalább az egyik állomás helye egy adott földrajzi körzeten belül tetszőlegesen megválasztható. A hullámtérjedés útján az antennák közötti leterjött átvittel azt jelenti, hogy az összeköttetés kevesebb érzékeny az állomások közötti földrajzi viszonyokra, a hullámtérjedés zavartalanúsága általában sokkal könnyebben biztosítható, mint a vezeték összeköttetés esetén, sőt olyan állomások között is összeköttetés létesíthető, amelyek vezetékies módon nem kapcsolhatók össze.

A vezeték nélküli távközlés alapvetően a területi lefedést és a fizikai nyitottságot jelenti. Az a tény, hogy egy ellátási területen belül a felhasználó vezeték nélküli kapcsolódik a hálózat-hoz, többféle tulajdonságot jelenthet, és az egyes alkalmazásokban más-más jellegzetességen van hangsúly. A vezeték nélküli összeköttetés nem igényli, hogy a hálózatból ki legyen építve egy vezeték összeköttetés a felhasználóhoz, a felhasználó az ellátási területen belül megvaltoz-

tartatja a helyét, és új helyen külön hálózat kiépítése nélkül csatlakoztatható, tehát a rádióter-
minál kötetlenül hordozható, a felhasználó, illetve a terminál a távközlési kapcsolat közbe-
mozoghat, és végül számos többpont jellegű hálózatban mindenképp felhasználó időlegesen
hozzáférhet az átlagosnál sokkal nagyobb átviteli kapacitáshoz.

A mobil távközlési hálózatok terén a vezeték nélküli megoldás megkerülhetetlen, de állandó
helyű alkalmazások esetén is kedvező lehet az, hogy nincs szükség vezeték kiépítésére.
E téren azt szokták kiemelni, hogy mind a létesítés, mind a fenntartás során kedvező lehet,
ha nem kell a vezetéktelepítéssel kapcsolatos engedélyezési és építési tevékenységet elvé-
gezni, illetve egy kiterjedt nyomvonal zavarmentes, megbízható működését biztosítani.
A vezeték nélküli megoldás sokszor kedvezőbb, mind a telepítési idő, mind a létesítés és fen-
tartási költségek vonatkozásában. Ezen túlmenően, kedvező a vezeték nélküli megoldás min-
den olyan esetben is, ahol – akár időlegesen – a vezetékes összeköttetés kiépítése akadályba
ütközik, például elszigetelt földrajzi helyzet vagy katasztrófaállapot esetén.

A potenciális előnyökkel szemben a vezeték nélküli átvitel számos olyan sajátossággal bír,
amelyek kedvezőtlenek vagy legalábbis fokozott kihívást jelentenek a tervező és a szolgáltató
számára. Míg a technika a vezetékes átviteltől gyökereiben és történelmében jelentősen
különbözik, a hátrányos tulajdonságok különös súllyal esnek latba egy hagyományosan veze-
tékes környezetben, ahol a tényleges problémákon túlmenően előfeltételeknek is alapot
nyújthatnak. A főbb problémákat a hozzáférési hálózatok szempontjából az alábbiakban fog-
lalhatjuk össze.

INTERFERENCIÁK

A rendszerek fizikai nyitottságából következően a vezeték nélküli rendszer nagymértékben ki-
van téve olyan nem kívánt jeleknek, amelyek – más távközlési és esetleg nem távközlési –
rendszerekből származnak. Ezek egy része az átviteli rendszer megfélemlő megvalósításával és
a koordinációs eljárás során kivédhető vagy hatása elviselhető mértékre csökkenthető. Ugyan-
csak az interferenciák között kell említenünk az esetleges rosszindulatú zavarást is, ami már a
biztonsági kockázatot növeli.

KIS JEL-ZAJ VISZONY

A hálóműterjedés természetéből következően a legtöbb vezeték nélküli rendszerben a vételi
oldalon zajos környezet és ennek következtében kis jel-zaj viszony található. A rendszer és az
átviteli közeg zajterhelésén kívüli az előbb említett interferencia is nehezíti a vételt. A sokéves
fejődés során azonban a vezeték nélküli távközlés megtanulta, hogyan lehet együtt élni a kis
jel-zaj viszonyal, a korszerű jelefeldolgozás, a kifinomult hibakorlátozó és hibajavító módszerek
nagyon hatékony módon terjesztették ki a rádiós átvitel lehetőségét. Sajnos, ezek a megoldá-
sok megnövelik a rendszerek és berendezések bonyolultságát és költségét.

ATMOSZFERIKUS ÉS EGYÉB ABSZORPCIÓS HATÁSOK

Az elektromágneses hullámok szétterjedése miatt az adó- és a vevőantenna csatlakozó-
pontjai között csillapítás lép fel akkor is, ha az antennák között közvetlen átlátás van. Akadá-
lyoktól mentes hálóműterjedés esetén ez a szabadteri csillapítás a két antenna közötti távolság
és a működési frekvencia négyzetével arányosan nő. A tényleges hálóműterjedés során ennél



A vezetékelküli távközi fizikailag nyitott jellegéből következik, hogy mind a lehallgatásnak, mind a távközi kapcsolatra történő aktív behatolásnak nagyobb a veszélye, mint a vezetékes hálózatokban. Ennek kivédésére már az alacsonyabb (fizikai, illetve adatvonal) rétegekben

pedes is létrejöhet.

A hullámtérjedési hatásokhoz tartozik, hogy az elektromágneses hullámok fénysebesség-gel terjednek, ennek következtében terjedési késleltetés lép fel. Ennek mértéke különösen a műholdas átvitel esetén lehet jelentős. Ugyancsak a terjedéshatáshoz tartozik, hogy a több-utas terjedés következtében késleltetési szóródás, diszperzió léphet fel, amely különösen nagy bitsebességek esetén lehet zavaró. Különösen beltéri vagy városi környezetben, illetve mobil-távközlés esetén jellemző az időben gyorsan változó átviteli csatorna, amely gyorsan változó férdínget és szélessávú átvitel esetén diszperziós torzítást is okozhat.

Homogén közegben az elektromágneses hullámok egyenes vonalban terjednek két antenna között, és ahhoz, hogy a szabadterületi terjedést érvényesnek tekinthessük, a közvetlen átlátást biztosítani kell. Hogy ez a gyakorlatban érvényesüljön, a két antenna között nem lehetnek akadályok. A mikrohullámú és milliméteres sávban az árnyékolás jelentősen csökkentheti a tényleges lefedettséget. A tényleges hullámtérjedés során a viszonyok eltérnek az ideálizált helyzettől. Az atmoszféra inhomogenitása miatt a hullámok eltérnek az ideálizált helyzettől, ez a hullámelhajlás vagy refrakció. Ha a terjedés útjában akadályok vannak, ezeken szóródás következik be (diffrakció), valamint visszaverődés (reflexió) is felléphet. A hullámelhajlás vagy a reflexió következtében a két antenna között többutas hullámtérjedés is létrejöhet.

HULLAMTERVEDESI HATÁSOK

Az átviteli jellemzők (főként a szakaszcsillapítás) tehát erősen ki vannak téve a földi légkör enged meg, gyakorlatilag átáthatatlanná teszi az atmoszférát.

nagyobb csillapítás mérhető, mivel az adó- és a vevóantenna közötti közeg tulajdonságai hatással vannak a hullámtérjedésre. A földfelszíni összeköttetések esetében a hullámtérjedés teljes mértékben a földi atmoszférában megy végbe, a műholdas összeköttetés esetében a hullámok jelentős részben a földi atmoszférán kívüli haladnak, de a földi atmoszféra hatását mindkét esetben figyelembe kell venni. Az atmoszféra (ezen belül a troposzféra és az ionoszféra) összetétele, rétegezettsége, inhomogenitása, hőmérséklete és sűrűsége, az atmoszférában lévő vízgőz és gázok, valamint az esetleges csapadék formája és intenzitása bizonyult módon befolyásolja a hullámtérjedést. Itt ki kell emelni az esőcsillapítást, amely a frekvenciával és az esőintenzitással növekszik, ez a jelenség különösen a magasabb mikrohullámú sávokban számottevően korlátozza azt a távolságot, amelyre a vezeték nélküli átvitel az atmoszférán át használatos. Természetesen beltéri rendszerekben nem kell számolni ezzel a tényezővel, viszont magasabb frekvencián különösen zavaró lehet a falak és a berendezési tárgyak csillapítása, illetve árnyékoló hatása. Egy másik figyelemre méltó effektus az oxigén abszorpciós rezonanciájából származó többletcsillapítás, amely 60 GHz környékén csak nagyon kis távolságot átvitelt enged meg, gyakorlatilag átáthatatlanná teszi az atmoszférát.

cél szerű megfélemlítő hitelesítési és titkosítási módszereket alkalmazni, ezekkel ez a kedvezőtlen tulajdonság kiküszöbölhető és a fizikai védettség elérhető. Mindamellett nem szabad elfelej-

teni, hogy az igazán titkos alkalmazások végpontok közötti titkosítást igényelnek.

KORLÁTOZOTT FREKVENCIA SPEKTRUM

A korábban említett problémák a vezeték nélküli távközlési technika módszereivel és eszköz-
zeivel hatékonyan kezelhetők, tehát meg lehet találni azokat a műszaki megoldásokat, ame-
lyek a kedvezőtlen hatásokat csökkentik vagy megszüntetik. Van egy olyan további sajátosság,
amelynek komoly következményei vannak a vezeték nélküli távközlés alkalmazásai lehetőse-
geire. A vezeték nélküli összeköttetés nyitottsága miatt az összeköttetésen továbbított jelek
a rendszerből kijuthatnak, és külső antennákkal vehetők, vagy más rendszerekbe bejuttatva, azo-
kat zavarhatják, másrészt viszont más távközlési vagy akár egyéb célú (pl. radar) rendszerek
jeléi interferenciát okozva, a saját távközlési rendszert zavarhatják, vagy az átviteli minőséget
károsan befolyásolhatják, zűrzavaros esetekben az átvitelt lehetetlenne ténthetik.

A vezeték nélküli átvitel csupán egy műszakiilag és hatóságilag korlátozott frekvenciaspek-
trumot vehet igénybe, ez alapvetően behatározza a megvalósítható adatsebességet, vagyis
az átviteli kapacitást. Az elektromágneses spektrum távközlési célokra igénybe vehető sávját
nemzetközi szinten, a WRC (World Radiocommunications Conference) határozataival, regio-
nális (CEPT) döntésekkel és ezekkel összhangban nemzeti szinten is, törvényi úton szabályoz-
zák. Az engedélyezett sávokon belül is követelmény a különféle távközlési rendszerek együt-
tes működésének zavarmentes biztosítása, ami megfelelő koordináció útján lehet elérni.
A fenti okokból a különféle vezeték nélküli rendszerek számára korlátozott frekvenciasáv áll
rendelkezésre, a frekvenciaspektrum szűkös erőforrás. Bár egyes rendszerekben nagy erőfeszí-
téseket tesznek a sokszintű moduláció alkalmazására, a korlátozott jel-zaj viszony miatt ennek
kemény fizikai korlátai vannak és az alapvető korlátozottságon nem változtat. A szűkös spekt-
rum másik következménye, hogy az egyes sávok (kevés kivételtől eltekintve) hatósági enge-
délyhez kötöttek, és használatukért díjat kell fizetni, ami esetenként nagy pénzügyi terhet
jelenthet.

Mint ahogy egyre nagyobb igény van a vezeték nélküli rádiós kapacitásra és az alacsonyabb
mikrohullámú sávokban nagyon nehéz felhasználni a frekvenciasávokat találni, határozott
trend, hogy egyre magasabb frekvenciasávokat vonnak be a távközlési szolgáltatásokba, még
akkor is, ha ez technológiai okokból egyre nagyobb berendezéssűrűségeket von maga után.
Ezenkívül a magasabb frekvenciasáv továbbítható korlátokat hoz fel, mivel a magasabb
mikrohullámú és milliméteres hullámú sávokban az atmoszférikus hatások (pl. esőcsillapítás)
és az egyéb csillapítások sokkal erősebben jelentkeznek, ennek következtében az ellátható
terület vagy hatótávolság is egyre kisebb és egyre szigorúbb követelmény a közvetlen optikai
átvitelhez. A változó okok miatt a magasabb frekvenciasávok a földfelszíni távközlésben
főként a kisebb távolságú átvitelre, illetve mikrocellás hozzáférésre használhatók.

4.3.2.2 Mikrohullámú pont-pont rádióelek

A mikrohullámú rádióelek olyan földfelszíni vezeték nélküli rendszerek, amelyek közvetlen
átviteli mikrohullámú vezeték nélküli összeköttetéssel vagy ilyen összeköttetések láncával
vannak megvalósítva, és a közvetlen átviteli összeköttetésben irányított hullámnyalábokat
alkalmaznak. A közvetlen átvitel biztosítására az irányított antennákat gyakran antennatornyokon



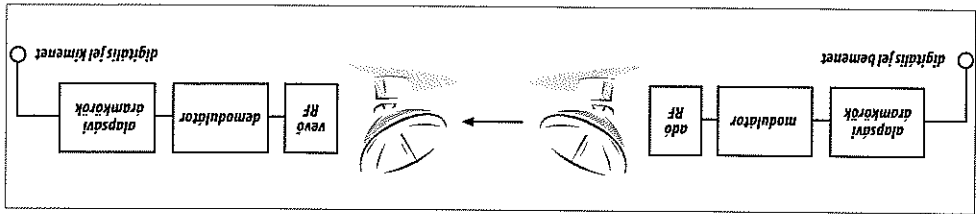
vagy magas épületeken helyezik el. Az egyetlen vezeték nélküli rádiórelé-szakasszal áthidalható távolság erősen függ a működési frekvenciától: a milliméteres hullámú rendszerekben néhány kilométer, míg az alacsonyabb mikrohullámú sávban 50 km-nél nagyobb szakasszhossz is elérhető.

A mikrohullámú analóg rádiórelék több évtizedig a földfelszíni szélessávú távközlési rendszerek fontos részét képezték, amelyeket főként a sokcsatornás telefonátvitelben és a tv-átvitelben használtak. Ezek a frekvenciaosztású multiplex (FDM) rendszerek általában frekvenciamodulációt használtak az analóg jelek továbbítására. A kezdetben alkalmazott analóg rendszerek után a hetvenes évek végétől a digitális technika fejlődésével egyre inkább előtérbe kerültek a digitális rádiórelék, ezeket a távolsági és a kis távolságú forgalomban egyaránt nagy számban alkalmazzák piezoelektron (PDH) átvitelre, majd a szinkron (SDH) átvitelre is.

A fényvezetős rendszerek fejlődésének hatására a mikrohullámú átviteli rendszerek területén jelentős eltolódás ment végbe. A szélessávú (140 Mbit/s és annál nagyobb) bitsebességek területén) a mikrohullámú átvitel visszaszorul, ugyanakkor azonban új lehetőségek nyíltak meg a kis és közepes kapacitású átvitelben, ahol a vezeték nélküli átvitel kedvező tulajdonságai számos alkalmazásban jól érvényesülnek.

A DIGITÁLIS RÁDIORELÉK FELÉPÍTÉSE

A digitális mikrohullámú rádiórelé-összeköttetés egyszerűsített, az alaph Funkciókat feltüntető vázlat a 4.3.2.2 ábrán látható. Az egyszerűség érdekében csak az egyik átviteli irányt mutatjuk be. Az adóegységre érkező digitális jelsorozatot az interfészegység fogadja, majd alapsávú jelprocesszáls következik, amelynek során a jelsorozathoz hozzáadjuk egy fejleszt, amely a hálózati felgyülethez szükséges jeleket (pl. szolgálati kommunikációs csatornákat) tartalmazza, valamint végrehajtják az esetleges hibajavító kódolást. Az itt alkalmazott műszaki módszereket nem szabályozza szabvány vagy nemzetközi ajánlás, a gyártók egyedi megoldásokat dolgoztak ki.



4.3.2.2 ÁBRA A digitális rádiórelé felépítése

A modulátorfokozattal (általában középfrekvenciás) modulált jelet állítanak elő, majd ez további analóg átalakítás (felkeverés és teljesítményerősítés) után az antennára jut. A kisműködési mikrohullámú jel a vevőantennára kerül, az antennához (néha kis zajú előerősítő közbeiktatásával) a lekeverő és a demodulátor csatlakozik. A demodulált és dekódolt digitális jel az interfészegységen át kapcsolódik a külső hálózathoz.

Az alkalmazások szempontjából döntő fontossága van a moduláció típusának és megválasztási módjának, ez meghatározza az átviteli kapacitást és a rádiórelé egyéb fontos paramétereit. A modulációs módszer megválasztásánál egyrészt a megfelelő sávzélesség-határfokozat kell tekintettel lenni, de a kis sebességű rádióreléknel a megvalósítás költségeit is figyelembe kell venni, ezért a moduláció és demoduláció egyszerűsége is fontos szempont. A kézenfekvő

2FSK és 2FSK moduláció mellett, a rendelkezésre álló korlátozott frekvenciasáv minél jobb kihasználására a mikrohullámú rádiórelékben többállapotú modulációs eljárásokat használnak, ezek ugyan a sávhasználat csökkenését eredményezik, de ugyanakkor a modulációs állapotok számának növekedésével egy adott hibarányhoz egyre nagyobb jel-zaj viszonyt igényelnek.

A nagyobb kapacitású, korszerű digitális mikrohullámú rádiórelékben többnyire a (több-szintű) QAM (Quadrature Amplitude Modulation) modulációt alkalmazzák, amely lényegében két olyan vívójel (I, illetve Q) amplitúdómodulációjával valósítható meg, amelyek egymáshoz képest 90°-os fáziseltolásban vannak. Ezt a módszert a kis kapacitású rádiórelék némelyikében is alkalmazzák (QPSK, illetve 16QAM formájában), de a kis és közepes kapacitású rádiórelék többségében a 4FSK moduláció a legelterjedtebb. Ez a moduláció egyszerűen, egy oszcillátor közvetlen frekvencia-modulációjával előállítható, a demodulálása, különösen nemkoherens demoduláció esetén, könnyen megvalósítható.

Nagy kapacitású rádiórelékben többállapotú QAM modulációt használnak, de egyre inkább előtérbe kerülnek azok a módszerek, amelyek a modulációt a hibajavító kódolással kombinálják. Az elmúlt néhány évben nagy figyelmet keltett a rácsos kódolás (*trellis kódolás*, *TCM = Trellis Code Modulation*). A TCM moduláció során csak megengedett átmenetsorozatokat engednek meg, ezáltal a megengedett szekvenciák számát korlátozzák az összes lehetséges esethez képest. A modulációs szintek számát megnövelik ugyan, de ez ebben az esetben nem jár a zavarérzékenység növekedésével. A kódolási séma alkalmasságát megválasztásával ugyanis elérhető, hogy a megengedett szekvenciák egymástól jól megkülönböztethetők legyenek, és így még számottevő kódolási nyereséget is el lehet érni, tehát külön hibajavító kódolásra nincs szükség. A gyakorlatban többféle TCM eljárást fejlesztettek ki, ezek a megoldások lehetővé tették, hogy sávhasználat és spektrális szempontból az SDH rendszerek a korábban definiált frekvenciaszterekben jól beilleszthetők. Újabbban egy másik modulációs eljárás került előtérbe: a *többszintű kódolás* (*MLC = Multi Level Coding*) kínál kedvező tulajdonságokat.

A rádiórelék átviteli minősége és használhatósága (rendelkezésre állása) az átvitelben felépítő bithiba-gyakoriság (BER = Bit Error Rate) alapján értékelhető. A BER érték a demodulátor bemeneti jel-zaj viszonyától függ, és a mikrohullámú átvitel során a fénying következtében változik. A hibarány növekedése az átviteli minőség romlását és, bizonyos határon túl, az átviteli megzavaródását, használhatatlanságát eredményezi. Adott modulációs módszer esetén hibajavító kódolás (FEC = Forward Error Correction) alkalmazásával az átviteli sebesség kismértékű megnövelése árán a hibarány, vagy más megközelítésben az adott hibarányhoz szükséges jel-zaj viszony számottevően csökkenthető, ezért a digitális rádiórelékben gyakran a FEC beiktatása.

Az SDH rádiórelékkel szemben nagy kihívást jelent az elfogadható átviteli minőség biztosítása. A korábbi előírások az átviteli minőségre bizonyos engedelményeket tettek abban az esetben, ha az átviteli útban rádiós szakasz is van. Ez is hozzájárulhatott ahhoz, hogy a fényvezetős rendszerek megjelenése után sokan arra az álláspontra helyezkedtek, hogy a rádiórelék rendszerek megbízhatósági és minőségi szempontból kevésbé kedvező megoldást kínálnak. Miután az SDH rádióreléket valamilyen SDH hálózaton kívánják alkalmazni, természetesen követelmény, hogy a rádiós szakaszokra nem tehető engedelmény. Az új ajánlások nem tesznek különbséget a földfelszíni átviteli technológiák között, ami a rádiórelék szempontjából a korábbi előíráshoz képest számottevő szigorítást jelent.



Az átviteli során elfogadható maximális féldíngtet közvetlenül meghatározza a tervezett féldíngtartatlak. A megfelelő féldíngtartatlak biztosítására a rádiórelé adójának viszonylag nagy szinten kell adnia. Mivel a féldíngtet ritkán (az üzemiidőnek kevesebb mint 0,1-1%-ában) lépnek fel, az idő nagy részében a nagy adóteljesítmény indokolatlan, sőt inkább kedvezőtlen, mivel más vonalakon interferenciát okozhat. A korszerű digitális rádiórelékben ezért egyre kitérjedtebben alkalmaznak az adaptív adóteljesítmény-szabályozást (ATPC = Adaptive Transmit Power Control), amellyel azt lehet elérni, hogy a féldíngtet csillapítás változása (a féldíng) ellenére a vett szint közel állandó maradjon. Ezért a féldíngmentes időszakokban az adóteljesítményt számottevően (mintegy 10-15 dB-lel) csökkentik, és az adóteljesítményt csupán a féldíng idején növelik meg. Ezzel a rádiórelék kompatibilitását javítják, csökkentik az interferenciaterhelést. Az ATPC dinamikatartományát és a változás sebességét a féldíngstatisztikák alapján kell beállítani. Az ATPC megvalósítása egy visszacsatoló hurok létesítését teszi szükségessé, ez a vételi oldalról juttat vissza vezérlési információt az adóhoz.

ALKALMAZÁSOK

Az üzemi helyezett digitális mikrohullámú rendszerek többsége a PDH hierarchia valamely sebességének átvitelére alkalmas, 2 és 140 Mbit/s között, de alkalmazást találhat az SDH hierarchia legalsó szintjén, a 156 Mbit/s-os STM-1-ben is. Nagyjából átviteli sebességeket mikrohullámú rádiórelékben nem alkalmaznak.

A kis és közepes sebességű vagy kapacitású rádiórelé-rendszerekben az átviteli sebesség a PDH hierarchia primer sebességétől a tercier sebességig terjed, a maximális átviteli kapacitás általában 34 Mbit/s, illetve 162 Mbit/s. Nehány gyártó ajánl 234 Mbit/s átvitelt is, de az összesített átviteli kapacitás a 80 Mbit/s értéket nem lépi túl. Az alkalmazások és a felhasználó technológiájában a kis és közepes kapacitású rendszerek között nincs karakterisztikus különbség. Sokszor mindezen berendezéseket kis kapacitású vagy kis sebességű rádióreléknek nevezik.

A mikrohullámú rádiórelék működési frekvenciái a kijelölt frekvenciasávokban szabványos frekvenciaosztályok szerint helyezhetők el. A korábban említett analóg mikrohullámú vonalak főként 10 GHz alatti, 2, 4, 6, 7 és 8 GHz közötti frekvenciák után új sávokat, a 11, 13 és 15 GHz-es sávokat is igénybe vettek és a 10 GHz alatti frekvenciák ilyen irányú felhasználása teljesen hátréba szorult. Ez a tendencia az is erősítette, hogy a potenciális alkalmazások többségében 10 km-nél kisebb távolságokat kell áthidalni, erre a célra a magasabb mikrohullámú frekvenciák is kiválóan felhasználhatók. Bár a csapadékcillapítás komoly korlátozó tényező, rövid távú átvitelre a 18, 23 és 26 GHz-es sávok alkalmazása egyre elterjedtebb. Végül a fokozódó frekvenciaigények kikényszerítették még magasabb frekvenciasávok kijelölését (rövid távú) rádiórelé célokra, ezek a 38, 56 és 58 GHz-es sávok, amelyekbe már szintén kerültek kereskedelmi forgalomba rádiórelé-berendezések.

A kis kapacitású digitális rádiórelék tipikus alkalmazási területei az alábbiak:

- nagyományos távbeszélő-hálózatban előfizetői csoportok bekapcsolása;
- mobilátvétel hálózatainak bekapcsolása, várhatóan számottevő szerepe lesz a vezeték nélküli elosztóhálózatnak és így a kis kapacitású rádióreléknek a jövőben személynél távközlési rendszerekben, mivel a nagyszámú bázisállomás bekapcsolására ez a technika célszerű megoldást kínál;

– rádiós helyi hurok bázisállomásainak bekapcsolása;
 – különféle (mágnáthalozati) adatátviteli rendszerekben (pl. banki hálózatokban, közüzemi vállalatok hálózataiban);

– műsorvezető rendszerek modulációs jelennek továbbítás.
 Mindezen alkalmazások viszonylag olcsó, egyszerűen telepíthető és kompakt berendezéseket igényelnek, amelyek átviteli kapacitása és így sávfoglалása rugalmasan képes alkalmazkodni a

különböző igényekhez.
 Miután a rádiós megoldás kapacitásában korlátozott, alkalmazása természetesen ott nem áll rendelkezésre. Az átviteli igények viszonylagos állandósága esetén a rádiófrekvenciájú szállításba, ahol az igények viszonylag korlátozottak, és megfelelő vezetékös kapacitás hosszabb időre kielégítő megoldást jelent. Ha az átviteli igények gyorsan növekednek, egy lehetséges célszervi megoldás az, hogy az igény megjelenése esetén rövid idő alatt rádiós összeköttetést létesítsenek, majd az igények növekedése esetén kiépítik a vezetékös kapcsolót, amely kiváltja a kezdeti rádiórelét. Mindezzel együtt a vezetékös összeköttetés kiépítése után is, tartálékként, célszerű lehet a rádiórelé-kapcsolat fenntartása.

Az állandó jellegű alkalmazásokon kívüli a kis méret és gyors telepíthetőség lehetőséget kínál ideiglenes kiépítésű összeköttetésekre is. Ilyenekre lehet szükség akkor, ha valahol a kapacitást időlegesen meg kell növelni (pl. valamilyen rendezvény kapcsán) vagy ha katasztrófahelyzetben gyorsan pótolni kell egy távközlési rendszer kiesett átviteli kapacitását.
 A nagy kapacitású távközlési rendszerek klasszikus megoldása volt a mikrohullámú rádiórelé-rendszer, amelyet több évtizeden át használtak sokcsatornás telefon- és tv átvitelre. Ez a láthatatlan kábel – a nagy forgalmú alkalmazásokban napjainkra háttérbe szorult. Továbbra is vannak azonban olyan területek, amelyekben a mikrohullámú rádiórelék jól használhatók. A rádiórelé rendszerek alkalmazását az SDH hálózatokban az alábbi szempontok indokolhatják:
 – átviteli utak létesítése kedvezőtlen földfelszíni vagy dombozati viszonyok esetén;
 – összeköttetések gyors létesítésének lehetősége, még abban az esetben is, amikor későbbi

– tartálékként, célszerű lehet a rádiórelé-kapcsolat fenntartása.
 Az átviteli utak létesítése kedvezőtlen földfelszíni vagy dombozati viszonyok esetén;
 – összeköttetések gyors létesítésének lehetősége, még abban az esetben is, amikor későbbi
 A rádiórelé megvalósítása védelmet nyújt a természeti katasztrófák vagy kábeliszakadás esetén. Mindezek az előnyös lehetőségek azt eredményezik, hogy a rádiórelék kis és közepes átviteli kapacitásokra nagyon sok esetben kisebb költséggel, gazdaságosabban telepíthetők, mint a fényvezetős összeköttetés. Különösen érvényes ez, ha a kezdeti létesítési költségeket vesszük figyelembe. A létesítési költségek terén azt is számításba kell venni, hogy a rádiórelék létesítési költsége bizonyos határokon belül gyakorlatilag független az átviteli távolságtól, míg a vezetékös összeköttetések esetében közel arányos azzal, tehát a körülményektől függően néhány kilométer távolság felett a rádiórelé létesítése olcsóbb. Végül is a gyorsabb telepítés mellett ez a költségigényező lehet a döntő szempont és érv a rádiórelék alkalmazása mellett.

FÉDINGEK A RÁDIORELEKBE

A rádiórelék megbízható működéséhez különös gondot kell fordítani a fédینگek hatásának le-
 hetőség szerinti csökkentésére. A mikrohullámú rádiórelék technikáját erősen meghatározza az a küzdelem, amely a fédینگek kedvezőtlen hatásainak kivédésére irányul.
 A földfelszíni mikrohullámú átvitelben fellépő fédینگek alapvetően két csoportra oszthatók fel:
 – szelektív féding,
 – szélessávú féding.



A szélessávú fűdng okai főként olyan jelenségek, amelyek egyutas terjedés esetén lépnek fel és kevésbé frekvenciafüggők, vagyis egy-rádíofel spektrumában állandónak tekinthetők. A szélessávú fűdng elsődleges oka a csapadékcscsillapítás, hazai viszonyok között főként az esőcscsillapítás. Mivel az esőcscsillapítás az esőintenzitással monoton növekszik, a szélessávú fűdng valószínűségi eloszlása főként az esőintenzitás eloszlásától függ. Kis valószínűséggel nagy cscsillapítások is felléphetnek, egyetlen rádíoccsatornán rövid időszakokra minimumsgrmolás, illetve az összeköttetés megszakkadása is bekövetkezhet.

A szelektív fűdng a többutas hullámtérjedés következtében lép fel, és nemcsak a szakkasz-csillapítás szelektív megnövekedését, hanem a futási idő szelektív megváltozását is jelent, ami digitális átvitel esetén a szimbólumközti interferencia nagymértékű megnövekedését okozza. A közepes és főként a nagy kapacitású mikrohullámu digitális rádíoreléknél az átvitelli hibák nagyon jelentős forrása lehet a szelektív fűdng. A szelektív fűdng során az átvitelben viszonylag keskeny záróáv jelenik meg, amelynek frekvenciája és mélysége az időben változik. A szelektív fűdng valószínűsége a növekvő szakkasztaóvolsággal és sávzélességgel növekszik. A több-szintű modulációs rendszerek pedig érzékenyebbek a szelektív fűdngre.

Karakterisztikus különbség van a kis távolságú és a nagy távolságú rádíorelé-rendszerek között abból a szempontból, hogy az átvitel során milyen fűdng domínál, tehát milyen fűdngtel kell a tervezés során figyelembe venni. Másodlagos szerepe van a többutas terjedésnek és a szelektív fűdngnek akkor, ha rövid (5-15 km-es) összeköttetéseket alkalmaznak, ilyenkor a frekvenciafüggően fűdng domínál. Mivel az esőcscsillapítás korlátozó hatása miatt a magasabb frekvenciákra egyre rövidebb mikrohullámu szakkaszakokat lehet alkalmazni, a 15 GHz feletti frekvenciákban elsősorban az esőcscsillapítás korlátozó hatásával kell számolni, a szelektív fűdng hatása itt nem számottevő.

A digitális mikrohullámu rádíorelék viselkedését a szelektív fűdng körülményei között jelen-tősen javítani lehet (idő-, illetve frekvenciatartományban működő) adaptív kiegyenlítőkel, ezenkívül helydiverzít, szögdíverzít, esetleg frekvenciadiverzít alkalmazásával. A diverzít tech-nika azt jelent, hogy a jelet több úton viszik át és a jeleket vevő oldalon kombinálják a kedvező vetél biztosítására.

Miután a fűdngek miatt a berendezések hibátlan üzeme esetén is véges valószínűsége van a minimumsgrmolásnak, illetve a rádíos szakkasz kiesésének, nagy gondot kell fordítani a rádío-szakkaszok megfelelő tartalekölésére, és – a szükség esetén – a szinkronizált, hibamentes (hitless) átkapcsolásra. A hibamentes átkapcsolás akkor lehetséges, ha a mikrohullámu átvitel során a kialakuló (szelektív) fűdngtel idejekorán sikerül észlelni, mivel ekkor lehet a tartalek csatornát szinkronizálni. Váratlan meghibásodás vagy gyors fűdng esetén csak helyettesítő tartalekölés lehetséges.

A minimumségi követelményekkel kapcsolatos az a kérdés is, hogy a rendszer miként tudja ke-zelni a fűdngekből származó megszakadásokat, hogyan működik a tartalekölési rendszer. A rádío tartalekölés tereén különbséget kell tenni a 15 GHz feletti kis távolságú és 15 GHz alatti nagy távolságú összeköttetések között. A kis távolságú rádíorelé tartalek csatornái ugyanazon a rádiószakkaszra és ugyanabban a frekvenciában működnek, ezért általában a szélessávú fűdng ugyanúgy befolyásolja a működést, ilyen fűdng esetén a tartalekra történő átkapcsolással a paraméterek nem javíthatók, a tartalekölés ilyen esetben lényegében a berendezés-hibák hatásának kiküszöbölésére szolgál.

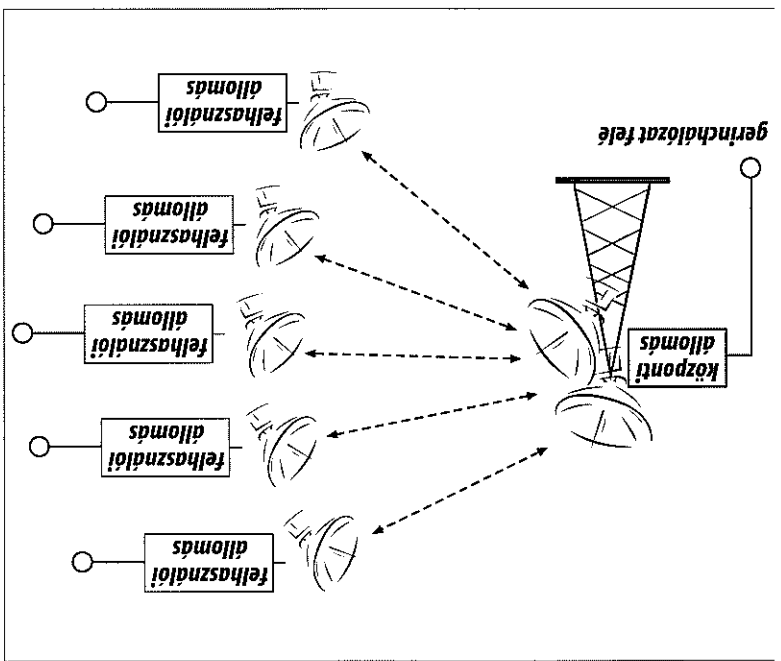
Teljesen más a helyzet a távolsági összeköttetéseknél, ahol a szelektív fűdng hatása domínál. A szelektív fűdng nem zavarja egyidejűleg a sáv összes rádíoccsatornáját, ezért a tartalekölés-

ak fontos szerepe van. Alttalában több üzemi csatornához egy (esetleg két) tartalék csatornát rendelnek. Az átkapcsolás az átviteli paraméterek romlása esetén lehetőség szerint szinkronizáltan történik. Az átkapcsolásnak gyorsabban kell végbemenie, mint ahogyan a feding által előidézett minőségromlás kialakul. A szinkronizált átkapcsolás során az üzemi és a tartalék csatorma közötti kiegészítést ki kell egyenlíteni.

3.2.3 Pont-többpont rádiórelék

point-többpont (P-MP: Point-to-Multipoint) rádiórelék olyan mikrohullámú rendszerek, amelyekben egy központi rádióállomáshoz több közvetlen átátású felhasználói állomás kapcsolódik. A pont-többpont rádiórelé egyszerűsített vázlata a 4.3.2. 3 ábrán látható. A központi állomáson körugázó vagy (60°-os, illetve 90°-os) szektorsugárzó antennák vannak elhelyezve, a felhasználói állomásokon viszont irányított antennák találhatók.

4.3.2.3 ABRA
Pont-többpont
rádiórelé
vázlata



A bázisállomás egy körugázóval egy teljes cellát vagy szektorsugárzókkal 60°-os, illetve 0°-os szektorokat lát el, míg a felhasználói állomásokon irányított antennákat alkalmaznak. A rádiórelé típusú hozzáfértésnél lényeges követelmény az optikai átlátás. A természetes mesterséges akadályok (növényzet, domborzat, épületek) árnyékoló hatása miatt sokszor ehhez jó lefedettség eléri. Ezen a téren az olcsó ismétlő-állomások valamint a passzív reflektorok alkalmazása hozhat változást. Ugyancsak a lefedettséget növelheti a rádióterminals közvetlen összeköttetést megengedő és kihasználó hálótópológia is, ez azonban az egy- A P-MP rendszerek az alábbi frekvenciákban alkalmazhatók: 1,5 GHz-es, 3,5 GHz-es,

10 GHz-es, 26 GHz-es, 28 GHz-es és 40 GHz-es sávok. A magasabb sávokban jóval nagyobb sávszélesség áll rendelkezésre: a legalsó sáv összesen 98 MHz-ével szemben, a felső sávokban 2 GHz is használható, megfelelő frekvenciaterosztter szerint. A magasabb sávokban így lehetőség nyílik nagy kapacitástú átvitel megvalósítására is.

A pont-pont rádiórelékhöz hasonlóan, az elérhető hatótávolság az esőcsillapítás miatt erősen függ a frekvenciától. A 1,5 GHz-es sávban 20-40 km, 3,5 GHz-en 5-20 km, a magasabb sávokban 5 km-nél kisebb lefedési sugárral kell számolni.

A P-MP rendszerek kapacitás szerint lehetnek:

- kis kapacitásúak, maximum 10 Mbit/s csatlakoztatásával,
- közepes kapacitásúak, néhányszor 10 Mbit/s csatlakoztatásával, bár ezek megvalósításához célszerű legalább a 26 GHz-es vagy annál magasabb frekvenciát használni,
- nagy kapacitásúak, általában több, mint 100 Mbit/s csatlakoztatásával.

Ez utóbbiak még többnyire fejlesztési projektek.

A többpont jellel miatt fontos szerepe van az alkalmazott többszörös hozzáféréseknek, amely lehet:

- időosztású (TDM/TDMA), amely általában igény szerint osztja meg a kapacitást a felhasználók között (DAMA üzemmód). Ez a leggyakrabban alkalmazott hozzáférési mód a központi állomáson csak egy modemet igényel és további előnye, hogy korszerű változatát alkalmazás a kapacitástígenyek gyors kielégítésére, a csomagkapcsolt átvitel támogatására is,
- frekvenciaosztású (FDMA) rendszereket kis és közepes kapacitástú átvitelre egyaránt használják, de főként kis kapacitástú, vonalkapcsolt forgalomra nyújtanak jó megoldást,
- kódosztású (CDMA) megoldás jól illeszkedik a statisztikai multiplexeléshez, azonban megtehetősen bonyolult és a nagymértékű sávfigyelés miatt, amely az alacsony és közepes kapacitástú rendszerekben kevésbé indokolható, elterjedése kétséges.

A pont-többpont rádiórelékre potenciálisan nagy szerep várhat a szélessávú hozzáférési hálózatokban. A szélessávú pont-többpont (P-MP) rádiórelék háttere kettős. Ezek a szélessávú hozzáférési hálózatok (Broadband Wireless Access-BWA) egyrészt a mikrohullámú és milliméteres hullámú műsorrelosztó rendszerekhez kapcsolódnak, másrészt a jelenleg is alkalmazott keskenysávú pont-többpont rádiórelék olyan továbbfejlesztett változatai, amelyek jellemzője a nagyobb átviteli kapacitás és a magasabb működési frekvencia. A technológia szoros kapcsolatban áll a műsorosztás elosztóhálózataival és a digitális műsorosztással, illetve elosztással és a vezetéknélküli adatátvitelre egyaránt szélessávú platformot kínál. (LMDS: Local Multipoint Distribution System, Európában MWS: Multimedia Wireless System). Az eddigi kísérleti rendszerekben digitális műsorosztást és internethozzáférést valósítottak meg.

Bár a pont-többpont rádiórelék és műsorrelosztás feladataira több frekvenciásáv (3,5 GHz, 26 GHz) használható, de a 3,5 GHz-es sáv szűkössége miatt szélessávú szolgáltatásra kevésbé lesz alkalmas. A jövő szélessávú szolgáltatásai (MWS) számára Európában 40 GHz körüli jélelték ki spektrumot és fontolóra vették a 32 GHz körüli sáv alkalmazását is.

A korábbi LMDS a tv-adások elosztására szolgáló (egyirányú) rendszerekből fejlődött ki,

Itt számos implementációban jelenleg is egyik fő funkciójának tekintik az egyirányú műsor-
 oigátartást, de a BWA célkitűzése szerint már teljes értékű szélessávú hálózatnak tekinthető,
 ol a visszirányú (a központ felé irányuló – upstream) kapcsolat többféle módon valósítható
 eg. Eredetileg felvetődött egy keskenysávú visszirányú csatorna (akár PSTN) alkalmazása is,
 ilonösen az olcsó lakossági szolgáltatásban, azonban a professzionális megoldás a rend-
 ertebe integrált mikrohullámú visszirányú csatorna, a szükséges átviteli kapacitással. A műsor-
 osztó funkcióval kapcsolatban a felhasználó felé a DVB/MPEG protokollt javasolták, ez közös
 atformot jelent a digitális tv és internetátvitellel. Míg a keskenysávú P-MP rendszerekben
 DMA, TDMA és CDMA többszörös hozzáférést egyaránt alkalmaznak, az üzleti célú széles-
 sávú felhasználásokban a TDMA felületi vezetéknélküli ATM (WATM) protokollokat javasolták.
 szélessávú megoldásban a szektoronként elérhető kapacitás akár 100 Mbit/s is lehet;
 milliméteres hullámú sáv miatt földfelszíni összeköttetésekben a hatótávolság 5 km-nél
 sebb.

A többpont rádiórelék korábban a szűk piac és kis kapacitás miatt viszonylag költséges meg-
 dásnak számítottak, ezért nem találtak széles körű alkalmazásra. A szélessávú hozzáférés iránti
 ény növekedésével a többpont rádiórelék talán kedvezőbb szerepre számíthatnak. Több
 szágban sikeres frekvencia-aukciokat tartottak ilyen célú alkalmazásokra is, de azért ma még szá-
 os nehézség látható. A nehézségek egy része egy széles körben elfogadott technológia kidol-
 csásához és elfogadáshoz kapcsolható, másrészt viszont a piac elfogadás bizonytalanságában
 állik. Ami a többpont rádiórelé típusú szélessávú hozzáférés (BWA) várható elterjedését illeti, az
 kalmazott technológia következtében viszonylag költséges megoldást jelent, a jelenleg ismert
 itételekkel közvetlen lakossági felhasználása valószínűleg eléggé korlátozott lesz, viszont alkál-
 as lehet (főként városi) üzleti felhasználók szélessávú csatlakoztatására.

Egy további potenciális felhasználási terület a jelenlegi P-MP rendszerekhez hasonlóan az
 yeb célás mobilrendszerek elosztóhálózataiban a bázisállomások kiszolgálása lehet. A vár-
 atban viszonylag sűrűn elhelyezkedő és nagy forgalmú haramadik generációs (pl. UMTS) mo-
 il bázisállomások ellátása szélessávú többpont rádiórelékkel kézenfekvő megoldásnak tűnik.

ZTRATOSZFERIKUS RENDSZEREK

többpont rádiórelé-technika alkalmazási területeinek és súlyának növekedését jelentheti, ha
 sztratoszferikus rendszerek fejlesztése és üzembe állítása sikerrel jár. A sztratoszferikus rend-
 ersedben olyan bázisállomást alkalmaznak, amelyek a földfelszín felett mintegy 16–22 km ma-
 asságban, a földfelszínhez képest közel állandó pozícióban helyezkedik el. Ez az elrendezés
 agyobb hatótávolságú, nagyobb elevációs szöglet és jó lefedettségűt ígér, sok szempontból
 gyésíti a földfelszíni és műholdas rendszerek előnyös tulajdonságait, azok hátrányait nélkül.
 z ellátható terület lényegesen megnövekszik, átmérője akár 100 km-nél is nagyobb lehet és
 rendszer szélessávú hozzáférést tesz lehetővé egy teljes nagyváros és környezete számára.
 z elrendezés a geostacionárius jellegűt ötözhöz a kis magasságból következő kis késleltetés-
 l, és átviteli kapacitása az előzetes adatok szerint 10–100 Gbit/s lehet.

A sztratoszferikus hozzáférést intenzíven fejlesztik, a stabilizált pozíciójú hordozóként léghajót,
 etve szűk pályán keringő speciális repülőgépet javasoltak. Mindeket megoldásra vannak biztató
 sérteti eredmények, de a megbízható megvalósítás még sok erőfeszítést igényel és az üzleti mo-
 ellben is sok a bizonytalanság. A sztratoszferikus többpont rádiórelék elvileg mind a nagy forgalmú
 zleti felhasználók, mind nagyszámú lakossági felhasználására alkalmas lehet.

A műholdas távközlés (vagy másként űrtávközlés) a negyedik évtizedének vége felé közeledik. Az 1960-as években megvalósított kísérleti összeköttetések, majd az 1965-ös első kereskedelmi átviteli óra a távközlésnek ez az ága egy érett technológia által támogatott sok milliárd dolláros üzleté vált, amely jelenleg a világ távközlési forgalmának jelentős részét hordozza. A kezdeti idők science fictiont idéző hangulatával szemben a műholdas távközlés a távközlési gyakorlat része lett, amely csúcstechnológiájú műholdaktól és nagy forgalmú, komplex földi állomásoktól a háztartások milliőben megtalálható műholdas tv-vevőkig terjed.

Az elmúlt évtizedekben a műholdas távközlési rendszerek két fő területen voltak különösen hatékonyak, ezek egyike a nagy távolságú, közepes kapacitású átvitel (főként sokcsatornás telefonforgalomra és tv- programcsere), másik a műsorszóró program elosztás és a közvetlen műsorszórás. Mindkettő az űrtávközlésnek azt a tulajdonságát használja ki, hogy természetesen módon képes nagy területek ellátására vagy nagy távolságok áthidalására, ezért hosszú időn keresztül a nemzetközi és interkontinentális összeköttetések leghatékonyabb módját jelentette. A széles területi lefedésen kívüli a kiváló megbízhatóság és a folyamatosan javuló átviteli minőség is elősegítette ezeket az alkalmazásokat. A szűkös mikrohullámú frekvenciateromány korlátozó hatását több antenanyaláb alkalmazásával és a frekvenciák többszörös felhasználásával enyhítették. Amennyiben az alkalmazott antenanyalábok földrajzilag jól elhelyezkednek, a rendelkezésre álló frekvenciásávot ismételten fel lehet használni. A többszörös frekvencia-felhasználásra további lehetőséget kínál az ortogonális polarizáció kihasználása. A geostacionárius műholdak esetében az ortogonális polarizációjú jelek között jó elválasztás biztosítható, és így két, független átviteli csatorna valósítható meg.

A műholdas átvitel költséges megoldás, ebben a korai időszakban ennek költségét csak a professzionális gerinchálózat vagy a sok felhasználót közvetlenül kiszolgáló műsorszórás volt képes elviselni. Bár a technológiai fejlődéssel, a digitális technikaelterjedésével a költségek folyamatosan csökkentek, korábban a távközlés egyéb szegmensét a műholdas távközlés csak kismértékben érintette.

A műholdas távközlés a mikrohullámú átvitel egyik formája, amely műholdfedélzeten elhelyezett ismételőállomást is felhasznál. Az itt alkalmazott műholdak többnyire geostacionárius (GEO) pályán helyezkednek el. Bár az utóbbi években részben a mobiltelefónia, részben éppen az adatátvitel és a szélessávú szolgáltatások kapcsán sok szó esett az alacsony pályás (LEO és MEO) műholdakról és az ilyen műholdakat alkalmazó globális rendszerekről, elsősorban a geostacionárius pályán lévő (GEO) műholdak alkalmazását fogjuk vizsgálni. Ennek indoka az, hogy jelenleg a geostacionárius műholdak alkalmazása sokkal kiterjedtebb, mint az alacsony pályás rendszereké. Az első fázisban tervezett LEO és MEO rendszerek csak keskenysávú átvitelt támogatnak, és jelenleg már látszik, hogy a nagy költségek és a piac kedvezőtlen reakciója között néhány további is a LEO vagy MEO megoldásra kíván támaszkodni, míg más fejlesztési műholdas rendszerek nem vetették el, a fejlesztés alatt álló szélessávú műholdas platformok vetkésében üzleti szempontból kétségesek. Ugyanakkor azonban távolról az alacsony pályás műholdas rendszerek nem vetették el, a fejlesztés alatt álló szélessávú műholdas platformok közül néhány további is a LEO vagy MEO megoldásra kíván támaszkodni, míg más fejlesztési műholdas rendszerek kiépítését vetették fontolóra.

A műholdas távközlés gerinchálózati alkalmazása több mint harminc éves múltira tekinthet vissza, és a jól bevált FDMA és TDMA rendszerek jelenleg a távolsági, nemzetközi és interkonti-

entális forgalom jelentős hányadát hordozzák. A fénnyvezetős rendszerek rohamos terjedése a műholdas forgalom részaránya a gerinchálózatban kétségkívül csökken, de még hosszú éig versenyképessé megoldásnak bizonyul.

A műholdas vonalak megbízhatósága jó, és pontosan tervezhető, korszerű módszereket igazoltak ki arra, hogy a műholdas összeköttetések hibáarányát csökkentse és akár a földfel-
 ni vonalakkal egyenértékű BER értéket biztosítsanak. A már hagyományosan tekinthető
 mikrohullámú sáv (C és Ku sáv) mellett a milliméteres hullámú (Ka) sávban számos új rendszert
 szdeményeztek, amelyek elsősorban szélessávú szolgáltatásokat kívánának nyújtani, a földfel-
 ni ATM és IP hálózatokhoz kapcsolódva. A Ka sávban széles frekvenciasávot jelöltek ki a nagy
 sebességű adatátviteli hálózatok számára, és ez potenciálisan lehetőséget nyújt arra, hogy
 idvező tulajdonságú, nagy kapacitású hozzáférési hálózatokat létesítsenek földrajzilag távoli
 egy egyéb okból nem kielégítő földfelszíni infrastruktúrával rendelkező felhasználók számára.
 zekkel a hálózatokkal a különféle szolgáltatások széles körét célozzák meg, amelyekben
 tenciálisan a szélessávú (nagy sebességű) alkalmazások nagy súllyal szerepelnek.

GEOSTATIONÁRIUS RENDSZEREK

részletes vizsgálat előtt célszerű röviden áttekinteni azokat a sajátosságokat és korlátokat, ame-
 lket az űrtávközlés alkalmazása során figyelembe kell venni. Az előnyök és korlátok egyik cso-
 rta a technológia vezetéknélküli (rádiós) jellegéből következik, ezeket korábban már tárgyaltuk.
 zésbe minden rádiókommunikációs rendszerben fennállnak, ezeket korábban már tárgyaltuk.
 Az űrtávközlés jellegzetességeinek másik, specifikus csoportja egyértelműen abból szá-
 razik, hogy az űrtávközlés során az információátviteli műholdas állomások közvetítésével
 egy végbe. A GEO műholdak alkalmazása lehetővé teszi nagy területek lefedését és nagy
 ivolságok közvetlen áthidalását, akár közvetlen interkontinentális összeköttetések létesítését,
 s azt vonja maga után, hogy az átvitelhez szükséges műszaki erőforrások és a költségek
 kommunikáció felek földrajzi távolságától gyakorlatilag függetlenek. A korlátozott tényező
 műholdas szakszagon fellépő nagy szakaszcsatlápitás és terjedési késleltetés jelenl, ez különleges
 műszaki és rendszertechnikai megoldások alkalmazását teszi szükségessé aminek komoly
 következményei vannak a megvalósítás és működtetés költségeiben.

A műhold átviteli kapacitása jelentősen megnövelhető a többszörös frekvenciakihasz-
 álással. Amennyiben az alkalmazott antenanyalábok földrajzilag jól elkülönülnek, a rendke-
 szre álló frekvenciasávot ismételten fel lehet használni. A többszörös frekvenciafelhasználásra
 vábbi lehetőséget kínál az ortogonális polarizáció kihasználása. A geostationárius műholdak
 setében az ortogonális polarizációjú jelek között jó elválasztás biztosítható, és így két, gyakor-
 tilag független átviteli csatorna valósítható meg.

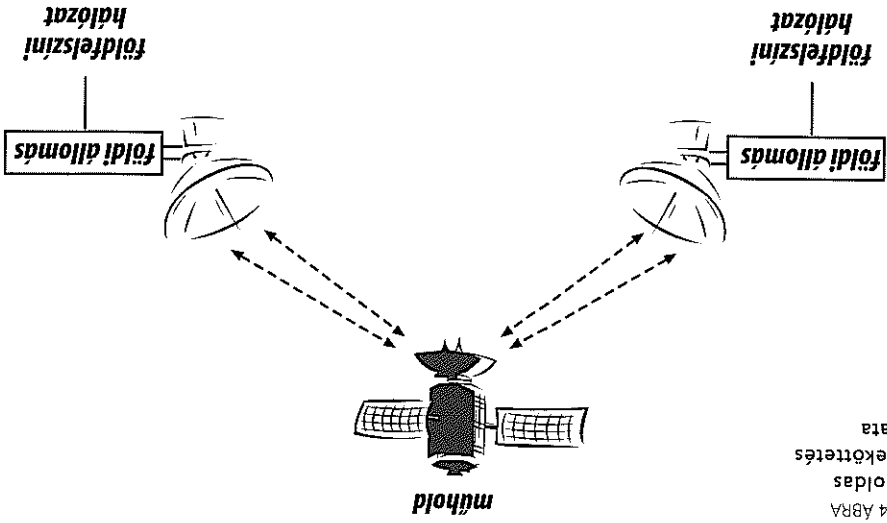
A geostationárius rendszerek alkalmazása során problémát jelent a nagy terjedési késleltetés.
 nek az az oka, hogy két földfelszíni pont között úgy teremtenek távközlési összeköttetést,
 egy egy kb. 35 800 km (a föld sugara 6,5-szeresének megfelelő) távolságban lévő ájtátszó-
 omást használnak fel. A GEO műhold és egy hozzá kapcsolódó földi állomás közötti távolság
 5 786 km és 41 869 km között lehet, ennek megfelelően egyetlen műholdföldi állomás
 zaksz késleltetése 120 ms és 140 ms között van, vagyis két földfelszíni pont közötti egyirányú
 nalon a terjedési késleltetés 240-280 ms nagyságú.

Miután sok adatátviteli protokollt és ezek között a különösen fontos TCP protokollt föld-
 iszín, kis késleltetésű és nagyon kis hibarányú hálózatokhoz fejlesztették ki, ezért ezek a
 műholdas csatorna nagyon eltérő körülményei között kedvezőtlenül működhetnek a nagy



terjedési késleltetés és az esetenként fellépő nagyobb hibarány miatt. A TCP protokoll kedvé-
zöten viselkedésének kiküszöbölésére széles körű vizsgálatokat végeztek és több hatékony
megoldást dolgoztak ki, amelyekkel a TCP/IP biztonságga alkaalmazható a műholdas csatorná-
ban is. A késleltetés következményei ellenére jelenleg még mindig úgy tűnik, hogy a nagy mű-
holdtávolságból származó hátrányokat a műhold rögzített helyzete messzemenően ellensu-
lyozza. A többi között a geostacionárius műholdak teszik lehetővé, hogy az állandó helyű
földi állomások irányított antennáikat használják, jelentősen javítva ezáltal az összekötteté-
sek jel-zaj viszonyát, illetve hibarányát és csökkentve az interferencia által okozott terhelést.
A geostacionárius megoldás mellett szól az, hogy az itt alkaalmazott technológiát kiforrott
és érett, költségveté-
s nem utolsósorban lehetővé teszi a regionális meg-
oldások támogatását; mindez a rendszerek nagyságrendileg kisebb beruházási költségeit
eredményezi. A geostacionárius rendszerek alkaalmazása a műholdas műsorszórás és a VSAT
technika tapasztalatait felhasználva folyamatos migrációt tesz lehetővé a műholdas IP alapú
szolgáltatások irányába.

A vizsgált műholdas rendszerek két földfelszíni állomás között egy műholdas ismétlő-
állomás segítségével hozzák létre a távközlési kapcsolatot (l. a 4.3.2.4 ábra). Egy ilyen műholdas
távközlési összeköttetésben felmenő (uplink) és lemenő összeköttetések (downlink) vannak.
A geostacionárius műholdak fedélzeti rendszerei általában átátzó (ún. visszafordító = bent pipe)
működést valósítanak meg; ez a rendszer a műhold fedélzetén csak a jelet erősíti és a meg-
felelő antennára juttatja, valamint a működési frekvenciát transzponálja. Az átvitel szempont-
jából a transzponder egy adott sávviselőségű és meghatározott késleltetésű fizikai csatormát
jelent. A GEO műholdak új generációjának fedélzetén már sokszor alapsávi jelfeldolgozást is
végrehaítanak, ez a jelfeldolgozás jelregenerálást, forgalomirányítást és magasab-
b rétegeket is érintő műveleteket foglal magában. A korszerű geostacionárius műholdak általá-
ban nagyszámú, nagy teljesítményű transzponderrel rendelkeznek. Az egyszerű műholdas
rendszer átviteli útja egyszerű, bár a fedélzeti frekvenciáttranszponálást és jelerősítést hajta-
nak végre, de a jelet nem változtatják, lényegében egy állandó és transzparens átviteli utat
biztosítanak a végpontok között. Ez a műholdas rendszer rugalmatlaná teszi, és azt sem biz-
tosítja, hogy a rendelkezésre álló teljesítményt az igényeknek megfelelően átirányítsa.



4.3.2.4 ÁBRA
Műholdas
összeköttetés
vázlata

A műholdas csatornában alkalmazott másik FEC technika egy speciális blokk-kódolás (Reed-Solomon kódolás), amely viszonylag kis bitsebesség-növekedés árán a bithibákat csak nem teljesen kiküszöböli. Mivel a Reed-Solomon kódolás akkor hatékony, ha már a bementi hibarány is elég jó, a műholdas csatornában a Reed-Solomon kódolót és a konvolúciós kódolót láncba kapcsolva szokták alkalmazni, ahol a "külső kódolást" a Reed-Solomon kódolás, a "belső kódolást" a konvolúciós kódolás jelenti, a bitösszeefüztést pedig a két kódoló között alkalmazzák. Az ismertetett összetett kódolási séma már igen kis jel-zaj viszony fellett a földfelszíni vonalakkal összemérhető bit-hibarányok (10^{-8} – 10^{-11}) elérését teszi lehetővé.

A műholdas adatátvitel adatszórászt, pont-többpont átvitelt valósít meg. Az adás természetesen legfeljebb az ellátási területen lévő összes vevőhöz irányul, ha ezek mind képesek a vételre, ez a műsorszóró (broadcast), illetve adatok továbbítása esetén az adatszóró üzemmód. A MAC réteg eljárásainak és protokolljainak megfelelő kialakításával, alkalmas kódolási módszerekkel és titkosítási eljárásokkal biztosítani lehet azt, hogy egy specifikus adás (üzenet) csak egyetlen felhasználóhoz jusson el (unicast) vagy a felhasználók egy csoportja által legyen vehető (többesküldés = multicast). Különösen az adatszórás és multicast üzemmódok esetében lehet hasznos a műholdas átvitel, ezek ugyanis vezetékes hálózaton csak körülményesen valósíthatók meg.

A műholdas távközlésben a fizikai megvalósítás szempontjából kiemelt jelentőségű van a műholdas szakasz mikrohullámú adó-, illetve vevőállomásoknak, a földi állomásoknak. A földi állomások rádiófrekvenciás része magában foglalja az antennát, a mikrohullámú és középfrekvenciás egységeket mind az adó-, mind a vevőágban. A műholdas műsorszórásban egyirányú átvitelre széles körben használnak olyan földi állomásokat is, amelyek csak vételi ágat tartalmaznak.

A részletes vizsgálat azt mutatja, hogy az adófunkciók megvalósítása sokkal nagyobb műszaki bonyolultságot és költségesebb megoldást igényel, mint a vevőfunkciók. Ez elsősorban azzal függ össze, hogy a szükséges adóteljesítmény előállításba jövő mikrohullámú, illetve milliméteres hullámú frekvenciákban fejlett technológiát és költségesebb felvezető eszközöket igényel. A földi állomások által kisugárzott teljesítmény és a berendezések költsége erősen függ az átvitt sávselektességtől és ez a körülmény megnehezíti, illetve erősen korlátozza a nagyobb sávselektességek átvitelét. A vevőágban viszont a mikrohullámú vevők, illetve azok egyik kritikus eleme, a kis zajú előerősítő a felvezető-technika fejlődésével egyszerűbb, kompaktabb és olcsóbb egységgé vált. Hozzájárult ehhez az is, hogy az előerősítők, illetve vevőkonverterek tömegtermékké váltak és így áruk számottevően csökkent.

A műholdas összeköttetésekben alkalmazott eszközök (különösen a javítás számára hozzáférhetetlen műholdak) nagy megbízhatóságúak és a műholdas távközlési rendszerek általában folyamatosan felügyelt és menedzselt rendszerek.

A geostacionárius rendszerek frekvenciájai az alábbiak:

- C-sáv (4 GHz felele, 6 GHz felele),
- Ku-sáv (11/12 GHz felele, 14 GHz felele),
- Ka-sáv (20 GHz felele, 30 GHz felele).

Ami a többszörös hozzáférést illeti, a gerinchálózatokban használt nagy rendszerekben kizárólag FDMA és TDMA hozzáférés jön számításba. Az FDMA rendszerek közül korábban kiterjedten alkalmazták az SCPC rendszert, amely minden átvendő csatornához rendelt egy frekvenciasávot (ún. „vívót”, később azonban az MCPC sokkal elterjedtebb lett. Az MCPC rendszerben különböző sebességű (többnyire multiplexált) adatfolyamokhoz rendelnek vívókat. A legelterjedtebb rendszerben a vívók sebessége 64 kbit/s és 45 Mbit/s között lehet. Az FDMA rendszerek akkor használhatók jól, ha kevesebb, viszonylag nagy forgalmú összeköttetést kívánnak létesíteni.

A TDMA rendszerekben a földi állomások adása és vételle számára időreszek vannak kijelölve, a földi állomások csupán a számukra kijelölt időreszekben adhatnak. A gerinchálózatokban használt tipikus TDMA rendszer mintegy 120 Mbit/s összkapacitással. TDMA üzemmódban az időzítés nagyon fontos szerepet játszik, már egyetlen földi állomás képes a rendszerben variálni. Ennek megfelelően a TDMA rendszerben a forgalmat bonyolított földi állomásokon kívüli referenciállomások is vannak, ezek feladata a szinkronizáló jelek adása, a hálózat szinkronizálásának biztosítása.

Az időzítés tehát kritikus kérdés, ezzel szemben a TDMA rendszer számos előnyös tulajdonsággal rendelkezik, amelyek alkalmazását vonzóvá teszik. Ezek közül elsősorban azt emeljük ki, hogy az időreszek kiosztása könnyen megvalósítható, tehát az egyes földi állomások számára hozzáférhető kapacitás rugalmasan változtatható. Az időresz-kiosztási terv a rendszeren át továbbítható és a módosítás könnyen végrehajtható. A rendszer segítségével egy állomás nagyszámú ellenállomással tud kapcsolatot teremteni. A konnektivitás még tovább növelhető, ha több transzponder használunk fel és transzponder-ugratást is alkalmazunk. A TDMA továbbá előnye, hogy az FDMA-nál kevésbé szigorú követelményeket támaszt az addokban alkalmazott nagyszámú erőforrás lineáritásával kapcsolatban.

A TDMA rendszereket előszeretettel használják a VSAT rendszerekben is.

VSAT RENDSZEREK

A VSAT (Very Small Aperture Terminal) olyan kisméretű (0,6–2,4 m átmértékű) antennával rendelkező földi állomás, amelyet a felhasználó telephelyén helyeznek el. Az ilyen állomásokat felhasználó műholdas rendszerek VSAT hálózatoknak nevezik. A VSAT hálózat hozzáférései hálózatban működhetnek.

Az információtovábbítás jellegét tekintve a VSAT rendszerek két alapvető csoportra oszthatók fel. Az egyik csoportot az egyirányú, műsorszóró (broadcast, datacast) jellegű VSAT rendszerek képezik, amelyek a felhasználók meghatározott csoportja számára speciális program (adatok, beszéd és zene, képi információ) továbbítását végzik egy központi állomástól a vevő VSAT állomások felé. Technikailag ez a típus közeli rokonságban van a jól ismert műholdas műsorszóró rendszerekkel, azoktól főként az átvitt információ jellegét és felhasználási körét tekintve különbözik. A VSAT hálózatokban az esetben a központi állomásból, a műholdas szegmensből és a VSAT állomásokból áll. A központi állomás funkciója itt az, hogy kiszugározza a programot képező információt (többnyire adatokat) beleértve a különféle járulékos információkat (pl. a vételre jogosult vevőállomások vagy állomáscsoportok címét). A transzponder átlátszó csatornáként továbbítja a programot. A vevő VSAT állomások veszik, lekeverik, demodulálják és dekódolják a programot, és azt a felhasználói interfészre továbbítják. A program adása lehet címzés nélküli vagy címzett, az utóbbi esetben sokszor még az információ kódolásával biztosítják, hogy az információt csak a jogosult felhasználó vehesse. A kezdeti időszakban a VSAT alkalmazások többsége ilyen volt, de részarányuk és viszonylagos jelentőségük az utóbbi időben csökkenőben van.

A másik csoportot a kétirányú VSAT összeköttetések alkotják, amelyek valódi távközlési kapcsolatot, nyújtást, visszajelzést vagy akár interaktív kapcsolatot is lehetővé tesznek. Az utóbbi évek nemzeti tapasztalatokkal alátámasztott tendje szerint a korszerű, fejlett VSAT rendszerek ebbe a kategóriába tartoznak. A továbbiakban a kétirányú VSAT összeköttetéseket vizsgáljuk meg részletesebben.



**központi
állomás**



٧٢٢/٢٤١

A kétirányú VSAT adatátviteli rendszerek felépítésüket tekintve egy központi földi állomás (hub állomás) köré vannak szervezve, ez a hub állomás áll kapcsolatban a nagyszámú, kisméretű földi állomással. A hub állomás egyrészt a távközlési fogalmat bonyolítja le, másrészt a hálózati vezérlési feladatokat látja el. Ami a hálózati topológiáját illeti, a pont-többpont kapcsolat csillaghálózati kialakítást indokolja, ahol az elnevezésnek megfelelően a központi (hub) állomás van a csillag középpontjában. Valóban, a kezdeti időben a VSAT hálózatokban kizárólag ezt a topológiát alkalmazták mind a távközlési fogalomban, mind a vezérlési funkciókat tekintve. Ameddig a hálózati fogalma olyan, hogy a hub állomáshoz egy (vagy esetleg több) központi felhasználó vagy távközlési kapu (gateway) kapcsolódik, a csillagelrendezés jól illeszkedik a fogalmi igényekhez is. Az alkalmazások egy részében (különösen a beszed-összekötötteseknek) kedvezőbbnek látszik az a megoldás, hogy a VSAT állomások közvetlen fogalmi kapcsolatra lépjenek, ilyenkor a háló (mesh) elrendezést kapjuk. A vezérlés azonban ebben az

A tipikus VSAT hálózat aszimmetrikus felépítésének megfelelően, az adatátviteli technikái megoldása a két irányban, a hub felé (inbound) és a VSAT terminál felé (outbound) különböző, a rendelkezésre álló műholdas csatornát (ami általában a transzponder sáv szélességének csak kis része) megosztják a két irány között, tehát az inbound és outbound forgalom különböző részvokokban bonyolódik. A műholdas összeköttetésben a két irány szervezését, a protokollokat úgy kell kialakítani, hogy a kívánt átviteli kapacitás (átviteli sebesség) elérhető legyen. Bár az egyes rendszerek sebességüket, modulációjukat és adási formátumukat tekintve különbözhetnek, a hub állomástól a VSAT állomás felé irányuló forgalmat időosztású (TDM) technikával bonyolítják le. A hub állomáson az adatcsomagokat TDM keretbe multiplexálják és kiusgátrozzák. A VSAT állomások a számukra kijelölt időréssben vesznek. A keret a VSAT állomások számára szinkronizáló jelet is tartalmaz. Ez olyan speciális jel sorozat, amely még nagyon kedvezőtlen hibarány esetén is biztosítja a szinkronizálást. A TDM keretben lévő információ tartalmaz címzést is, ez teszi lehetővé a szelektív vételt.

Lényegesen nagyobb változatosságot mutat a hub felé irányuló forgalom, itt különféle, többszörös hozzáférési technikákat találunk. A legelterjedtebb a TDM/TDMA rendszer, ahol a tömeges adatátvitelre fix kijelölésű vagy DAMA/TDMA hozzáférést alkalmaznak, a rövid idejű, időközszüneten megjelenő forgalomra pedig valamelyik Aloha hozzáférést alkalmazzzák, mégpedig oly módon, hogy a kijelölt csatornákat (a fix kijelölésű csatornák számát) a forgalmi igényeknek megfelelően dinamikusan változtatják. DAMA/TDMA esetén a földi állomás időrést (csatornát) kér a hubtól, és az adattovábbítást a kijelölt időréssben vagy időrésekben végzi. Ez az adaptív jellegű megközelítés különböző és időben változó forgalmi igények esetében is a rendszer jó kihasználását és kedvező válaszidők elérését teszi lehetővé, bár a tényleges adattovábbítást megelőző csatornákijelölés további 0,5 s nagyságú késleltetést jelent.

A VSAT hálózatok fő elemei központi (hub) állomás, amelyhez RF berendezések, digitális alapsávi berendezések, valamint hálózatfelügyeleti (menedzsment) rendszer kapcsolódik. Az üzembiztonság, illetve a megbízhatóság fokozására a hub állomásban minden fontos al-rendszerre és egységre kiterjedő tartalékolást alkalmaznak. A VSAT hálózatok elterjedését elősegítette az a megoldás, hogy több független (virtuális) felhasználói hálózat az ürszegen, mens erőforrásait és a hub állomás berendezéseinek jelentős részét közösen használja, és így módon ezek költségeit megosztja. Így alakultak ki a megosztott hub állomást (shared hub) vagy más néven közös hub állomást felhasználó VSAT rendszerek. A felhasználó szempontjából ezek a rendszerek (virtuális) önálló hálózatok. A VSAT állomások tipikusan kisméretű antennából, az RF berendezéseket magában foglaló külső egységből és a belső egységből állnak. A belső és külső egység között 200-300 m összekötő kábel lehet, a két egység ennek megfelelően távolítható el egymástól. A tápellátást általában az összekötő kábellel valóstítják meg, a külső egység külön tápellátást nem igényel, a tápegység a belső egységen van. A VSAT állomások minimális helyi felügyelettel vagy felügyelet nélkül is működtethetők, és helyileg az állomás csak minimális diagnosztikai lehetőséggel van ellátva. A VSAT állomások állapotának és működésének felügyeletét a központi állomásnál ismertett felügyeleti rendszer látja el.

A VSAT hálózatban a közvetlen adatforgalom a hub állomás és a VSAT állomások között jön létre, ez nagyon sok esetben megfelel a tényleges távközlési igénynek, például amikor a hub állomást a vállalati központ vagy bankközpont közelébe telepitik. A VSAT állomások között nincsen közvetlen összeköttetés, a VSAT állomások a hub állomás közvetítésével, kétszerezes műholdas összeköttetéssel tudnak egymással kapcsolatba lépni.

A tipikus bitsebesség inbound irányban általában 64 kbit/s vagy annál kisebb, de néha 96 kbit/s vagy 128 kbit/s bitsebességet is használnak. A felhasználói portok száma 4-től egészen 30-ig terjedhet, sokszor opcionális bővítheti lehetőséggel. A VSAT hálózatok elsősorban adatátviteli célokra szolgálnak, és támogatják az adatátvitelben szokásos protokollokat. A VSAT hálózatok a költséges ürszolgáltatás miatt viszonylag drága megoldást kínálnak, amelyet csak üzleti felhasználók tudnak megfizetni. A VSAT hálózatok tipikus alkalmazása az üzleti célú magánhálózat, például olyan esetben, amikor több telephelyet kell összekapcsolni egy központi állomással (pl. a vállalat központtal). A nagy megbízhatóságú és zárt hálózat pl. bankok, áruházirodák, biztosítók, fogadóirodák vagy más, sok telephellyel rendelkező vállalkozás vagy intézmény számára jól használható, de adminisztratív célokra is alkalmas. Az utóbbi időszak fejleménye, hogy a VSAT hálózattal távoli felhasználóknak internet-hozzáférést biztosítanak, de a költségek elégé korlátozzák a felhasználók körét.

DVB/MPEG MŰHOLDAS HOZZÁFÉRÉS, INTERAKTÍV DBS

A műholdas hozzáférés másik területe, amely legközelebb áll a szélesebb körű elterjedéshez, a DVB (Digital Video Broadcast) technikán alapszik. A geostacionárius műholdak igen elterjedt alkalmazása a műsorrelosztás és műsorszórás, amelyben a korábban kizárólagos analóg átvitel mellett az utóbbi időben rohamosan terjed a digitális átvitel, amely a műhold-transzponderek sokkal hatékonyabb kihasználását teszi lehetővé.

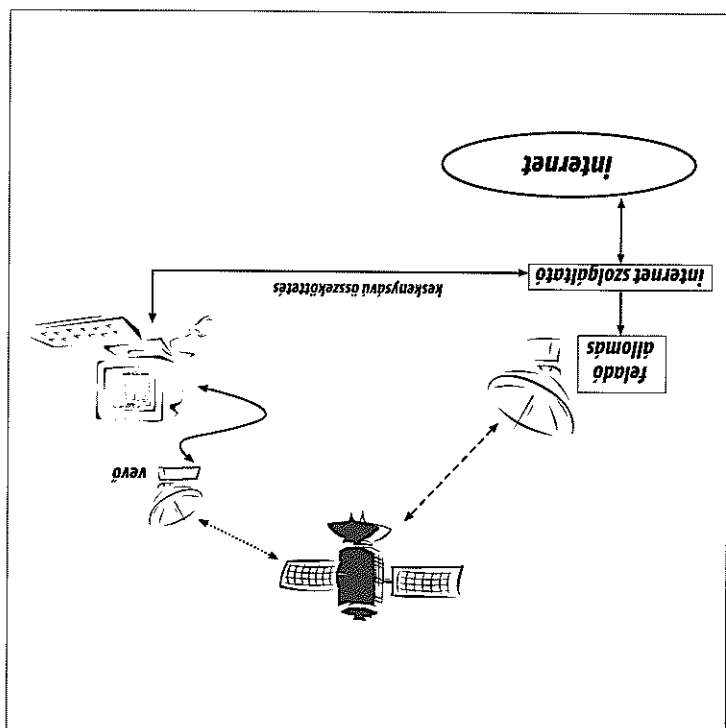
A DBS (Direct Broadcast Satellite) műholdak transzponderei nagy teljesítményű fedélzeti adókkal rendelkeznek, így elegendően nagy térerősséget biztosítanak ahhoz, hogy kisméretű vevővel lehessen az RF vételt megvalósítani. Mivel a DBS műholdak elterjedése következtében a vevő blokkok és antennák tömegtermékek, ugyanezeket a ku-sávú mikrohullámú, illetve RF egységeket az adatátvitel során is előnyösen lehet felhasználni. A DBS típusú megoldások a kezdeti időszakban nem szabványos, egyedi formátumokat használtak az IF alatti adatkapcsolat, illetve fizikai rétegben, de az MPEG-2-re alapozott DVB protokoll szabványosítása és széles körű elfogadottsága új lehetőségeket kínál. Az MPEG-2/DVB a digitális TV és audio-műsorszórás európai szabványa, amelyet világsszerte egyre többen alkalmaznak.

Mivel a DVB eredetileg csak egyirányú átvitelt, műsorszóró típusú alkalmazásokat támogatott, a TCP/IP vagy egyéb IP alapú működés során szükségessé vált egy visszirányú csatorna létezése, amelyet többféle földfelszíni médiumon lehet megvalósítani. A visszirányú csatorna lehetővé teszi az interaktív működést, ezért ezt a működési módot gyakran interaktív DBS-nek (IDBS) nevezik.

Az IDBS adatátviteli alkalmazás egyszerűsített sémáját a 4.3.2.6 ábrán vázoljuk fel. Az internet csatlakozási ponthoz (pl. az ISP szerveréhez) egy műholdas feladó állomás kapcsolódik, ez hasonló a műsorszórásban alkalmazott feladóállomásokhoz. A DBS műhold a digitális műsorszórásához hasonló technikával sugározza az adattartalmakat is, a visszirányú forgalmat pedig keskenysávú interaktív csatornán bonyolítja le. A szerver irányába az üzenet (pl. információ-kérés) általában a hagyományos földfelszíni hálózaton (pl. PSTN vagy ISDN vonalon) jut el, de természetesen mobiltelefon-összeköttetés is számításba jöhet.

A közelmúlt fejlesztési eredménye, hogy a visszirányú csatornát is egy műholdas csatornával valósítják meg, így végül is a kétirányú aszimmetrikus VSAT rendszer koncepciójához hasonló, de sokkal kedvezőbb költségarányú megoldáshoz jutva. Mivel Európában keskenysávú földfelszíni összeköttetés csaknem mindenütt elérhető, az egyszerűbb hibríd rendszer elegendő megoldást nyújt minden olyan esetben, amikor a (központ felé irányuló) upstream forgalom kismértékű.

A DVB-S műholdas adatátviteli rendszerrel sokkal gyorsabb letöltést tesz lehetővé, ami különösen nagymeretű objektumok átvitelénél fontos. A várható piaci igény reményében több gyártó kezdett olyan számítógépkártyák fejlesztésébe, amelyek segítségével mind a DVB vétel, mind a földfelszíni kapcsolat megvalósítható, tehát az internetkapcsolat kiépíthető és jelenleg már számos gyártó állít elő DVB kártyákat. Miután a felhasználó műholdas tv-vevők megfelelő egységének, az RF egység nem jelent számottevő költséget. A szélessávú, vezeték nélküli hozzáférési megoldások közül a műholdas DVB hozzáférés az, amely már ma közel áll a széles körű alkalmazáshoz. Az egyes felhasználók számára nyújtható átviteli kapacitás hozzávetőleg megegyezik az ADSL lehetőségeivel, tehát például 768 kbit/s downstream és 64 128 kbit/s upstream. A transzponderek véges sávszélessége miatt azonban a kiszolgálható rádiótermeminálók, illetve felhasználók száma egy-egy transzponderre maximum néhány százra tehető. A néhány működő rendszer (pl. DirecPC, skyDSL) ismeretes költségei összevetve tényleg a vezetékes ADSL szolgáltatások árával. Ennek megfelelően a valószínű felhasználói kör megegyezik az ADSL potenciális felhasználóival és így a közeljövőben hasznos kiegészítést jelenthet minden olyan helyen, ahol az ADSL szolgáltatás nem elérhető. Ugyanakkor nem szabad szem elől téveszteni, hogy a szolgáltatató költségei között súlyos



4.3.2.6 ABRA
Műholdas
internet-
hibrid
hozzáférés

tételeként szerepel a szélessávú műholdszegmens bérleti díja és a feladódállomás létesítése, ezért a szélessávú műholdas hozzáférés csak sok ezer előfizető esetén lehet rentábilis.

A geostacionárius műholdaknál említett problémák (késleltetés és csillapítás) kiküszöbölhetők, de legalábbis csökkenthetők az alacsonyabb pályán mozgó műholdak alkalmazásával. Itt alapvetően kettőféle körpályát kell számításba venni: az alacsony pályás (LEO) és a közepes magasságú (MEO) vagy IC(O) pályán mozgó műholdakat, bár bizonyos alkalmazása lehet még az erősen elnyújtott elliptikus pályán (HEO) mozgó műholdaknak is. Az alacsony pálya 700-1400 km, a közepes pálya pedig mintegy 10 000 km földfelszín feletti magasságot jelent.

Míg a késleltetés és a jelelősség szempontjából az alacsonyabb pályák kedvezőek, több olyan tulajdonságuk van, amely az alkalmazást bonyolultabbá teszi. Míg a geostacionárius műholdak a földfelszínről nézve állni látszanak, az alacsonyabb pályás műholdak helyzetüket változtatják, a LEO műholdak 2-3 óra alatt, a MEO műholdak pedig mintegy 6 óra alatt kerülnek meg a Földre, tehát egy földfelszíni pont folyamatos kiszolgálásához számos műhold szükséges. Ennek lényeges következménye, hogy a lokális vagy regionális és a globális szolgáltatás nem választható szét, már egy régió kiszolgálásához is egy teljes műholdflottát kell pályára állítani, ami befektetési és műszaki szempontból egyaránt rendkívül kifizéveszt, egy ilyen rendszer tökélegénye 4-8 milliárd dollár. A fenti alapröblémához még számos műszaki problémajárul (folyamatos kapcsolat biztosítása, miközben egy-egy műhold tíz percenél rövidebb ideig van a földi állomás "látóterében", hibamentes átkapcsolás, a Doppler-hatás kiküszöbölése, esetleg a műholdak közötti közvetlen rádiókapcsolat megvalósítása). Ezek a korszerű technika eszközeivel kezelhetők, de a rendszert költségessé teszik.

Az adatátvitellel alkalmazott kis kapacitású rendszerek után a mobiltelefon lehetőségeit és ellátási területét globálisan kiterjesztő LEO rendszerek kerültek a figyelem középpontjába. Nagy sajtónyilvánosságot kapott az Iridium rendszer 66 aktív műhollal működő mobil hálózata, amely a szolgáltatást 1998 végén kezdte. Ez a fejlemény aláhúzza, hogy egy nagyvonalú vízió megvalósításra bizonyult. Ez a fejlemény aláhúzza, hogy egy nagyvonalú vízió megvalósítása sem biztosítja automatikusan az üzleti sikert, ha nem találkozik a fizetőképesséssel. A közelmúltban kezdte el a szolgáltatást a Globalstar konzorcium 48 műhollal megvalósított globális mobil rendszere, amelynek üzleti sikere vagy sikerrelensége hosszabb időre befolyásolhatja a LEO projektek sorsát.

A LEO műholdak következő generációját a felhasználók közvetlen szélessávú kiszolgálását előzoza meg. A szükséges frekvenciásv csak a magasabb, milliméteres hullámú tartományban áll rendelkezésre, így a rendszerek csaknem mindegyikét ilyen működésre tervezik. A legismertebb kezdeményezés a Teledesic rendszer, amely egy fejlesztési tervszerint 288 aktív műhollal biztosítana a szélessávú, nagysebességű internet-hozzáférést. Ezek a tervek jelenleg még eléggé képkekenyek, a projektek és vállalatok közötti feszültség jelentősen átrendezhetik a színteret, amelyen egyéb technológiák is helyet követhetnek maguknak.

4.3.25 Vezetéknélküli LAN

A vezetéknélküli LAN hálózatokat, a hagyományos vezetékes megoldáshoz hasonlóan, arra a célra fejlesztették ki, hogy a számítógépek közötti összeköttetést biztosítsák. A vezetéknélküli LAN-ok fejlesztését a követlenség, hordozhatóság és mobilitás iránti igény motiválta. Ez az

igény olyan rendszerek fejlesztését tette szükségessé, amelyek a LAN funkciókat egy ellátási területen belül támogatják és helyváltoztatás esetén lehetővé teszik a LAN működését, illetve az összeköttetések fenntartását.

Az alkalmazás jellegéből következik, hogy a vezeték nélküli LAN-ok általában kis területet látnak el, nagy valószínűséggel épített környezetben, többnyire beltéri körülmények között. Ennek következtében az időjárási hatások figyelmen kívül hagyhatók, de annál nagyobb figyelmet kell szentelni a többutas terjedésnek és az ennek következtében megjelenő késleltetésszóródásnak. Ez annál is inkább fontos kérdés, mivel LAN hálózatokban megkövetelt (legalább 1 Mbit/s) átviteli sebesség mellett a fellelő 100-200 ns nagyságú késleltetésszóródás megakadályozhatná a hibamentes átvitelt.

Eredetileg a rugalmas és kötöttség nélküli mentes LAN hálózatok kifejlesztése volt a célja a vezeték nélküli LAN-ok megjelenésének. Mivel ennél a vezeték nélküli megoldásnál a fejlesztés kezdetétől azt tűzték ki célul, hogy a vezetékes LAN-okkal funkcionálisan egyenértékűek legyenek, a szélessávú, vezeték nélküli LAN hálózatok jól felhasználhatók az internet-hozzáférés megvalósítására. A könnyű implementálás és a széles körű használhatóság érdekében, valamint figyelembe véve a kis hatótávolságot, a vezeték nélküli LAN-ok számára jelenleg a nem engedélyköteles 2,4 GHz-es és az erre kijelölt 5 GHz-es frekvenciasávok használhatók.

A helyi hálózatok (LAN-ok) vezeték nélküli kiterjesztése a kilencvenes években kezdődött el. Az erre vonatkozó IEEE 802.11 ajánlást 1997-ben fogadták el, és azóta számos rendszerben megvalósították. Ez a megoldás a 2,4 GHz-es szabadon felhasználható sávban 1, illetve 2 Mbit/s-os cellánkénti átviteli kapacitással rendelkezik, sőt továbbfejlesztett változata ezt a kapacitást 11 Mbit/s-ra növelte. A LAN kiterjesztés koncepciójának megfelelően a hálózatok hatósugara legfeljebb néhány száz méter, de sokszor ennél lényegesen kisebb. Ezek a rendszerek nagyon jól tüntek a többutas terjedést, az interferenciát és első lépésben a hordozható számítástechnikai eszközök (pl. laptopok) flexibilis csatlakoztatását tették lehetővé.

Az IEEE 802.11 háromféle fizikai megvalósítást enged meg:

- a frekvenciaugratásos szóró spektrumú (FHSS),
- a fázisugratásos szóró spektrumú (DSSS) és
- az infravörös (IR) megoldást.

Az FHSS megközelítés 78 különféle frekvenciaugratási sorozat alkalmazását teszi lehetővé, így módon nagy számú rendszer tud egyidejűleg működni ugyanazon a területen. A DSSS rendszer 11 MHz szélességű alsávot és 11 bites kódosorozatot használ. Eredetileg ez a rendszer a kétállapotú, illetve négyállapotú GFSK modulációt használta, majd egy hatékonyabb modulációra áttérve, a sebességet 5,5-szörösére lehetett növelni. A DSSS rendszerben differenciális BPSK, illetve QPSK modulációt alkalmaznak.

Az IEEE 802.11 alapvetően elosztott vezéréssel működik, az adatforgalmi rétegben (MAC) a hibamentes átvitelt a vidozéréskéítés és az ütközésselkerülési mechanizmus biztosítja (CSMA/CA). Az eljárás lényege, hogy a tényleges adatátvitel előtt mind az adni szándékozó állomás, mind a célállomás figyelmeztető üzenetet ad és így minden olyan állomást hallgatóra bírnak, amelyek az adatátvitelt potenciálisan megzavarhatnák, így módon az ütközést elkerülik. Ez a mechanizmus jól támogatja az önszervező ad hoc hálózati működést, de erre támaszkodva központi vezéréstű hálózatok is könnyen kialakíthatók.

A jövő szélessávú igényeinek kielégítésére a befejezéshez közelednek a szabványok a vezeték nélküli LAN rendszerek új generációja számára, amely az 5 GHz-es sávban működik majd. Itt két versengő megoldással kell számolni, az egyik az IEEE 802.11 továbbfejlesztése, a másik az ETSI által kidolgozott HIPERLAN/2 (High Performane Radio LAN). Mind az IEEE

802.11d, mind a HiperLAN/2 ortogonális frekvenciaosztású mutitíplexálást (OFDM) alkalmaz és a maximális kapacitásuk 54 Mbit/s lehet. A két rendszer fizikai rétege nagyon hasonló, csupán kisebb részletekben különböznek, de a közegelézési (MAC) alréteg alapvetően különbözik. Az IEEE rendszerközeg hozzáférése elosztott jellegű, megegyezik a korábbi IEEE 802.11 megoldásokkal, a HiperLAN/2 viszont centralizált vezérlésű. A HiperLAN/2 időosztású duplex (TDD) és dinamikus TDMA rendszerű, az időrések kiosztása a forgalmi igény alapján történik. Végül meg kell említeni, hogy a HiperLAN/2 támogatja az automatikus frekvenciakiválasztást, ez további eszközt jelent az interferencia-zavarok elkerülésére.

Míg a korábbi, IEEE 802.11 szerinti rendszereket számos cég gyártja, a fejlesztés alatt lévő 5 GHz-es rendszerek tényleges megjelenése 2001–2002-ben várható. A vezeték nélküli LAN megoldásokra valószínűleg fontos szerep vár a nagy forgalmú területek (pl. irodapülétek, repülőterek, rendezvények) kiszolgálása terén, és így fontos kiegészítője és esetleg versenytársa lehet az UMTS-nek, a nagyobb cellakapacitás vagy akár a kisebb költségek miatt.

A Bluetooth technológia A Bluetooth (kék fog) egy viking vezér neve volt. A Bluetooth technológiát az IEEE 802.11 szabványból származtaták. Ez a technológia igen kis (minígy 10 m-es) hatósugarú, és ugyancsak a 2,4 GHz-es sávban működik. Ezt a megoldást eredetileg a számítástechnikai eszközök és perifériák vezetéknélküli „összehuzalozására” fejlesztették ki, de jelentősége ezen messze túlnőtt, és az internetkorozak igen széles körben használt és nagyon igéretes hozzáférési technikáját jelenti. A működés frekvenciaugratos, időosztású duplex (FH-CDMA/TDD). A Bluetooth hálózatban maximum nyolc állomás részvételével időlegesen piko-hálózatot alakítanak ki, amely önszervező ad hoc hálózat, és csomagkapcsolt kommunikációt tesz lehetővé, maximum 1 Mbit/s sebességgel.

4.3.26 Mobilítvközleési hálózatok és egyéb hozzáférési rendszerek

A vezeték nélküli hozzáférési rendszerek fontos csoportját képezik azok a hálózatok, illetve rendszerek, amelyek eredetileg a mobiltelefóniahoz kapcsolódtak és az előfizetőnek mobil hozzáférést biztosítanak a korszerű távközleési szolgáltatásokhoz. Ezek a hálózatok általában cellás rendszerek és ma már mindegyik digitális működésű. Bár a legelterjedtebb szolgáltatás még mindig a beszéd, de a szolgáltatási lehetőségek ma már az adatátvitelt is magukban foglalják és ennek súlya folyamatosan növekszik.

A földfelszíni cellás mobilítvközleési hálózat (PLMN = Public Land Mobile Network) biztosítja, hogy az előfizető (pontosabban a mobil állomás) a földfelszínen mozogva hozzáfér a fix távközleési hálózat szolgáltatásaihoz, vagy egy másik mobil-előfizetővel kommunikálhat. A vezeték nélküli rendszerek fontos csoportját alkotják azok a hálózatok, amelyek mobil szolgáltató állomás a rádióösszeköttetést a mobil rendszer bázisállomásain keresztül valósítja meg, ezek körusugrázó vagy szektorusugrázó antennákkal ellátott adó-vevő állomások. A bázisállomások egy-egy földrajzilag körülrható körzetben (cellán) belül biztosítják a rádiókapcsolatot. A cellák átapolódhatnak és lehetőséget nyújt a hálózati bázisállomások elválasztásának. Ha a mobil állomás átép egy körzethatárt, akkor az új körzet bázisállomása átveszi a rádiókapcsolatot az előzőtől, ez a körzetátadás (handoff vagy handover). Az átvitel gyors és úgy bonyolódik le, hogy a folyamatban lévő távközleési kapcsolat nem zavarja meg. A mobilítvközleési rendszerek (elsősorban a GSM) az elmúlt évtben nagyon gyorsan fejlődtek, a technológia és a szolgáltatási lehetőségek gazdagodtak, az előfizetők száma pedig