

# A magyar rádiózás 100 éve

PAP LÁSZLÓ

pap@hit.bme.hu

**A**távoli – tipikusan nem fix hellyel rendelkező – pontok közötti kommunikáció ősi emberi igény, ami természetesen illeszkedik az emberhez, mint társas és gondolkodó lényhez. Történelmi példák igazolják ezt a tényt egészen az őskortól napjainkig. Az információ eljuttatása távol eső pontokra egyaránt szolgálja az emberek személyes kapcsolatteremtési igényét, gazdasági érdekeit, egyéni és csoportos biztonságát, egészségvédelmét, a katasztrófák elhárítását és a mindennapi élet számos egyéb területét.

Az évszázadok során sokféle technikai lehetőséget próbáltak ki, a futárszolgáltatásoktól a füstjeleken át a szemaforos rendszerekig, de számos próbálkozás után az elektromágneses hullámok alkalmazása, a rádiózás teremtette meg azt az univerzális technikai megoldást, amely a vezeték nélküli kommunikációt lehetővé tette.

Mi magyarok büszkén mondhatjuk, hogy már igen korán bekapcsolódtunk ebbe a folyamatba, amely mára életünk természetes részévé vált, s amely nap, mint nap újabb csodákkal lép meg bennünket.

## 1. Technikatörténeti előzmények

A rádiókommunikáció technikai fejlődését a 19. század tudományos eredményei alapozták meg, amikor az elméleti fizika és általában a természettudományok területén alapvetően új és forradalmi eredmények születtek. A rádiótechnika gyakorlati alkalmazását döntően támogatta Heinrich Rudolph Hertz elektromágneses hullámokról szóló, 1884-ban megszületett elmélete, amely ma is a rádiózás közvetlen előzményének tekinthető.

Az elméleti eredményeket a technikai megoldások is igen gyorsan követték. Guglielmo Marconi 1894-ban már olyan vevőantennát készített, amely sikeresen vette néhány méterről a szikratávíró rádiójeleit, a morzejeleket. Lényegében ezzel egy időben fejlesztette ki Alexander Sztepanovics Popov a saját antennáját. Ezután a technológiai fejlesztések rohamosan megindultak. 1898-ban Párizsban már több száz méterre, az Eiffel torony és a Pantheon között létesítettek vezeték nélküli átviteli kapcsolatot, 1899-ben pedig Guglielmo Marconi azzal a szenzációval lepté meg a világot, hogy az USA-ban a nyílt tengerről sikerült közvetítenie egy vitorlásverseny győzteseinek sorrendjét a New York Herald tudósítója számára.

A rádiózás technikai fejlődésébe a hazai szakemberek is korán bekapcsolódtak. Az első hazai szikratávíró

kísérlet 1903-ban indult meg Csepel és Újpest között, amit 1904-ben hasonló kísérlet követett Budapest és Bécs között. 1906. szeptember 1-én pedig a Posta Kísérleti Állomása az Adrián hajtott végre sikeres rádiós átviteli méréseket a fiumei parti állomás és a tengeren mozgó hajók között. Hivatalosan ezen a napon indult meg a magyar rádiózás.

A múlt század tízes éveinek elejére hazánkban is világhosszá vált, hogy a rádiótechnika kialakulásával, és az eszközök fejlődésével (szikratávíró az ívfényadó, majd a gépadó követte) egy új, nagy jelentőségű hírközlő eszköz született, amely forradalmi változásokat hozhat a kommunikáció területén.

Az 1914-ben indult I. Világháború a rádiótechnika fejlődésének további igen nagy lendületet adott. Ebben a folyamatban magyar szakemberek is részt vettek, 1914-ben a magyar hadsereg rendszerbe állított egy akkor igen korszerű katonai és diplomáciai rádióállomást.

## 2. A műsorszórás kezdetei

A technikatörténet az „éterbe” sugárzott műsorszóró rádiózás feltalálójaként Reginald Aubrey Fessenden említi. Ő volt az, aki 1906. karácsonyának estéjén az első „műsorszóró” rádióadást közvetítette a massachusettsi Brant Rock állomásról. A közvetítést a közelben tartózkodó tengeri hajókon is fogni lehetett. Az adásban Fessenden az ‘O Holy Night’ című zenesámot játszotta hegedűn, majd a Bibliából olvasott fel idézeteket.

Más források szerint Nathan Stubblefield, amerikai farmer volt a műsorszórás feltalálója, miszerint Stubblefield továbbított először hangot rádión keresztül egy kentucky-i kisváros, Murray főterén. Stubblefield 1902. január 1-én Murray-ben ezer ember előtt demonstrálta találmányát.

Ha e kezdeti és rendszertelen kísérletektől eltekintünk, a rendszeres műsorszórás a legtöbb európai országban és az Egyesült Államokban is a múlt század húszas éveiben indult.

### A fejlődés kezdeti időszaka

A fejlődésben a világ minden vezető ipari nagyhatalma részt vett, de talán elmondhatjuk, hogy a döntő lépéseket az Egyesült Államokban tették meg. Az USA-ban az I. Világháború során elsősorban a haditengerészet számára készítettek rádiókommunikációs eszközöket, de rohamosan terjedt az amatőr rádiózás is. 1921-ben

az amerikai rádióamatőrök száma elérte az 50 ezret, és ez a szám 1927-re már hétmillióra növekedett.

Hamarosan megjelentek az első műsorszóró adások, és a hallgatói létszám rohamosan növekedett. Ennek bővülésnek a következtében alakult ki a kereskedelmi rádiózás ma is létező modellje, az, hogy a rádióműsorok segítségével igen sok emberhez el lehet jutni, és a rádióhirdetőknek értékesíteni lehet a „hallgatók figyelmét” is.

1925-ben az USA-ban már 578 rádióállomás működött, de a rendezetlen frekvenciagazdálkodás kaotikus helyzetet teremtett, mivel az egyes műsorszóró adók a korlátozások hiányában gyakran azonos frekvenciákat használtak, és ezek azonos frekvenciás interferencián keresztül zavarták egymást. Éppen ennek a helyzetnek a megoldása érdekében 1927-ben elfogadták a Radio Act nevű törvényt, amelyben a világon először szabályozták a frekvenciák odaítélését.

A cél az volt, hogy a rádiós műsorszórás minél gyorsabban terjedjen, minél több helyi rádióadó működjön, ami a gazdaság növekedését és a kereskedelem fejlődését is támogatja. Voltak anyaállomások, ezekhez kapcsolódtak a helyi adások. A műsorok egyszerű versekből, énekekből álltak és általában gramofonról szóltak. A reklámtevékenység mellett már ebben a korai időszakban is a könnyűzenei adások váltak leginkább népszerűvé.

#### A rádiós rendszerek kezdeti alkalmazásai

A rádiós rendszereknek már a korai fejlődési szakaszában kialakultak a legfontosabb alkalmazási területei:

- A *műsorszórás*, amely a világon mindenütt a múlt század húszas éveiben kezdett elterjedni, és már a kezdetekben jelentős volt gazdasági és politikai szerepe,
- A *katonai kommunikáció*, amely már az I. Világháborúban megindult, de az igazi áttörés a II. Világháború időszakában bontakozott ki. A katonai kommunikáció fejlődése azóta is töretlen, ma már egyenesen elektronikus háborúról beszélünk, ami jelentősen épít a rádiótechnika alkalmazására.
- A *diplomáciai kommunikáció*, amely lehetővé tette, hogy a távoli pontokra telepített politikusok és a nemzetközi diplomáciai testületek szereplői kritikus időszakokban is folyamatosan érintkezhessenek egymással.

#### A rádiós műsorszórás kezdeti időszaka a világ különböző országaiban

A múlt század első évtizedeiben a vezeték nélküli műsorszóró rádiózás technikája igen gyorsan fejlődött, folyamatosan nőtt a vételkörzetek mérete, egyre jobb hatásfokú adóantennákat fejlesztettek ki, javult a hangminőség, felgyorsult stúdiótechnikai berendezések fejlődése.

A rádiós műsorszóró rendszerek újabb és újabb frekvenciatartományokat hódítottak meg, megjelentek a rövidhullámú adók, fejlődött a rádióvétel-technika, a fej-

hallgatók, detektoros rádiókészülékeket felváltották a nagyobb teljesítményű elektroncsöves és hangszórós rádiók.

Mint azt korábban említettük, a műsorszórás először az Egyesült Államokban terjedt el tömegesen. Természetesen a fejlődés a világ minden vezető ipari országában elindult, igaz különböző politikai, gazdasági és társadalmi feltételek között. Az Egyesült Királyságban 1922-ben kezdte meg működését a BBC és adásait 1925-ben már az egész országban lehetett venni. Az ő modelljük a kezdetektől fogva példaértékű, mert elkülönült a rádióipar érdekeitől, valamint független volt a kormánytól és annak politikájától is. Legfontosabb célja máig is a színvonalas közcélú nyilvános szolgáltatás, valamint a közönség szórakoztatása és nevelése.

Franciaországban a 20-as évek elején az egész média területén egy alapvető reform kezdődött, amely segítette a rádió műsorszórás elterjedését és függetlené válását a direkt politikai hatásoktól. Az új média, amely a kormánytól független tartományi magánadókkal működött, elsősorban közszolgálati feladatokat látott el, és a 30-as évek elejére nagy tömegeket vonzott, megtörve az írott politikai sajtó hagyományos monopóliumát.

A rádiós műsorszórás legdinamikusabban Németországban fejlődött. Joseph Göbbels, a náci kormány propaganda-minisztere ugyanis hamar felismerte a tömegkommunikáció kiemelkedő politikai lehetőségét és kritikus szerepét. Ezért kidolgozta a rádiós tömegpropaganda korszerű és tudományos elveit, és kialakította annak teljes eszközszerkezetét. Felismerte, hogy a rádiózás elterjesztéséhez olyan olcsó vevőkészülékre van szükség, amit az egyszerű emberek is el tudnak érni. A német műsorszóró adók 28 nyelven sugározták műsoraikat a náci ideológia népszerűsítésére.

Olaszországban Benito Mussolini, mint újságíró jobban kedvelte az írott sajtót, így csak a II. Világháború után került sor a rádiós műsorszóró szolgáltatások elterjedésére.

A Szovjetunióban egészen a 90-es évekig a rádió a politikai hatalom eszköze volt, és a kommunista párt szócsöveként működött. A politikai vezetők a rádiót fentről szabályozott állami szervnek tekintették, melynek fő célja a tudatformálás, az új politika propagálása. Ezt a modellt az 50-es évektől kezdve többé-kevésbé a Kelet-európai, az afrikai és a Dél-amerikai országok is átvették.

A magyarországi műsorszórás története az 1920-as éveknél jóval korábbra nyúlik vissza. 1893. február 15-én ugyanis megkezdte működését Puskás Tivadar Telefon Hírmondója (a műsört telefonvonalon továbbították), ami a világon az első műsorszóró rendszernek tekinthető. A szolgáltatásnak kezdetben mindössze hatvan előfizetője volt, de 1900-ban az adásokat már hétézren hallgatták. A Telefon Hírmondó műsorszervezetében már megjelentek a mai műsortípusok: koncertek, operaelőadások közvetítése, hírműsorok, tőzsdei hírek, divattal és művészettel foglalkozó műsorok, tárcák, nyelvleckék.

Ilyen előzmények után természetes, hogy a rádiós műsorszórás bevezetésével Magyarország sem sokat késlekedett. A Magyar Királyi Posta Rádiókirendeltségének budapesti kísérleti hírszolgálatát 1923. szeptember 28-tól volt hallgatható, hivatalosan pedig 1925. december 1-én avatták föl a Magyar Rádiót – amelynek tulajdonosa a Magyar Telefonhírmondó Rt. lett –, tehát ekkor indult az első igazi magyar vezeték nélküli rádiós műsorszórási szolgáltatás. Eleinte két műsorszóró rádió kezdett szolgáltatni, a Rádió Budapest (a Kossuth Rádió elődje) és a Rádió Budapest 2 (a Petőfi Rádió elődje). E két csatornát az 1960-as években a főleg komolyzenei programokat sugárzó Bartók Rádió követte, majd 1986-ban elindult az eleinte német nyelven működő Danubius Rádió adása is. Ezzel a folyamattal párhuzamosan az 50-es évektől kezdve megkezdtek működésüket a vidéki regionális stúdiók is (például 1953-ban Miskolcon).

1990-ben, a rendszerváltás nagy eredményeként feloldották a frekvenciamoratóriumot, és 1993-tól kezdve ideiglenes rádióalapítási engedélyeket adtak ki, amit később véglegesíteni lehetett. Ennek eredményeképpen számtalan helyi rádióadó kezdte meg működését, sok szórakoztató műsorról és könnyűzenéről. Az átalakulási folyamatot a médiatörvény 1995. december 21-én történt elfogadása zárta le.

### 3. A televíziózás kezdetei és fejlődése

A televíziós képátvitel őseit még 1884-ben alkotta meg a német Paul Nipkow, aki olyan mechanikus szerkezetet talált fel, amely egy fényérzékeny szelencella és két spirálisan elhelyezett lyukakat tartalmazó forgó tárcsa segítségével képes volt a képek átvitelére. A televíziós rendszerekről tehát már a 19. században születtek kezdeti elképzelések. Az igazi fejlődés csak azután indulhatott meg, hogy Karl Ferdinand Braun 1897-ben felfedezte a katódsugárcső elvét. A valódi előrelépéshez azonban még évtizedeket kellett várni, míg 1923-ban Vladimir Zworykin orosz származású amerikai tudós létrehozta a tévékamerák őseit, az ikonoszkópot.

Európában John Logie Baird-nek sikerült az első arckép továbbítása 1925-ben. A magyar Mihály Dénesnek ekkortájt mutatta be egy német kiállításon találmányát, mellyel egy csattogó olló képét sikerült „televízió” segítségével átvinni. Vagyis a televíziózás tudománytörténete a századfordulóval kezdődött, és 1928-ra az első készülékek már a piacra is kerültek.

1935-től Németországban háromszor egy héten sugároztak műsort. A következő évben pedig televíziós közvetítést adtak a berlini olimpiáról. 1936-ban a londoni Alexander palotából is megkezdtek a televíziós műsorsugárzást. A televízió fejlődését a II. világháború valamelyest visszavetette, Németországban a propaganda kizárólag a mozifilm híradóra épített, és csak alig törődött az új képi médiummal.

Az USA-ban a televíziós műsorszórás 1939-ben indult, és a fejlesztés a háború alatt is zavartalanul folyt.

1949-re már kifejlesztették az első színes TV-t is, ezzel a televíziózás területén az Egyesült Államok átvette a vezető szerepet. Érdeemes megjegyezni, hogy 1992-ben, az USA-ban 11334 TV adóállomás működött.

A háború után más országokban is gyorsan terjedt a televíziózás. A hadigazdaság kapacitása könnyen átállt az új fogyasztói javak gyártására. Eleinte a televíziózás a már meglévő rádiós társaságokra épült, de a rádiós hírek értéke átmenetileg lecsökkent, viszont a televíziós idő hirdetési értéke nőtt, ezáltal egyre nagyobb pénz került a TV társaságokhoz. Erre a forrásra építve egyre drágább előállítási költségű szórakoztató műsorok születtek.

A televízió elterjedésére az USA-ban és Európában másképpen reagáltak. Európában nem csupán a könyvek, a mozi háttérbeszorulása miatt aggódtak, hanem félték a televízió túlzott politikai befolyásolási lehetőségétől is. Amerikában monopolelleses törvényekkel próbálták ezt a hatást csökkenteni, az Egyesült Királyságban pedig a BBC közszolgálati modellje gyökeresedett meg a televíziós szolgáltatások esetében is. Eredetileg a televíziók az átlag fogyasztó igényeinek a kielégítésére törekedtek, ma már a műsorszerkesztési politikájában inkább szakosodás figyelhető meg.

Magyarországon a rendszeres adások 1957-ben indultak meg és a bevezetés utáni 5 év alatt félmillió készüléket adtak el (a rádió ugyanezt a fejlődést 15 év alatt érte el). A 70-es évek végétől már hazánkban is több volt a bejelentett televíziós csatorna, mint a rádió.

A televíziós műsorszórás legfontosabb mérföldköveit az alábbi kronológián tüntettük fel:

- 1925: megszületik az első stabilan működő televíziós rendszer,
- 1925: elindul az első sportközvetítés,
- 1928: létrejön az első színes televíziós kísérlet,
- 1936: a BBC megkezdte kísérleti adásait,
- 1937: Franciaországban megindul a kísérleti adás,
- 1938: a Szovjetunió két kísérleti adót épít,
- 1939: a New York-i világkiállításról sugározzák az első helyszíni közvetítést,
- 1941: a CBS és NBC kereskedelmi közvetítést indít,
- 1946: megszületik az első televíziós reklám,
- 1946: a BBC a háború után újra megkezdte adásait,
- 1951: másfélmillió televízió készülék az USA-ban,
- 1952: a német ARD elkezdte az adásait,
- 1953: elindul az USA-ban az első kísérleti színes TV adás,
- 1957: Magyarországon megkezdődik a televíziós műsorszórás,
- 1954: az Egyesült Királyságban kereskedelmi TV csatorna indul,
- 1958: megkezdődik a műholdas kommunikáció,
- 1962: elindul az első tengeren túli műholdas televíziós adás,
- 1967: megjelennek az első színes TV-k Franciaországban és a Szovjetunióban,
- 1974: Franciaországban két csatornára bomlik az állami televízió,
- 1974: a BBC-nél teletextes TV-adás indul,

- 1980: a CNN elkezdte 24 órás közvetítését,
- 1984: megjelennek az első miniatúr, csuklón hordozható TV-készülékek,
- 1993: Magyarországon megindulnak a kereskedelmi TV adások,
- 1997: Magyarországon megszüntetik a TV1 és TV2 monopóliumát.

#### 4. A magyar rádióipar kezdetei és fejlődése

A rádiókommunikáció gyors fejlődésére a magyar ipar is időben reagált. 1917-18-ban az Egyesült Izzóban gyártott elektroncsövek felhasználásával a Telefongyárban kezdődött el a katonai rádió adó-vevők gyártása. 1925-től maga az Egyesült Izzó is gyártott rádiókat, melyek Tungsram márkanéven kerültek forgalomba.

A Telefongyárban a nem katonai célú készülékgyártás 1923-tól indult meg, és a 30-as évek közepéig a készülékek jelentős része Telefunken licenc alapján készült. Az 1950-es évektől a gyár újra gyártott katonai hírközlési berendezéseket is.

Az ORION márkanéven jelentkező Magyar Wolfram-lámpagyár 1925-től kezdte a rádiókészülékek gyártását, és a 30-as évek elejétől ez a hazai piacon meghatározó gyártókapacitást jelentett. A 30-as években Tungsram márkanéven exportra is szállított készülékeket.

A Philips cég magyarországi érdekeltsége 1931-ben kezdte el a rádiógyártást, és az ORION cég mellett fontos gyártó volt a II. Világháború végéig. Az államosítás után még néhány évig működött RÁVA (Rádiótechnikai Vállalat) néven.

A Standard Villamossági Rt. (az ITT magyarországi érdekeltsége) az Egyesült Izzó részlegéből alakult, és 1928-tól a negyvenes évek végéig szintén meghatározó gyár volt hazánkban. Önálló tevékenysége mellett több nemzetközi cégnek végzett jelentős bér munkát (EKA, Philips, Telefunken).

A Siemens cég csak 1941-től volt jelen a hazai piacon, később VIKERT márkanéven kerültek forgalomba a készülékei.

Az „aranykorban” a jelzett nagyobb gyárakon kívül legalább 30 kisebb gyár, kisüzem volt jelen a piacon. A II. Világháború befejezéséig a magyar rádiógyártó ipar mintegy 25 rádiókészülék típust fejlesztett ki és gyártott. A katonai fejlesztéseket a Haditechnikai Intézet (HTI) irányította. A korszerű hordozható és szállítható elektroncsöves rádiókkal 1938-tól látták el a csapatokat. A repülőrádiók és harckocsi rádiók többségét a Siemens-Halske, a Marconi és a Telefunken cégek szállították. A háborúban szerepet kapott a híradóeszközök páncélvédelme. Eleinte a német gyártású „Krupp” típusú híradó gépkocsik terjedtek el, később magyar gyártmányú páncélozott vezetési pontok (rádiós Csaba gépkocsik) is készültek.

Fontos megemlíteni az 1939-40-es néprádió akciót, amely négy gyár összefogásával (ORION, Philips, Telefunken és Standard) valósult meg. Az akcióban közel

45 ezer készüléket gyártottak. A néprádió akciót 1950-ben – határozott politikai célokkal – megismételték. Ebben az időszakban a gyárak legtöbbje az ismert politikai viszonyok között megszűnt, átalakult, profilt váltott. 1955-től csak a Vadásztölténygyárból kinövő későbbi Videoton megjelenése volt jelentős újdonság.

Az ORION fejlesztette ki és kezdte gyártani az első hazai televízió készülékeket: 1955 és 1975 között 40 típust dobtak piacra és 1968-ban itt készült el az első magyar színes televízió is. A Videotont 1959-ben hagyta el az első fekete-fehér televíziókészülék. Népszerűek voltak a hordozható TV készülékek is, a legismertebb ezek közül a TC 1620 Mini-Vidi televízió. A fekete-fehér készülékek 1978-tól integrált áramkörös kivitelben készültek, az első színes televízió pedig a szovjet kooperációban készült Color Star volt, amelyet a saját fejlesztésű Munkácsy követett.

A rendszerváltás után a Philips, a Samsung és más multinacionális cégek vették át a hazai televíziógyártást.

Összefoglalásként megállapítható, hogy Magyarországon az 50-es évektől kezdve egy erős rádióelektronikai ipar alakult, amely többek között

- mikrohullámú berendezéseket,
- rádió- és televízióadókat,
- antennarendszereket,
- hordozható rádió adó-vevőket,
- radar rendszereket,
- rádiós mérőeszközöket,
- kommersz rádió és televízió vevőkészülékeket,
- rádióelektronikai iránymérőket,
- URH rádiótelefonokat,
- katonai célú híradástechnikai eszközöket és rendszereket, valamint
- speciális rádiós alkatrészeket

fejlesztett, illetve gyártott és a COCOM korlátozások ellenére jelentős piaci sikereket könyvelhetett el mind a hazai, a KGST, és a nemzetközi piacokon.

#### 5. A nagy áttörés korszaka, a mobil kommunikáció reneszánsza

A hagyományos alkalmazások után a 80-as évek végén és 90-es években világszerte megindult a személyi mobil kommunikáció, a mobiltelefon-rendszerek igen gyors fejlődése.

A fejlődésnek ezt a szakaszát az alábbi domináns trendek uralták:

- A *globalizálódás*, azaz a világméretű szolgáltatások és hálózatok kialakulása.
- A *digitalizálódás*, a hagyományos analóg átviteli rendszerek felváltása digitális eszközökkel, minden információ „adattá” alakítása.
- A *mobilitás*, a vezeték nélküli technológiák reneszánsza, a hagyományos vezeték nélküli rendszerek mellett az új, mozgó távközlési szolgáltatások gyors fejlődése és rohamos terjedése.
- Az *integrálódás*, a különböző információk, kép, hang, valódi adat közös átvitele egységes

technológiával, a valós idejű és késleltethető információk egységes kezelése, a multimédia szolgáltatások terjedése.

- *Konvergenciák* megjelenése, azaz
  - a távközlés, informatika és média technológiai bázisának közeledése egymáshoz.
  - A szolgáltatások infrastruktúrájának egységessé válása, a fix és mobil szolgáltatások konvergenciája.
  - A közös technológiai platformok kialakulása: a kapcsolástechnika és átviteltechnika közös technológiájának a kifejlesztése, a csomag- és vonalkapcsolási rendszerek egységes technológiájának a bevezetése, a lokális számítógép-hálózatok és a távközlési rendszerek integrációja, kétirányú kábeltelevíziós rendszerek kifejlesztése, a mobilitás térhódítása a távközlés minden területén, az Internet Protokoll távközlési alkalmazásainak terjedése, a mobilitás megjelenése a számítástechnikában és az informatikai rendszerekben (Mobile Computing), az egységes koncepciók kidolgozása a hálózati hozzáféréssel és felhasználással kapcsolatban (PCS, IN stb.), egységes hálózat-menedzsment bevezetése.

Ezekben a drámai változásokban a rádiós rendszereknek kiemelt és meghatározó szerepe volt. A jövő távközlésének és számítástechnikájának kulcseleme a mobilitás.

A gyors fejlődést jól illusztrálja az a tény, hogy 1990-ben mindössze 10 millió analóg FM cellás mobil felhasználó volt a világon, addig ma már ez a szám több milliárdra tehető, és azt jósolják, hogy az előfizetők száma tovább nő. Csak Kínában több mint 15 millióval nő havonta a mobil előfizetők száma, többel, mint amennyi az előfizetők teljes száma volt 1991-ben.

1990-es évek elején Európában, az Egyesült Államokban és Japánban, egymástól függetlenül elindultak a második generációs digitális mobil szolgáltatások (GSM, IS-95, IS-136, PDC) és ezzel párhuzamosan megkezdődött az első generációs analóg rendszerek visszaszorulása. Nemzetközi összefogással kezdetét vette az úgynevezett PCS (Personal Communications Services) frekvenciasávok felszabadítása (800-900 MHz, 1800-1900 MHz) és értékesítése, megteremtve ezzel a lehetőséget arra, hogy a második generációs digitális mobil cellás rendszerek és szolgáltatások világszerte elterjedjenek.

Mivel a GSM rendszer vezette be először többek között a nemzetközi bolyongási (roaming) lehetőséget, az SMS szolgáltatást és a hálózat-szintű interoperabilitást, így ma a GSM technológia uralja a piac legnagyobb részét. Az is elvitathatatlan viszont, hogy a kódosztásos többszörös hozzáférés (CDMA) megjelenése jelentette a legnagyobb technológiai előrelépést és újdonságot. Ez az eljárás ugyanis képes a rendszer kapacitását rugalmasan növelni, a mobilitást hatékonyan támogatni, és emellett a mobil készülékek viszonylag olcsó és kis komplexitású alapsávi jelfeldolgozó eszközökkel megvalósíthatók. Nem véletlen tehát, hogy a GSM evolú-

cióhoz tartozó EDGE rendszer kivételével minden lényeges harmadik generációs mobil kommunikációs rendszer a CDMA technológiát használja (UMTS, cdma2000). Ma mindenesetre a GSM és a CDMA a két vezető technológia a mobil kommunikáció területén.

A gyors és látványos fejlődést követően a 21. század elején a telekommunikációs ipar válságos periódusba került. A befektetői érdeklődés jelentősen gyengült, a távközlési cégek piaci értéke 2000-től 2002-ig 90%-kal csökkent. Cégek százai mentek tönkre vagy szabdultak meg a nem nyereséges üzletágaiktól. Csökkent a munkahelyek száma, a szakemberek valahol máshol keresték a megélhetésüket. Annak ellenére, hogy jó néhány új technológia készen állt az alkalmazásra, az üzleti áttörés váratott magára. Szerencsére 2004-től a fejlődés ismét megindult, új technológiai megoldások születtek és új alkalmazási területeken indultak meg a fejlesztések.

## 6. A mobil kommunikáció generációi

A mobil kommunikációs rendszereket általában generációkba szokás sorolni. Az alábbiakban a különböző generációjú rendszerek legfontosabb ismérveit foglaljuk össze.

### Első generációs mobil rendszerek

Az első generációs analóg cellás telefonrendszerek a 80-as évek elején terjedtek el. Ez időtájtban a különböző országok a nemzeti határokon belül önálló rendszereket építettek ki, és a felhasználók alacsony száma miatt senki sem volt képes kihasználni a tömeggyártás előnyeit. A rendszerek analóg modulációs technológiát használtak, korlátozott és független szolgáltatásokat kínáltak, szolgáltatásaik pedig korlátozott területet fedtek le. Idetartoztak az NMT, a TACS, az AMPS, az Eurosignal, a CT-1, CT-2, a Mobitex stb. rendszerek.

### Második generációs mobil rendszerek

A második generációs rendszerek már digitális modulációs technológiákat alkalmaztak, széles választékú, de elkülönült szolgáltatások jellemzik őket, melyek bizonyos mértékig integrálódtak. A második generációs rendszerek tipikusan kontinens méretű területekre terjednek ki. Idetartoznak a GSM, a DCS, a PDC, az IS-95, az IS-136, TETRA, a DECT, az ERMES, a HIPERLAN 1/2/3, az IEEE 802.11, az IRIDIUM stb. rendszerek.

Napjaink mobil kommunikációs szolgáltatásaira leginkább az a jellemző, hogy egymás mellett működnek a különböző digitális technológiák (GSM, IS-95, PDC).

Ezek közül számunkra legfontosabb a GSM, az egységes pán-európai digitális cellás rendszer. A rendszer kifejlesztése 1982-ben kezdődött, amikor a CEPT létrehozta a Groupe Spécial Mobile (GSM) csoportot. A GSM specifikáció 1989-ben vált európai szabvánnyá, gyakorlati alkalmazása 1991 júliusában indult, de a kézi készülékek csak 1992-ben jelentek meg a piacon. Tipikusan 900 és 1800 MHz frekvenciatartományban működik.

A GSM rendszerben a beszédhívás mellett lehetőség van 160 karakteres SMS üzenetek továbbítására és vonalkapcsolt adatátvitelre is, amelynek a maximális sebessége 14,4 kbit/sec. Ezek miatt a korlátok miatt vezették be az úgynevezett GSM evolúció keretében a HSCSD (High Speed Circuit Switched Data) és a GPRS (General Packet Radio Service) szolgáltatásokat.

A HSCSD az időkeretek összevonásával nagyobb sebességű (maximálisan 57,6 kbit/sec) vonalkapcsolt adatátviteli képességekkel rendelkezik, de a technológia alaptulajdonságai miatt nem képes hatékonyan támogatni az erősen börsztös üzenetek átvitelét.

A GPRS, megtartva a GSM rádió modulációs rendszerét frekvenciasávját és keretrendszerét, a következő alaptulajdonságokkal jellemezhető:

- állandó lehetőséget biztosít az adatátvitelre,
- hatékonyan használja a rádiós erőforrásokat, mivel ugyanazt a rádiócsatornát több felhasználó között osztja meg,
- párhuzamosan képes a beszéd és adatátvitelre,
- a számlázás alapját az átvitt adatok mennyisége határozza meg.

A GSM rendszer evolúciójának legfejlettebb eleme az EDGE technológia, amely új rádiós modulációs rendszert alkalmazva háromszorosára növeli a GPRS adatsebességét. Az EDGE bevezetése 2002-ben kezdődött el.

### Harmadik generációs mobil rendszerek

A harmadik generációs rendszerek kifejlesztését három nyilvánvaló okkal lehet magyarázni. A felhasználói igények növekedése nagyobb kapacitást, új frekvenciasávok alkalmazását és nagyobb átviteli sebességet tett szükségessé. A harmadik generációs rendszerek újszerű, szélessávú digitális modulációs eljárásokat alkalmaznak, bennük létrejön a szolgáltatások teljes integrációja (egyidejű hang-, kép- és adatátvitel, nagy sáv szélesség, a B-ISDN támogatása, változó sebességű forgalmak kezelése). Szolgáltatásaikat világméretű lefedéssel, globálisan kínálják és támogatják a PCS és az IN koncepciót is. Idetartoznak az UMTS, a FPLMTS vagy az IMT 2000, a cdma2000, a GPS stb. rendszerek.

Bár arra törekedtek világszerte, hogy egyetlen közös szabványt hozzanak létre, ez a kísérlet nem sikerült. Az ITU két alaprendszert fogadott el:

- Az UMTS rendszert, amely két különböző működési módot támogat:
  - DS-CDMA FDD:
    - direkt szekvenciális szélessávú CDMA technológia, frekvenciaosztásos duplex átvittel,
  - DS-CDMA TDD:
    - direkt szekvenciális szélessávú CDMA technológia időosztásos duplex átvittel,
- A cdma2000 rendszert, amely olyan többvívős CDMA rendszer, ami az IS-95 továbbfejlesztésének tekinthető.

Az európai UMTS domináns üzemmódja az FDD. Itt a mobil-bázisállomás és bázisállomás-mobil irányban is egyaránt egy-egy 5 MHz sáv szélességű csatorna áll rendelkezésre, ahol álvéletlen kódokat alkalmazó CDMA

technológiával felhasználónként 384 kbit/sec (egy vívón maximálisan 2 Mbit/sec) átviteli sebesség érhető el. A UMTS rendszer TDD üzemmódban TD-SCDMA (Time Division Synchrononos Code-Division Multiple Access) technológiát alkalmaz. Itt a szabvány kis chipsebességű, 1,6 MHz sáv szélességű csatornákat definiál, amelyekben egy-egy felhasználó – optimális esetben – elérheti a 2 Mbit/sec átviteli sebességet. Az UMTS FDD rendszerek kiépítése a világ több országában már elkezdődött.

### Negyedik generációs mobil rendszerek

A negyedik generációs mobil rendszerek még nem alakultak ki véglegesen. Ma csak néhány koncepcióról lehet beszélni, de ténylegesen működő negyedik generációs rendszer még nem jelent meg a piacon.

A széles körben elfogadott alapelvek közül az alábbiak kristályosodtak ki: a negyedik generációs rendszerek szélessávú digitális modulációs technológiákat alkalmaznak, ultra nagy átviteli sebesség (100-200 Mbit/sec) és ultra nagyfrekvenciás rádiós interfész (20-60 GHz) jellemzi őket. Szolgáltatásokat igen kis átmérőjű, úgynevezett pikocellákban kínálnak, és közvetlenül illeszkednek a ma már igen elterjedt szélessávú WLAN rendszerekhez.

## 7. A fejlődés általános jövőbeli irányai

A jövőbeni fejlődés kulcskérdése azoknak a szolgáltatási területeknek a megtalálása, ahol az új fejlett technológiák és az üzleti vállalkozások sikeresen találkozhatnak. Napjaink trendjei alapján biztosra vehető, hogy az elkövetkező években a mobil (vezeték nélküli) kommunikációs iparág legfőbb hajtóereje az Internet és a mindig elérhető adatszolgáltatások iránti bővülő igény lesz.

A korábban igen széles körben elterjedt vezetékes telefon szolgáltatást az elmúlt évtizedben rohamos léptekkel követte a mobil telefon szolgáltatás bővülése. Nem nehéz azt megjósolni, hogy a ma már igen széles körben használt vezetékes Internetet egy gyorsan terjedő mobil Internet követi majd.

Merőben új lehetőségek rejlenek a vezeték nélküli ad hoc hálózatokban. Az ad hoc rendszerek ma még a kutatás, illetve az alkalmazások kezdeti fázisában vannak, de ígéretesek a hálózati hozzáférés lehetőségeinek a kiterjesztésében, és jól alkalmazhatók a különleges vészhelyzetekben. Mindmáig a vezeték nélküli hálózatokat úgy tervezték, hogy az OSI hierarchia alsó és felső rétegeit elkülönítve kezelték. Ez a módszer a fix bázisállomásokkal működő cellás rendszerekhez jól illeszkedett. Ad hoc és WLAN hálózatokban a fizikai, az adatkapcsolati és a felsőbb rétegek kezelése összekapcsolódik, a hálózatnak adaptívna kell lennie, és a rendszer teljesítőképességét minden időpillanatban optimalizálni kell a rendelkezésre álló erőforrások és az aktuális hálózati architektúra figyelembevételével.

A mai konvencionális vezeték nélküli hálózatokban, ahol hálózati hozzáférési pontok (bázisállomások) hely-

zete fix, és ezeket a pontokat szélessávú gerinchálózat köti össze, az adatsebességet olyan környezetben célszerű növelni, ahol maguk az adatok nagy mennyiségben koncentrálnak. Ez az oka annak, hogy a jövő mobil rendszerében várhatóan az otthoni és épületen belüli szolgáltatások kerülnek előtérbe.

Nőtt az ilyen alkalmazásokban fontos szerepet játszó WLAN rendszerek sebessége (5 Mbit/sec-ról 54 Mbit/sec-ra, IEEE 802.11a, HiperLAN2), és több jelentős technológiai kezdeményezés született az utóbbi időben, melyek az elkövetkező évtizedben várhatóan meghatározzák ezt a területet. Ilyen az UWB (Ultra Wide Band) technológia, amely – újszerű ötlettel – szélessávú és keskeny impulzusokat használ az adatátvitelre. A konvencionális rádiós rendszerekkel ellentétben, ahol egy rádiófrekvenciás vivő modulációjával hozunk létre kisugározható rádiófrekvenciás jeleket, itt az alapsávú (GHz sáv szélességű) jelek közvetlenül alkalmasak a kisugárzása, és a rendszerrel elérhető akár a 100 Mbit/sec sebesség is.

Egy másik ígéretes kezdeményezés az OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) rendszerek alkalmazásai az otthoni és épületen belüli vezeték nélküli adatszolgáltatásra. Az OFDM támogatja a többszörös hozzáférési technológiákat, az adó és vevő jelfeldolgozási komplexitása nem számottevő, és emellett spektrálisan is hatékony, azaz a DSL (Digital Subscriber Line) technológiákhoz hasonlóan nagy adatsebességek érhetők el vele. A technológiát alkalmazó IEEE 802.16 típusú pont-multipont vezeték nélküli MAN (Metropolitan Area Network) nagysebességű drótnélküli hozzáférést biztosít a helyi hurkokhoz.

Fontos fejlesztési irány a többelemű antennarendszerek alkalmazása, ami a térbeli elosztottságot kihasználva képes a mobil rendszerek spektrális hatékonyságát javítani. Elméleti kutatások és gyakorlati vizsgálatok is igazolták, hogy az antennák számának növelésével növelni lehet a maximális átviteli sebességet, például Raileigh-fadinges csatornában, és általában igaz, hogy a módszerrel közelebb lehet jutni a Shannon-kapacitás által meghatározott elvi korlátokhoz. Ezek az új tér-idő processzálási módszerek a mai modulációs rendszerek spektrális hatékonyságát akár egy nagyságrenddel képesek megnövelni, ami igen ígéretes mind a cellás rendszerek, mind a WLAN-ok számára.

A mobil kommunikációs rendszerek fejlődésének első szakaszában a mobil telefon, azaz a beszédátviteli szolgáltatások domináltak. A digitális rendszerek elterjedésével új és új szolgáltatások jelentek meg, melyekkel kapcsolatban kialakultak a hozzáférés különböző szintjei.

A mai mobil rendszerekben az alábbi hozzáférési szinteket különböztethetjük meg egymástól:

- *Személyi hálózati réteg* (BAN – Body Area Network, PAN – Personal Area Network), a személyhez kötődő távközlési és számítástechnikai eszközök vezeték nélküli összekapcsolása. Ennek tipikus példája a Bluetooth és a Zig-bee

technológia (FH-CDMA, Frequency Hopping-Code Division Multiple Access).

- *Vezeték nélküli helyi hálózatok, hot spot réteg* (WLAN, Wireless Local Area Network), a lokális környezetben használt távközlési és számítástechnikai eszközök vezeték nélküli összekapcsolása. Ennek tipikus példája a WLAN technológia.
- *Nagy kiterjedésű hálózatok, cellás hálózati réteg* (WMAN, Wireless Local Area Network), nagy területen mozgó távközlési és számítástechnikai eszközök összekapcsolása. Ide tartoznak a cellás rendszerek.
- *Globális hálózatok, cellás hálózati réteg, földrészek összekapcsolása.* Ennek tipikus példája a műholdas kommunikációs technológia.

Ezek a hozzáférési rétegek alapvetően új alkalmazások kifejlesztését teszik lehetővé, és megteremtik a globális, mindenütt elérhető rádiós szolgáltatások bevezetésének az infrastrukturális alapjait.

## 8. A technológiai fejlődés új irányai

### Beltéri hozzáférési módszerek

Az emberi képességekből természetesen következik, hogy nagy adatmennyiséget, illetve nagy adatsebességet elsősorban épületen belül, ülve és koncentrálna tudunk felhasználni. Jó példa erre a passzív televíziózás, vagy az otthoni munka az Internet alkalmazásával. A vezeték nélküli technológiákat eredetileg a mobil telefon céljára fejlesztették ki, hiszen az ember mozgás közben képes a mozgástól független párbeszédre. Ugyanakkor az is természetes, hogy az Internet szolgáltatást eredetileg fix telepítésű felhasználók számára tervezték, hiszen az Internet alkalmazásához általában fix helyzet és koncentráció szükséges.

A vezeték nélküli technológiák területén az elkövetkező évtized egyik legfontosabb ipari kihívása a szélessávú beltéri lefedés biztosítása lesz. Minden cellás operátor törekedni fog arra, hogy szélessávú Internet szolgáltatásra is alkalmas kapacitásokat telepítsen a felhasználók épületen belüli nagysebességű mobil adatai igényeinek a kielégítésére. Ezt kívánja a szolgáltatók üzleti érdeke, azaz a felhasználók elvándorlásának csökkentése, a meglévő infrastruktúra kihasználtságának növelése és azoknak a versenytársaiknak a kiszorítása, akik a beltéri lefedettséget nem tudják biztosítani. Azokon a területeken, ahol a mai cellás technológiák nem képesek a megfelelő szintű beltéri ellátást megoldani, új lehetőségek nyílnak a szélessávú WLAN hálózatokat alkalmazó szolgáltatók számára, különös tekintettel arra a tényre, hogy a WLAN rendszerek frekvenciáit általában ingyenesen lehet használni (ISM sáv).

A WLAN-ok emellett jól ki tudják egészíteni a vezetékes LAN hálózatokat, hiszen drótnélküli hozzáférést képesek biztosítani a hordozható számítógépek számára. Ezen felül, az általuk elérhető adatsebesség nagyságrendekkel meghaladja a harmadik generációs cel-

lás mobil rendszerek képességeit. Az már csak ráadás, hogy a beltéri WLAN a VOIP (Voice over Internet Protocol) segítségével a számítógépes hozzáférést hangátviteli szolgáltatással is ki tudja bővíteni anélkül, hogy a cellás mobil hálózatot használná.

### A többszörös hozzáférés új módszerei, a CDMA térhódítása

A CDMA technológia bevezetése megosztotta a szakmai közvéleményt. Az egyik oldalon forradalmi újításról beszéltek, a másikon viszont szkeptikus hangok hallatszottak a technológia előnyeit illetően. Bár az első időszakban a CDMA technológia nem aratott egyértelmű sikereket, a harmadik generációs rendszerek kifejlesztése során világossá vált az egyeduralma. Sőt a cellás rendszereken kívül CDMA technikát alkalmaznak a WLAN és a kezdeti fázisban lévő UWB rendszerek is.

A CDMA technológiában az egyes felhasználókat kódok különböztetik meg egymástól, és speciális kódválasztás esetén az interferencia a vevőkészülékben fehér Gauss-zaj szerűen viselkedik. Pontosabban fogalmazva az interferencia a kódolás következtében nem a legrosszabb, hanem csupán az átlagos hatással zavarja a vett jelet, így mód van arra, hogy a szomszédos cellákban is ugyanazt a frekvenciasávot használjuk. Emellett a kódosztásos rendszer lehetőséget nyújt a hatékony statisztikus multiplexelés alkalmazására, valamint a puha megszakadás-mentes hívásátadásra is.

A vezeték nélküli lokális hálózatokban a CDMA technológia alkalmazása teljesen természetes. Itt ugyanis az egyes WLAN rendszerek teljesen koordinálatlanul működnek, így a rendelkezésre álló közös frekvenciasávot (általában a licencet nem igénylő ISM sávot) éppen a kódosztás alkalmazásával lehet hatékonyan megosztani. Ez a magyarázat arra, hogy a CDMA alkalmazását világszerte elfogadták.

### Az adatátviteli sebesség növelése

Az elkövetkező évtized a nagysebességű vezeték nélküli kommunikáció évtizede lesz. A fejlesztések homlokterébe kerül a spektrális hatékonyság növelése, a Shannon-féle korlátok megközelítése.

Ma három alapvető technológiát ismerünk az átviteli sebesség és a spektrális hatékonyság növelésére: az OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) technikát, a tér-idő architektúrát és az UWB (Ultra Wide-band) technológiát. Az alábbiakban ezeket tekintjük át röviden:

#### • OFDM technológia

A jelek átvitele oly módon, hogy a nagysebességű adatfolyamot több kisebb sebességű szegmensre bontjuk, és azokkal egymásra ortogonális vivőket modulálunk. Az OFDM számos előnnyel rendelkezik. Sajátossága, hogy a rendszer elemei – a ma már VLS-i technológiával támogatott – gyors Fourier-transzformációval megvalósíthatók. Az OFDM technológiát több ismert rendszer is alkalmazza (HDSL, ADSL, VDSL, IEEE 802.11a, IEEE 802.16, HiperLAN2, ISDB-T). A kódolt OFDM-et alkalmazza a digitális te-

levíziós szabvány is, és várható, hogy a rendszer szerepet kap a negyedik generációs mobil rendszer fejlesztésében is.

#### • UWB (Ultra Wide Band) technológia

Az információk átvitele igen keskeny nagy sávszélességű alapsávi jelek kisugárzásával. A módszer lehetővé teszi az adó és vevő komplexitásának és árának drasztikus csökkentését. Az impulzusok időtartama 10-100 pikoszekundum, az alkalmazott moduláció lehet OOK, PAM, PSK vagy PPM típusú. A rendszer előnye a nagyon kis teljesítménysűrűség és a nagy átviteli sebesség.

#### • A tér-idő processzálás technológiája

A többszörös térben elosztott antennarendszerek használata a spektrális hatékonyság növelésére. A rádiózás korai időszakából ismert, hogy a több antennát alkalmazó diverziti rendszerek képesek az átvitel minőségét és az átviteli sebességet növelni diszperzív, fadinggel terhelt csatornában. A tér-idő processzálási technológia a diverziti technikák általánosításaként is felfogható.

### Ad hoc hálózati technológiák

Az ad hoc hálózatok alkalmazása a jövő vezeték nélküli rendszereinek egyik kulcseleme. Az ad hoc hálózatokban a mobil felhasználók centralizált infrastruktúra nélkül kommunikálnak. A hálózati kapcsolatok dinamikusak, az összeköttetések rendszere, azaz a hálózat architektúrája állandóan változhat attól függően, hogy a mozgó felhasználók térbeli helyzete és aktuális állapota milyen.

Korábban az ad hoc hálózatokat elsősorban katonai és katasztrófa elhárítási célokra fejlesztették ki. Ma viszont az ad hoc technikák fontos szerepet játszanak a kommersz alkalmazások területén is. Jó példa erre a Bluetooth technológia, amely lehetőséget biztosít a különböző hordozható és mozgó berendezések közötti kommunikáció rádiófrekvencián történő lebonyolítására, de a HiperLAN2 vagy a TETRA rendszer úgynevezett direkt üzemmódja is az ad hoc hálózati elvet alkalmazza, amikor lehetővé teszi a mobil felhasználók közötti közvetlen kommunikációt.

## 9. Új alkalmazások keresése, beágyazódás integrált rendszerekbe

Mint említettük, a jövőbeni fejlődés kulcskérdése azoknak a szolgáltatási területeknek a megtalálása, ahol az új fejlett technológiák és az üzleti vállalkozások sikeresen találkozhatnak. Ennek érdekében az elmúlt években több átfogó kezdeményezés indult meg, melyeknek az a célja, hogy a meglévő mobil kommunikációs infrastruktúrán új és üzletileg sikeres szolgáltatások induljanak el. Ezt a célt szolgálja a két új európai kezdeményezés:

- A mindenütt elérhető kommunikáció és számítástechnika (Ubicom, Ubiquitous Communication and Computing), ami lényegében nem más, mint

igen nagyszámú, tipikusan mobil felhasználói eszköz ellátása lokális és globális szolgáltatásokkal, és

- A *távoli intelligencia (Ambient Intelligence)*, amely három fogalom egyesítése: a mindenütt elérhető (ubiquitous) számítástechnikáé és kommunikációé, valamint az intelligens felhasználói interfészeké.

A rendszerek intelligens anyagokat, MEMS és szenzor technológiákat, beágyazott rendszereket, új I/O eszközöket használnak és intelligens perifériák alkalmazásával képesek az intelligens média menedzsment és kezelés megvalósítására, a természetes ember-gép interakciók lebonyolítására és a felhasználói érzelmeket is figyelembe vevő számítástechnikai szolgáltatások biztosítására.

A mindenütt elérhető kommunikáció és számítástechnika és a távoli intelligencia számos területen alapvetően új alkalmazási lehetőségeket kínál. Ezek között talán az elosztott egészségügyi felügyeleti rendszerek, a bárhol elérhető bevásárló központok, az ipari automatizálási rendszerek és az intelligens otthon koncepciója (háztartási gépek, audio-vizuális eszközök, HPAC – Heating, Piping, Air Conditioning) a legígéretesebbek.

## 10. Összefoglalás

A cikk áttekintést adott a magyar és a nemzetközi rádiózás elmúlt száz évének történetéről, a fejlődés legfontosabb mérföldköveiről és a jövőbeli fejlődés nemzetközi trendjeiről.

A rádiós kommunikációs rendszerek már a kezdeti időszakban jelentős feladatokat láttak el, de szerepük az elmúlt időszakban drámaian megnőtt. Megjelentek a korszerű digitális, mindenütt elérhető szolgáltatások, a korszerű rádiókommunikációs technológiák alapvetően megváltoztatták a kommunikációs és Internet kultúrát.

A fejlődés során kialakultak:

- globális, kontinentális, regionális és lokális kommunikációs rendszerek,
- a mindenütt elérhető kommunikáció és számítástechnika,
- a digitális műsorszórás, a digitális multimédia szolgáltatások,
- mindenütt elérhető Internet alapú multimédia szolgáltatások,
- változatos alkalmazások, például a közlekedés, az egészségügy, a biztonságtechnika, a környezetvédelem stb. területén,
- a fejlett rendészeti és katasztrófa-elhárítási rendszerek,
- földi, légi és tengeri közlekedés-irányítási rendszerek,
- az ad hoc és szenzorhálózatok technológiája és
- a globális helymeghatározás rendszere.

A folyamatos fejlődés eredményeképpen átalakult

- a technológiai eszközök,
- a szolgáltatások,
- a felhasználói szokások,
- a piac szerkezete és a piaci szereplők viszonya,
- a piaci értéklánc szerkezete.

Mindezek a szikratávíróból „nőttek ki” és biztos, hogy a jövőbeli fejlődés még sok meglepetést tartogat a számunkra.

Mi magyarok büszkén elmondhatjuk, hogy szakembereink már igen korán bekapcsolódtak a rádiókommunikációs rendszerek fejlesztésébe és alkalmazásába. Eredményeik számtalan sikert és sok dicsőséget hoztak az ország számára.

A hazai rádiózás születésének 100. évfordulójára rendezett konferencián 2006. szeptember 7-én elhangzott előadás szerkesztett változata.