

# A GSM-R rendszer jelene és jövője

„A forradalmian új ötletek a teremtő zsenik múlttal való szembefordulásából születnek.”

Simonyi Károly  
mérnök, fizikus, tanár

© Dr. Maros Dóra, Tokodi Dániel,  
Tiszavölgyi Zsolt

## Absztrakt

Nem kétséges, hogy a jelenleg Magyarországon még kiépülőben lévő GSM-R rendszer jelentős változást hoz majd a magyar vasút életében, és még a szakemberek számára is sok nyitott kérdés maradt a rendszer jövőbeli üzemeltetésével kapcsolatban. Cikkünket azzal a szándékkal írtuk, hogy bemutassuk a rendszer kiépítésének aktuális helyzetét, kitekintést adjunk az Európában már jelenleg működő és tervezett GSM-R hálózatokról, valamint áttekintsük azokat a nemzetközi előírásokat és követelményeket, amelyek a rendszer megbízható működését és országok közötti átjárhatóságát biztosítják.

## Intelligens vasúti hálózatok

A vasúti hálózatokban alkalmazott kommunikáció mind nemzetközileg, mind Magyarországon jelenleg még meglehetősen inhomogén műszaki megoldásokra és rendszerekre épül. Mindemellett a nemzetközi tendenciák és elvárások az intelligens közlekedési rendszerek kialakítása felé orientálódnak, melynek lényegét a 2010/40 európai direktíva fogalmazza meg. „Az intelligens közlekedési rendszerek (ITS-ek) olyan fejlett alkalmazások, amelyek célja, hogy tényleges intelligencia megtestesítése nélkül innovatív szolgáltatásokat nyújtsanak a különféle közlekedési módokhoz és a forgalomirányításhoz kapcsolódóan, valamint lehetővé tegyék a különböző felhasználók számára, hogy jobb tájékoztatást kapjanak, biztonságosan, összehangoltan és „okos” módon használhassák a közlekedési hálózatokat.” [1]

A direktíva alapelve egy olyan rendszer kialakításának szükségessége, amely biztosítja az európai vasúti kommunikációs rendszerek kölcsönös átjárhatóságát. A 2010 óta eltelt évek alatt tovább fejlődött az európai ITS koncepció és ma már több országban is működik a Magyarországon jelenleg kiépítés alatt

álló egységes GSM-R kommunikációs rendszer, amely komoly és előremutató változásokat fog hozni a vasúti közlekedés megbízhatósága tekintetében.

A hagyományos vasúti automatika rendszerek nem képesek segítséget nyújtani felhasználójuk számára abban, hogy munkáját jobban és kellően megbízhatóan hajtsa végre. Jelenleg az esetenként sokszor összetett folyamatok megoldása az emberi tudáson, tapasztalaton alapul, holott jó néhány esetben e folyamatok megtanulását és egyes döntési képességeket korszerű infokommunikációs rendszerek vehetnék át.

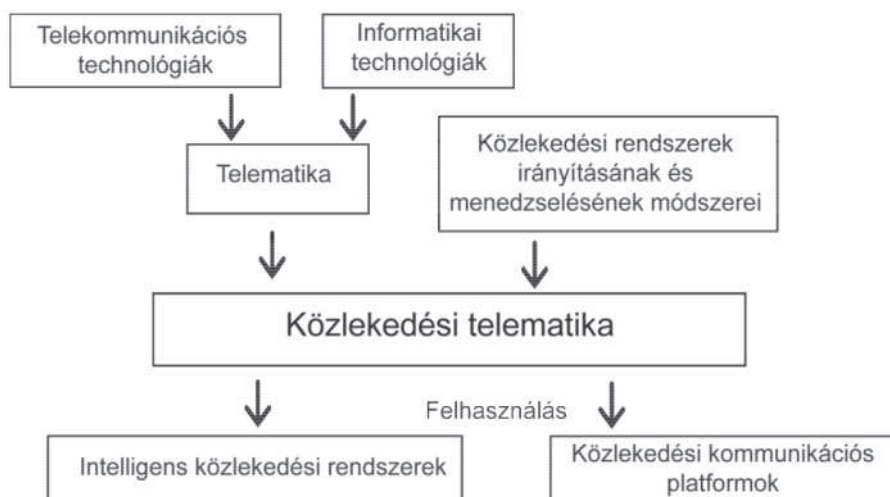
Az intelligencia alapú kommunikációs rendszereket a modern hálózatokban azért alkalmazzák, mert a nagy bonyolultságú és így az ember által jelentős erőforrásokat igénylő folyamatokat biztonságosabbá és hatékonyabbá lehet tenni. Az emberi döntések alapja számos esetben a tapasztalat, de sok esetben az intuíció, amely nem képes teljességgel részletes – azaz minden szempontot figyelembe vevő – és így teljes körű analízist végezni egy döntés meghozatalánál. Sok esetben a döntést befolyásolhatja a pillanatnyi emberi magatartás, fáradtság, esetleg rossz koncentráció is. Ugyan túlzott lenne intuíciókat elvárni a vasúti intelligens rendszerektől, de a folyamatok heurisztikus megközelítésének van gyakorlati lehetősége is. [2] „Az intelligencia megjelenésére folyamatirányító rendszerekben akkor van szük-

ség, ha az irányítási feladatok legalább egyike intelligens problémamegoldást igényel. Ebben az esetben intelligens irányító rendszerről beszélhetünk.”

A telekommunikáció és informatika, azaz a telematikai megoldások vitathatatlan részei képezik a mai vasút életének. Az ilyen rendszerek alapeleme a távközlés és az ezzel kapcsolatos technikák, protokollok, így a GSM-R is. A vezeték nélküli technológiák alkalmazása a vasúti kommunikációs rendszerekben – nyilvánvalóan a helyváltoztatás miatt – lényegében alpmegoldásnak tekinthető. Az 1. ábrán a telematika és az intelligens rendszerek kapcsolatát láthatjuk.

Az intelligens vasúti rendszer szektorok vezérlő és szabályozó elemek útján automatikus (emberi beavatkozás nélküli) és agilis erőforrás-gazdálkodást hoznak létre egy kiterjedt komplex rendszer tekintetében. Azaz „Az intelligens vasút koncepciója magában foglalja a fejlett vasút-automatikai rendszereket, a gördülőállomány folyamatos nyomon követését a mozdony és kocsik elegy összességére vonatkozólag, fedélzeti és állomási önmagyarázó vizuális és akusztikus utastájékoztatót, vagy a pályaudvar helyszínének megválasztását, az épület kialakítását. A rendszer eleme lehet tehát bármilyen, az intelligens vasút megvalósítását célzó elmélet, eszköz vagy fejlesztés.” [4]

Az intelligens rendszerek működéséhez természetesen elengedhetetlen a kommunikáció, de a legtöbb esetben a működésbiztonság és folytonosság szempontjából szükség van egy elsődleges és ennek kiesésekor egy másodlagos kommunikációs hálózatra. A biztonságot az szolgálja a legjobban, ha a két rendszer minél több jellemzőjében különbözik és működésükben egymástól nagyfokúan függetlenek. A vasút tekintetében elsődleges kommunikációként említhető az egységes GSM-R rendszer,



1. ábra. A telematika és az intelligens közlekedési rendszerek kapcsolata [3]

míg másodlagos kommunikációként legjobban a technológiához adaptálható megoldások vehetők számításba, például a WLAN, Zigbee, az IR és a RF kommunikáció.

Az intelligens közlekedési rendszerek esetén a jármű – jármű kommunikáció (V2V – Vehicle to Vehicle) is megvalósításra kerülhet. Ezzel a technológiával a járművek egymással történő ütközésének esetei minimálisra csökkenthetők, illetve bármilyen más észlelt, közlekedést veszélyeztethető jelenség megoszthatóvá válik. A V2V kommunikációra különböző megoldások ismertek, ilyenek például az ún. ad hoc, azaz önszerveződésű mobilhálózatok.

A járműveken belüli kommunikáció is részét képezi az ITS rendszerekben zajló információcserének. A mai vasúti járműveket már speciális szenzorokkal szerelték fel, többek között hőmérséklet- és páratartalom-mérőkkel, odométerrel, tachométerrel. Nyúlásmérő bélyegeket alkalmaznak a járművek kritikus igénybevételi pontjainak diagnosztizálására, vagy akár a vasúti kocsik kihasználásának dinamikus megbecsléséhez. Az ilyen érzékelő hálózatok kommunikációjában sok esetben már vezeték nélküli megoldásokat részesítenek előnyben, mint például a Zigbee kommunikációs interfész használata.

Az intelligens közlekedési rendszerek további előnye, hogy kommunikációs kapcsolatot tartanak fenn a globális helymeghatározó rendszerekkel (GPS), valamint térinformatikai és digitális térképészeti rendszerekkel. Manapság a közlekedés teljes vertikumban egyre összekapcsoltabb és az információmegosztás szempontjából egyre dinamikusabb kommunikációs rendszerekre van szükség ahhoz, hogy a végső cél, azaz az intelligens környezet számunkra is valósággá váljon.

### A magyarországi GSM-R rendszer kiépítésének előzményei

Az elmúlt évtizedekben az Európai Unió országai közötti gazdasági kapcsolatok szorosabbá váltak. A kereskedelmi változások a vasútfejlesztés terén is a nyitás, az átjárhatóság, a közlekedési rendszerek egységesítésének irányába mutattak. Az európai vasúti szektor az egyes országok eltérő távközlési, irányítási és műszaki rendszerei miatt nem tud megfelelő hatékonysággal versenyezni más szállítási módokkal, különösen a közúti áruszállítással, emiatt az Európai Unió által kijelölt szervezetek az átjárhatóság biztosítására közös irányelveket határoztak meg, amelyek az Egységes

Vasúti Jelzőberendezés Rendszerben – angol nevén **European Rail Traffic Management System (ERTMS)** – öltönek testet.

Az ERTMS kialakításának alapjai 1995-ig nyúlnak vissza, amikor a GSM frekvenciartományban a Nemzetközi Távközlési Unió (ITU) új frekvenciasávokat jelölt ki vasúti kommunikáció alkalmazására a 876-880 MHz és a 921-925 MHz közötti sávokban, összesen 19 csatornán. 1995 és 2000 között dolgozták ki az EIRENE (European Integrated Radio Enhanced Network) és MORANE (Mobile radio for Railway Networks in Europe) dokumentumokat, amelyek rögzítik a kialakítandó rendszer műszaki követelményrendszerét. 1997-ben az ERTMS részeként kialakítandó GSM-R rendszer kiépítésének szándékát 32 európai vasúti szolgáltató írta alá. Az Európai Parlament és Tanács 2008-ban fogadta el a 2008/57/EK Irányelvet a vasúti rendszer Közösségen belüli kölcsönös átjárhatóságáról, majd 2012-ben született meg az Európai Bizottság 2012/88/EU Határozata a transzeurópai vasúti rendszer ellenőrző-irányító és jelző alrendszerére vonatkozó kölcsönös átjárhatósági műszaki előírásokról.

Az ERTMS rendszer három alapvető elemet tartalmaz:

Az **ETCS** – Európai Vonatbefolyásoló Rendszer (European Train Control System) – magában foglalja vonatok közlekedésének felügyeletét, a mozgási engedélyek kezelését, az automatikus vonatvédelmet és az interfészeket a biztosítóberendezések felé.

A **GSM-R** Vasúti mobil kommunikációs rendszer (Global System for Mobiles – Railways) a rendszer ‘kommunikációs eleme’, amely megvalósítja az irányítók, vonatok, üzemeltető személyzet közötti beszédátvitelt és hordozószolgáltatást nyújt az ETCS L2 vagy magasabb szintű adatátvitel számára, így biztosítja a vezeték nélküli kommunikációt a vonat és az ETCS rendszer központi elemei között.

Az **ETML** – Európai Közlekedés-irányítási Szint (European Traffic Management Layer) – a vonatforgalom lebonyolításához szükséges üzemeltetési szinteket egységesíti, szabályozza a vasúti menetrendhez és vonatforgalomhoz kapcsolódó adatok kezelését.

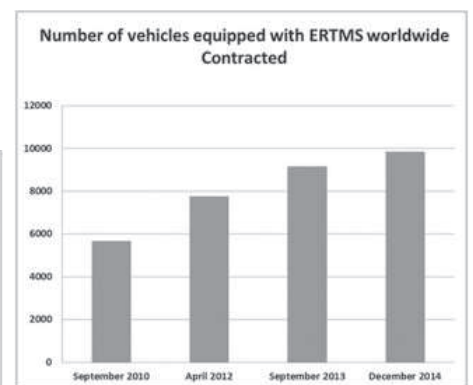
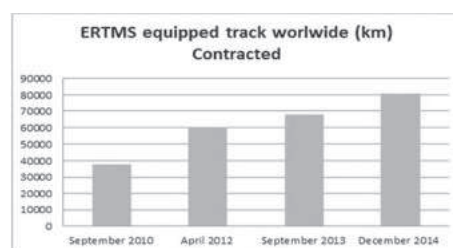
Az UIC (International Union of Railways – Nemzetközi Vasútegylet) 2014. április elején Isztambulban tartott konferenciája átfogó helyzetképet adott a világon már működő és tervezett GSM-R hálózatokról. A jelentések szerint 2014-ben Európában 13 ország vasúti hálózata kapcsolódott be a nemzetközi GSM-R roaming hálózatba: Ausztria, Belgium, Svájc, Csehország, Németország, Dánia, Spanyolország, Franciaország, Olaszország, Norvégia, Hollandia, Svédország és Szlovákia. A GSM-R rendszerek kiépítése jelenleg több más európai országban is kivitelezési vagy tervezési fázisban van. (2. ábra)



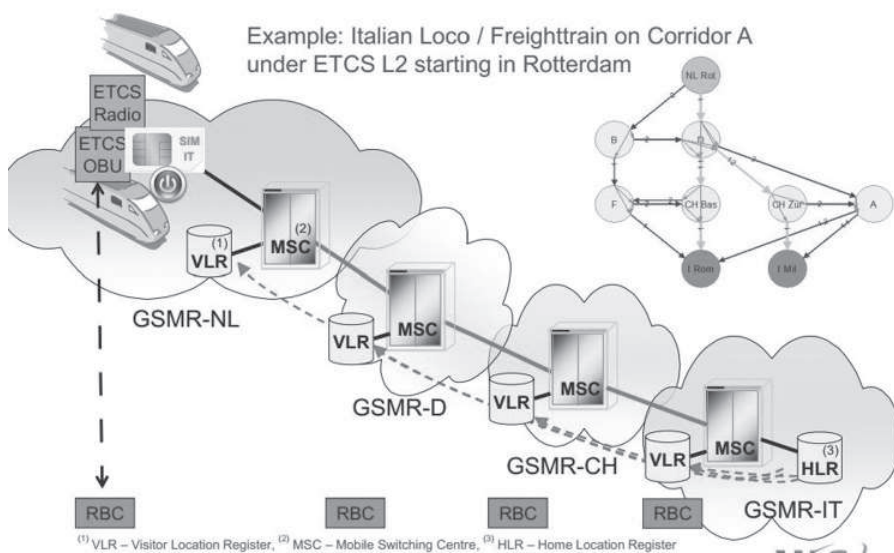
2. ábra. Európai GSM-R rendszerek jelenlegi összeköttetései [7]

A legutolsó jelentések szerint a 2010 és 2014 között eltelt időszakban az ERTMS rendszerrel ellátott vasúti pályaszakaszok hossza nem egészen kétszeresére, míg a rendszerkompatibilis eszközökkel felszerelt járművek száma kb. 2/3-ával nőtt. (3. ábra)

A GSM-R roaming lényegében a hagyományos GSM hálózati roaminghoz



3. ábra. ERTMS rendszert használó pályaszakaszok és járművek száma [8]



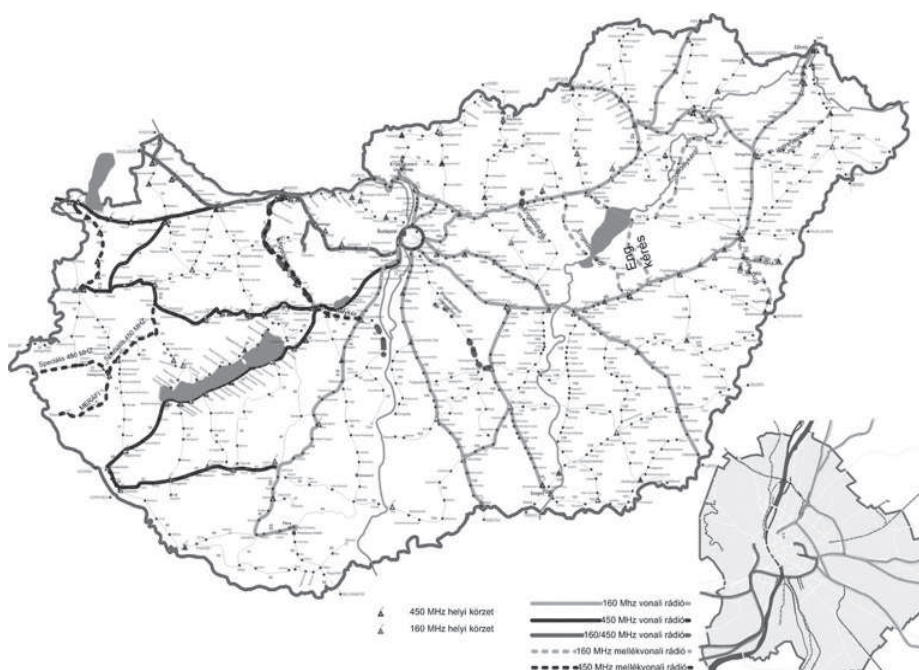
4. ábra. ERTMS rendszert használó pályaszakaszok és járművek száma [7]

hasonlóan működik. Mivel minden motorkocsiban GSM-R kompatibilis készülék van, a határokon átívelő vasúti pályákon folytatott kommunikáció folyamatos, egységes és a redundáns hálózati kialakításoknak köszönhetően megbízhatóbb, mint a régebben alkalmazott, leginkább analóg megoldások. A folyamatos üzem és a fedélzeti rádiók egységes kijelző és kommunikációs felületei nagy biztonságot és teljes körű informatikai támogatást adnak a mozdonyvezetőknek. (4. ábra)

A fenti példában egy olasz tulajdonú vonatszerelvény közlekedik nemzetközi viszonylatban Hollandiából indulva, Németországon és Svájcban áthaladva egész az olaszországi célállomásig. Az országokban kialakított egységes műszaki követelményeken alapuló GSM-R

rendszerek között a roaming szerződések biztosítják az akadálymentes kapcsolat fenntartását a teljes útvonalon.

A vasúti távközlésben alkalmazott technológiai háttér változása általában lassabb folyamatnak tűnhet az új szabványok, ajánlások sorozatos megjelenéséhez viszonyítva. Az új rendszerek bevezetésénél mindig meg kell vizsgálni a jelenleg is üzemelő rendszerek szolgáltatási színvonalát, tervezett életciklusát. A Magyarországon jelenleg működő vonali rádiórendszerek 25–30 évesek, a fix hálózati oldal gyártói támogatottsága megszűnt, a rádióközpontok üzemben tartása egyre nehezebb. A keleti országokban üzemelő 160 MHz-es analóg rádiórendszer bárki által hozzáférhető, hallgatható és nemzetközileg nem átjárható. Az UIC 751-3 ajánlásnak megfelelő 450 MHz-es



5. ábra. A MÁV jelenlegi analóg rádiórendszerei

rádiórendszer már az 1990-es években nemzetközi elveket tükrözött, viszont az egyes országokban eltérően megvalósuló melléküzemmódok miatt mégsem lett nemzetközileg teljesen egységes. (5. ábra)

Az elmúlt években a környező országokban fokozatosan tért hódított a GSM-R rendszer, Németország és Ausztria területére ma már csak GSM-R képes mozdonyrádióval felszerelt jármű léphet be. Ez a külső kényszer azt eredményezte, hogy már a GSM-R hálózat megvalósítására irányuló tender kiírása előtt, az új járműbeszerzésekben a többnormás analóg és GSM-R sávban is működő mozdonyrádió felszereltség alapkövetelmény lett.

### A GSM-R kiépítésének fázisai

A rendszer megvalósítására létrehozott projekt a tervek szerint két fázisra tagolja a GSM-R hálózat kiépítését.

A magyar GSM-R rendszer az első telepítési fázisban (első fázis) öt vonalszakasz összesen 905 km vasúti vonalát fogja lefedni várhatóan 2015 végéig.

1. vonal: Budapest–Székesfehérvár, pályahossza 117 km,
2. vonal: Budapest–Lökösháza és Szajol–Püspökladány, pályahossza 292 km,
3. vonal: Győr–Bajánsenye, pályahossza 184 km,
4. vonal: Budapest–Hegyeshalom, pályahossza 187 km,
5. vonal: Sopron–Szentgotthárd, pályahossza 125 km.

Az első megvalósítási fázis a 2012/88/EU határozatban előírt, az átjárhatóságot biztosító ERTMS rendszerrel ellátandó nemzetközi közlekedési folyosókra és a kapcsolódó fő vasútvonalak lefedésére koncentrál. Ebben a fázisban történik a GSM-R hálózat kiszolgálásához szükséges minden hálózati, kapcsoló és üzemeltetési alrendszer elem és a kijelölt vonalszakaszok rádiós lefedéséhez, illetve a központi vezérlő berendezések elhelyezéséhez szükséges minden kapcsolódó távközlési infrastruktúra (bázisállomás alrendszer, kb. 137 db antennatorony, optikai kábelépítés, átviteltechnika, áramellátás, vagyonvédelem, diszpécser rendszer) kiépítése.

Az első fázis a GSM-R hálózatra történő migráció elősegítéséhez a következő mobil végberendezések beszerzését teszi lehetővé: 1280 (tolatói – OPS, üzemeltetői – OPH, általános célú – GPH) kézirádió, 100 kétnormás (UIC-751-3 450MHz és GSM-R rendszerű) mozdonyrádió és 74 asztali fix rádió.

A lefedettséget, illetve a mobil és fix terminál darabszámot tekintve az egyes fázis még nem fogja eredményezni az analóg rádiórendszerek teljes kiváltását, ugyanis a GSM-R rendszer előnyeinek teljes értékű kihasználásához szükséges a vonalszakaszokon közlekedő járművek GSM-R mozdonyrádióval való felszerelése és a rendszer által nyújtott szolgáltatások beépítése a magyarországi vasúttársaságok kommunikációs technológiájába. A magyar GSM-R rendszer várhatóan követi a nemzetközi tapasztalatokat, amelyek a 2010 után megvalósított GSM-R rendszereknél átlagban három-öt éves migrációs időtartamot jelentenek, azaz ennyi idő alatt lehet teljesen átállni az új kommunikációs rendszerre. Az első fázis befejezése 2015 végéig várható.

A GSM-R második fázisában kb. 2150 km vonalszakasz GSM-R lefedése kerül kiépítésre. (6. ábra)

A második fázisban várható GSM-R lefedettség földrajzi kiterjesztése egyre sürgetőbbé teszi a kérdést: mi történjen az analóg rádiórendszerekkel?

A MÁV meglévő analóg rádiórendszereinek kiváltása csak akkor valósulhat meg, ha a meglévő hálózatokat földrajzi lefedettségében, funkcionálisan, fix rádiókezelő, illetve mobil és mozdonyrádió oldalon is ki tudjuk váltani GSM-R berendezésekkel. Analóg vasúti rádióhálózatok GSM-R rendszerrel való kiváltása esetén több különböző migrációs stratégiát különböztethetünk meg.

**Hálózatorientált migráció (kettős infrastruktúra)** – Ebben az esetben a migrációs időszak csak a GSM-R hálózat teljes, az analóg rádiórendszereket lefedő kiépítések kezdhető meg. Így a járművek karbantartásakor a meglévő analóg

mozdonyrádiót GSM-R mozdonyrádióra kell cserélni, és az analóg és a GSM-R rádiórendszerek mindaddig párhuzamosan üzemelnek, amíg az utolsó mozdonyrádió lecserélésre nem kerül.

**Mobilorientált migráció (ún. többmódusú mozdonyrádióval)** – A megoldás legfontosabb eleme, hogy minden mozdonyon többmódusú, azaz analóg és GSM-R rádiórendszert is támogató mozdonyrádió kerül telepítésre. A mobilorientált megoldás esetén a migráció gyorsasága attól függ, hogy a járműállományban milyen ütemben halad a többmódusú mozdonyrádiók felszerelése. Ideális esetben, ha minden jármű rendelkezik analóg és GSM-R üzemmódot is támogató mozdonyrádióval, akkor a GSM-R rendszerszakaszok folyamatosan üzembe helyezhetők, az analóg rádiórendszerek pedig szakaszosan lekapcsolhatók. A járművek új mozdonyrádióval való felszerelésének ütemezésénél azok a járművek élveznek előnyt, amelyek jellemzően a GSM-R által lefedett szakaszokon járnak. A második GSM-R fázis végén várhatóan a fővonalakon az analóg rendszerek lekapcsolhatóvá válnak.

Kiemelt fontosságú a GSM-R tolatást kiszolgáló funkciója, amely lényegesen eltér a hagyományos analóg helyi körzetekben megszokottól, és ezért csak többszöri, a nemzetközi előírásokban foglalt vizsgálatok és tesztek után kerülhet engedélyezésre a vasúti üzemben. Továbbá a GSM-R által nem érintett vonalszakaszok (mellékvonalak) rádiósítása is kérdéses. Telepítsünk-e jól bevált 450 MHz-es rendszert új vagy máshol leszerelt rendszerelemekkel, vagy kihasználva az új beszerzésekből származó GSM-R üzemmódú mozdonyrádiók,

mobil eszközök elterjedését, kössünk nemzeti roaming szerződést egy publikus GSM szolgáltatóval? Ez utóbbi esetben természetesen kérdéses, hogy az egyes vasútspecifikus szolgáltatásokat a publikus rendszer milyen mértékben képes támogatni.

## Lefedettségi követelmények

A GSM-R hálózatok kialakítása európai követelményrendszerre épül, ennek szigorú betartása biztosítja az egységes interoperábilis működést Európaszerte. A legfontosabb műszaki követelményeket az EIRENE Funkcionális Követelmények Specifikációja, FRS v. 7.3.0 és az EIRENE Rendszer Követelmények Specifikációja, SRS v 15.3.0 dokumentumok írják le. A követelmények több lefedettségi típust határoznak meg, attól függően, hogy az adott területen, illetve vonalszakaszon a közeljövőben milyen forgalmi, technológiai igény merül fel. Az FRS 15.3.0 többek között a minimális vételi jelszintekről szóló követelményeket tartalmaz, különböző lefedettségi megoldások esetére.

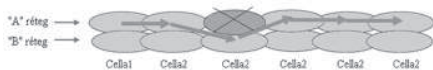
## Rádiós rétegek redundanciája

Az R1-es jelölésű vonalakon egyszeres lefedettség valósul meg. Ezek olyan vasútvonalak, amelyeken egy későbbi projektben fog megvalósulni a kettős lefedettséget igénylő ETCS. Így a jelen fázis csak előkészíti a jövőbeli infrastruktúrát, de a telepített infrastruktúra később csere, illetve átépítés nélkül bővíthető a második réteg megvalósításához.

Az ETCS kiszolgálása hibátűrő és magas rendelkezésre állású (99,98%) távközlő hálózatot igényel. ETCS L2-re berendezett vonalszakasz esetén R2-es ún. kétrétegű rádiós lefedettséget kell alkalmazni. Ebben az esetben két párhuzamos rétegről beszélünk, ahol az „A” réteg egyedül is teljesíti a rádiós lefedettségi előírásokat, azonban vele párhuzamosan egy redundáns, tartalék „B” réteg is kialakításra kerül, az „A” réteggel azonos lefedettségi paraméterekkel. Az „A” réteg esetleges cellakiessése esetén a „B” réteg cellája veszi át a forgalmat (3. ábra). A mobilkészülékek a handoverek (rádiós cellaváltás beszédkapcsolat vagy a beszédkapcsolat előkészítésére, illetve lebontására irányuló jelzészváltás közben) és cella-újraválasztások esetén az „A” réteg szomszédos celláit részesítik előnyben. A készülék a hálózati konfiguráció szerint csak addig marad a „B” rétegen, amíg az „A” rétegbeli cella újra működőképes lesz. A két



6. ábra. A GSM-R kiépítettségének alakulása 2014–2020 között [5]



7. ábra. A kétrétegű (R2-es) lefedettség elve

réteg függetlenségének biztosítása érdekében két kültéri kabinetet telepítenek, amelyek egységes kialakítást követnek a szerelhetőség és későbbi üzemeltetés könnyítése érdekében. (7. ábra)

A GSM-R frekvenciasávban elérhető 19 frekvencián kell a fenti paramétereknek megfelelő rendszert kialakítani, amelyből a megkövetelt lefedettséget biztosítani egyszerűbb feladat, mint a minőséget, melyet az interferencia határoz meg. Ez a sűrű cellakiépítés miatt a budapesti környezetben jelenti a legnagyobb problémát.

Nagyobb állomások területén további kapacitáscellákat kell alkalmazni az előre jelzett forgalom kiszolgálására. Ezek antennamagassága általánosságban kisebb a fővonalai cellák antennáinak magasságához képest, azért, hogy a lefedettséget és ezzel az okozott interferenciát is szinten lehessen tartani. A redundancia növelése érdekében az egyes rádiós rétegeket külön-külön önálló antennarendszer szolgálja ki.

### Hálózati elemek redundanciája

A bázisállomások redundáns átviteli utakkal csatlakoznak a bázisállomás-vezérlőkhöz, azaz a BSC-khez. A két BSC terhelésmegosztásban működik, de az egyik BSC a másik meghibásodása esetén képes átvenni annak a forgalmát is. Kettős lefedettség esetén az egyes rétegek állomásait BSC szerint választották szét, a két párhuzamos rétegbeli bázisállomás vezérlését csak abban az esetben láthatja el ugyanaz a BSC, ha a másik BSC üzemképtelenné vált. Egy bázisállomás helyszínen a két réteget külön antennarendszer szolgálja ki.

A GSM-R hálózatban több szinten biztosított a redundancia, amelynek két típusa van. A fizikai redundancia közé sorolhatjuk a kettős lefedettséget, az optikai gyűrűs hálózat alkalmazását, vagy a rendszer elemeire jellemző ún. 1+1 vagy N+P elemszintű tartalékolási elvet, ahol a tartalékok maradéktalanul átveszik a meghibásodott egység feladatát anélkül, hogy az leállást okozza a teljes rendszer vagy egy-egy alrendszer működésében. A másik a logikai redundancia, amely a futó vezérlési folyamatok, az alkalmazott adatbázisok és adatátviteli útvonalak (routeset) tartalékolását jelenti.

A tartalékolást nemcsak rendszerem szinten kell biztosítani, de előírt az ún.

georedundancia kialakítása is, mely kötelezővé teszi, hogy a központi hálózati elemek térben is elkülönüljenek egymástól, ezzel biztosítva, hogy az egyik telephelyet érintő nem várt esemény (pl. természeti katasztrófa) esetén a rendszer teljes értékű szolgáltatást tudjon adni. Ennek megoldására két központi telephelyet (Corenetwork) alakítanak ki – az egyiket Budapesten (M1 helyszín) a másikat Székesfehérváron (M2 helyszín) –, amelyek a csoporthívások és azok nyilvántartásainak egyidejű, redundáns működését is lehetővé teszik. A felhasználók egyedi azonosítóit és a hívások kezeléséhez szükséges adatokat a Honos Helyregiszter (HLR) tárolja, ezek ugyancsak az említett telephelyeken találhatóak. A HLR-ekben a teljes felhasználói adatbázist felépítették, azonban a felhasználók adatait oly módon osztották fel, hogy alapállapotban (normál üzemmód) az egyik HLR a felhasználók egyik feléről, a másik pedig a másik feléről szolgáltat információkat kapcsolatfelépítéskor. Ha az egyik HLR kiesik, a másikban azonnal aktiválódik a teljes adatbázis, így nem fordulhat elő, hogy információk hiányában a hálózat nem tud kapcsolatot létesíteni a végberendezéssel.

### A GSM-R hálózat működésének minőségi követelményei

Az Európai Bizottság 2010/713/EU Határozata az Európai Parlament és a Tanács 2008/57/EK irányelve alapján elfogadott, az átjárhatósági műszaki előírások keretében alkalmazandó megfelelőségértékelési, alkalmazhatósági és EK-hitelesítési eljárások egyes moduljairól szól. A kölcsönös átjárhatóságról szóló irányelv 18.(4) cikkelye szerint csak nemzetközileg regisztrált tanúsítási szervezet (Notified Body, NoBo) adhat ki a kötelező normatív dokumentumokban foglalt minőségi követelmények teljesítésére vonatkozó ún. „EK Ellenőrzési Tanúsítvány”-t, lefedve ezzel az egyes szakaszok, a vonatkozó alrendszerek és kiépülés esetén a teljes hálózat minősítését is. A jelenleg folyó tanúsítási tevékenység több más terület mellett lefedi a GSM-R rendszert mind a beszéd-, mind pedig az adatkommunikáció tekintetében oly módon, hogy a jövőbeli ETCS L2 szintű vonatvezérlési rendszer a GSM-R hálózat módosítása és további tanúsítása nélkül kiépíthető legyen.

A tanúsítási tevékenység a Határozatban definiált SH1 modul szerint három alapvető területre terjed ki:

minőségirányítási rendszer értékelése, tervvizsgálat és az alrendszerre vonatkozó tesztelek hitelesítése és tanúsítása. A tanúsítási tevékenység során különös hangsúlyt kell helyezni a hálózat működési paramétereinek tesztelésére. A minőségi követelményrendszert a már előzőekben említett EIRENE és MORANE dokumentumokon túl Európai Távközlési Szabványosítási Intézet (ETSI) és **Nemzetközi Vasútegylet (UIC)** specifikációk is tartalmazzák. A tesztereket a kivitelező szakemberei állítják össze, és egy külön erre a célra kialakított mérővagon segítségével végzik a vonalakon a GSM-R rendszerre alapuló vasúti informatikai szolgáltatások tesztelését. A tesztkörnyezetet műszakilag úgy kell előzetesen beállítani, hogy az a tesztelek során ne változzon se a rádiós lefedettség, se a kapcsolóhálózati szolgáltatások és hálózati elemek tekintetében. Ez különösen szigorú feltétele annak, hogy a NoBo a mért paraméterek hitelességét elfogadja és megfelelőség esetén egyes alrendszerekre és a teljes rendszerre is tanúsítványt állítson ki. Tekintetbe véve a normatív dokumentumokban leírt több száz műszaki paramétert, a tesztelés az egyik legbonyolultabb és legnagyobb erőforrást (idő, pénz, szakemberek) igénylő része a tanúsítási eljárásnak. A teszteljárásokra, a mérési környezetre, a mérések darabszámára is külön nemzetközi előírások vonatkoznak, így a teszttervek elfogadása is a tanúsítás részét képezi. A NoBo által kiadott tanúsítványok biztosítják a GSM-R rendszer európai előírásoknak való megfelelőségét, a rendszer minden műszaki tekintetben való helyes működését, nagy megbízhatóságát, valamint a kölcsönös átjárhatósági feltételek biztosítását.

### Összefoglalás

Az európai uniós előírások szükségszerű változásokat hoznak a nemzetközi és hazai vasúti kommunikáció életében. A magyarországi GSM-R hálózat első ütemének kiépítése 2015 végére várható, így lehetővé válik, hogy a magyar vasúti kommunikáció új, korszerű korszakba lépjen. Cikkünkben felvázoltuk a nemzetközi viszonylatban jelenleg már működő és összekapcsolt hálózatok jellemzőit, a magyarországi hálózat kiépítésének és bevezetésének egyes szakaszait, minőségi követelményeit, valamint a jövőbeli elképzeléseket. A teljesség igénye nélkül áttekintettük a hálózat működésének minőségbiztosítási megoldásait és a műszaki feltételeknek való megfelelőség egyes kérdéseit.

## Köszönetnyilvánítás

Cikkünk megjelenésének támogatásáért és a szakmai segítségért köszönetet tartozunk *Neszvecskó Tamásnak* és *Hankó Krisztiánnak*. Az idegen nyelvű összefoglalókhöz nyújtott szakmai segítségért köszönet illeti *Szabadi Nikolettet*, *Kürtösi Annát* és *Tószegi Gabriellát*.

## Irodalomjegyzék

- [1] 2010/40/EU irányelv Az intelligens közlekedési rendszereknek a közúti közlekedés területén történő kiépítésére, valamint a más közlekedési módokhoz való kapcsolódására vonatkozó keretről, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010L0040&from=EN>
- [2] Intelligens Irányító Rendszerek, Lakner Rozália, Hantos Katalin, Gerzson Miklós, 2011, ISBN 978-963-279-511-9
- [3] Mirosław Siemiejczyk, Communication Architecture in the Chosen-Telematics Transport Systems, <http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/37575.pdf>
- [4] Tokodi Dániel, dr. Schuster György, Ihász Jácint, SMART Rail technológiák lehetőségei, az intelligens vasúti hálózatok kialakításának kérdései, *Vezetékek Világa* 2014/2. 11–15. oldal
- [5] Csilling László, Kormányzati Informatikai Fejlesztési Ügynökség, GSM-R a 160 km/órás vasúterért, vetített képes előadás, 2013. 11. 07. Infotér konferencia
- [6] AchimVrielink, DirkBrucks, GSM-R Interconnection & Roaming situation, *Futureplans*, 2014. <http://www.ertms-conference2014.com/assets/SESSION-RESENTATIONS/S6/20140304UIC-ERTMS-World-Conference-2014.pdf>
- [7] ERTMS Deployment Statistics – Overview 2010–2014. [http://www.ertms.net/?page\\_id=58](http://www.ertms.net/?page_id=58)

### Die Gegenwart und Zukunft des GSM-R – Systems

Es besteht kein Zweifel, dass das in Ungarn noch nicht vollständig ausgebauten GSM – R – System wesentliche Änderungen in der Lebensdauer der ungarischen Eisenbahn bringen wird. Jedoch bleiben, für die Spezialisten auch, viele offene Fragen über die zukünftige Arbeitsweise des Systems. Unser Artikel ist mit der Absicht geschrieben, dass wir den aktuellen Status der Systembereitstellung vorstellen möchten. Wir möchten noch einen Ausblick in Europa schon für bestehenden und geplanten GSM – R Netze geben, sowie einen Überblick über die internationalen Normen und Anforderungen geben, der zuverlässigen Systembetrieb und die Interoperabilität zwischen den Ländern zu gewährleisten.

### Status quo of GSM-R with future aspects

The GSM-R system, which is not yet fully implemented in Hungary, will undoubtedly bring about significant changes to the Hungarian railway. These changes give rise to numerous questions, even to specialists, in connection with its future operation. The purpose of this article is to give an overview on the present state of the implementation of the system, to outline the existing and pre-planned GSM-R systems in Europe, and to introduce the international regulations and requirements ensuring the reliable operation of the system and its interoperability between countries.

# KONFERENCIANAPTÁR

IV. 21. Magyar Hajózás

IV. 24. Biztosítóberendezési Szakmai Nap

V. 21. VIII. Vasúti Tréning

VI. 4. VII. Gabonalogisztikai Konferencia Baján

IX. 22. Magyar Vasút 2015

X. 14. Magyar Fuvarozói Fórum

XI. 5–6. Szállítmányozás 2015

*Az időpontok még módosulhatnak*

Rendező: Fórum Média Kiadó

Telefon: 350-0763, 350-0764

[www.magyarkozlekedes.hu](http://www.magyarkozlekedes.hu)

A változás jogát fenntartjuk!