

Földalatti rádiókommunikáció fejlesztési kihívásai és megvalósításai

MIKÓ GYULA, SZEGEDI GYÖRGY

BHE Bonn Hungary Elektronikai Kft.

{mikogy; szegedigy}@bhe-mw.eu

Kulcsszavak: jelismétlők, vészhelyzeti kommunikáció, rádiófrekvenciás hálózatok, távfelügyelet

A rádiós szempontból elzárt vagy árnyékolt helyek egy speciális esete a földalatti területek RF lefedettségének biztosítása, mivel műszaki sajátosságaik révén számos kihívással rendelkeznek. Jelen írás célja, hogy bemutassa a vészhelyzeti kommunikáció területén használt, zártláncú vagy tömegtájékoztatásra alkalmas rádiós hálózatok kiépítésének kihívásait és ismertesse a jellegzetes problémák lehetséges megoldásait. A hálózat hardveres kiépítése mellett bemutatjuk a távfelügyelet kérdéskörével összefüggő megoldásokat is.

1. Bevezetés

A modern, fejlett társadalom egyik fokmérője az embereket körülvevő nagyterjedésű, infrastruktúrák megléte és stabil működése, amelyet bonyolít, hogy nagyszámú felhasználót kell kiszolgálni, valamint a különböző kiszolgáló hálózatok interdependenciája, vagyis bonyolult és érzékeny összekapcsolódása. A kommunikációs hálózatok szerepe azért is kiemelten fontos, mert nem csak önálló entitásként értelmezve egy hálózaton belül köti össze a felhasználókat – gondoljunk csak egy nyilvános mobil hálózatra –, hanem a különböző kiszolgáló hálózatok között is nagymennyiségű adatforgalmat kell bonyolítani nap mint nap a megbízható működéshez, a háttér folyamatként jelenlévő hálózat felügyelet kapcsán. Az emberek közötti kommunikáció növeli az egyén biztonságérzetét, segíti a váratlan helyzetek kezelését, ezért kiemelt feladat az üzemeltetők és gyártók szempontjából a kapacitás biztosítása és a szolgáltatási területek kiterjesztése izolált környezetben.

Nagyterjedésű földalatti infrastruktúrával minden nap találkozhatunk elsősorban a tömegközlekedés területén. Egy nagyváros alatt meghúzódó szövevényes metróhálózat vagy egy geográfiailag tagolt ország, mint például Norvégia több száz kilométernyi közúti alagúttal rendelkezik, amelyben a rádiós lefedettség biztosítása, a tömegtájékoztatás vagy a rendvédelmi és mentő egységek kommunikációjának biztosítása közel sem triviális megoldásokkal biztosítható.

2. Kiterjedtségből adódó problémák

A rádiós kapacitást a szolgáltató bázisállomásai ugyan képesek biztosítani, azonban a speciális kiterjedés miatt a lefedettséget már nem. A szolgáltatási terület kiterjesztésére ezért jelismételőket alkalmaznak. A nyílt földrajzi területek ellátására használt eszközök integ-

ráltn látják el a rádiós feladatokat, vétel, szűrés, erősítés, kisugárzás, valamint az eszköz belső működési állapotának felügyeletét. A rádiós jelismétlő berendezések számának növelésével növekszik a felügyelendő hálózat is, mivel minden üzembe helyezett berendezés állapotáról szükséges információt továbbítani a szolgáltató központjába, hogy az folyamatosan nyomon tudja követni a teljes kommunikációs infrastruktúra éppen aktuális helyzetét. Mivel a felszíni zárt láncú kommunikációban a jelismétlők távfelügyeletét könnyen meg lehet valósítani egy másodlagos, dedikált rádiós csatornán, mondjuk 2G-s vagy 3G-s adatkapcsolaton keresztül.

Egy metróvonal mentén azonban, ahol akár húsz jelismétlőt is szükséges lehet üzembe helyezni, drámaian nőne a hálózatfelügyelettel kapcsolatos feladatok mennyisége, a felügyeleti adatbázis, nem beszélve a bérelt adatkapcsolati csatornák kapacitás igényéről és fenntartási költségéről. A hagyományos jelismétlők különböző funkcióit gondosan differenciálva, hierarchikus rendszerbe lehet szervezni a hálózat építőelemeit. A rádiós és felügyeleti funkciók szétválasztásával a nagyteljesítményű rádiós végpontok tekintetében a lefedettséggel összefüggő feladatok elosztott jelleggel, míg a hálózatfelügyelet a központi vezérlő egységben centralizált módon történik. A hierarchiát tekintve a jelismétlő hálózat Master – Slave architektúrában kerül kiépítésre, amelyben egy-több vagy, mint azt a későbbiekben látni fogjuk redundáns megoldásoknál, több-több típusú logikai és fizikai kapcsolatot is ki lehet építeni.

A Master-Slave konfiguráció kiépítéséhez szükséges egy megfelelő fizikai réteg, amely biztosítja a kétirányú kommunikáció jeleinek nagy távolságra kis veszteséggel és rövid késleltetéssel történő átvitelét. Ezen követelményeknek kiválóan megfelel az optikai szálas összeköttetés. 9/125 μm mag/köpeny átmérő árnyokkal rendelkező egymódusú optikai szálat használva a csillapítás 0,25-0,4 dB/km, a szálszakaszban ter-

jedő fény sebessége pedig közel 2/3-a a vákuumban terjedő fényhez képest. A fizikai csatornán alkalmazott többszörös közeghozzáférésnek köszönhetően hullámhossz-multiplexálással tipikusan 5 optikai hullámhossz kerül felhasználásra. Egy downlink irányba, vagyis a master egységtől a slave egységek felé közvetíti az át-vinni kívánt jeleket. Ekkor a központi egység a végpontokban beállított címzéssel látja el a vezérlő adatcsomagot. Uplink irányban, vagyis a rádiós végpontok felől érkező jeleket a központi egység a hullámhosszak szerint képes szétválogatni. A legelterjedtebben alkalmazott végponti RF-optikai átalakító egységek az 1510-1570 nm-es tartományban dolgoznak 20 nm-es hullámhossz-kiosztással.

A fentiekből következik, hogy egy, a masterben elhelyezett RF-optikai átalakító egységre 4 slave egységet tudunk felfűzni. Amennyiben a master eszközt úgy alakítjuk ki, hogy képes legyen 8 vezérlő modul fogadására, könnyen belátható, hogy egy eszközzel maximum 32 rádiós végpont kezelését tudjuk elvégezni. A master egység transzparens hozzáféresi pontot biztosít a hozzá csatlakoztatott összes rádiós végponthoz. A downlink irányú rádiójelek és vezérlő parancsok, valamint az uplink irányú rádiós kommunikáció és monitor paraméterek egy közös fizikai kapcsolaton keresztül kerülnek továbbításra.

3. Építészeti kialakításból eredő problémák

A földalatti infrastruktúrák kiépítése során masszív, nagy csillapítású anyagokat használnak, így a nagy mennyiségű beton és acél szerkezet bonyolult jelterjedési környezet kialakulását eredményezi. Az állomás szerkezeti komplexitását fokozza, hogy az aluljáró és peron szint egy egyszerű állomás esetén is elkülönülhet, nem beszélve egy csomóponti állomásról, ahol több vonal is keresztezi egymást több emelet mélységben. Amit az utasok nem látnak, azok a háttérben meghúzódó kiszolgáló helyiségek és folyosók, különböző technikai és épületgépészeti helyiségek és maga az alagút, amelyben szintén biztosítani kell a megfelelő rádiós szolgáltatáshoz szükséges lefedettséget. A tagolt, zezugos terület lefedéséhez igazodóan különböző kimenő szintű rádiós végponti eszköz alkalmazása lehet indokolt, vagyis a master egységnek kezelni kell tudni a különböző típusú és paraméterű slave egységeket. Ehhez uniformizált beágyazott szoftverekre és fejlett felügyeleti szoftvertámogatásra van szükség.

Erősen reflektív környezetben az egyszerű jelismétlők esetén könnyedén kialakulhat gerjedés, amely rádiós zavarokhoz és nem kívánt jelek kisugárzódásához vezetne. A BHE által ajánlott hierarchikus jelismétlő hálózatban a rádiós portok fizikailag is elkülönülnek, így növekszik az izoláció a rendszer rádiós csatlakozási pontjai között. A reflexió káros hatásainak kivédésére a slave egységek nagyteljesítményű végfokozatait speciális védelemmel ellátott áramkörök felügyelik,

amelyek szélsőséges esetben lekapcsolják a rádiós végponti eszközt.

4. Hálózat- és üzembiztonsági szempontok

A kritikus infrastruktúrák tanulmányozása során egyre nagyobb hangsúlyt kapott a nagykiterjedésű hálózatok üzembiztonsága és a folyamatos rendelkezésre állás. A meghibásodások elleni védelem, a hibatolerancia és az egy pont-meghibásodások kezelése felveti a hálózatbiztonsági kérdések megoldását. A különböző szinteken megvalósítható tartalékolás lehetővé teszi a rendszer önmenedzselését és automata rekonfigurációját, egy intelligenciával rendelkező rádiós hálózatban. A tartalékolás kialakítását a hálózaton belül megvalósíthatjuk:

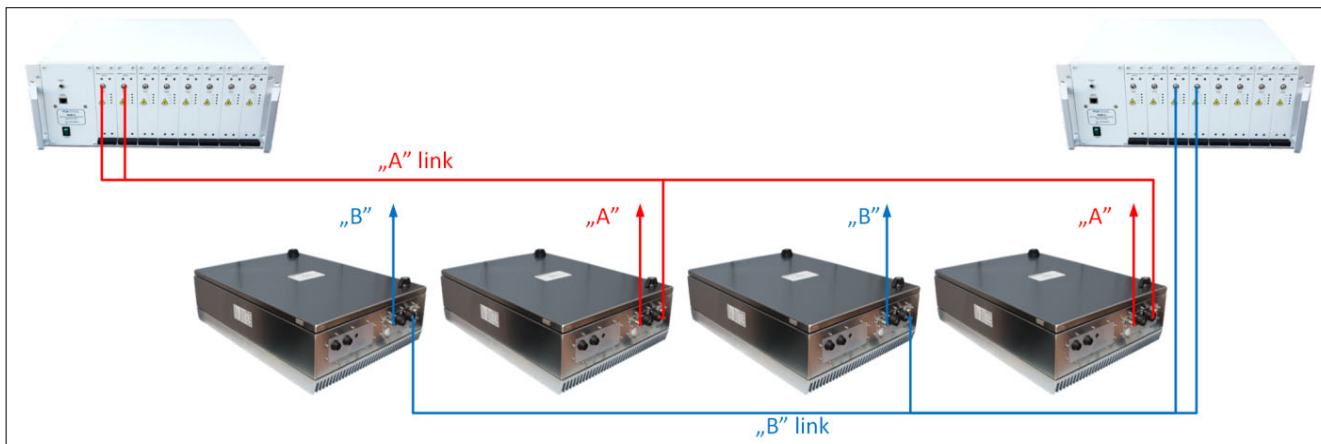
- a) standard vezérlés slave egységekkel biztosított rendszerrel (1. ábra),
- b) kettős optikai összeköttetésű rádiós végpontokkal kialakított, úgynevezett masterredundás rendszer kialakításával és
- c) kettőzött rádiós végponttal megvalósított teljes rendszer redundanciával (2. ábra).

A gyakorlatban legelterjedtebben alkalmazott módszer a b) pontban leírt rendszer kiépítés, vagyis kettős optikai táplálású, master redundáns rendszert alkalmaznak a 3. ábra szerint.

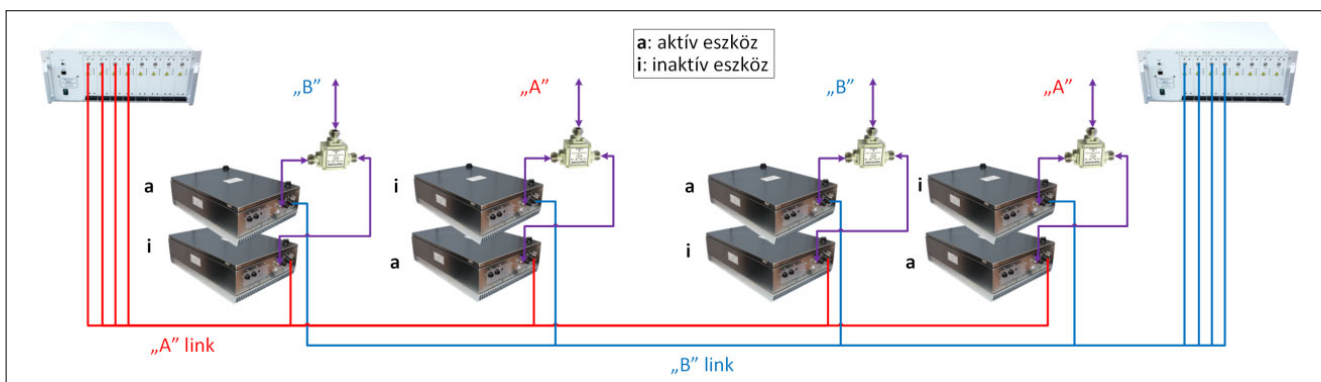
A jelismétlő eszközök magas MTBF (Mean Time Between Failure – két meghibásodás közt eltelt átlagos idő) paramétereinek köszönhetően, ami tipikusan 100 000-120 000 órát jelent, versenyképes műszaki, gazdasági és beruházási megoldást adnak. A jelismétlő hálózatban telepített slave egységek egyszerre két vezérlő eszközhöz képesek csatlakozni.

Kiértékeli a downlink irányú rádiós paraméterek jellemzőit, valamint figyeli az optikai összeköttetés állapotát. Meghibásodás esetén a végponti eszköz automatikusan képes átkapcsolni egyik vezérlő összeköttetésről a másikra, attól függően, hogy a beállított átkapcsolási küszöbszintekkel összehasonlítva milyen hálózati paramétereket érzékel a beállított elsődleges összeköttetésen.

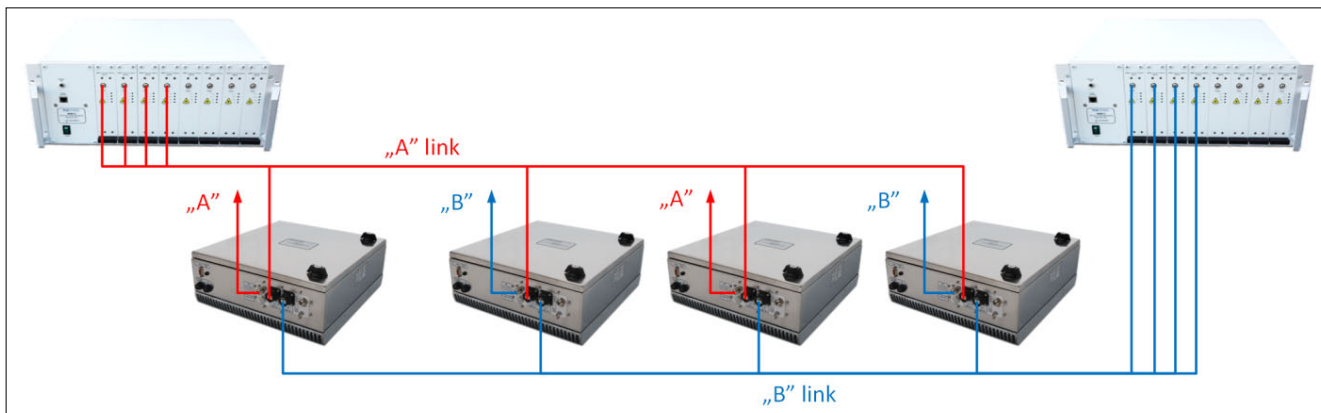
A hálózat felügyelet kiterjeszhető nemcsak a jelismétlő hálózatra, hanem az alagútrendszerben használt antennahálózatra is. Speciális kábelszakadás vizsgáló eszközök alkalmazásával a sugárzó kábel rövidzárási és szakadási állapota diagnosztizálható, valamint lehetőség van az adott szakasz csillapítását is mérni. Az antennahálózati szakaszokat távvezérelhető, intelligens kapcsolóeszközökön keresztül összekötve, lehetőség van az antenna hálózati topológia akár automatikus újrakonfigurációjára, ezzel csökkentve a kiesett szolgáltatási terület nagyságát. Az alagút mentén telepített sugárzó kábellel biztosított lefedettség esetén két slave egység között elhelyezett kapcsolóeszközzel a kiesés megszüntethető kétoldali betáplálással a helyreállítás idejére.



1. ábra A sugárzó kábelt a különböző masterokról táplált slave egységek felváltva táplálják meg



2. ábra A rádiós végpontokban teljesen független slave egységek üzemelnek, meghibásodás esetén az addig inaktív eszköz veszi át az aktív helyét



3. ábra Kettős optikai táplálású master redundáns rendszer

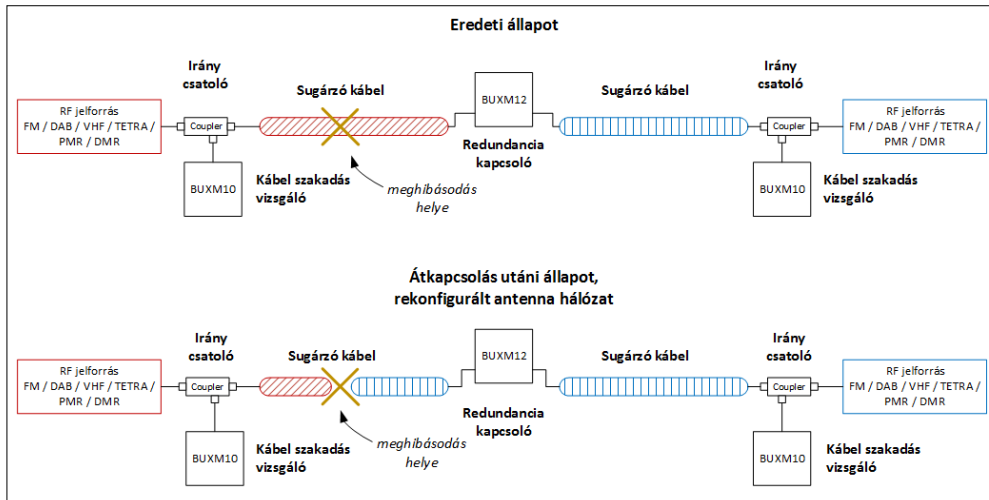
5. EMC szempontok figyelembe vétele

A nemzetközi szabványok különös figyelmet fordítanak a különböző rádiós eszközök békés egymás melletti üzemelésére. A telepítésre szánt rádiós eszköz nem kívánt elektromágneses kisugárzását a lehető legminimálisabb szintre szükséges csökkenteni és a kisugárzás mértékét dokumentált módon ellenőrizni kell. Egy metróhálózatban az eszközgyártóknak számolni kell a villamos vontatásból eredő elektromágneses zavarokkal, amelyekkel szemben a berendezéseknek ellenállónak kell lenniük. A kisugárzott zavarok és immunitási vizsgálatok paramétereit a szabványok az úgynevezett elektromágneses spektrum ügyek szabványgyűj-

teményén keresztül tárgyalják. A tesztek elvégzéséhez a BHE speciális EMC vizsgáló labort épített ki, hogy a szabványos méréseket a fejlesztés és gyártás során el tudja végezni. A kisugárzott zavarok ellenőrzésére szolgáló reflexiómentesített kamra az 5. ábrán, az immunitás tesztek elvégzésére szolgáló GTEM cella a 6. ábrán látható.

6. Gazdaságossági szempontok

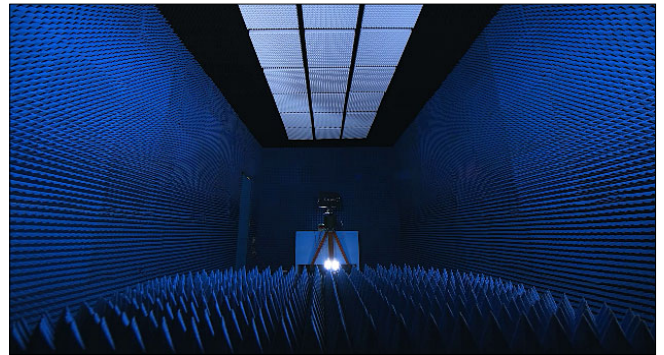
A műszaki paraméterek mellett a BHE figyelmet fordít a rendszerüzemeltetők és felhasználók gazdaságossági követelményeire. Elsődleges cél a hálózat létesítési



4. ábra Redundancia kapcsolókkal átkonfigurált antenna hálózat a meghibásodási pont kétoldali táplálására

5. ábra Reflexió mentesített vizsgálati kamra

6. ábra Immunitás vizsgálatokra szolgáló GTEM cella



költségeinek csökkentése, amelyhez széles működés-frekvencia-tartományú passzív eszközök és komplex, több telekommunikációs sávot kiszolgáló fejlett jelismétlő hálózati aktív elemeket kínál. Az úgynevezett aktív DAS (Distributed Antenna System) repeater hálózat képes akár 6 teljes kommunikációs sávot kiszolgálni a zártlancú vészhelyzeti sávok és a nyilvános mobil frekvenciák tartományában. Ezzel csökkenthető a telepítési költség, illetve szolgáltatótól függetlenül kerülhet kiépítésre a vezeték nélküli hálózat.

7. Távfelügyeleti megoldások

Az IoT (Internet-of-Things) korában a kritikus infrastruktúrák jelismétlő elemeivel szemben támasztott alapkövetelmény, hogy az eszközök hálózatba kapcsolhatóak legyenek és az eszközök működőképessége ellenőrizhető, megfelelő jogosultságok mellett az üzemi paraméterek beállíthatóak legyenek szinte tetszőleges földrajzi távolságról. A hálózatba kapcsolt eszközök távfelügyeletét automatikus működésű felügyeleti szoft-

verrendszerek és folyamatosan biztosított operátorszemélyzet együttese biztosítja. A jelismétlő eszközök fejlett öndiagnosztikai funkciói révén információt gyűjtenek a külvilágból érkező jelekről és a belső állapotjelzőkről, majd beállítható riasztási küszöbértékeknek megfelelően a különféle állapotjelző paraméter értékeket kiértékelik, a küszöbértékekhez komparálják. Az esetlegesen küszöbértéket meghaladó eltérés esetén az eszközök automatikusan riasztást küldenek, mely riasztást beállítható időközönként a hiba fennállásáig megismétlik.

A riasztások különböző prioritással rangsorolhatók a kiváltó ok működésre gyakorolt hatásának súlyossága szempontjából. Például egy bemeneti túlfeszítés riasztás, ami leginkább az uplink sávban kommunikáló közeli mobil állomás miatt keletkezik, kevésbé kritikus hiba, mint egy kieső tápfeszültség vagy túlmelegedést jelző riasztás. A riasztások általában egy felügyeleti központba futnak be, ahol a prioritások szerint történik az üzenetek automatikus kiértékelése és az operátorok értesítése. Általában operátori feladat a keletkezett hiba részletes kiértékelése, korreláció keresése a rendszer többi elemének a hibajelzéseivel és a megfelelő hibaelhárító intézkedés meghozatala. Ez komplex feladat, mivel a jelismétlő eszköz a teljes hírközlő hálózat szerves része. Egy jelismétlőnél jelentkező downlink jelszint kiesés-riasztás például jelezhet eszköz hibát, az eszökhöz csatlakozó jelelosztó vagy antenna hálózat hibáját, a jelterjedési út hibáját vagy akár a donor bázisállomás elégtelen kimeneti jelszintjének hibáját. Az operátori feladata pontos diagnózist alkotni arról,

hogy a rendszer melyik pontja a hiba kiváltója és a megfelelő át konfigurálást vagy szerviztevékenységet kezdeményezni. Bizonyos riasztások lehetnek periodikusan előforduló, valamilyen környezeti körülmény bekövetkezésének okán előálló szerviz beavatkozást nem igénylő esetek. Például heves esőzés hatására kialakuló jel-szint csökkenések esetén az operátor feladata felismerni, hogy a bekövetkezett riasztás nem igényel azonnali beavatkozást.

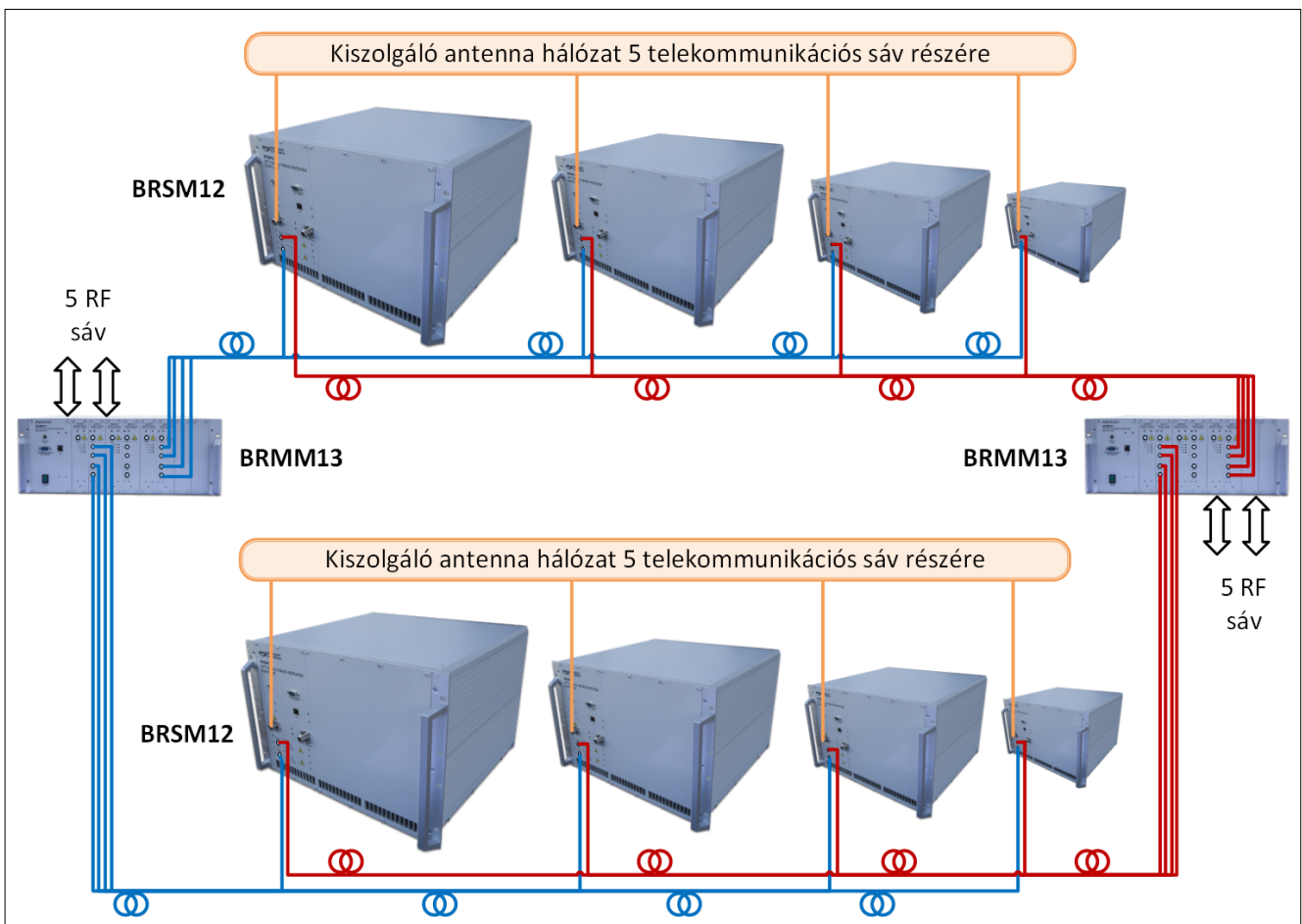
Az operátor munkájának megkönnyítése érdekében fontos az információk könnyen áttekinthető, könnyen kiértékelhető, a figyelmet megfelelően irányító megjelenítése. Ennek érdekében grafikus felhasználói felületet kell kialakítani, a paraméterek, riasztások logikusan csoportosított, rendezett ábrázolásával. A megjelenítés sok esetben valamilyen raszteres grafika felett elhelyezkedő grafikus ikonok, piktogramok elhelyezésével valósul meg. A raszter kép lehet földrajzi elhelyezkedést jelölő térkép, alaprajz vagy a távközlési rendszer, jelismétlő eszköz belső működési blokkvázlata, melyen a működési paraméterek és a riasztást kiváltani képes mintavételezési pontok kerülnek feltüntetésre. Általában az összetett paraméterhalmazt egyetlen kétállapotú hibajelzőbe egyesítik, mely egyértelműen jelzi a rendszer hibátlan működését és nem terheli túl információval az operátorokat. Ha minden hibajelző negatív, a rendszer üzemel, kevés figyelmet igényel.

Ha egy hibajelző jelez, a hiba kiváltó oka kerül feltüntetésre és figyelemfelkeltő hang- és fényjelzés riasztja az operátort. A grafikus felület kialakítására több technológia áll rendelkezésre. A legelterjedtebb megoldás valamilyen számítógépes munkaállomáson futó operációs rendszer alatt működő alkalmazás. Ennek kiterjesztéseként, de akár önálló felügyeleti vagy konfigurációs eszközként mobil platformon futó applikációra is találunk példát. A platformfüggetlenség jegyében készült webes technológiát is elterjedten alkalmazzák.

Az információk, riasztások megjelenítése, feldolgozása mellett megemlíjtük, milyen távfelügyeleti interfészek, adatátviteli csatornák terjedtek el a jelismétlő rendszerek esetében. Alapvetően két fő funkcióra szolgálnak az eszközökön elhelyezett távvezérlő interfészek. Az első funkció a helyi távvezérlés, mely kis távolságú, néhány méteres távolságon belül biztosítja az eszköz elérhetőségét az eszköz telepítésének, beállításának, mérésének, javításának idejére. A második funkció a nagy távolságú, LAN vagy WAN méretű hálózatokhoz való csatlakozást biztosító interfész.

A helyi hozzáférésre még a mai napig is elterjedten használt az aszinkron soros interfész, melyet hordozható számítógéppel és valamilyen USB felületű illesztő áramkörrel csatlakoztatnak. Az RS-422 és RS-485 változatú interfész vezérlési busz kialakítására is lehetőséget biztosít, így kis távolságon belül több eszköz ve-

7. ábra 5 telekommunikációs sáv kiszolgálására képes aktív DAS jelismétlő hálózat rendszerrajza



zérzése, felügyelete is biztosítható egyetlen vezérlővel. A soros interfész egyszerűsége mellett meglehetősen robusztus, nem igényel különösebb konfigurálást vagy speciális meghajtó programot a vezérlő számítógépen és elegendő adatátviteli kapacitással rendelkezik a vezérlési, felügyeleti adatok átviteléhez. Fejlettebb és kényelmes megoldás az USB illesztő alkalmazása, mely nagyobb adatátviteli sebességet, ezáltal gyorsabb paraméter-lekérdezéseket, állapotfrissítési sebességet eredményez, de általában az eszközre jellemző meghajtó szoftvert kell telepíteni a számítógépen futó operációs rendszernek megfelelő kivitelben. Tapasztalat szerint az USB interfész ezen tulajdonsága többször vált ki felhasználói támogatás igényt, mint az elavultnak tekinthető soros vonali interfész.

A vezetékes interfészek sorában a legelterjedtebbnek tekinthető technológia az Ethernet buszrendszer alkalmazása. Helyi és nagy távolságú távfelügyeletre is alkalmassá teszi az eszközt, az eszközhöz kapcsolódó további hálózati elemek függvényében. Helyi vezérlés esetén ez az interfész a leginkább konfiguráció igényes, mert a vezérlő számítógép hálózati címzési és tűzfal-beállításait általában meg kell változtatni és az eszköz MAC vagy IP címének ismerete és a vezérlő szoftverben annak pontos megadása is általában szükséges. Természetesen automatikus eszköz felismerési funkciók megvalósítására is mód van, ami leegyszerűsíti a konfigurációt. A vezetékes helyi távvezérlő interfészek mobil eszközökhöz illesztése meglehetősen kényelmetlen, ezért kereskedelmi eszközök esetében elterjedten alkalmazzák a vezeték nélküli Bluetooth vagy Wi-Fi szabványú vezeték nélküli technológiát. Ipari vagy kritikus infrastruktúra elemek esetében biztonsági okból a vezetékes interfészek preferáltak.

A helyi távvezérlő interfészek mellett a nagy távolságú távvezérlő interfész esetében is gyakori a vezetékes sodrott érpáras vagy optikai Ethernet csatoló alkalmazása, de közkedvelt a vezeték nélküli mobil hálózati (GSM, 3G, 4G) vagy kritikus infrastruktúra hálózatokban védett, zárt mobil hálózati (pl. TETRA) modem interfész is. Mobil hálózati modemek esetében távvezérlésre hagyományosan alkalmazott az áramkörkapcsolt adathívás (CSD), mely szolgáltatás az új generációs hálózatok terjedése miatt egyre inkább kiszorul a mobilszolgáltatók szolgáltatási portfóliójából. Állapotjelentésre, riasztások átvitelére viszont manapság is gyakran használt a rövid szöveges üzenetek (SMS) továbbítása. A megoldás előnye, hogy ezt a szolgáltatást újabb generációs hálózatok is támogatják és azt a lehetőséget is megteremti, hogy a telepítést végző szakember saját mobiltelefonjára is azonnali diagnosztikai információkat képes eljuttatni.

Hazai viszonylatban a távközlési adó bevezetése és az új generációs hálózatok terjedése is motiválta az SMS alapú távfelügyelet helyett a csomagkapcsolt hálózati technológia alkalmazását. Így GPRS, 3G és 4G hálózatokban is elérhető a folyamatos távfelügyelet, nagyszámú eszköz kényelmes és megbízható menedzmentje. A sok előny mellett néhány fontos szempontot

meg kell említeni. Az első és legfontosabb, hogy kritikus infrastruktúrában működő eszközök esetében ez a távfelügyelet biztonsági és megbízhatósági okokból nem alkalmazható. Megbízhatósági problémát jelent az a tény, hogy egy területet érintő katasztrófa helyzetében általában a nagyszámú felhasználó által generált hálózati csúcsterhelés miatt az eszközök vezérlése, felügyelete igen nehézkes. Biztonsági problémát pedig a nyilvános hálózatból eredő kitétségek jelent, mivel nehezebb a rosszindulatú támadásokat kivédeni és nyomon követni.

A mobilszolgáltatók általános biztonsági óvintézkedésként hálózati tűzfalakat üzemeltetnek. Ezek a tűzfalak hivatottak megakadályozni a mobil eszköz irányába ható támadásokat. Nem csak a támadó célú üzeneteket szűri ki a tűzfal, de minden más üzenetet is, röviden a mobil eszközön nem lehet szerveralkalmazást üzemeltetni, mert a kliensek csatlakozási kérései is fennakadnak a tűzfalon. Így a rosszindulatú támadások elhárítása mellett az üzleti célú szerverüzemeltetés lehetőségét is korlátozzák. Ez a korlátozás jelentősen megnehezíti a hálózati eszközök üzemeltetését. Természetesen speciális SIM kártyákhoz rendelt hálózati konfigurációval, központi szerver megoldásokkal a mobilszolgáltatók igyekeznek kielégíteni az ügyfelek igényeit, de ezek a megoldások általában jelentős többletadminisztrációt és többletköltséget jelentenek az ügyfélnek.

A leginkább alkalmazott megoldás tehát az, hogy a jelisméltő eszköz kliensként egy, az interneten elhelyezett statikus IP címmel rendelkező szerver számítógéphez kapcsolódik. Ez a számítógép nyilvántartja az eszközök aktuális IP címét is, ami a mobilhálózati adatkapcsolat miatt bármikor megváltozhat. A központi szerveren keresztül lehet a készülékeket vezérelni és az állapotjelentések, riasztások is ezen a szerveren keresztül kerülnek továbbításra a felügyeleti rendszerbe.

A biztonsági probléma kezelésére más megoldások is alkalmazásra kerülnek a jelisméltő eszközökben. A grafikus felületeken kétszintű jelszavas védelem biztosítja, hogy csak megfelelő jogosultsággal rendelkező operátor legyen képes paramétereket átállítani, a hálózati beállításokat megváltoztatni vagy akár csak a működési paramétereket megfigyelni. A hozzáférés szabályozása mellett az adatkommunikáció lehallgatása, megváltoztathatósága ellen végpontok közötti titkosítást is alkalmaznak.

Az egyik leggyakrabban alkalmazott nagy távolságú, vezetékes távfelügyeleti technológia, a Simple Network Management Protocol (SNMP) legújabb, harmadik verzió kidolgozása során nagy hangsúlyt fektettek a biztonságra. A szabványban lehetőség van a hitelesítésre, a felhasználóknak akár paramétereiként eltérő hozzáférési lehetőségeinek korlátozására. Nem csak a felhasználó azonosítható, de az információt küldő hálózati eszköz is hitelesíthető. Az adatkommunikáció titkosítható a lehallgatás ellen és az adatok megváltoztathatósága ellen is rendelkezik védelemmel. Ezekre az újításokra nagy szükség volt, ugyanis az SNMP első és második verziója szinte semmilyen védelemmel nem

rendelkezett, egyszerű szöveges üzenetekben történt a kommunikáció, amely üzeneteket lehallgatni és megváltoztatni is könnyű lehetett.

A BHE jelismétlő eszközei is támogatják a fejlett távfelügyeleti interfészeket és biztonsági megoldásokat. Az eszközökbe épített funkciókon túlmenően egy komplex felügyeleti szoftver rendszert is biztosít a cég a megrendelők, eszközüzemeltetők számára. A Network Management Software (NMS) egy összetett, adatbázis-alapú szoftvermegoldás, ami tartalmazza a jelismétlő eszközök adatait és begyűjti, tárolja és megjeleníti az állapotjelentéseket, riasztásokat. Az adatok rendezhetők, kereshetők, exportálhatók. Az adatok valós idejű megjelenítésére többféle grafikus felület áll rendelkezésre. Online térképen vagy raszteres grafikán drag-and-drop módszerrel elhelyezett piktogramokkal jeleníthetők meg a hálózati elemek. Az operátorok igényeit figyelembe véve egyszerűsített szöveges felület is elérhető, amelyen az új riasztások prioritásuknak megfelelő sorrendben jelennek meg egy felsorolásban, ahol megjelenésük mellett hangjelzést is kiváltanak és a listából csak kézi nyugtázás esetén törölődnek. Az NMS kliens-szerver architektúrájú, nem csak a központi szerveralkalmazásból érhetőek el az információk, hanem több munkaállomásról is lehetőség van az eszközök felügyeltére.

8. Összefoglalás

Cikkünkben összegyűjtöttük azokat a speciális körülményeket, amelyeket eszközgyártóként figyelembe kell venni földalatti rádiófrekvenciás kommunikációs hálózatok létesítése során. Mára a legfontosabb szempontok, ami az üzemeltetők részéről felmerülnek, a nagyki-terjedésből adódó probléma, valamint az üzembiztonság és a menedzselhetőség.

A BHE a vészhelyzeti kommunikáció területén egy évtizedes fejlesztési és gyártói tapasztalattal rendelkezik. Mára 24 országban kerültek telepítésre a magyar fejlesztésű eszközök, évente több rádiófrekvenciával foglalkozó kiállításon és két, vészhelyzeti kommunikációval összefüggő szakkonferencián vesz részt. Folyamatosan követi a hálózat fejlesztési trendeket és igényeket, szoros kapcsolatot tart hazai és külföldi partnereivel, akikkel számos projektben működött együtt, hogy a vészhelyzeti kommunikáción keresztül láthatatlan módon segítse a földi mozgószolgálatok munkáját és közvetett módon hozzájáruljon a lakosság biztonságához. A műszaki felelősség mellé ezért nagymértékű társadalmi felelősségvállalás is társul, amelyhez szilárd alapot a hazai tudás és innováció biztosít.

A szerzőkről



MIKÓ GYULA 2003-ban szerzett okleveles villamosmérnöki diplomát a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Villamosmérnöki és Informatikai Karán, híradástechnika főszakirány és mobil hírközlés mellék szakirány specializációval. Jelenleg a BHE Bonn Hungary Elektronikai Kft. szoftverfejlesztési osztályának vezetője.



SZEGEDI GYÖRGY 2011-ben szerzett BSc diplomát az Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Karon, híradástechnika szakirányon, szélessávú optikai és rádiófrekvenciás kommunikáció specializációban. 2015-ben szintén az Óbudai Egyetem Villamosmérnöki Karán okleveles villamosmérnök szakképzettséget szerzett, ipari felügyeleti és kommunikációs rendszerek specializáció keretében. 2011–2014 között a BHE Bonn Hungary Kft.-nél fejlesztő mérnökként dolgozott, majd 2014-től műszaki marketingesként dolgozik a fejlesztési osztályok és a kereskedelem tevékenységeinek összehangolásán.