

Rádiófrekvenciás, vezeték nélküli produkciós eszközök használatának lehetőségei

a frekvenciagazdálkodás változó keretei között

avagy melyek a rádiómikrofon- és fülmonitor-rendszerek használatával összefüggő változások 2020-ban?

Alig 120 évvel ezelőtt három tudós, Nikola Tesla, Guglielmo Marconi és Alekszandr Popov valószínűleg csak sejtette, mekkora fejlődés alapjait jelenti egymástól többé-kevésbé függetlenül megalkotott eszközüik, a szikratávíró felfedezése. A fénynél alacsonyabb frekvenciájú elektromágneses hullámok modulációjával működő, jeltovábbításra használt technológia, azaz a rádiótávadás ettől kezdve rohamosan fejlődött; a hangjelek és az információk egyéb, kódolt formában történő továbbítása az emberiség mindennapjainak elválaszthatatlan részévé, alapvető szükségletté vált. Neelie Kroes, az Európai Bizottság digitális menetrendért felelős korábbi biztosa szavaival élve mára „a rádióspektrum olyan fontos a gazdaság számára, mint az embernek a levegő, hiszen minden magánszemély és cég használja. Ha nincs elegendő spektrum, az lebénítja a mobilhálózatokat és a széles sávú szolgáltatásokat, ez pedig egyszerűen nem történhet meg, éppen ezért az újrafelhasználás és a rádióspektrum egységes piacának létrehozása révén maximalizálnunk kell ennek a rendkívül szűkös erőforrásnak a kihasználhatóságát.” Valóban, a rádiófrekvenciás távközlésre használt, 3 kHz-től 300 GHz-ig terjedő tartomány a technikai fejlődés, a digitális információtovábbítás megállíthatatlan terjedése következtében az egyik legjobban kihasznált természeti erőforrásunkká vált. Ha figyelembe vesszük az egyes felhasználások által a sávzélességgel, hullámterjedéssel szemben támasztott követelményeket,

e spektrum egyes tartományai különösen szűknek bizonyulnak.

Az előbbi felismerések okán az összehangolt, egységes frekvenciagazdálkodást nemzetközi együttműködésen alapuló szabályrendszer biztosítja, amelynek kulcsszereplői az ENSZ mellett működő Nemzetközi Távközlési Egyesület (International Telecommunication Union, ITU), a Postai és Távközlési Igazgatások Európai Értekezlete (Conférence Européenne des Postes et Télécommunications, CEPT) és az utóbbi által alapított Európai Távközlési Szabványosítási Intézet (European Telecommunications Standards Institute, ETSI). Az e szervezetek együttműködésével kialakult nemzetközi szabályrendszer a színházak, koncertek, szabadtéri fesztiválok, rádió- és televízióműsorgyártás produkciós környezetében egyre elterjedtebben alkalmazott vezeték nélküli rendszereket összefoglalóan „Műsorgyártás és különleges események” (Program Making and Special Events, PMSE) alkalmazásként nevesíti. Definíció szerint a PMSE alkalmazások a műsorgyártáshoz szükséges és a kiemelt rendezvényekhez kapcsolódó rádiófrekvenciás kiegészítő alkalmazásokat is magában foglaló alábbi rádióalkalmazások csoportja:

a) műsorgyártási célú rádióalkalmazások: különösen műsorterjesztési célra készülő anyagok készítéséhez, filmek gyártásához, bemutatók, hirdetések, hang- és képanyagok készítéséhez, valamint szórakoztató-, sport- és más nyilvános események, előadások színreviteléhez kötődő,

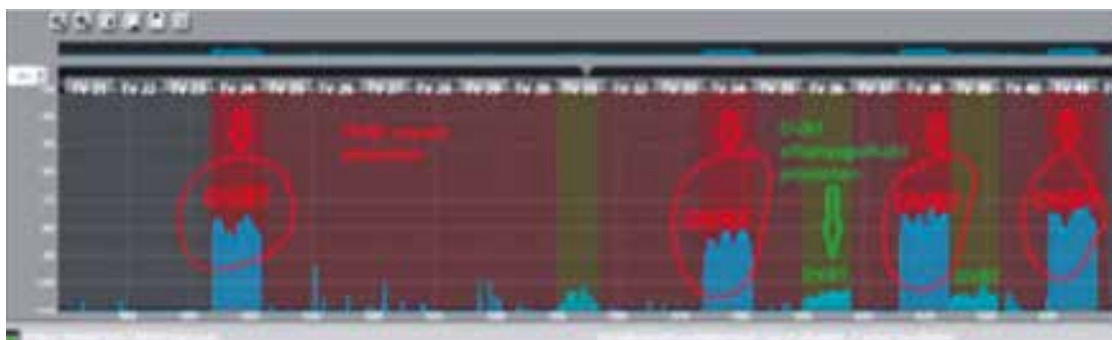
adott helyszínen, rendszeresen használt rádióalkalmazások;

b) kiemelt rendezvények rádióalkalmazásai: korlátozott időtartamú, meghatározott helyszínen megvalósuló eseményhez; különösen kulturális, oktatási, üzleti, sport, szórakoztató, vallási, politikai és más rendezvényekhez, konferenciákhoz, ülésekhez, kereskedelmi vásárokhöz szorosan köthető rádiófrekvenciás igényeket kielégítő rádióalkalmazások.

A PMSE alkalmazásoknak fenntartott frekvenciatartományban hang, kép, adat (effektvezérlés stb.), illetve ezek tetszőleges kombinációjának átvitele megvalósítható, természetesen a használt frekvenciatartományra (pl. sávzélességre) vonatkozó korlátok betartásával.

Történeti áttekintés

A PMSE alkalmazások között a leggyakrabban használt vezeték nélküli mikrofonrendszerek rádiófrekvenciás működése – nem elhanyagolhatóan a fent említett hullámterjedési sajátosságok figyelembevételével – történetileg a földfelszíni televíziós műsorszórás által használt spektrumszeletekben az ún. VHF (Very High Frequency, 30 MHz – 300 MHz) és az UHF (Ultra High Frequency, 300 MHz – 3 GHz) tartományban terjedt el. Az alkalmazható nagyobb esatornaszám, kedvezőbb eszközadottságok (antennaméret stb.) okán a professzionális felhasználások terén az utóbbi tartományban működő eszközök voltak/vannak jelentős többségben, ame-



Az UHF 470-694 MHz tartomány vizsgálata a Nemzeti Színházban (forrás: Microsound Kft.)

lyek működése az UHF-spektrum alsó harmadára (400–950 MHz) esett. Kezdetben a 470–862 MHz-es tartományban a teljes UHF televíziós tartományt elsődlegesen a földfelszíni (analóg) televíziós műsorszórás használta. E tartomány kezdetektől elsődlegesen a földfelszíni televíziós műsorszórás igényeinek kiszolgálására fenntartott, a napjainkban összefoglalóan PMSE-nek nevezett – így a rádiómikrofon- és fülmonitor – rendszerek ún. másodlagos felhasználók. A gyakorlatban tehát e tartományban a PMSE alkalmazásoknak a földfelszíni televíziós műsorszórás csatornakiosztásához kellett/kell alkalmazkodniuk, a 8 MHz sáv szélességű televíziós multiplex jelátvitel (tv-csatornák) mellett szabadon maradó biztonsági, ún. „fehér” sávok használatával. A PMSE és a földfelszíni televíziós műsorszórás tehát „kéz a kézben” járt/jár, a PMSE eszközök használata az egyes televíziós csatornák között könnyen, egyszerűen tervezhető frekvenciahasználatot eredményez, ahol az „azonos csatornás működés” a kölcsönös zavarmentes adás-vétel, a működési biztonság érdekében természetesen kizárt. A televíziós műsorszórásban tapasztalható csatornakinálat bővülésével, a tematikus, kereskedelmi adók megjelenésével a PMSE eszközök számára használható frekvenciák idővel egyre szűkültek, de körültekintő tervezéssel, a későbbiekben hangolható adók és vevők használatával, az analóg adótechnika sajátosságainak figyelembevételével (harmonikusok megjelenése, spektrumszennyezése, szelektivitás korlátai) még nagyobb csatornaszámú analóg eszközök egyidejű használatának sem volt akadálya.

A mobil távközlés, a közelelű adatforgalmú hálózatok rohamos fejlődése, egyre növekvő sáv szélesség igénye miatt az UHF tartományban működő PMSE rendszerek által használható frekvenciatartomány rohamosan szűkül. A használati lehetőségek elsőként 90-es években a 900 MHz-es GSM, majd még 2013-ban az LTE (4G) mobiltávközlési hálózatok terjedésével, bevezetésével csökkentek, végleg kiszorítva a sáv felső, 800 MHz feletti tartományából mind az elődleges használó műsorszóró, mind a másodlagos (esetünkben a produkciós, PMSE) alkalmazásokat.¹ A fejlődés a digitalizáció terjedésével megállíthatatlan; bár az adott alkalmazások sáv szélességigénye alapvetően csökken, a funkciók és a használat bővülésével a teljes sáv szélességigény nő, a spektrum egyre sűrűbben kihasznál. A digitális földfelszíni televíziós műsorszórás terjedő technológiája, az analóg műsorszórás kikapcsolása lehetővé teszi a korábbi 8 MHz-es szélességű analóg csatornák helyén több digitális csatorna egyidejű, multiplexelt átvitelét, ez pedig megalapozza az újabb generációs, közelelű adatforgalmi hálózat, az 5G bevezetésének és elterjedésének lehetőségét. A folyamat világszerte

azonos, amelyet a Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság (NMHH) 2016-ban a 2016–2020-ig terjedő időszakra kiadott rádióspektrum-stratégiájában a következőképpen fogalmaz meg:

„A 694–790 MHz-ig terjedő sáv értékesítése az elkövetkező időszak legjelentősebb kihívását jelenti mind hatósági, mind szolgáltatói oldalról. Amikor a 700 MHz-es sávot átvehetik majd a mobilszolgáltatók, várhatóan 2×30 MHz kerül majd allokálásra MFCN célra. Ezzel 2020 utánra válik elérhetővé az új frekvenciatartomány. Várhatóan az LTE technológia fog ebben a frekvenciasávban is működni, együttműködve a szomszédos 800 MHz és később a felette lévő 900 MHz-es sávval (LTE-A). [...]

a) 2020-ig a 470–790 MHz sávot fenn kell tartani a földfelszíni televíziós műsorszórás részére.

b) 2016-ban meg kell kezdeni a 694–790 MHz (DD2) sáv kapcsán esedékes vezeték nélküli széles sávú frekvenciahasználati jogosultság értékesítésének előkészítését.

c) 2020-ig a 470–694 MHz sávban el kell indítani a műsorszóró célú versenyzetési eljárást.”

Hangsúlyozandó, hogy a fenti stratégia a fentebb említett nemzetközi távközlési szervezetek ajánlásai, valamint az előbbiek figyelembevételével kialakult európai uniós szabályozást tükrözi (a rádióhullámok országhatárokat nem ismerő fizikai

terjedése okán a nemzeti hatáskör a távközlés e területén igencsak korlátozott). A spektrumgazdálkodás nemzetközi szabályai igencsak a heterogén, sokszor egymásnak ellentmondó motivációjú felhasználók, továbbá a hatósági résztvevők széles körű konzultációján alapulnak. Az egyensúly megtalálásának nehézségeit érzékelhetjük, ha belegondolunk az új technológiák bevezetése mögött álló technológiai és gazdasági potenciál versus a rendezvények, előadások zavartalan lebonyolításának érdekei ütközésébe. Ez utóbbi területek a kezdetekben – részben az előbbi potenciálkülönbség, részben a technológia későbbi kialakulása okán – nem kaptak akkora figyelmet, hogy önállóan használható, dedikált és egybefüggő frekvenciatartományban részesüljenek. A sokadik generációs távközlési szolgáltatások miatt szükségessé vált 2014-es újraszabályozás e történeti hiányt ugyan nem pótolta, de a PMSE alkalmazások – többek között a 2012-es londoni nyári olimpiai játékok tapasztalatai alapján – szerencsére a kezdetieknél nagyobb figyelmet kaptak; az irányadó 2014/641/EU sz. uniós szabályozás szerint a tagállamoknak minimum 59 MHz frekvenciasávot (800, 1800 MHz + UHF) kell biztosítani a PMSE alkalmazások számára, figyelembe véve, hogy a technológiai változások a VHF és UHF sávokat kiemelten érintik.

Frekvenciasáv	Műszaki követelmény	További követelmény
34,9–38,5 MHz	Teljesítmény: max. 10 mW ERP ² Csatornaosztás: max. 50 kHz	
146–149,9 MHz	Teljesítmény: – max. 10 mW ERP, kézi rádiómikrofon esetén – max. 50 mW ERP, testen hordott rádiómikrofon esetén Csatornaosztás: 200 kHz	
174–216 MHz	Teljesítmény: max. 50 mW ERP	
216–230 MHz	Teljesítmény: max. 10 mW ERP	
470–694 MHz	Teljesítmény: max. 50 mW ERP	
823–826 MHz	Teljesítmény: – max. 20 mW EIRP ³ – max. 100 mW EIRP a testen hordottra	
826–832 MHz	Teljesítmény: max. 100 mW EIRP	
863–865 MHz	Teljesítmény: max. 10 mW ERP	
1350–1400 MHz	Teljesítmény: – max. 20 mW EIRP – max. 50 mW EIRP a testen hordottra vagy SSP ⁴ használata esetén	
1492–1518 MHz	Teljesítmény: max. 50 mW EIRP	Csak beltéri használat megengedett. Egyedi engedélyezési kötelezettség.
1785–1804,8 MHz	Teljesítmény: – max. 20 mW EIRP – max. 50 mW EIRP a testen hordottra vagy SSP használata esetén	

(+ WiFi, WLAN; + külön igények alapján más sávra kapott frekvenciák)

¹ A PMSE eszközök (pl. vezeték nélküli mikrofonok és fülmonitor-rendszerek) használatának lehetőségei a 7/2015. (XI. 13.) NMHH-rendeletben meghatározottak szerint (3. melléklet 9.11.1 és 9.11.2 alapján)

Mi történik napjainkban?

Ahogy láttuk, a technológia fejlődésével a szabályozás fejlődést követő változása is állandónak tekinthető. Magyarországon a nemzeti frekvencia-felosztásról, valamint a frekvenciasávok felhasználási szabályairól szóló, 7/2015. (XI. 13.) NMHH rendeletben meghatározottak szerint 2020. szeptember 5-ig a műsorszórás részéről a 700 MHz-es sáv (694–790 MHz) teljesen kiürül, felszabadítva ezt a tartományt az új generációs mobilátviteli számára. Mivel az UHF sávban a PMSE alkalmazások ún. másodlagos felhasználók, az elsődleges felhasználók e sávból történő kiszorulását követnie kell a produkciós technológiáknak is (ezzel a vezeték nélküli mikrofonok és fülmonitor-rendszerek által korábban használt frekvenciatartomány 2016 után másodízben szűkül). Kiemelendő, hogy 2020. szeptember 5-től ezen eszközök használata a 694–790 MHz-es sávban jogszabályellenes!

Melyek a további működési, fejlesztési lehetőségek?

A technológiai fejlődés folyamata megállíthatatlanul érinti valamennyi szektort, a rádióátvitelben érintett, rádiófrekvenciás átvitelt alkalmazó valamennyi szereplőt.

Az előző oldalon közölt táblázatból látható, hogy a hazai jogszabályi környezet – igaz, szétaprózottan – de összességében mintegy 400 MHz sáv szélességet biztosít a produkciós környezetben alkalmazott vezeték nélküli technológiák számára. Ezek közül a kis frekvenciás, 150 MHz alatti tartomány használatának fizikai korlátai vannak, a 174–230 MHz-es tartomány használata az UHF tartományban tapasztalható spektrumhiány miatt újjáéledhet. Ugyancsak fejlődési potenciál van az 1,4 GHz feletti tartomány felhasználásában, itt azonban a hullámterjedési sajátosságok szűkíthetik a használat lehetőségét (díszletek árnyékoló hatása, többutas terjedés).

Az irányadó uniós és magyarországi szabályozás szerint a 470–694 MHz-es UHF sáv használatára vonatkozó szabályozási környezet 2030-ig biztosan nem változik; 2019-ben az Antenna Hungária a DVB-T adóhálózat működtetésére 2032-ig nyert koncessziós jogosultságot. Aki tehát a DVB-T csatornakiórtás⁵ figyelembevételével e frekvenciatartományban működő PMSE eszközt választ, 2032-ig biztosan használhatja azokat. (A lelkiismeretes forgalmazóknak köszönhetően az elmúlt években beszerzett eszközök vásárlói zömében olyan frekvenciatartományban működő eszközöket vettek, amelyek az új szabályozási környezetnek megfelelően működnek.)

Az UHF tartomány vitathatatlan szűkülése azonban ezen alkalmazások esetében is felveti az analóg rendszerről digitálisra átállás szükségességét.

Az analóg rendszerek működésének sajátosságai (korlátozott szelektivitás, harmonikusok megjelenése, spektrumszennyezés) azonos időben azonos helyszínen történő használatuk kevesebb, zavarmentesen egyidejűleg átvihető csatornát eredményez (a mai korszerű digitális jelátviteli rendszerek szűkebb tartomány igénybevételével tudnak nagy csatornaszámot biztosítani, akár 20 MHz-ben 25–30 csatornát, de ismert olyan megoldás, amikor – speciális felhasználási körülmények esetén –, némi megkötéssel 8 MHz sáv szélességben akár több mint 60 csatornát is). Mindezek mellett, ha figyelembe vesszük a produkciós környezetben megjelenő egyéb technológiák által keltett (pl. HD kamerák vezérlőelektronikájából, illetve bármely más, digitális berendezések közötti adatforgalmat biztosító rossz minőségű kábelből, vagy a leggyakrabban problémát okozó LED-es technológiájú képi megjelenítőkből származó) spektrumszennyezést, zavaró hatásokat, a nagyobb szelektivitást, adott esetben automatikus vivőfrekvencia-választást lehetővé tevő korszerű digitális rendszerek mellett kell döntenünk. Bár ezek beruházási költsége vitathatatlanul magasabb, az analóg rendszerekkel szemben időtállóbbnak, jobban tervezhetőnek és könnyebben használhatónak bizonyulnak, ehhez járul még a digitális jelátvitelből adódó ugrásszerű hangminőség-javulás, a szolgáltatási szintnek köszönhető nagyobb üzembiztonság. Amennyiben olosabb, analóg berendezés beszerzése mellett döntünk, az egyidejűleg korlátozottan átvihető csatornák számára feltétlenül figyelemmel kell lennünk. Mindkét esetben az új eszköz választása esetén kiemelt szempontnak kell lennie annak, hogy az eszköz vivőfrekvenciája minél nagyobb tartományban legyen választható; a 470–694 MHz-es UHF sávban 80 MHz-nél kisebb hangolási tartománnyal rendelkező eszköz beszerzése nem javasolt. A napi szintű üzemeltetést megkönnyíti, ha a rendszer minden adó és vevő tagja azonos, egymással teljesen megegyező széles tartományban üzemel, azaz adó és vevő egyaránt biztosítja a rendszer által nyújtott legszélesebb spektrumon belüli működést (tartalék eszközök teljes kompatibilitása).

Egyes ipari előrejelzések szerint a globális mobil adatforgalom évente 25–30%-kal nő. A folyamatos technikai fejlődés, a piaci átrendeződés garantált, számíthatunk a VHF-en és az UHF-en kívüli sávokban, így a 823–832 MHz-es, illetve az 1785–1804,8 MHz-es tartományban működő PMSE eszközök további terjedésére is. E tartományokat ún. harmonizált használatú sávoknak nevezik, és a több alkalmazás egyidejű használatának lehetőségéből adódóan figyelembe kell vennünk, hogy az itt működő eszközökre részletesebb szabályok vonatkoznak.

Lakatos Gergely

823–832 MHz sávban

Frekvenciasáv	Maximális EIRP vagy EIRP-sűrűség	
	Műszaki követelmény	További követelmény
<821 MHz	–43 dBm/5 MHz	
821–823 MHz	– (védősáv)	
823–826 MHz	13 dBm	20 dBm
826–832 MHz	20 dBm	
>832 MHz	–25 dBm/5 MHz	

1785–1805 MHz sávban

Frekvenciasáv	Maximális EIRP vagy EIRP-sűrűség	
	Műszaki követelmény	További követelmény
<1785 MHz	–17 dBm/200 kHz	–17 dBm/200 kHz
1785–1785,2 MHz	4 dBm/200 kHz	17 dBm/csatorna
1785,2–1803,6 MHz	13 dBm/csatorna	17 dBm/csatorna
1803,6–1804,8 MHz	10 dBm/200 kHz és 13 dBm/csatorna	17 dBm/csatorna
1804,8–1805 MHz	–14 dBm/200 kHz	0 dBm/200 kHz
>1805 MHz	–37 dBm/200 kHz	–23 dBm/200 kHz

A harmonizált PMSE eszközök használatának lehetőségei a 7/2015. (XI. 13.) NMHH-rendeletben meghatározottak szerint

¹ Több gyártó az LTE alkalmazások számára fenntartott uplink és downlink sávok között található, 9 MHz széles duplex résbe hangolta készülékét, viszont a közeli nagy teljesítményű adatforgalom és a kis sáv szélességből adódóan átvihető kevés csatorna miatt ez a megoldás nem alkalmas professzionális felhasználásra, mindamellett, hogy ezen eszközök működése sem jogszerű.

² https://stic.nmhh.hu/publicview/open.php?f=rendelet3_hu.html#EIRP

³ https://stic.nmhh.hu/publicview/open.php?f=rendelet3_hu.html#SSP

⁴ https://stic.nmhh.hu/publicview/open.php?f=rendelet3_hu.html#SSP

⁵ Magyarországon 2020. szeptember 6-tól 3 DVB-T2 és 2 DVB-T hálózat lesz kialakítva helyi DVB-T adók mellett