

# Kábeltelevíziós és mobil hálózatok békés egymás mellett élése

PUTZ JÓZSEF

Nemzeti Média és Hírközlési Hatóság  
putz.jozsef@nmhh.hu

Kulcsszavak: analóg lekapcsolás, DVB-T, LTE 800, LTE 700, LTE 450, DAB+, kábeltelevízió

**A mobil Internet rohamos terjedése szükségessé tette, hogy az alacsonyabb frekvenciasávok, mint a 800 MHz-es sáv is felhasználásra kerüljenek. Ennek előkészítéseként megvalósult a földfelszíni televízió műsorszórásban az analóg lekapcsolás, és a DVB-T-re történő áttérés. A 450 MHz-es frekvenciasávban is kialakításra került egy LTE-alapú országos rádióhálózat. Elindultak az előkészületek a 700 MHz-es sáv mobil célokra történő felhasználásának biztosítására is.**

**A földi digitális rádiózásban a DAB+ rendszer országos elterjesztésének megvalósítási lehetősége is megjelent az időhorizonton. A meglévő hazai kábeltelevízió hálózatokat üzemeltető szolgáltatóknak fel kell készülniük ezekre a kihívásokra, hogy a mobil és a kábeles technológia ne okozzon kölcsönös zavarokat és békésen megférjenek egymással.**

## 1. Bevezetés

A földfelszíni televízió műsorszórásban alapos előkészítés után 2013. október 31-ig megtörtént az analóg műsorszórásról a DVB-T szabványú digitálisra történő áttérés. Az új rendszer frekvenciasávja szűkítésre került, így lehetőség nyílt a 800 MHz-es sávban (790–862 MHz) mobil szolgáltatás nyújtására. Ezt a frekvenciasávot az átálláskor már kevés kábeltelevízió-szolgáltató használta, így az alapos evangelizációnak és felkészülésnek köszönhetően kevés kölcsönös zavartatási probléma adódott.

## 2. Az LTE 800 rendszer frekvenciafelhasználása, zavartatása

Az LTE 800 rendszer downlink (bázisállomás adási oldal) frekvenciasávja 791–821 MHz (1. táblázat). Itt az OFDM-modulációval megvalósított átvitel állandóan jelen van, ami kábeltelevízió-oldalon zavarokat okozhat.

A tapasztalatok szerint a digitális tévéátvitelben alkalmazott 256QAM-moduláció állapotszámának 64QAM-re való csökkentése a jelszint változatlanul hagyásával nem hozott komoly zavarvédelem-növekedést. A zavarok gerinchálózati, fejállomási és előfizetői oldalon is

megjelenhetnek. A tapasztalat az, hogy ha megfelelő a kábeltelevízió-hálózat minősége, karbantartottsága, akkor nincsenek előfizetői hibabejelentések. A mobilhálózat felé való zavartatás kevésbé jellemző ebben az esetben. Az uplink oldalon (bázisállomás vételi oldal) kicsit más a helyzet. Itt időosztásos a kommunikáció, ezért nehezebb a kábeltelevízióra ható zavartatásokat megtalálni. A mobilhálózat-irányú zavartatás szempontjából a kábeltelevízió-hálózat nagyszintű pontjai a legnagyobb veszélyforrások, ezek az erősítők, valamint az optikai node-ok kimeneti pontjai.

Néhány éve az NMHH – szolgáltatókkal együttműködve – egy hosszabb mérésorozat eredményeként azt a megállapítást tette, hogy a különböző modemek, set-top-boxok az ilyen közeltéri zavarokra várhatóan érzékenyen fognak reagálni. Mivel a 800 MHz-es LTE-sáv lefedettsége jónak mondható, a mobil készülékeknek ritkán kell nagyobb adási teljesítményre kapcsolni, így ezek a zavarok a tapasztalatok szerint nem gyakoriak. A kábeltelevízió-hálózatok esetleges kisugárzása viszont a mobilszolgáltatók esetében bázisállomás-vételi problémákat okozhatnak, ami a gyakorlatban is előfordul.

Az adási és vételi sáv között egy 11 MHz-es üres sáv-rész került kialakításra. Ez a 821–832 MHz-es rész jól felhasználható mérőjel vagy egyéb nagyobb védettsé-

KTV csatorna	61	62	63	64	65	66	67	68	69
KTV frekv. MHz	790 798	798 806	806 814	814 822	822 830	830 838	838 846	846 854	854 862
LTE800 sáv MHz	790 791	791			821	821 832	832		862
LTE800	Védő Sáv	LTE 800 Downlink			Védő Sáv	LTE 800 Uplink			

1. táblázat  
Az LTE 800  
frekvencia  
felhasználása

get igénylő szolgáltatás átvitelére a 65. tévécsatornában. Az 1. ábrán a távoldali bázisállomások adási jele, valamint a közeltéri mobil készülék adási jele jól megfigyelhető.

### 3. Az LTE 450 rendszer frekvenciafelhasználása, zavartatása

Az MVM-NET Zrt. 2014-ben jogosultságot nyert a 450–457,38/460–467,38 MHz-es sávban LTE 450 rendszerű zártcélú mobil hálózat megvalósítására (2. táblázat). A rendszer közel 400 bázisállomást és teljes kiépítés esetén akár 2 millió végkészüléket jelent.

A bázisállomások építése már megvalósult, a végkészülékek számának drasztikus növekedése a jövőben várható. A rendszer elsősorban kormányzati célú adatátvitelt valósít meg, de várhatóan itt fognak működni ipari és üzleti szektorban megvalósítandó szolgáltatások is. A kábeltevé-hálózatok esetében az LTE 450 rendszer az S39-S41 hyper-sávcsatornákat érinti. Mivel a Downlink sávban jelentős az adásteljesítmény, az S41-es tévécsatornán fordulhatnak elő kábeltevé-irányú zavarok.

### 4. Az LTE 700 rendszer frekvenciafelhasználása, zavartatása

A 700 MHz-es sáv 2020. szeptember 5-e utáni felhasználási lehetősége várhatóan a 3. táblázat szerint fog alakulni.

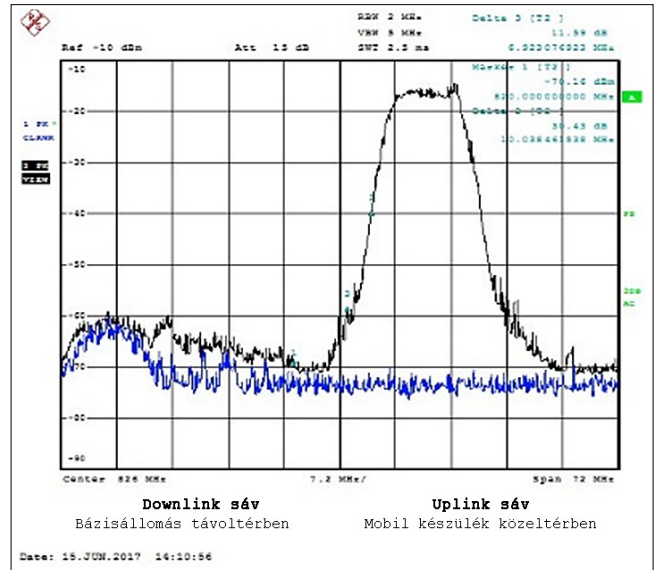
Az LTE 700 Uplink a bázisállomás vételi frekvenciasávját, az LTE 700 Downlink az adási frekvenciasávját, a PPDR pedig a szélessávú közrendvédelmi és kataszt-

2. táblázat Az LTE 450 frekvencia felhasználása

KTV csatorna	S39		S40		S41	
KTV frekv. MHz	446	454	454	462	462	470
LTE450 sáv MHz	450		457,38	457,38 460	460	467,38
LTE 450	LTE 450 Uplink		Védő Sáv	LTE 450 Downlink		

KTV csatorna	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60		
KTV frekv. MHz	694 702	702 710	710 718	718 726	726 734	734 742	742 750	750 758	758 766	766 774	774 782	782 790		
LTE700 sáv MHz	694 698	698 703	703			733	733 736	736 738	738	753	753 758	758	788	788 791
LTE700	Védő Sáv	PPDR UP	LTE 700 Uplink			PPDR UP	Védő Sáv		PPDR Down	LTE 700 Downlink			PPDR Down	

3. táblázat Az LTE 700 frekvencia felhasználása



1. ábra Az LTE 800 spektrumképe

rófavédelmi rádióalkalmazást jelöli. Az adási és vételi irány itt fordított, mint az LTE 800 esetében, az alsó sávban a fix bázisállomási vétel történik, itt várható a mobil készülékek adásoldala által keltett zavar leginkább. A kábeltevé-hálózatok esetében különösen nagyvárosi környezetben a 700 MHz-es sáv intenzíven használatban van digitális tévé- vagy DOCSIS-jelek átvitelére.

### 5. A DVB-T rendszer frekvenciahasználata

Az Antenna Hungáriának, valamint a helyi földfelszíni televízióknak 2020. szeptember 5-én lejár az üzemeltetési jogosultsága a DVB-T földfelszíni digitális műsorszórás frekvenciáinak használatára. A 800 MHz-es sáv kiürítésével ki lehetett építeni 5 tévémultiplexet tartalmazó országos DVB-T hálózatot, a 700 MHz-es sáv nélkül már csak 3 multiplex valósítható meg ugyanilyen technológiával.

A környező országokkal már folyik a koordináció a DVB-T2 szabvány bevezetésére. Az új szabvány segítségével rendelkezésre állhat 5 országos multiplex. A DVB-T2 rendszerben lehetőség nyílik új tömörítési eljárások bevezetésére is (pl. a H-265-re).

A 470–694 MHz-es sávban tehát 2020 szeptembere után már várhatóan több földi digitális csatorna jelével kell számolni, ami további zavarutatósi problémákat okozhat. A földi digitális tévé-műsorszórásra a jelenlegi szabályozás szerint további 12 évig, 2032-ig biztosítani kell a rendelkezésre álló frekvenciasávot.

## 6. DAB+ digitális földi rádió műsorszórás

A 2006-os Genfi Körzeti Rádiótávközlési Értekezleten Magyarország jogot kapott arra, hogy a C10-C11-C12 frekvenciákon DAB+ digitális műsorszóró rádiórendszert valósítson meg. Az azóta eltelt időben ez csak Budapesten került kiépítésre három adóállomással és csökkentett rádiófrekvenciás teljesítménnyel. Várható, hogy Magyarország is előbb-utóbb a szerencsésebb történelmű országok útjára lép és elindulhat az országos DAB+ rendszer kiépítése. Érdekesség, hogy Norvégiában 2017. január 11-én 11:11-kor lekapcsolták az első FM-adót és az év végéig az ország teljesen áttér az analóg rádiózásról a digitálisra.

## 7. Összefoglalás, következtetések

A jövőben a kábeltévé-hálózatok által használt sávok nagyobb részében drasztikusan meg fog növekedni a sugárzott rádióadások száma. Az összes fent említett rádiós technológiának van egy közös vonása, mind OFDM sokvivős modulációt használ a lehető legnagyobb zavarvédelem érdekében. A tapasztalatok szerint ezekre a technológiákra kisebb az analóg zavarok ráhatása, viszont a szélesebb sávú, 8 MHz-es digitális csatornák már el tudják lehetetleníteni a működésüket.

A kábeltévé-irányú zavartatásnak két fajtája lehet. Az egyik, amikor a távotérből érkezik egy bázisállomásról valamilyen közel állandó jelszintű OFDM modulált jel, ez jól mérhető és behatárolható. A másik esetben, amikor a közeltérből sokkal nagyobb térerejű, de impulzuszerűen működő rádióadó-berendezés okoz zavart, itt nagyon nehéz lesz a hiba lokalizálása, feltárása. A mobil adóberendezések adási teljesítménye sok dolog függvénye, legfőként a bázisállomás vételi szintje, ami befolyásolja ezt. Ha nagy a mobilkészülék és a bázisállomás közötti csillapítás, akkor a mobil megemeli az adási teljesítményét, míg ha lecsökken a csillapítás, akkor az adási teljesítmény is csökken.

A kábeltévé-hálózat üzemeltetésében egyre nagyobb feladatként fog megjelenni a hálózatok zártságának biztosítása. Nem lesz elegendő a visszirányú csatornák zaj- és zavarint-mérésével minősíteni az egyes hálózatrészeket, nem lesz megkerülhető a jelszivárgások rendszeres mérése a teljes hálózat lefedési területén, valamint az összes fellelt hiba igen gyors megjavítása. A magyarországi mobil szolgáltatók az LTE 800-as sávban jelentős számú kábeltévé-rendszer okozta zavart észleltek eddig is, de az LTE 700 indulása sokkal komolyabb kölcsönös zavartatásokat okozhat. Az LTE 700-as sávban lévő 12 csatorna elhagyása komoly adatátviteli

képesség csökkenést okozna a kábeltévé-hálózatokban, ezért fel kell készülni a hálózatok karbantartásakor a rendszeres szivárgásmérésre, a technológia részévé kell tenni a hálózat zártságának biztosítását.

A kábeltévé-hálózatokban ma még alkalmazott analóg tévéjelek igen érzékenyek a zavartatásra, digitális zavaró jel esetén vivő/zaj-viszony csökkenés tapasztalható. A digitális tévé- vagy DOCSIS-jelek egyfrekvenciás, általában manapság 256QAM-modulációval működnek. Ez a moduláció zavarvédeltsége jobb, mint az analóg jelé, viszont itt is előfordulnak a gyakorlatban problémák. A 256QAM-jel szintjének óvatos emelése csökkentheti a zavartatást, de az igazi megoldás a jó árnyékoltságú hálózat. A régebbi gyártású modemek, set-top-boxok zavarérzékenysége is nagyobb, itt legfőként az újabb típusokra való csere segíthet.

A zavarvédeltség növelésének másik része az OFDM-moduláció használata a kábeltévé-hálózatban. A DOCSIS 3.1 rendszer fontos tulajdonsága, hogy ilyen modulációt alkalmaz, és várhatóan sokkal kevésbé lesz érzékeny a külső behatásokra, mint az egyvivős 256QAM. A DOCSIS 3.1 bevezetésével várhatóan újra használatba lehet venni a Digital Dividend 1-es sávot is, így a kábeltévé-rendszer kapacitása megnövelhető. A DOCSIS 3.0 és 3.1 szabványú eszközök külön frekvenciasávon kell, hogy kommunikáljanak, ez előre-irányon még kevésbé jelent problémát, a visszirányú sávot lesz nehezebb kezelni. A szintén OFDM-modulációt használó DVB-C2 szabvány bevezetése várhatóan még hosszabb távon fog csak megvalósulni, mivel a régi set-top-boxok és tévék nem képesek ezeket a jeleket feldolgozni.

A kábeltévé-hálózatok üzemeltetésekor a jövőben sokkal nagyobb figyelmet kell fordítani a rendszer zártságára, mert az éterben robbanásszerűen fognak elszaporodni a nagyobb teljesítményű rádiófrekvenciás jelek, és megnövekszik a kölcsönös zavartatás veszélye. A fejlesztések esetében hálózati szinten érdemes csökkenteni a koaxiális hálózat hosszát, erre hatékony technológia a Deep Fiber, ahol a gerinchálózati sík nagyobb részét üvegszárra cseréljük. A DOCSIS 3.1 fejlesztés legfőbb előnye a nagyobb zavarvédeltség és a nem használt frekvenciasávok visszanyerése lesz.

### A szerzőről

**PUTZ JÓZSEF** 1983-ban diplomázott a Széchenyi Egyetemen (az akkori KTMF-en), Győrben. A kábeltévévizuális 1986-ban kezdett el foglalkozni, tervezési, fejlesztési és üzemeltetési tevékenységekben dolgozott. Több hazai és külföldi kábeltévé-hálózat létrejötté fűződik a nevéhez. Később műholdas hírközléssel és IPTV-vel is foglalkozott. Egyetemeken, tanfolyamokon gyakorlatorientált előadásokat tart, a távközlési szakma fejlesztése a legfontosabb számára.



### Hivatkozások

- [1] NMHH – Nemzeti ütemterv a VHF III. sáv (174–230 MHz) és az UHF sáv (470–790 MHz) hasznosításáról, 2017.07.20.
- [2] Putz József: Frekvenciahasználat és zavartatás a kábelTV hálózatokban, Média-Kábel-Műhold, 2017. októberi szám.