

Beszédüzemű URH rádiótelefonok városi mérései

ÖKRÖS
TIBORNÉ —
NEHÉZ GYÖRGY
(PKI)

A mozgó URH rádiótelefon-hálózatok felhasználói nem egységesek, más-más minőségi igényt jelentenek a rádiószolgálat számára. Napjainkban még túlnyomóan a beszédüzem szokásos ezekben a rendszerekben, melynek átviteli minőségét az érthetőség, valamint a zavarmentesség alapján lehet elbírálni. Cikkünkben nem foglalkozunk más adók zavarainak minőségkárosító hatásával. E zavarokon kívül különösen nagyvárosokban és autóutak mentén a motoros járművek gyújtásából és a talajreflexiókból eredő zajok hatnak az átvitel minőségére. Utóbbi esetekben szokásos a zavarmentesség kritériumának alkalmazása az átviteli minőség elbírálásánál. A minőségi fokozatok (zavarmentességi index) mérése egyszerűbben kivitelezhető.

Vizsgálataink arra irányultak, hogy megállapítsuk a mozgó URH rádiótelefonok beszédviteli minőségének alakulását külső zajos környezetekben, valamint, hogy adatokat nyerjünk a szükséges minimális térerősséértékekre vonatkozóan a berendezés, a frekvencia, a kívánt átviteli minőség, valamint a zajkörnyezet függvényében.

Beszédátviteli minőség

A beszédátvitel minőségét az érthetőség kritériuma szerint lehet elbírálni, amely százalékosan adja meg a helyesen átvitt szótagok, szavak, illetve mondatok arányát. Az átviteli minőség lerögzítésekor ezen kritérium alsó határát jelölik meg, amely meghatározza a legfontosabb rendszerparaméterek nagyságát és korlátait is. Ilyen rendszerparaméterek az átviteli sáv szélesség, a torzítás, a jel-zaj viszony és a szintingadozás.

A beszédjelek érthetősége egy szubjektív meghatározott mérték az átvitel minőségére, melyhez objektív mérhető jellemző adatok rendelkeznek azon rendszerparamétereket illetően, melyek befolyásolják az érthetőséget.

A mozgószolgálati összeköttetés érthetőségét befolyásoló beszéd szint általában beállítható, az átviteli sáv szélesség célszerűen elegendő, az érthetőséget inkább a zajok határozzák meg. Így elmondható, hogy a legfontosabb objektív minőségi jellemző a jel-zaj viszony.

A gyakorlatban a beszédátvitel minőségét a telefontól szokásos érthetőség mellett a zavarmentesség fokával (index segítségével) is jellemzik. A zavarmentességi fokozatokat a CCIR definiálja [2], miszerint a beszéd növekvő nehézséggel érthető, ahogyan a fokozat csökken (1. táblázat).

1. táblázat

Minőségi fokozat	Zavarhatás	Átviteli minőség	
5	alig észrevehető	nagyon jó átvitel	kiváló
4	észrevehető	jó átvitel	jó
3	kellemetlen	még érthető	jó
2	nagyon kellemetlen	rosszul érthető, esetleg szolgálati célokra használható	gyenge
1	beszéd alig vehető észre	gyakorlatilag használhatatlan az összeköttetés	rossz

Az öt fokozatból célszerű a 3, 4 és 5-ös fokozatokkal számolni. Az 1 és 2-es minőségi fokozatok gyakorlatilag használhatatlanok.

Egy lineáris tartományban működő FM vevő bemenetén

$$U_{eff} = 10^6 \sqrt{\frac{2nkTFRf_M^3}{3f_d^2}} \quad [\mu V] \quad (1)$$

kapocsfeszültség szükséges ahhoz, hogy a kimeneten n hangfrekvenciás jel-zaj viszony legyen az f_d frekvenciaökre vonatkoztatva, ahol F a zajtényező, k a Roltzmann állandó, T az abszolút hőmérséklet, R a vevő bemenő impedancia, f_M a hangfrekvenciás sáv szélesség.

Az (1) egyenlet tökéletes vevő esetén idealizált feltételek mellett érvényes, azaz:

- a külső zaj nulla,
- tökéletes limitálás, amikor nem marad vissza semmi amplitúdó moduláció,
- vevőzaj főleg a vevő előfokozatokban keletkezik.

Megemlítendő még, hogy az (1) egyenletben feltételeztük, hogy a jelforrás kimenete illesztve van a ve-

vő bemenetéhez. Rögzített paraméterek mellett a szükséges térerősség a következő egyenlettel számítható

$$E_{eff} = \frac{2U_{eff}}{l_{eff}} \quad (2)$$

Félhullámú antenna alkalmazása esetén $(l_{eff} = \frac{\lambda}{\pi})$ írhatjuk, hogy

$$E_{eff} = 2 \cdot 10^6 \sqrt{\frac{2nkTFRf_M^3\pi^2}{3f_a^2\lambda^2}} \quad [\mu V/m] \quad (3)$$

majd ebből $\lambda = c/f$ behelyettesítésével adódik az ismert összefüggés másik alakja is:

$$E_{eff} = -41 + 20 \log f_{MHz} \quad [dB(\mu V/m)] \quad (4)$$

A (3) összefüggésből a (4) egyenletet közepes minőségű ($F=5$) vevő, félhullámú vevő antenna, valamint szokásos $n=20$ dB, $R=50$ ohm, $f_M=3$ kHz, $f_a=3$ kHz paraméter értékek mellett kaptuk.

Az FM vevőkre érvényes képletekben szereplő n hangfrekvenciás jel-zaj viszonyhoz fázismoduláció, illetve preemfazist alkalmazó frekvenciamoduláció esetén még járulékos jel-zaj viszony javulás számítandó az alábbiak szerint:

$$n' \cong \frac{1}{3} \left(\frac{f_M}{f_0} \right)^2 \cdot n \quad (5)$$

ahol f_0 a vizsgált jel frekvenciája.

Fázismoduláció esetén a (3) és (5) képletek helyett írható még a térerősség összefüggésébe, hogy

$$E_{eff} = 2 \cdot 10^6 \sqrt{\frac{2nkTFRf_M\pi^2}{\Delta\varnothing^2\lambda^2}} \quad [\mu V/m] \quad (6)$$

ahol: $\Delta\varnothing$ a fázislöklet.

Minőségromlás zajos környezetben

A zajos környezetben szükséges térerősséget úgy számoljuk, hogy a (4) összefüggéshez egy járulékos korrekciót adunk, amely a külső zajhatások miatti minőségromlás ellensúlyozását célozza.

A szükséges d térerősség korrekcióval a (4) egyenlet az alábbi lesz

$$E'_{eff} = -41 + d + 20 \log f_{MHz} \quad (7)$$

ahol: f a működési frekvencia MHz-ben.

A (7) képlettel a minimális térerősséget kapjuk meg

$$E_{min} = E'_{eff} = E_{eff} + d \quad (8)$$

amely a kisugárzott jelnek kívánt minőség mellett vételéhez szükséges térerősség, figyelembe véve a természetes és ipari zajokat és a specifikált vevő, illetve a vételi jellemzőket, de nem véve figyelembe az egyéb adóktól származó interferenciákat. Ezt szokás még minimális vendődő térerősségnek is nevezni, vagy csak egyszerűen minimális térerősségnek.

A zajos környezetben szükséges minimális térerősséget szubjektíve lehet megállapítani. Keresendő tehát a (7) egyenletben szereplő d korrekció értéke.

A zajok és zavarok minőségrontó hatásának (d) megállapítására hazai környezetben álló és mozgó méréseket végeztünk [3], [4], [5].

Szubjektív értékelési módszer kiválasztása

Írtuk, hogy a d térerősségkorrekció — ezzel a minimális térerősség értéke szubjektíve állapítható meg. A lehetséges szubjektív értékelési módszerek közül a véleményvizsgálatokat láttuk legcélszerűbbnek, melyeket a rendelkezésre álló idő alatt és eszközökkel le tudtunk bonyolítani.

A véleményvizsgálat lényege esetünkben az, hogy a kérdéses rádiócsatornán a külső zajok következtében károsodott jelet a már leírt CCIR minősítő skála szerint rövid meghallgatás után véleményezni kell, illetve be kell sorolni valamely minőségi kategóriába.

A véleményezés eredményeit háromféle módon összegeztük:

- kiszámítottuk a különböző jelszintekhez tartozó átlagminőséget és szórást,
- kiszámítottuk a különböző minőségi kategóriákhoz tartozó átlag jelszintet és szórást,
- leszűkítettük az 5 pontos véleményeskálát, illetve három kategóriába csoportosítottuk (kiváló, elfogadható, elfogadhatatlan) és az ezekhez tartozó véleményyszázalékot kiszámoltuk.

A szubjektív vizsgálatokat igyekeztünk a lehető legegyszerűbbé tenni, továbbá pontos instrukciókkal kívántuk a véleményezés bizonytalanságait csökkenteni.

Zajok, zajhatások, zajmérési problémák

A zajok mérésekor több probléma felmerül. Egyrészt ismerni kellene a gépjárműforgalom és a zajok, másrészt a zajok, valamint hatásaik közötti összefüggéseket.

Az alábbi tényezők vannak kihatással a mérhető zajok nagyságára:

- a) járművek száma [db/km, db/óra],
- b) járművek típusa (gyújtás- és szűrészrendszer),
- c) járművek állapota,
- d) járművek sebessége (áll, indul, halad),
- e) járművek helyzete (mozgásirány, távolság),
- f) mérőantenna fajtája, helyzete és környezete (irányítottság, magasság, reflexiómentesség),
- g) hullámterjedési tényezők (frekvencia, rendelkezések).

Az alkalmazott jármű, amelyben a rádiótelefon elhelyezkedik, szintén termeli a zajokat. Egyik fő zajforrás maga a hordozó jármű.

A zajmérés, valamint a zajhatások kiértékelési módszereit illetően vizsgáljuk meg a nemzetközi előírásokat.

A zajmérés módszereit és korlátait a CISPR előírások szabályozzák [6], [7]. Az előbbi irodalom pontosan rögzíti a mérés feltételeit egyetlen járműgyújtászájának mérése esetén. Utóbbi viszont a zajmérő műszer műszaki jellemzőit írja elő.

Az impulzus zajok mérésére legáltalánosanabban a kvázicsúcsmérőt használják.

Zajkörnyezet

Száma	Helye	Lefrása	Zaj típusa
1.	Üllői út	Elhaladó forgalom	vevő saját + gyújtás-zaj
2.	Üllői út—Ferenc krt.	Kereszteződési forg.	vevő saját + gyújtás-zaj
3.	Dimitrov tér	Kereszteződési forg.	vevő saját + gyújtás-zaj
4.	Bihari út—Fertő u.	Kereszteződési forg. erómu, energiavez.	vevő saját + gyújtás-zaj + ipari zaj
5.	Soroksári út	Elhaladó forg., energia vez.	vevő saját + gyújtás-zaj + ipari zaj
6.	Keleti pu.	nincs forg.	vevő saját
7.	Városliget	Elhaladó forg., ipartelep	vevő saját + gyújtás-zaj + ipari zaj
8.	Váci út	Laboratórium	vevő saját
9.	PKI	Elhaladó forg.	vevő saját + gyújtás-zaj
10.	Diósd előtt	Elhaladó forg.	vevő saját + gyújtás-zaj
11.	Petőfi S. u.	Elhaladó forg.	vevő saját + gyújtás-zaj
12.	Füredi út	Elhaladó forg.	vevő saját + gyújtás-zaj

A [7] irodalom a kvázicsúcs detektoros mérőműszeren kívül más eszköz műszaki előírásait is megadja, melyek alkalmasak az impulzus zajok mérésére. Így közli a négyzetes átlag, az átlag, valamint a csúcs detektoros mérőműszerek követelményeit is.

A rádiózavarok mérési eszköz, valamint mérési módszer előírásait hazánkban a *KPMSZ—P 260.1—71* és a *262.1—71* szabványok tartalmazzák [8], [9].

Pótlólag megjelent a gyújtás zajok mérési szabványa is, amely az előző kettővel együtt érvényes [10]. Ezek az anyagok lényegében a *CISPR* ajánlásoknak felelnek meg egyetlen mérőhelyzetbe állított motoros jármű gyújtás zajának ellenőrzésére.

Itthon Rohde und Schwarz, Anritsu, RFT zajmérő műszerek vannak forgalomban, melyek felépítésükkel megfelelnek a jelzett követelményeknek.

Hasonlóan egyetlen jármű gyújtás zaj-ellenőrzését segíti elő a svájci Lüthi gyártmányú célműszerkészlet, amely szintén megfelel a *CISPR* előírásnak [7]. Ilyen eszköz van a Magyar Posta birtokában is.

Az *IEC*-n belül intenzív munka folyik az impulzus zajok mérésével kapcsolatos problémák megoldására. Külön publikáció (*IEC Publication 489—9*) jelenik meg hamarosan a motoros járművek által kisugárzott szélessávú zajok, valamint a vevők zajellenálló-képessége témakörökben.

A *CCIR*-en belül is aktívan foglalkoznak a zajok mérési problémáival, valamint a zajhatások kiértékelési módzataival.

Felvetődik a kérdés ui., hogy a zajok következtében előálló minőségromlás megállapítása a zavarhatáson vagy az érthetőségen alapuljon. A *CCIR* felülvizsgálja egyébként a tervezés alapjául szolgáló kielégítő vételhez szükséges jel—zaj viszony és minimális térerősség értékeit is, különös tekintettel a környezeti ipari zajok jelenlétére.

Összegezve az alábbiakat tanulmányozzák:

- mi az elfogadható mozgáshozzájárulási (jel—zaj vagy egyéb) minőségromlás gyújtás zaj esetén,
- mekkora védelem szükséges a gyújtás zajok esetén,
- mekkora közepes térerősség szükséges a gyújtás zajok elleni védelemre, ha lassú és gyors fading is jelen van,
- mekkora zajszinteket és vételromlásokat okoz egy járműcsoport,
- milyen vételromlás meghatározási módszerek léteznek és milyen pontosak ezek,
- szükségesek-e egyáltalán az új (szint és mérési) előírások.

Az eddig elmondottakból kitűnik, hogy a jelenlegi zajszint és mérési előírások felülvizsgálatra és korszerűsítésre, valamint kiterjesztésre szorulnak itthon és nemzetközi szinten egyaránt.

Zajkörnyezetek, zajmérés

Méréseinket minden berendezéssel ugyanazon környezetben bonyolítottuk le (*2. táblázat*). Tapasztalataink szerint kb. 15 m-es sugarú körön belül hatnak a vételre a zajos járművek. Forgalmi megfigyeléseink

ket ennek megfelelően alakítottuk ki, párhuzamosan a zaj-, valamint a vételromlásmérésekkel. A műszereken ellenőrzött és a specifikációknak, valamint a postai előírásoknak megfelelő berendezéseket a [3], [4], [5] irodalom szerinti vizsgálatoknak vetettük alá. Az objektív vizsgálatok alapján kielégítően működő berendezések a *3. táblázat* szerinti forgalmi zajkörnyezetekbe kerültek. A mérések helyei: Üllői út, Üllői út—Ferenc krt., Dimitrov tér, Bihari u.—Fertő u., Soroksári út, Keleti pu., Városliget, Váci út, PKI Lab., Diósd előtt, Petőfi S. u., Füredi u.

A felsorolt környezetekben (köztük a laboratóriumban) történtek a beszédátviteli mérések, a zajok által károsodott beszédminták gyűjtése.

A külső környezetekben végzett beszédminta-gyűjtéssel párhuzamosan történtek a forgalmi megfigyelések (számlálás) és a zajmérések. Utóbbiakat az *1. ábra* egyszerű elrendezésében végeztük.

A zajméréshez az *ESU* mérővevőt alkalmaztuk (csúcsmérőként), amely szintén megengedett a *CISPR* előírások [7] szerint.

A zajméréseket álló helyzetben, álló motorral végeztük. Minden környezetben, minden frekvencián kb. 170~200 zajmintát vettünk. Az első és második tapasztalati momentumok segítségével számoltuk az átlagértékeket és a szórásokat (*4. táblázat*). A mért csúcsértékek 120 kHz/6 dB szabvány sáv szélességre vonatkoznak. 18 dB-es átszámítási tényezővel nyerhetők a 15 kHz/6 dB sáv szélességű mozgó vevő bemenetére vonatkoztatott zajértékek is, ezeket „észlelné” a keskenyebb sáv szélességű rádiótelefon vevő a zajkörnyezetekben.

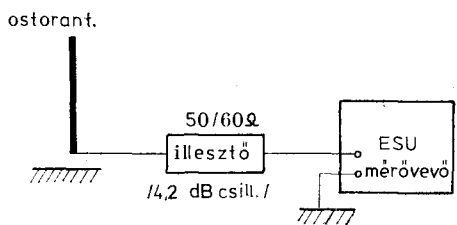
Az egyes zajkörnyezetek mind az álló, mind a mozgó mérések során hasonló jellegűnek mutatkoztak. Ezek miatt az egyes környezeteket kategóriákba vontuk össze az *5. táblázat* szerint. A mérések azt mutatták, hogy főleg csúcsforgalmi időben igazak a megállapítások, hogy a forgalmi környezetek túlnyomóan az A, ill. C kategóriába sorolhatók, hogy meglehetősen homogén zajviszonyok tapasztalhatók. Az egyes kategóriákhoz zaj- és forgalomértékeket rendeltünk, melyeket több környezet átlagaként nyertünk.

I—II. gépjárműforgalmi megfigyelések

(e) = elhaladó, (á) = álló, (k) = kanyar, (ke) = kereszteződés, (p) = park, (r) = rakodó, (l) = laboratórium

Sor- szám	Környezet (forg. típ.)	Megjegyzés	J5 m-en belül megfigy. forg. sávok	Elhaladó gjm. db/fő		Álló gjm. db/fő	
				I.	II.	I.	II.
1.	Üllői út (e)	2×2 forg. sáv	A1, A2 (e) B1, B2 (e)	1140 1310	1368 1203	— —	— —
2.	Üllői út—Ferenc krt. (ke)	2×4 és 2×3 keresztforg. sáv	A1, A2, A3, A4 (e) (á) B3, B4 (k) D2, D3 (e)	1362 696 528	2070 1158 1122	784 — —	780 — —
3.	Tolbuhin krt.—Váci u. (ke)	2×2 és 1×3 keresztforg. sáv	A1, A2 (e) C1, C2, C3 (e) (á)	534 492	678 942	— 420	— 522
4.	Bihari út—Fertő u. (ke)	2×1 és (2+1)× Ikeresz- forg. sáv	A1, B1 (e) C1, C2, D1 (e)	612 1032	522 852	— —	— —
5.	Soroksári út (e)	2×4 forg. sáv	D1, D2, D3, D4 (e)	546	984	—	—
6.	Keleti pu. (r)	érkező és indulóforg.	—	—	—	20	10
7.	Városliget (p)	forg. mentes	—	—	—	—	—
8.	Váci út (e)	2×2 forg. sáv	A1, A2 (e) B1, B2 (e)	760 710	942 744	— —	— —
9.	PKI (l)	forg. mentes	—	—	—	—	—
10.	Diósd (e)	2×1 forg. sáv	A1 (e) B1 (e)	— —	246 318	—	—
11.	Petőfi S. u. (e)	1×1 forg. sáv	A1 (e)	—	840	—	—
12.	Füredi út (e)	2×2 forg. sáv	A1, A2 (e) B1, B2 (e)	708 672	— —	— —	— —

Ant.kábel csillapítása:
1dB/80MHz / és 1,3 dB/450 MHz/
ostorantenna hossza:
 $\lambda/4$ /80 MHz/ és $5/8\lambda$ /450 MHz/



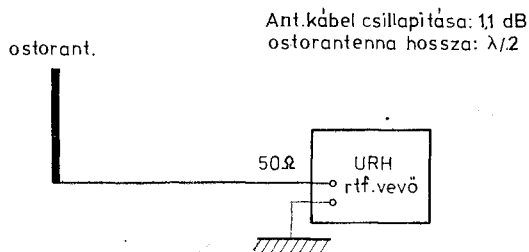
Zajmérés /80 és 450MHz/ elrendezése

Beszédátviteli mérések

A mérések célja volt, hogy megállapítsuk a különféle frekvenciasávokban (80, 160 és 450 MHz) hogyan minősülnek a különféle (hazai és külföldi) URH rádiótelefon-berendezések a változó ún. zajkörnyezet függvényében milyen E_{\min} értékek szükségesek.

Az alábbi elvi vonalat követtük:

1. Ellenőriztük a berendezéseket, hogy megfelelnek-e a gyári és postai specifikációknak.
2. Megvizsgáltuk az URH rádiótelefonok laboratóriumban elérhető minőségének alakulását, amelyet a továbbiakban vonatkoztatási alapként fogadhatunk el. Az így kapott minőséget a berendezészajok határozták meg.
3. Külső zajos környezetekben álló URH rádiótelefonok beszédátvitelének minőségromlását tanulmányoztuk. Megállapítottuk a minőségromlás kiküszöböléséhez szükséges hasznos jelszintkorrekciók mértékét. A minőséget ez esetben a saját zajokon túl a külső (ipari) zajok is befolyásolták.
4. Külső zajos környezetekben mozgó URH rádiótelefonok minőségét vizsgáltuk, ill. viszonyítottuk a laboratóriumi eredményekhez, megállapítottuk a szükséges hasznos jelszintkorrekciókat. A minőségromlás mértékét fenti zajokon túl a reflexiók is befolyásolták.



Zajmérés /160MHz/ elrendezése

H815-1

1. ábra. Zajmérési elrendezés

4. táblázat

Mozgó antennában indukált zaj kapeszfeszültségek esúcsértékeinek átlaga és szórása a zajkörnyezetek és a frekvencia függvényében*

Sorszám	Zajkörnyezet (forg. típus)	U _{csúcs} 120 kHz(S ⁰) (dB μV)		
		81,570 MHz	166,925 MHz	465,190 MHz
1.	Üllői út (elhaladó)	44,43 (8,57)	30,63	33,87 (5,09)
2.	Üllői út—Ferenc krt. (kereszteződés)	45,82 (7,25)	33,71	32,13 (6,12)
3.	Tolbubín krt.—Váci u. (kereszteződés)	30,00 (5,33)	27,06	38,53 (4,5)
4.	Bihari út—Fertő u. (ker., erőmű, en. vez.)	57,59 (3,44)	27,88	23,08 (1,99)
5.	Soroksári út (elhaladó, en. vez.)	37,96 (5,01)	37,50	17,89 (5,89)
6.	Keleti pu. (rakodási terület, vasút)	25,93 (10,15)	20,77	21,50
7.	Városliget (park)	—	—	—
8.	Váci út (elhaladó, ipartelep)	34,13 (9,21)	34,67	27,28 (8,24)
9.	PKI** (laboratórium)	—	—	—
10.	Diósd (elhaladó)	—	—	20,44 (7,79)
11.	Petőfi S. u. (elhaladó)	—	—	34,11 (6,58)
12.	Füredi út (elhaladó)	33,71 (8,35)	19	—

Megjegyzés:

* A zajmérések más-más időpontban történtek.

** Külső zaj nélküli (laboratóriumi) környezet, a vevő bemenete műantennával lezárva.

A mérések kiértékelését a vázoltak szerint szubjektív módon végeztük, majd a vélemények átlagát és szórását kiszámoltuk.

A mérések leírását a [3], [4], [5], irodalmak részletezik. A három (laboratóriumi, külső álló és külső mozgó) munkafázis mérési elrendezését a 2., 3 és 4. ábrákon láthatjuk. A külső álló mérések gépkoesiban elhelyezett mérőparkját az 5. ábra szemlélteti. Méréseinket hat (három hazai és három külföldi) berendezéspár, három frekvenciasáv (80, 160 és 450 MHz), valamint 12 zajkörnyezet (ill. az összevont zajkörnyezetek) viszonylatában végeztük, hogy adatokat nyerjünk a berendezés, a frekvencia, valamint a zajkörnyezetek függvényében.

A méréseket 1979-ben kezdtük el egyetlen hazai (BRG—160 MHz-es), majd 1980-ban folytattuk három külföldi (Pye—80 MHz-es, RFT—160 MHz-es és Storno—450 MHz-es) berendezéspárral. A vizsgálatokat 1981-ben fejeztük be, amikor is két új típusú hazai (BRG—80 MHz-es és BRG—450 MHz-es) berendezéspárral mértünk.

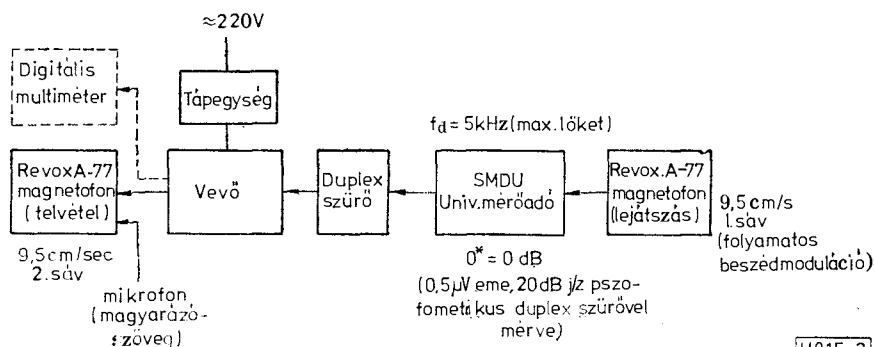
Mérési adatok feldolgozása

A laboratóriumi, az álló és a mozgó mérések eredményeit mindenkor magnetofonszalagra rögzítettük megfelelő tájékoztató szöveg kíséretében. A felvételeket megfelelő rendezés után előkészítettük a szubjektív kiértékeléshez, amelyet zajtól távolos helyiségben bonyolítottunk le. A véleményvizsgálathoz sokszorosítottunk értékelő űrlapot.

A rögzített beszédminták meghallgatását és véleményezését több személy végezte.

A kitöltött értékelő űrlapokat környezetenként rendeztük és adatait külön táblázatokba foglaltuk. Igyekeztünk minél több adatot gyűjteni és feldolgozni. Az alábbi összesítés mutatja a feldolgozott adatok számát.

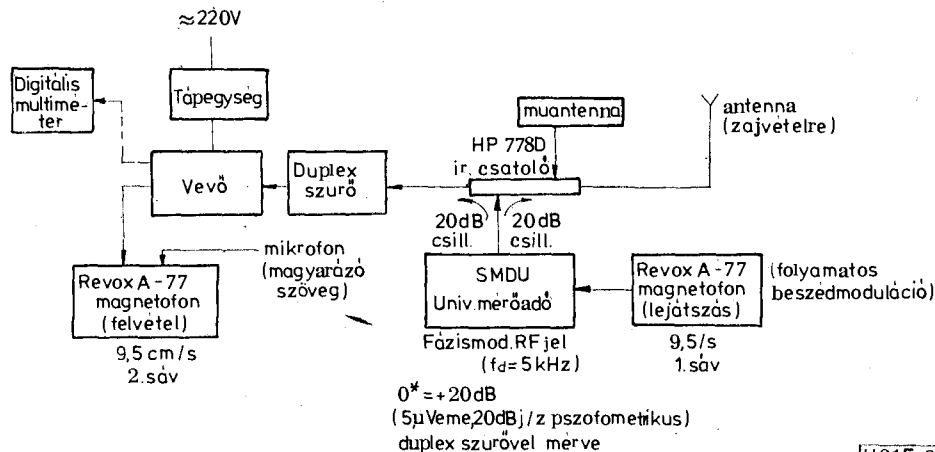
Berendezés	Mérés éve	Adat
BRG — 160 MHz	1979	7 500
Pye — 80 MHz RFT—160 MHz Storno — 450 MHz	1980	15 000
BRG — 80 MHz BRG — 450 MHz	1981	10 000



2. ábra. Laboratóriumi mérőelrendezés

Zajkörnyezet összevonása

Zajkörnyezet	Mozgó antennakapcsokon mért külső csúcszajfeszültség átlagértéke (dB μ V) ₁₂₀ kHz			Fajlagos gépjármű forg. (elhaldó) db/óra/sáv	Megjegyzés
	80	160	450		
L Külső zajok nélküli laboratóriumi környezet	—	—	—	—	—
A Gépkocsi áll kis zajú környezetben	12,97	10,39	8,95	200	Forgalommentes park, rakodó ter., kisforg. út
B Gépkocsi áll közepes zajú környezetben	—	—	—	—	—
C Gépkocsi áll nagy zajú környezetben	40,52	31,92	28,87	200...800	Több sávú és kétirányú forgalmi utak
D Gépkocsi áll extra nagy zajú környezetben	57,59	45,00	38,53	> 800	Fő forgalmi csomópontok
E Gépkocsi mozog kis zajú környezetben	—	—	—	—	—
F Gépkocsi mozog nagy zajú környezetben	—	—	—	—	—



3. ábra. Álló mérések vázlata

Minden adat tulajdonképpen egy-egy rögzített beszédminta értékelése a különféle vevők kimenetén, más-más zajkörnyezet és hasznos jel körülmény esetén.

Ezek az adatok végeredményképpen megmutatták a mozgó vevők bemenetén az átlag RF bemenő feszültség alakulását a zajkörnyezet és a minőség függvényében. Átszámítással megkaptuk a szükséges téroróssáértékeket is ugyancsak a zajok, a minőség, a berendezés és a frekvencia függvényében.

Minimális térorósség alakulása

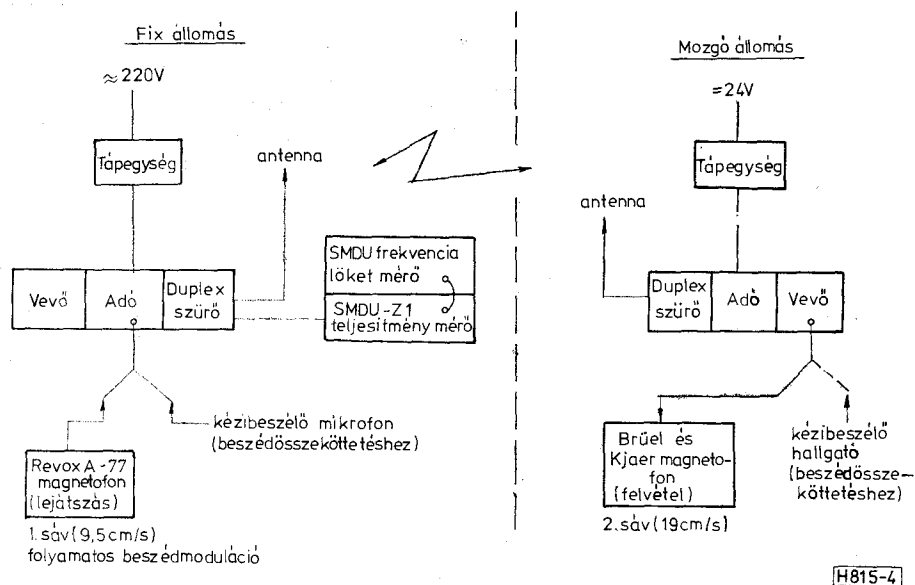
Korábbi fejezetben kifejtettük a minimális térorósség fogalmát, a (7) és (8) képletek megadják a számszerű összefüggéseket is, ahol E_{eff} az érzékeny-

ségi adatból számítható ki, míg d az említett korrekció, amely függ a minőségi igénytől, a frekvenciától, a berendezéstől és a külső zajkörnyezettől. A mérések adatai alapján a minimális térorósségértékek a felsorolt függéseknek megfelelően egyszerűen számíthatók.

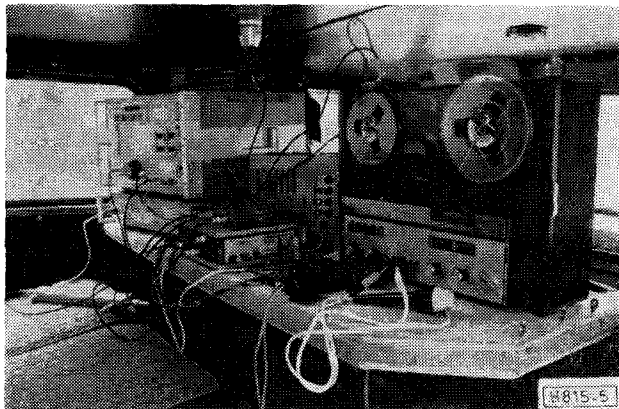
A 6. táblázat az L, A, C, D környezetkategorikák szerint a berendezés és frekvencia függvényében szemlélteti a különféle használható minőségekhez tartozó térorósség értékeket.

A 7. táblázat a kb. egykorú és azonos érzékenységu hazai készülékekre nyert adatokat tartalmazza, míg a 8. táblázat a berendezések átlagára nyújt információt. Ezekben a táblázatokban már a mozgó mérések eredményeit is feltüntettük. A térorósség-táblázatok $\lambda/2$ -es antennát tételeznek fel.

A postai előírások még 8, 20 és 26 [dB/ μ V/m]



4. ábra. Mozdó mérések vázlata



5. ábra. Mérőelrendezés a gépkocsiban

minimális térerősség előírást tartalmaznak a 80, 160 és 450 MHz-es frekvencia sávokban. A külföldi irodalom, de tapasztalataink szerint a hazai gyakorlat is 14, 20 és 28 [dB($\mu V/m$)] értékkel számol. Utóbbiakat vesszük alapul az értékeléshez.

Üzemelő hálózatokban nyert tapasztalatok

A hazai 80 és 450 MHz-es berendezésekkel sikerült üzemelő hálózatokban is tapasztalatokat szerezni. Részben az eredeti koncepciónak megfelelően szükség volt a konkrét összeköttetés létesítésére bázis és mozgó állomások között, részben pedig kiterjesztettük a méréseket térerősség- és minőségmegfigyelésekkel. Megfigyeléseink idején mind a mozgó, mind a bázis állomás üzemszerűen volt felszerelve. A 80 MHz-es bázisállomás Sashegyen, míg a Posta kísérleti rádiótelefon hálózatában a 450 MHz-es bázisállomás a Széchenyi-hegyen üzemelt.

A hálózatban a térerősség és a beszédátviteli

minőség adatokat Budapest viszonylatában gyűjtöttük, de mértünk Budapest határán túl is.

Az adatokat mozgás közben, járó motorral gyűjtöttük és kb. 1~2 km-ként átlagoltuk.

A mérések eredményeit most nem célszerű hiánytalanul feltüntetni.

Mindkét frekvencián nyert tapasztalatok megerősítették eddigi vizsgálataink következtetéseit.

Következtetések

Az alábbiakban a mérésekből levont tanulságok, következtetések, javaslataink kerülnek felsorolásra:

- A jelenlegi zajszint és mérési módszer előírások (IEC, CISPR, KPMSZ) felülvizsgálatra és kiterjesztésre szorulnak. Vizsgáinni kell a csoportos járművek hatását, a vevők immunitását, a zaj- és minőség-értékhatárokat, ezek értékelési módszereit és eszközeit stb. ...
- A főváros viszonylatában csúcsg forgalom idején homogén zajviszonyok találhatók, túlnyomóan a C környezet jellemző.
- A zajkörnyezetek nemcsak a forgalommal és zajjal, de az ott szükséges jelszintkorrekciókkal is jellemezhetőek.
- Főleg a gyűjtési és reflexiós zajok hatnak az átviteli minőségre. Előbbi a 80 MHz-es tartományban, utóbbi főleg a 450 MHz-es frekvenciasávban veszélyes az átvitelre.
- A zaj- és a beszédátviteli, valamint a térerősségmérések eredményei arra utalnak, hogy a 80 MHz-es sáv városi felhasználása nem célszerű.
- Gondosabban szűrődők és ellenőrizendők a gépjárművek gyűjtászajai.
- A hazai berendezések megfeleltek mindhárom frekvenciasávban a járári és postai előírásoknak,

6. táblázat

Minimális télerősség [dB μ V/m] A környezetek fg.-ben								
Berendezés	PYB	BRG	BFT	BBG	STORNO	BRG		
Üzemi fr. (MHz)	73,68	81,57	162,9505	166,925	467,710	459,19		
Érzékenység (μ V/eme)	1,3	0,7	1,1	0,8	1,1	0,76		
Minőség	5	L	23,26	13,44	28,13	19,95	30,39	27,47
		A	26,42	21,51	31,95	21,96	31,47	30,16
		C	29,11	30,57	36,92	31,96	33,34	33,57
		D	31,84	40,41	44,91	34,95	34,19	34,05
	4	L	18,89	8,46	22,83	11,91	26,12	20,63
		A	19,82	12,62	25,44	13,91	26,4	22,26
		C	23,42	22,35	31,81	23,91	27,51	24,94
		D	25,93	35,16	41,2	26,9	28,78	26,00
	3	L	10,43	2,35	14,66	5,12	19,33	14,63
		A	13,36	6,24	17,98	5,12	20,42	15,71
		C	18,70	14,59	25,64	15,45	21,58	17,49
		D	18,64	30,34	36,2	18,11	23,52	19,26

7. táblázat

Minimális télerősség [dB μ V/m] a BRG berendezések fg.-ben										
Berendezés (BBG típus)	PM 301—80 S			FM 10—164 D			FM 30L—450 D			
Üzemi fr. (MHz)	81,5700			166,9250			459,1900			
Érzékenység (μ V)	0,7			0,8			0,76			
Minőség	5	4	3	5	4	3	5	4	3	
Környezet	L	13,44	8,46	2,35	19,95	11,91	5,12	27,47	20,63	14,63
	A	21,51	12,62	6,24	21,96	13,91	5,12	30,16	22,26	15,71
	B	—	—	—	27,96	19,91	12,12	—	—	—
	C	30,57	22,35	14,59	31,96	23,91	15,45	33,57	24,94	17,49
	D	—	—	—	34,96	26,91	18,12	—	—	—
	E	22,08	17,25	—	—	19,92	13,12	—	25,56	22,79
	F	32,08	27,47	—	—	23,92	17,12	—	27,08	24,03

8. táblázat

Zajkörnyezet	Átlagos minimális télerősség [dB μ V/m] a 3 különböző frekvencia fg.-ben								
	80 MHz			160 MHz			450 MHz		
A	23,97	16,22	9,8	26,96	19,68	11,55	30,82	24,33	18,07
B	—	—	—	—	—	—	—	—	—
C	29,84	22,89	16,65	34,44	27,86	20,55	33,46	26,23	19,54
D	36,13	30,55	24,49	39,93	34,05	27,16	34,12	27,39	21,39
E	20,5	16,89	12	—	17	10,35	—	11,06	6,93
F	30,5	24,25	17,1	—	20	14,1	—	12,17	8,15
Minőség	5	4	3	5	4	3	5	4	3

mellyel biztosíthatók maximális löket mellett és laboratóriumban a CCIR skála szerinti (3, 4, 5) minőségi fokozatok.

- Az impulzus zajok lerontják a vevők érzékenységét, azaz az RF jelszintet meg kell növelni ahhoz, hogy az előírt jel-zaj fennmaradjon zajos környezetben is. Ezekre az E_{eff} értékekhez hozzáadandó korrekciókra ad javaslatokat a [3], [4], [5] irodalom.
- A zajok miatt bekövetkező érzékenységsromlás függ a vevők impulzus zajokkal szembeni tűrőképességtől (immunitásától), melyre fokozottabb figyelemmel kell lenni mind a gyártásnál, mind az ellenőrzésnél (különösen a VHF sávban).
- Tekintettel arra, hogy a C kategóriájú zajkörnyezetek fordulnak elő túlnyomóan a fővárosban, a postai előírások minimális térerősség (E_{min}) követelményét méréseink alapján 14, 20 és 28 [dB $\mu V/m$] értékekre célszerű módosítani a három frekvenciasávban.

IRODALOM

- [1] CCIR Vol. V. Plen. Ass. Genf, 1978.
- [2] CCIR Vol. VIII. Plen. Ass. Genf, 1978.
- [3] Ökrös T.-né: Automatikus rádiótelefon rendszerek. PKI tan., 1979.
- [4] Ökrös T.-né—Nehéz Gy.: URH rádiótelefonok beszédátvitelének vizsgálata zajos környezetben, PKI tan., 1980.
- [5] Ökrös T.-né—Nehéz Gy.: URH rádiótelefonok alkalmazásával kapcsolatos kutatások (A szükséges minimális térerősség meghatározása) PKI tan., 1981.
- [6] CISPR Publ. 12, Genf, 1978.
- [7] CISPR Publ. 16, Genf, 1977; CISPR Publ. 16, Amendment No. 1, Genf, 1980
- [8] Rádiózavarok általános vizsgálati módszerei, KPMSZP 260. 1—71.
- [9] Rádiózavarok mérésére szolgáló műszerek, KPMSZP 262. 1—71.
- [10] Villamos gyújtású belső égésű motort tartalmazó berendezések, megengedett zavar szintek, vizsgálati módszerek, KPMSZP 262. 4—71.