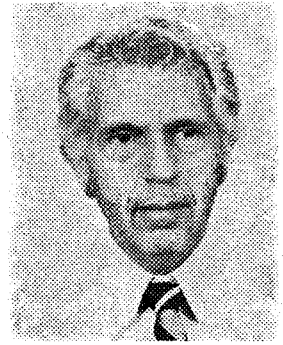


A CCITT XII/4. Munkacsoportjának eredményei és célkitűzései

DR. LAJTHA GYÖRGY
Magyar Posta Központ



ÖSSZEFOGLALÁS

Bevezetőben a XII. Tanulmányi Bizottság helyét és feladatait mutatjuk be a CCITT szervezetében, melynek során kiemeljük a felhasználók szempontjainak megfelelő vizsgálatok és ajánlások kidolgozását. Ezeket a kérdéseket az analóg és digitális hálózatrészek tartós együttélésének idejére kell most megválaszolni. Említésre kerül még a „hangossági mérték” és ennek bevezetését indokoló tényezők áttekintése.

1. Bevezetés

A Híradástechnika hasábjain rendszeresen hivatkoznak a szerzők a CCITT-re és ismertetnek CCITT ajánlásokat; jelennek meg ezenkívül cikkek, melyek összefoglaló tájékoztatót adnak a CCITT munkájáról. Ennek ellenére a CCITT XII. Tanulmányi Bizottságának és ezenbelül a 4. Munkacsoport munkájának ismertetése előtt vázoljuk ennek a csoportnak a helyét a CCITT jelenlegi (1988. dec. 31-ig érvényes) szervezetén belül.

Az 1. táblázat a CCITT tanulmányi bizottságok szerepét és feladatait foglalja össze. Ebből elsősorban az olvasható ki, hogy a távközlés minősége

DR. LAJTHA
GYÖRGY
1952-ben került a Posta Kísérleti Intézetébe, ahol átviteltechnikai és hálózattervezési témákkal foglalkozott, majd az Intézet igazgatóhelyettese volt. Jelenleg a Magyar

Posta Központjának tanácsadója. A Nemzetközi Távközlési Egyesület XVI. Tanulmányi Bizottságának alelnöke. 1980. évben címzetes egyetemi tanári címet kapott. A műszaki tudomány doktora.

érdekében a CCITT lépésről-lépésre vizsgálja, hogy milyen ajánlások szükségesek az előfizető, a szolgáltatást nyújtó igazgatás, az üzemeltetést és fenntartást végző szervezet, valamint a berendezések gyártói számára. Ezek a szempontok szorosan összefonódnak, mert az előfizetői igényeket csak az összes többi területre vonatkozó ajánlás teljesítése esetén lehet kielégíteni. Ugyanakkor a berendezés-fejlesztésre vonatkozó ajánlások csak az előfizetői igények megfogalmazása alapján válhatnak érthetővé. Ugyanígy kapcsolódnak a szolgáltatatók és az üzemeltetők munkáját szabályozó ajánlások mind a berendezéstechnikai kérdésekhez, mind az előfizető számára nyújtandó szolgáltatásokhoz.

1. táblázat

A CCITT Tanulmányi Bizottságainak áttekintése

Hálózatok	Távközlő szolgáltatások minősége	Üzemeltetés	Berendezés-technika	Gazdasági kérdések
Hálózatok felépítése, csatlakozási jellemzők, minőség	A felépült összeköttetések átviteli minősége	Az eszközök és áramkörök fenntartása és biztonsága	Az alkalmazott eszközök minőségi jellemzői	A távközlés használati Tarifa
A tervező	A felhasználó, előfizető	A fenntartó	A gyártó, beruházó	A gazdasági vezetés
szempontjait veszi elsősorban tekintetbe				
VII. Adatátviteli hálózatok	I. Különböző szolgáltatások meghatározása, működési és minőségi jellemzők	II. Az ISDN és a telefonhálózat forgalmi, üzemeltetési jellemzői	VIII. Telematikai végberendezések (faksimile, teletex, videotex) Táviró berendezések	III. Tarifa elvek és számlázás Földrészek tarifacsoportjai: TAF, TAL, TEUREM GAS bizottságok
XI. ISDN és távbeszélő kapcsolás és jelzés	XII. Átviteli minőség teljes összeköttetésre vonatkoztatva. Szubjektív és objektív vizsgálati módszerek	IV. Hálózatok áramkörök és vonalak fenntartási módszerei, határértékek	XV. Átviteltechnikai berendezések	
XVIII. Digitális hálózatok és az ISDN		V. Befolyásolás elleni védelem	VI. Külső létesítmények	
X. Programnyelvek a távközlésben PLAN bizottságok				
II. Hálózattervezési elvek	II. Forgalmi minőségi jellemzők		XII. Távbeszélő készülékek	VII. Adatátviteli berendezések
GAS7 Rurál hálózatok GAS 10 Előrejelzés	XVIII. Digitális átviteli jellemzők			

Ebben az összefüggő rendszerben a *XII. Tanulmányi Bizottság* az előfizetői igényeket van hivatva ajánlások formájában megfogalmazni. Ezen belül a *4. Munkacsoport* a hálózat átviteli tervezésének kérdéseivel, az előfizető számára nyújtandó szolgáltatásokból levezethető minőségromlásoknak az egyes szakaszokra való szétosztásával és az szolgáltatásoknak a meglévő hálózathoz való illesztésével foglalkozik. Ilyen szolgáltatások pl. a mobil rádiótelefon, a konferencia-összeköttetések és a magánhálózatok összekapcsolása a nyilvános távbeszélő hálózattal.

A következőkben először megnézzük, hogy miért van szükség a XII/4. Munkacsoport folyamatos munkájára, miért nem zárhatók le a feladatok végleges örökérvényű ajánlásokkal. Ezután a fejlődő és átalakuló hálózat kérdéseivel foglalkozunk, végül két rendkívül lényeges változást részleteiben is ismertetünk.

2. A folyamatos munka indítékai

A műszaki fejlődés új berendezések alkalmazását teszi lehetővé. Ugyanakkor a különböző hálózati elemek költségeinek aránya is változik. Az ajánlásoknak úgy kell a műszaki jellemzőket meghatározniok, hogy azok az igazgatások számára ne jelentenek felesleges költségeket. Ez a gondolatkör vezet el az ajánlás-módosítások első indítékához: jelentős tényező a digitális technika széleskörű alkalmazása, az ehhez kapcsolódó minőségromlások és az analóg technika minőségromlása közötti különbség, valamint az ebből következő költség-arányok változása. De már most látszik, hogy ilyen technikai változás néhány éven belül újra megindul — a fénytechnika széleskörű alkalmazása miatt — változásokat okozva az ajánlásokban.

A másik műszaki változás az átviteli utakban jelentkezik. Az úrtávközlés és a fénytávközlés lényegesen nagyobb távolságok áthidalását teszi lehetővé, ugyanakkor azonban az elsőnél a terjedési idő, az utóbbinál pedig a diszperzió okozta szolgáltatás-minőségromlás miatt kell az ajánlásokat módosítani. Az összeköttetések minőségében jelentős változást okoz az URH mozgó rádiótelefon szolgálat, melynek szakaszai terjedési időben és zajban okoznak változásokat.

A folyamatos munka további indítéka, hogy a nem-beszéd jellegű szolgáltatások igényei és mennyiségi arányuk a beszéd szolgáltatásokhoz képest változik.

Régebben elfogadható irányelv volt, hogy az összeköttetéseket, a berendezéseket és az átviteli utakat a beszéd átvitel igényeire tervezték, és az 5—10 %-ban jelentkező egyéb szolgáltatások végberendezéseit olyan kiegészítő berendezésekkel látták el, hogy ezeken az átviteli utakon működni tudjanak. Az illesztő berendezések költsége, azok csekély mennyisége miatt, kisebb volt, mintha a teljes hálózatot ezen szolgáltatások valamennyi igényének kielégítésére kellett volna tervezni. Jelenleg a nem-beszéd típusú szolgáltatások aránya a legfejlettebb hálózatokkal rendelkező országokban már megközelíti az 50 %-ot. Ez azt jelenti, hogy legtöbb esetben már gazdaságosabb vala-

mennyi szolgálat igényét figyelembe véve tervezni az átvitelt. Ez szintén jelentős változásokat hoz az ajánlásokban.

Végül az átalakuló hálózat újabb vizsgálati, értékelési módszereket igényel, és az ajánlásokat úgy kell megfogalmazni, hogy azok teljesítése a rendelkezésre álló módszerekkel ellenőrizhető legyen.

3. Vizsgálati eljárások

Az átvittel szemben alapvető követelmény, hogy a szolgáltatást igénybevevő azzal elégedett legyen. Ez beszédátvitelnél pl. az előfizetői átlagos vélemény-pontszámmal jellemezhető. Ez azonban statisztikai szempontból megbízható eredményeket csak hosszadalmas szubjektív mérősorozattal szolgáltat. Ezeknek a vizsgálatoknak elég nagy szóráruk van. Hasonlóan alapvető jellemző nem-beszéd jellegű szolgálatoknál a hibaarány, amely szintén csak hosszadalmas vizsgálatokkal határozható meg. Ezért igyekeztek ezen elsődleges jellemzők mellett egyértelműbb, másodlagos jellemzőket is meghatározni. Legegyszerűbb azonban ha objektív mérőszámokat tudunk a minőséghez rendelni. Analóg átvitelnél erre kialakult a gyakorlat, pl.: csillapítás, zaj, torzításmérésekkel. A különböző beszéd-feldolgozást alkalmazó rendszereknél azonban más objektív mérési módszereket kell kidolgozni. Ezek alkalmazása a XII/4. feladata, előkészítése és meghatározása azonban a vele szorosan együttműködő XII/3. Munkacsoporté. Az átvitel minősítésére szolgáló módszerek összefoglalását a 2. táblázat tartalmazza.

A 3. táblázat mutatja azokat az elképzeléseket, melyeket a XII/3. Munkacsoport állított össze a szubjektív ítéletet legjobban megközelítő összetett objektív jellemzőkre vonatkozóan.

A 3. táblázatban feltüntetett módszerekről az alábbi kritikai megjegyzések tehetők:

a) *Információs index* az objektíven mérhető alapjellemezőkből, mint pl. teremzaj, vonali zaj, echo, csillapítás stb. egy jól körülírt számítógépes program alapján meghatározott érték. A módszer a kidolgozók szerint összhangban van a szubjektív

2. táblázat

Az átvitel minősítésére szolgáló módszerek

Átlagos vélemény pontszám	I. Elsődleges szubjektív mértékek	
	Érthetőségi index	(Bit hibaarány)
Hangosság	II. Másodlagos szubjektív mértékek	
	Egyenérték csillapítás	Kvantálási torzítás egység
	Torzítás, zaj	
	Korrigált egyenérték csillapítás	Preferencia vizsgálatok
Hangossági mérték	III. Objektív vizsgálatok	
	Szint	Áthallás
	Visszafordulás	Lineáris torzítás
	Stabilitás	Nemlineáris torzítás
	Echo (visszhang)	Folytonos és impulzus zajok
	Önhang	

Szubjektív ítélet megközelítése objektív mérésekkel

		a)	b)	c)	d)	e)	f)
		Információs index	Cepstrum távolság	Hangossági mérték	PARCOR módszer	Energia különbség (Bell)	Kereszt-korreláció
Digitális jellemzők	Feldolgozott						
	BER	0	—	—	+	—	0
	Kvantálási torzítás	+	+	—	0	+	0
	Hangzó veszteség	—	+	—	0	—	0
	Szint eltolódás	0	—	—	0	—	0
Analog jellemzők	Jelszint	+	—	+	0	+	+
	Analóg torzítás	+	—	+	0	+	0
	Fázistorzítás	0	—	—	0	—	—
	Frekvenciatorzítás	—	—	—	0	—	0
	Nemlineáris torzítás	0	—	—	0	+	0
	Késleltetés	—	—	—	—	—	+
	Visszhang	+	—	—	0	—	0
	Fehérzaj	+	+	—	+	—	0
	Szelektív zajok	+	—	—	—	—	0

Jelölések: + gyakorlatban kidolgozva és igazolva
 0 elvileg lehetséges, igazolva nincs
 — elvileg sem lehetséges, kidolgozói nem publikálták

jellemzőkkel, azonban az elektronikus beszédkezelésből származó, nehezen körülhatárolható jellemzőket (pl. hangzó-vesztés) nem veszi figyelembe és különleges, új berendezések esetén a programot módosítani kell;

b) *Cepstrum távolság*, amely a bemenő és kimenő jel transformáltjaiból számított értékeket veti össze a vélemény pontszámmal. Megfelelő számítási módszerrel igen jó egyezést lehetett kapni. Mivel a módszer sok tekintetben empirikusnak tekinthető, nem biztos, hogy a módszer valamennyi távlatban alkalmazott rendszernél hasonlóan jó eredményeket fog adni;

c) *Hangossági mérték* több frekvencián mért átvitelből számított érték figyelembe véve bizonyos mértékben a zajokat és a torzításokat is, de lényegileg csak a csillapítás szubjektív hatását veszi figyelembe;

d) *PARCOR módszer* a hazai kutatók jelentős fejlesztési eredménye, mely az érthetőségre befolyást gyakoroló hangzó képek torzulása alapján következtet az előfizetők véleményére. A módszer elvileg legjobban közelíti meg az átlagos szubjektív véleményt, széleskörű gyakorlati kipróbálása azonban mind ezideig még nem történt meg. Ennek sikeres kísérletei esetén alkalmazása jelentős hatással lehet az átvitel minőségére vonatkozó ajánlások korszerűsítésére [13].

e) *Energia különbség vizsgálata*, melynél az energia frekvencia időtartományban vett mintáinak különbségéből a torzításokra és a szintekre tud következtetni. A módszer megfelelő súlyozással valószínűleg nagyon jól egyezik majd a szubjektív véleménnyel, azonban a módszer részleteiről még nincs elegendő információnk.

f) *Keresztkorreláció meghatározása* a bemenet és a kimenet között egyértelműen meghatározná a minőséget. Évekkel ezelőtt megkezdődtek az erre vonatkozó kísérletek, azonban a távközlő hálózatok szempontjából lényeges tartomány a kereszt-

korrelációs tényező 0,96 és 1 közé eső értékeinél van. Ennek a tartománynak lényeges expandálása lett volna szükséges ahhoz, hogy a módszer széles körben használható legyen. Ez azonban a módszer saját pontatlanságát növelte volna meg, ezért az 1980-as szinten rendelkezésre álló alkatrészekkel ez egyelőre nem látszik megvalósíthatónak.

Digitális információk esetén a bithibaarány mellett szokásos jellemző még a hibamentes másodpercek száma egy adott időszakban, vagy a hibás bitet tartalmazó másodpercek száma, végül a súlyosan meghibásodott másodpercek száma bír még érdekességgel. Általában azonban ezekre elég jól lehet következtetni az átvitel alapjellemezőiből, a szinkronizálás módszeréből és az adatátviteli berendezés jellemezőiből is.

4. Analog-digitális vegyes hálózatok problémái

Az összeköttetés mentén vegyesen előforduló analog és digitális szakaszok, valamint a többszörös 2/4 huzalos átalakítások hatását a stabilitásra, a reflexióra, echóra a korábbiakban részletesen tárgyaltuk [1]. Jelenleg elsősorban a digitális és analog rendszerek zajával foglalkozott a munkacsoport részletesebben. Az elmúlt időszakban bevezetésre került a QDU kvantálási torzításegység, mellyel minden digitális szakaszt minősíteni kívántak, mind beszéd, mind adatátvitel szempontjából. A vizsgálatok során — közöttük a magyar vizsgálatokból is [2] — kiderült, hogy a kvantálási zajnak ez a mértéke az adatátvitelre nem jellemző. Ezért a munkacsoport elhatározta, hogy az adatátvitelt egy új mérőszámmal, a DIU-val, az adatminőségromlás egységével fogja jellemezni. Világossá vált az is, hogy az QDU annak ellenére, hogy egy generátor zajával való összehasonlításból vezethető le, mégis elsősorban szubjektív mérőszám, tehát a másodlagos, jól kezelhető, szubjektív értékek kategóriájába tartozik, de nem helyettesíti az objektív mérést. Ezért a továbbiakban fenn-

marad az igény a szubjektív-értékkel összhangban lévő objektív kvantálási zajmérték meghatározására, melynek kidolgozása azonban csak a következő tanulmányi periódusban (1989—1992) várható. A digitális átvitel zajának meghatározása azért is lényeges, mert ennek alapján lehetne kidolgozni azokat a szabályokat, melyek a digitális-analóg vegyes hálózatokban a kvantálási zaj és a saját csatorna beszéd terhelésétől független zajok (pl.: a termikus zaj, az impulzus zaj és az egyfrekvenciás zajok) összegezésére vonatkoznak. A különböző zajtípusokra úgy kell megadni az előírást, hogy az új összegezési szabályt alkalmazva a teljes összeköttetés eredő zajja ne lépje túl azt az értéket, amit az előfizető elfogadhatónak tart.

Ezen a területen a hazai kutatók előtt is lehetőség nyílik nemzetközileg újnak számító eredmények elérésére.

5. Hangossági mérték

A távbeszélő összeköttetés hangosságát hosszú éveken keresztül az egyenérték-csillapítással jellemezték. Ez a Genfben hitelesített etalon-rendszerrel való összehasonlításon alapul. A rendszer magában hordozta a szubjektív összehasonlítást valamennyi hibáját, ezenkívül problémát jelentett, hogy a különböző szakaszok egyenérték-csillapítását matematikailag összeadva, nem adódott ki a teljes összeköttetés szubjektíven mért egyenérték-csillapítása. A hibák kiküszöbölésére a XII. Tanulmányi Bizottság több csoportja is kutatta egy új mérőszám bevezetésének lehetőségét. Először a korrigált egyenérték-csillapítás került előtérbe, mely az összegezés hibáját kiküszöbölte, de mert szubjektív értékekből számították ki a szubjektivitás hátrányait a vizsgálatok továbbra is magukban hordozták. Számos gyár igyekezett az egyenérték-csillapítással egyező eredményt adó berendezéseket előállítani (OREM), ezek a berendezések egy-egy készüléktípusra nagyon jó eredményt is adtak, azonban különböző készüléktípusok esetén elég nagy eltérés mutatkozott a szubjektív ítélettől.

Négy—öt évvel ezelőtt előtérbe került a hangossági mérték, Londness Rating (LR), alkalmazása, amely az átviteli sávban több frekvencián mért átvitelből a CCITT által rögzített algoritmus szerint számítja a szubjektív ítélettel egybeeső csillapítást. A kísérletek igazolták a hangossági mérték kedvező tulajdonságait, ezért jelen ülésen elfogadtuk ennek egységes alkalmazását és a

hangossági mértékben ajánlott értékeket a 4. táblázat foglalja össze.

Rendkívül egyszerűsíti majd a tervezők munkáját, hogy egyértelműen összegezzék, objektíven mérhető jellemzők szerepelnek az ajánlásokban. Természetesen néhány évig függelékben szerepelni fognak a korábban használt mérőszámok is, annak érdekében, hogy elősegítsék az igazgatásoknak az áttérést.

A hangossági mérték bevezetésével egyidejűleg az ajánlásokban a munkacsoport egyszerűsítette a hivatkozási pontok meghatározását. Az eddigiekben használatos virtuális analóg kapcsolási pont (VASP) helyett a nemzetközi kicserélő központ definiált mérőpontjára kell vonatkoztatni a szinteket. Ez a pont egyben a 0 relatív szintű pont is, egyszerűsödnek ezzel a hivatkozások, nem kell különbséget tenni, hogy digitális vagy analóg csatornára vonatkoznak-e a szintek (ugyanis a korábbiakban ez további problémát jelentett, hogy $-3,5$ vagy -4 dBr a hivatkozási szint). Ezekkel a változásokkal a munkacsoport igyekezett egyértelmű, tömörebb és világosabb ajánlásokat adni a tervezés számára.

Ezek a kérdések a hazai átviteli terv kidolgozását is érintik. A CCITT-ben követett irányzatnak megfelelően valamennyi ország átviteli tervénél érdemes jelentős egyszerűsítéseket bevezetni és a fenntartás számára világos szabályokat alkalmazni.

6. Két egyéb téma

A fenti irányvonalak és főbb munkák mellett a bizottság foglalkozott a konferenciarendszereknél az eho kérdésével, amelynek problémáját nehezítette, hogy a tanácskozó termekben az akusztikus visszafordulás mértéke a mikrofonok helyzetétől, a teremben lévő személyek számától, elhelyezkedésétől stb. függ. Így a rendszer viszhangviszonyai $30-50$ dB között változhatnak. Ilyen formában az előírások megadásának önmagában nincs értelme, csak ha pontos vizsgálati módszert adunk hozzá.

Az URH mobil rádiótelefonok területén előtérbe kerülnek a digitális rendszerek, melyeknél a sávzsélességgel való takarékoság érdekében 16 vagy 32 kbit/s kódolást kell alkalmazni. Lényeges, hogy ezen kódolási eljárások ne okozzanak nagyobb minőségromlást, mint amit FM rendszereknél a fading vagy a motorzaj okozott volna.

A vizsgálatok azt mutatták, hogy a lineáris predikción alapuló ADPCM rendszerek hozzák a legkedvezőbb eredményt.

4. táblázat

A hangossági mérték ajánlott értékei

Hangossági mérték	Adás	Vonal	Vétel	Összeköttetés
Forgalommal súlyozott eél	7—9 dB	0—0,5 dB	1—3 dB	8—12 dB
átlag nemzetközi	— távoli			
összeköttetésen	7—15 dB	0—0,5 dB	1—6 dB	8—21 dB
Nemzeti rendszer				
maximális hangossági				
mértéke	16,6 dB	—	13 dB	30 dB

7. Célkitűzések

Az ajánlások szövegezésénél mindig a Bizottság szeme előtt lebeg, hogy az ajánlások olvasói azok a mérnökök, akik nincsenek szoros kapcsolatban a CCITT-el. Nekik kell a tervezési munka során ezeket az ajánlásokat alkalmazni, gyorsan megérteni és adott esetben a megfelelő értéket kiválasztani. Mivel tervezési feladataik során nincs lehetőségük hosszas előtanulmányokat folytatni, tehát lényeges, hogy a felmerülő kérdésekre gyorsan, egyértelmű választ tudjanak kapni. Ezek a szempontok azt jelentik, hogy a tartalmi kérdések mellett nagyon nagy súlyt kell helyezni az ajánlások áttekinthetőségére és egyértelműségére is. A jövőben ezeket a szempontokat figyelembevéve kell majd a XII/4. Munkacsoportnak a digitalizálás és az ISDN bevezetésével kapcsolatos minőségi jellemzőkre vonatkozó ajánlásokat kidolgozni. Ezzel egyidejűleg szem előtt kell tartani, hogy az előfizetők igényei, tulajdonságai is változnak.

IRODALOM

- [1] *G. Lajtha*: Transmission Quality of Mixed Analog-digital Networks — BUDAVOX Telecom Review 1986/4. p. 22—26.
- [2] *Schweizer, L.*: Transmission Plan for the Transition Towards a Digital Network I. S. S. 1979. Paris máj. 7—10.

- [3] C. C. I. T. T. Study Group XVI. Report No. R3 1983. jún. ITU-Genf.
- [4] *J. M. Camborde—R. Cadoret*: Digital Transmission on Subscriber Loops. L'echo des Recherches 1983. English issue p. 51—58.
- [5] *Molnár Pál* (szerk.): Digitális távközlő hálózatok. KÖZDOK Budapest — 1981.
- [6] *N. Sato—F. Inumara*: Consideration on Subscriber Loop Impedance Standards in Digital Telephone Network. Review of the El. Comm. Lab. Vol. 31. No. 5. 1983. p. 610—617.
- [7] *N. Kitawaki—K. Stoh—K. Kakeh*: Quantization and Circuit Noise Evolution for Digital Telephone Network. Review of the El. Comm. Lab. Vol. 31. No. 5. 1983. p. 596—602.
- [8] *Balás Miklós*: Kvantálási torzítás összegeződésének vizsgálata Híradástechnika XXXII. évf. 1981. 8. sz. p. 293—295.
- [9] *Breboszky Judit*: Digitális rendszerek értékelése szubjektív mérésekkel. Posta Kísérleti Intézet Közleményei XI/2. kötet — 1971. p. 35—44.
- [10] *Lalou, J.*: Quantization distortion and its effect on telephone transmission performance. CCITT Green Book vol V. pp. 282—297. Geneve 1972.
- [11] *Itoh, K., Kitawahi, N., Kakehi, K.*: Objective Quality Measures for Speech Waveform Coding Systems, Review of the Electrical Communication Laboratories Vol 32. No. 2. 1984. 220—228 old.
- [12] *Hanzo L.—Hünzenkamp L.—Uhereczky L.*: Beszédátviteli rendszerek objektív minősítése, Híradástechnika 1986. 9. szám — 385—389 old.
- [13] *Takács György*: Calculation of Speech Intelligibility in New Telephone Systems, Proc of 6th FASE Symposium 205—212. old. Budapest, 1986.