

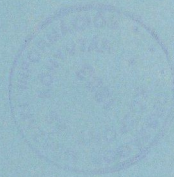
# híradástechnika

VOLUME XLIX.

# 1998/3-4



OT  
1



5

journal on  
communications  
computers  
convergence  
contents  
companies



# JOURNAL ON C<sup>5</sup>

A PUBLICATION OF THE SCIENTIFIC SOCIETY FOR TELECOMMUNICATIONS, HUNGARY

SPONSORED BY

**Főszerkesztő / Editor in chief**  
SIMONYI ERNŐ

**Rovatvezetők / Senior editors**  
BARTOLITS ISTVÁN  
KOSÁRSZKY ANDRÁS  
TORMÁSI GYÖRGY  
TÓTH LÁSZLÓ  
ZSÓTÉR JENŐ

**Munkatársak / Editorial assistants**  
GÁMÁNNÉ MORVAY KATALIN  
HOLLÓ KATALIN  
LESNYIK KATALIN

**Szerkesztőbizottság / Editorial board**  
ZOMBORY LÁSZLÓ elnök / president  
ANTALNÉ ZÁKONYI MAGDOLNA  
BATTISTIG GYÖRGY  
BERCELI TIBOR  
BOTTKA SÁNDOR  
CSAPODI CSABA  
DROZDY GYŐZŐ  
GORDOS GÉZA  
GÖDÖR ÉVA  
KAZI KÁROLY  
PAP LÁSZLÓ  
SALLAI GYULA  
TÖLÖSI PÉTER

**Szerkesztőség / Editorial office**

HÍRADÁSTECHNIKA  
Budapest, VI. Paulay E. u. 56. II.14/A.  
Telefon:(361) 341-6421, (361) 325-9058  
Fax: (361) 341-6421, (361) 325-9058  
**Előfizetés / Orders to**  
HÍRADÁSTECHNIKA/TYPOTEX  
H-1024 Budapest, Retek u. 33-35.  
Tel./Fax: (361) 316-3759

**Előfizetési díj**

Hazai közületi előfizetők részére  
1 évre 9800,- Ft, egyes számok 1000,- Ft  
Hazai egyéni előfizetők részére  
1 évre 1600,- Ft, egyes számok 150,- Ft  
**Subscription rates for foreign subscribers**  
12 issues 100 USD, single copies 10 USD  
Transfer should be made to the Hungarian Foreign Trade Bank  
Budapest, 10300002-20321411-00003285

HÍRADÁSTECHNIKA megjelenik havonta magyar és angol nyelven.

Kiadja a TypoTeX Elektronikus Kiadó Kft. 1024 Budapest, Retek u. 33-35. Tel./Fax: 316-3759.

Felelős kiadó: Votisky Zsuzsa. Készült a Dabasi Jegyzetnyomdában.

JOURNAL ON C<sup>5</sup> is published monthly, in English and in Hungarian by TypoTeX Ltd.

H-1024 Budapest, Retek u. 33-35. Phone/Fax: (361) 316-3759. Publisher: Zsuzsa Votisky.

Type-setting by TypoTeX Ltd. Printed by Dabasi Jegyzetnyomda.

HU ISSN 0018-2028

0783



# ELSINCO®

Electronic Measurement Technology

Anritsu  
Wiltron



**36 dB-es dinamika tartomány**

**25 m-es holtzóna**

**Könnyű, hordozható kivitel**

## MW9070B – Precíziós MINI OTRD

Az ANRITSU MW9070B OTRD ideálisan használható optikai szakaszok telepítési és üzemviteli méréseinek elvégzésére.

Az MW9070B kitűnő műszaki jellemzőkkel rendelkezik: nagy dinamika tartomány, rövid holtzóna, nagy mérési pontosság. A mérési eredmények kiértékelésére, elmentésére és kinyomtatására számos lehetőség kínálkozik.

Az MW9070B mindössze 3,2 kg súlyú és ellenálló kivitelű, így túléli a kíméletlen környezeti megpróbáltatásokat is, ezért jól használható terepi mérésekhez. Ha Önnek egy megbízható OTDR-re van szüksége, amivel megmérheti gerincirányú és előfizetői optikai szakaszait vagy helyi (LAN) és kábeltéves (CATV) hálózatait, akkor az ANRITSU MW9070B OTDR bizonyára a legmegfelelőbb választás.

ELSINCO Budapest Kft., 1136 Budapest, Pannónia utca 8. IV/1.  
Tel.: (1) 339-0000, Fax:(1) 339-4444; E-mail: elsinco@datanet.hu





KeSzo Kft.

1055 Budapest, V. Falk Miksa u. 6.  
Tel.: 332-8717, fax: 302-5136  
E-mail: sales@keszo.com  
web: www.keszo.com

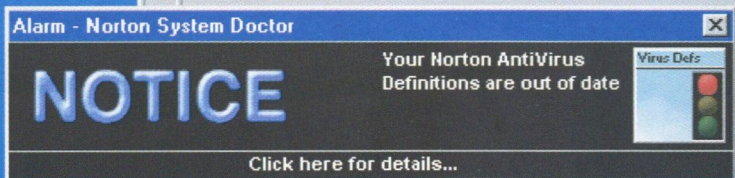
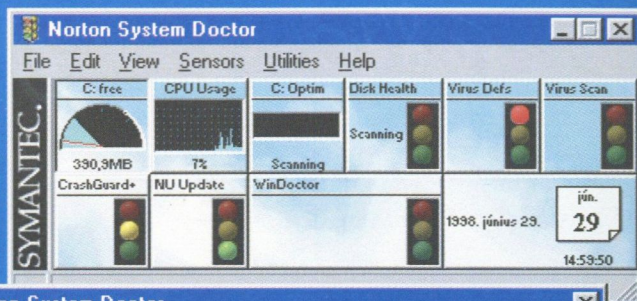
A KeSzo Kft-nél  
**18%-os kedvezménnyel**  
kaphatók a programok a  
lap bemutatásával!

# NORTON Utilities

The Experts' Choice

Unrivaled  
problem-solving  
power.  
Unrivaled Control.

Version 3.0

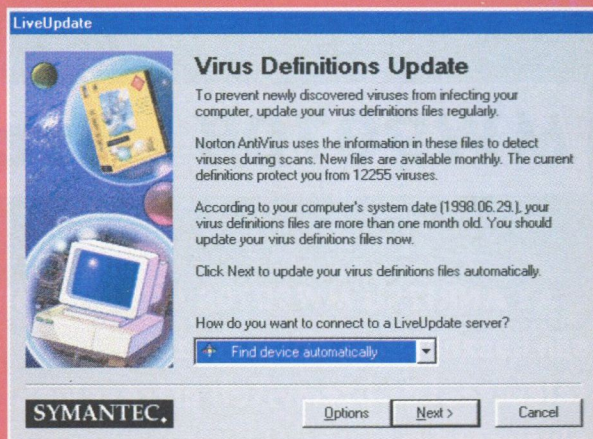


# NORTON AntiVirus

Automatic Virus Removal

Version 4.0

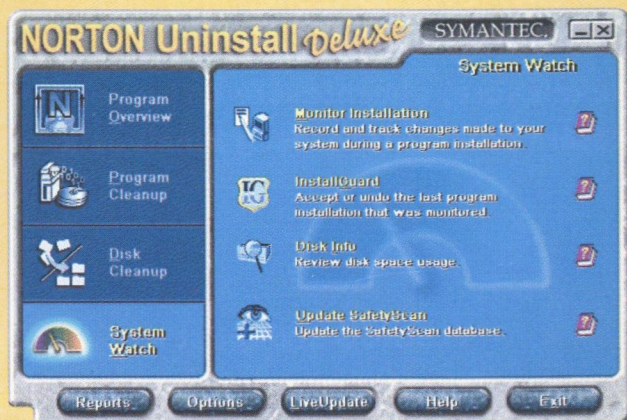
Eliminate today's  
viruses—and  
tomorrow's  
new ones



# NORTON Uninstall

DELUXE

The safest  
way to remove  
programs and files.







<i>CONTENTS</i> .....	1
Simonyi E.: <i>Readme</i> .....	2
<i>C<sup>5</sup> tallózó</i> .....	3
<b>Communications</b>	
Tóth L.: <i>Oscillátorok zajanalízise stacionárius fehérzaj perturbáció esetén</i> .....	4
Ladvánszky J.: <i>Reflexiómérők minimális érzékenységgű kalibrációjának elméleti alapjai</i> ...	17
<b>Computers</b>	
Balázs I. és Szabó I.: <i>Common Criteria: Az informatika-biztonság új nemzetközi követelményrendszere</i> .....	25
<b>Convergence</b>	
Jutasi L. és Schmideg I.: <i>A konvergencia és a távközlésszabályozás</i> .....	39
<b>Contents &amp; Distribution of Multimedia</b>	
Tomka E.: <i>Frekvenciagazdálkodás 1998–2008</i> .....	54
<b>Companies</b>	
P. Blomberg: <i>TETRA – From user needs to the networks of tomorrow</i> .....	64
Bartolits I.: <i>Mobil körkép a CEBIT-ről</i> .....	72

**Abstract:** In this issue 6 papers are presented. Section **Communications** is represented by 2 contributions of scientific nature. Section **Computers** is comprised of 1 contribution on Common Criteria overview. Section **Convergence** is formed by 1 contribution written on the convergence and the debate of the present EU Green Paper. Section **Contents** and distribution of multimedia is containing 1 contribution on frequency migration principles. Section **Companies** is dealing with 1 contribution on the TETRA systems from NOKIA. In this issue 2 submitted papers of the 6 ones are scientifically evaluated by 4 senior reviewers. The papers on Oscillator Noise Analysis and on the Theory of Reflectometers were accepted by the reviewers as they are marked by the sign of  $\mathcal{L}$ .



## README

1998-ban már kb. 9 havonta születik egy-egy olyan számítógép generáció, amely alkalmazói összképességeit tekintve minőségi ugrással meghaladja az előző számítógépes környezeteket. A felhasználók ezért kénytelenek a „fontolva haladók” stratégiáját követni. Ehhez érdemes elolvasni az alábbi tapasztalatokat.

Most éppen a 200 MHz-es Pentium processzoros számítógépek (32 Mb RAM és 4.3 Gb IDE, ill. mobil rack-es 2.1 Gb SCSI Winchester környezettel), 24x SCSI CD-ROM olvasó és a külön 4x SCSI CD-ROM író, valamint a színes szkennerek képezik a belépő hardware alapokat. Korszerű 2D-s PCI kártya és 3D-s gyorsító is szükségeltetik a grafikus alkalmazások, a játékok lehetőségeinek teljes kihasználásához. Ezt a 17"-os monitorral támogatott, hipotetikus rendszert kb. két év múlva, 2000-ben kell/lehet majd elajándékozni. Addig azonban csak nagyon óvatosan szabad bármit is megvásárolni, lecserélni és hozzátenni. Általában is örülni kell, ha az egyre bonyolultabb rendszer még működik.

Ha a fenti rendszert egy nevesített cégnél meg kívánjuk vásárolni, akkor ez az alkalmazói alapokkal együtt minimum 500 eFt (2500 US\$) bruttó költségű lesz. A pénzéért a vásárló elvileg egy megtervezett, kiegyensúlyozott architektúrát kap, amelyben a hardware és software komponensek összehangoltan, biztonságosan működnek. Ha valakinek elegendő pénze van, akkor a fenti paraméterekkel rendelkező erős, nevesített gépet kell vásárolnia, mert sehol a világon nem kap ilyen olcsón gépet, mint éppen most és éppen idehaza. Minden kényszerű toldozás-foldozás a hardware elemek feljávítása, ill. a software upgrade változások miatt eredően jóval drágább lesz, mint az egyszerű vásárlás.

Néhány tényezőt viszont figyelembe kell venni. A legfontosabb, hogy a hangvezérelt (pl. ViaVoice) támogatású gépek minőségileg már új helyzetet teremtettek és 1999-től kezdve ez a kérdés nem megkerülhető. Márpedig ehhez a 200 MHz-es fenti nagyságrend is éppen, hogy elegendő, ill. már kicsit lassú is. Közismert konfliktus forrása a 3D gyorsítás megoldása is. Napjaink legjobb játékaik szinte kivétel nélkül 3Dfx szabványúak, de újabban csak a perspektivikusabb Direct3D szabványt használják – teljes összevisszaságban. A Diamond cég Monster3D gyorsító kártyája a 200 MHz-es sebességig mind a két irányzatot kielégíti, minden szabványhoz igazodik egy Tseng 6100-as 2D-s videó kártyával kiegészítve. A „papáknak” tehát ezeket kell beszerezniük, mert ezzel a játékkérdés biztonsággal, huzamos ideig megoldható.

A Microsoft-Netscape amerikai családi viszálytól idehaza is nehéz lesz függetlenedni, mert következményei azért nyilván mindenhol lesznek a jogos amerikai felzúdulásnak. Közébe, hogy a Windows95 miatt kicsit mindenki kényszerpályán mozog a számítógépes alkalmazásait illetően. Aligha vitatható, hogy a Windows95 nem túl kicsiszolt változatain az Internet Explorer 4.0 (IE4) kapkodva hozzáadása még jelentősen rontott is. Mind a Windows98, mind a stabilabb Windows NT 5.0 verziók bevezetésével érdemes tehát kb. 2000-ig várni, mert ezek jogi és software megoldásait meg az alkotóknak érlelniük kell.

Minden olyan esetben, ahol az igények szétfeszítették a meglévő gép architektúráját és valamiféle konfigurációs változtatásra került sor, illetve CD-ROM író software futtatását kell ellenőrizni a Windows95 és kiváltképp az IE4 használata ellen-javallt. Ilyenkor a Windows NT, 4.0 service-pack segítségével feljavított verziója használható. Ha olyan alkalmazások is szükségesek, amelyeket a Windows NT-t nem nagyon szeret, akkor fizikailag osztott winchesterekkel, külön boot stratégiával célszerű szétválasztani a feladatokat.

Összetett alkalmazási környezetben a Windows95 használatához mindig segítségre van/lesz szükség. Ezt a Norton Utility 3.0 (NU3), Windows95 alatt futó angol nyelvű változata kitűnően megoldja. A Symantec NU3 programja minden olvasónak páratlan, megbízható társa lesz 25 ezer bruttó Ft-ért, kb. 2000 végéig. A NU3 véd a nagyon gyakori összeomlásoktól (szinte megszünteti azokat), a legalattomosabb software-hardware konfliktusokra is időben figyelmeztet, ill. automatikusan kijavítja azokat. A Windows környezet pontos ismeretében registry editálást, ill. optimalizált működést tesz lehetővé. Mindezekhez járul a havonkénti Internetes frissítés, új 1–3 Mbyte beépítésével. A 40 Mbyte-os NU30 olyan fegyver, amellyel minden Windows95-ös felhasználó a siker reményében dolgozhat bármilyen alkalmazáson.

A NU3 saját vírus felismeréssel és javító készlettel rendelkezik. Ennél még hatékonyabb, ha a Norton Antivirus 4.0 verzióját használjuk 25 ezer bruttó Ft-ért. Ez valóban felfedez és megsemmisít minden ismert és nem ismert, ill. azonosíthatatlan vírus. Másrészt folyamatos felügyeletet biztosít a gép számára a floppy és Internet bemenetekről érkező fertőzésekkel szemben. Véd a becsomagolt vírusokkal, a Word makro-virusaival és az osztott file-ok vírus problémáival szemben is. A Norton Antivirus 4.0 program jelenleg elismerten az egyik legjobb védelem a vírusok ellen. Havonta kb. 1 Mbyte-os ingyenes vírus definíciós frissítés hívható le az Internetről, előrejelzés alapján, automatikusan.

Minden hardware/software probléma akkor merül fel, amikor valamilyen változtatási igényt kell megoldani a számítógépes rendszerben; egy programot telepíteni kell, ill. valamilyen korábbi zavaró verziót el kell távolítani. A Norton Uninstall Deluxe ezeket a feladatokat jól láthatóan, nagy pontossággal meg tudja oldani, mindösszesen 20 ezer bruttó Ft-ért. A registry és az összekötő file-ok eltávolításának bemutatása, a rendszer felügyelhetősége meggyőző magyarázatot ad arra, hogy a szakszerűtlen törlések és/vagy telepítések milyen szerteágazó és sokáig rejtőzködő hibákat okozhatnak. A 3 felsorolt Norton program szükséges és elégséges feltétele a Windows95 biztonságos kezelésének. A Live Update opciók pedig képesek bárkit átvezetni az ezredfordulón túlra.

Egyszerű ökölszabály, hogy a Windows rendszereket nem szabad alkalmazásokkal telezsúfolni. Ebből egyenesen következnek; CD író alkalmazására is szükség van, hogy a gép erőforrásai ne legyenek állandóan túlterhelve. A DVD 2000-ben esedékes széleskörű elterjedéséig a jelenlegi Panasonic és Yamaha CD-írók évtizedre szóló, gyors archiválásokat tesznek lehetővé. Ma néhány száz forintért 20 perc alatt 650 Mb adat elmenthető. Ugyanezzel a környezettel 72 perc alatt bármilyen hanganyag lemezre rögzíthető. Az Adaptec Easy CD Pro95 programja a legegyszerűbb, és talán a legbiztonságosabb módját szolgáltatja a SCSI hardware elemek történő archiválásához. Külön gépen, vagy meghajtón telepítve az író programnak a többi alkalmazástól maximálisan függetlennek kell lennie. Lehetőleg Windows NT 4.0-t kell használni, mert a Windows95 hajlandó elfordulni a futó alkalmazástól. Ezt azonban az író eszközök, főleg a Close Session Mbyte-ok felírása alatt nem igen tolerálják; hibás, olvashatatlan CD-k fognak születni. Az NT Windows esetében nincs ilyen probléma, de az NT szigorúan ellenőrzi a hardverkonfigurációt a telepítése előtt.

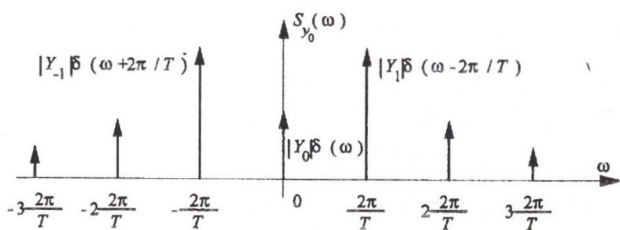
2000-ig biztonsággal meg lehet jósolni a színes grafikus anyagok feldolgozásához szükséges hardware-software környezetet is. Egy olcsó és nagyon jó minőségű HP ScanJet 5P szkennert megvásárlásakor egy Adobe Photoshop 5.0 software upgrade viszonylag olcsón (60 ezer bruttó Ft-ért) megkapható. Ma ugyancsak javasolható a nagyon olcsó (15 ezer bruttó Ft-os) RAM kiterjesztés 64 Mbyte-ra, ami minden szempontból biztonságosabbá és gyorsabbá teszi a működést.

Az igazi támogatást azonban a Recognita 4.0 software nem régen történt megjelenése adhatja. A hardware kulcsos 3.2 verzióról bruttó 50 eFt-ért egy nagyon megbízható, sokkal többet tudó, hardware kulcs nélküli szövegfelismerőre lehet előre lépni. A magyar szöveg felismerését tekintve a Recognita létfontosságú software, amely jelentősen feljavított még a korábbi jó verzióhoz képest is. Gyors és pontos, automatikusan ellenőrzött a felismerés, a szövegszerkesztőhöz és a táblázatkezelőhöz való tökéletesített csatlakozásokkal. A Recognita 4.0 nagyon sok szkennerral tud együttműködni, de a HP ScanJet 5P optimális bemeneti eszközeül szolgál.

A C5 software-hardware javaslatai 1998 első felében:

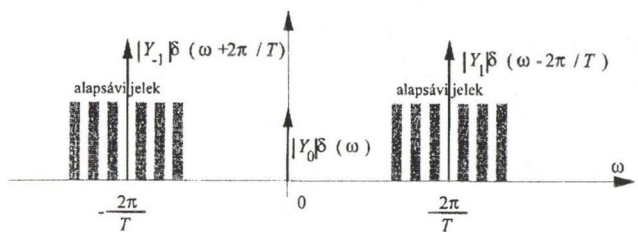
- Norton Utility 3.0 angol verziójú Win95-ös program,
- Recognita 4.0 OCR Win95-ös program,
- Adaptec Easy CD Pro95, CD író program Win95 alatt,
- CorelDraw8 grafikus programcsomag Win95 alatt,
- Graphic Workshop for Windows 1.1U shareware verzió,
- Diamond Monster3D 3Dfx és Direct3D gyorsító kártya,
- SCSI (24X) CD-ROM olvasók,
- SCSI mobil rack-es (2.1Gb-os) Winchesterek,
- HP ScanJet 5P színes szkennerek,
- Sony Multiscan 200ES 17" monitor,
- Wing Commander Prophecy játék.





2. ábra. Egy ideális oszcillátor kimenetének lehetséges spektrálsűrűsége

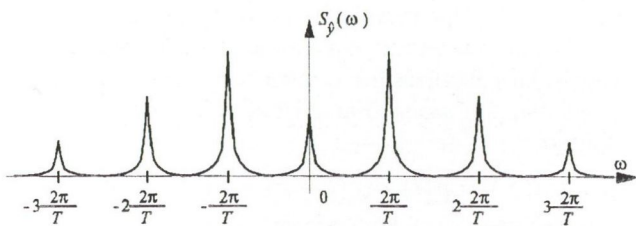
Az oszcillátorok fő felhasználási területe bizonyos kisfrekvenciás ún. alapsávi jelek (csatornák) modulációja vagy demodulációja. Ekkor, ahogyan azt a 3. ábra is szemlélteti, rendszerint  $y_0(t)$  alapharmonikusát, vagyis a 2. ábrán látható  $|Y_1|^2 \delta(\omega - 2\pi/T) + |Y_{-1}|^2 \delta(\omega + 2\pi/T)$  összetevőt használják.



3. ábra. Egy ideális oszcillátor modulációs felhasználásának szemléltetése

Ha a  $2\pi/T$  alap(kör)frekvencia értéke jóval nagyobb az alapsávi csatornák sávszélességénél, akkor az, hogy az oszcillátor kimenet nem tisztán szinuszos (azaz az (1) szerinti Fourier-sorfejtésben nem csak az  $Y_{-1}$  és az  $Y_1$  együtthatójú összetevők szerepelnek) csupán másodlagos jelentőségű. Ha szükséges, a nemkívánatos felharmonikusok (beleértve a DC összetevőt) egyszerű szűréssel eltávolíthatók. Más esetekben azonban, mint pl. szintézeres alkalmazásokban, ismerni kell az oszcillátor kimeneti spektrálsűrűségét a teljes frekvenciatartományban.

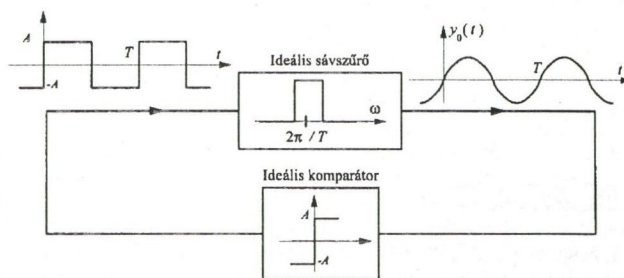
A felharmonikusok jelenlétének jóval nagyobb problémát jelent az, hogy az 1. ábrán látható tisztán periodikus kimenőjel reálisan el sem gondolható [17]. Ha ui. a  $T$  periódusidő korlátlan ideig állandó maradna, akkor az  $y_0(t)$  kimenetet egy komparátorra vezetve egy tökéletesen periodikus négyszögjel-sorozatot kapnánk, amiből pedig egy ugyancsak tökéletes (sohasem siető vagy késő) digitális órát lehetne készíteni, ami minden tapasztalatnak ellentmondana. Egy valós oszcillátor  $\hat{y}(t)$  kimenőjelenek nullátmenetei tehát lassan (a  $T$  periódusnál jóval lassabban) változnak. A 3. fejezetben ki fog derülni, hogy ekkor a 2. ábrán látható ideális spektrálsűrűség helyett egy olyan kimeneti spektrálsűrűséget kapunk, amit vázlatosan (és kissé eltúlozva) a 4. ábra mutat.



4. ábra. Egy valós oszcillátor kimenetének lehetséges spektrálsűrűsége

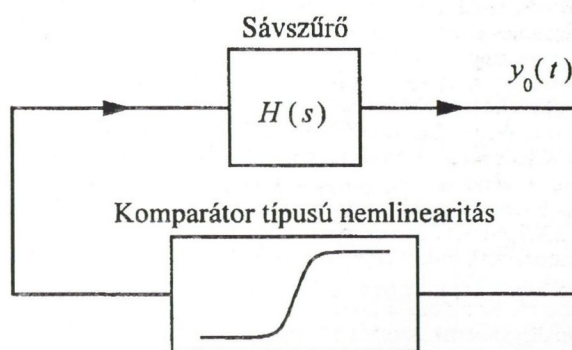
Vagyis az ideálisan Dirac-deltás komponensek „szétkenődnek” véges nagyságú és véges oldalsávokkal rendelkező komponensekké. Az alapharmonikus melletti oldalsávok a hasznos csatornák sávjába esnek (lásd a 3. ábrát). Ez a napjainkra jellemző szigorúan specifikált rendszerek-nél gondot okoz. Például GSM adóvevők oszcillátorainak alapharmonikusát tipikusan 1 GHz, és tőle már 50–100 kHz távolságra hasznos csatornák vannak. Ezen csatornákra kirótt minimális jel-zaj viszony pedig legalább 80 dB. Az alábbiakban a kimeneti spektrálsűrűség számításának két módját vesszük szemügyre. Először egy periodikusan variáns lineáris megközelítést, és végezetül egy elvileg egzakt analízist.

Bevezetésként azonban tekintsünk egy gyakran használt oszcillátortípust, annak is az 5. ábra szerinti ideális változatát. Az oszcillátor egy  $2\pi/T$  frekvencia körüli átteresztőtartománnyal rendelkező ideális sávszűrőből áll, kimenetét egy elvileg ugyancsak ideális komparátoron keresztül a bemenetre visszacsatolva.



5. ábra. Ideális elvi oszcillátortípus

Az oszcillátor működése elvileg azonnal belátható. A szinuszos kimenet egy komparátorra jut, ami egy ideális négyszögjel-sorozatot generál a sávszűrő bemenete számára. Mivel a szűrő szintén ideális, periodikus bemenetének csak az alapharmonikusát engedi át, így visszaállítja az ideálisan szinuszos kimenetet. Ennek az elrendezésnek egy reális oszcillátorhoz jóval közelebb álló modellje látható a 6. ábrán, ahol az ideális sávszűrő helyett egy kauzális és stabil analóg sávszűrő szerepel.



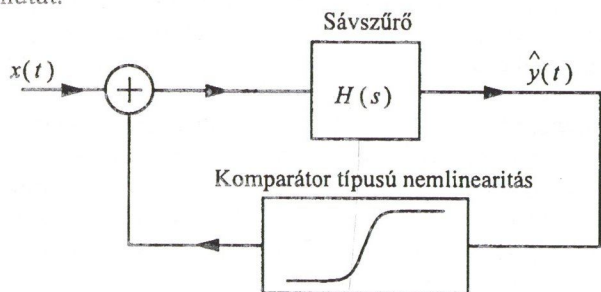
6. ábra. Egy gyakran használt (zajtalan) oszcillátortípus

Itt a komparátor jellegű nemlinearitás megnöveli az  $y_0(t)$  kimenet felharmonikus-tartalmát, amiből a  $H(s)$  átviteli függvényű sávszűrő ismét eltávolít annyi felharmonikusot, hogy éppen az eredeti  $y_0(t)$  kimenet álljon vissza. Itt  $y_0(t)$  tipikusan lehet az 1. ábra szerinti. Mind az 5. ábrán látható ideális, mind pedig a 6. ábrán látható reálisabb oszcillátor



autonóm (külső gerjesztés nélküli) rendszer. Ez azt jelenti, hogy a működést akármilyen zérustól különböző kezdeti érték, akár valamilyen külső perturbáció beindítja.

A kimenet ingadozásának a rendszerre jutó perturbációk (zavarok, zajok) az okai. Ezek a sávszűrő vagy a visszacsatoló nemlinearitás áramkörti elemeinek belső elektronikus zajaiból származnak. A modellezés szempontjából a zajok hatása egyesíthető a sávszűrő bemenetéhez hozzáadott kis amplitúdójú  $x(t)$  perturbáló jelben, amit a 7. ábra mutat.



7. ábra. A 6. ábra oszcillátorának zajos modellje

Ahogy eddig is,  $\hat{y}(t)$  jelöli a zajos  $x(t)$  hatása következtében megváltozott kimenetet, megkülönböztetve az ideális (zajmentes)  $y_0(t)$  kimenettől.

## 2. LINEÁRIS MODELLEZÉS [14], [15]

Sajnos a hagyományos linearizálási technikák oszcillátorok esetén nem alkalmazhatók. Munkaponti linearizálás nyilvánvalóan nem használható, hiszen a rendszer nem rendelkezik egy rögzített, időben nem változó munkaponttal. A harmonikus egyensúlyt feltételező (elsőfokú közelítésben leírófüggvényes) módszerek ugyancsak nem alkalmazhatók, hiszen nem igaz az, hogy a kimenőjel a periodikus bemenet alapharmonikusának csupán egész számú többszöröseit tartalmazza. Az oszcillátornak vannak „saját frekvenciái”, amelyek apriori nem ismertek. Annyi azonban feltételezhető, hogy a zavarjel reprezentáló  $x(t)$  jel kicsi az oszcillátor kimenőjéhez képest. Ez lehetővé tesz egy időben változó munkapontokra vonatkozó linearizálást. A későbbiekben, a végeredmény értékelése során ki fog derülni, hogy ennek a megközelítésnek is elvi akadályai vannak, azonban látni fogjuk azt is, hogy ez nem korlátozza a kapott eredmény használhatóságát.

Ha tehát a  $H(s)$  átviteli függvényhez tartozó impulzusválaszt ( $H(s)$  inverz Laplace-transzformáltját)  $h(t)$ , a komparátor típusú (memóriátlan) nemlinearitás karakterisztikáját  $f(\cdot)$ , a konvolúció műveletét pedig  $*$  jelöli, akkor a 7. ábra alapján felírható, hogy

$$\hat{y}(t) = h(t) * (x(t) + f(\hat{y}(t))).$$

Megállapodásunk szerint  $y_0(t) = \hat{y}(t)$ , ha  $x(t) = 0$ , így

$$y_0(t) = h(t) * (f(y_0(t)))$$

Bevezetve az

$$y(t) = \hat{y}(t) - y_0(t) \quad (3)$$

különbségi jelet (vagyis az  $x(t)$  zavarjel következtében fellépő kimeneti hibajelet), a fenti egyenletekből a konvolúció linearitását kihasználva azt kapjuk, hogy:

$$\begin{aligned} y(t) &= h(t) * (x(t) + f(\hat{y}(t))) - h(t) * (f(y_0(t))) \\ &= h(t) * (x(t) + f(\hat{y}(t)) - f(y_0(t))) \end{aligned}$$

Tegyük most fel (és a megoldás szempontjából ez lesz az egyetlen feltételezés), hogy bármely  $t$  esetén kellően kis  $x(t)$  perturbációval elérhető, hogy  $y_0(t)$  és  $\hat{y}(t)$  is kellően közel legyen egymáshoz. Ekkor indokolt az

$$f(\hat{y}(t)) - f(y_0(t)) \cong f'(y_0(t))(\hat{y}(t) - y_0(t)) \quad (4)$$

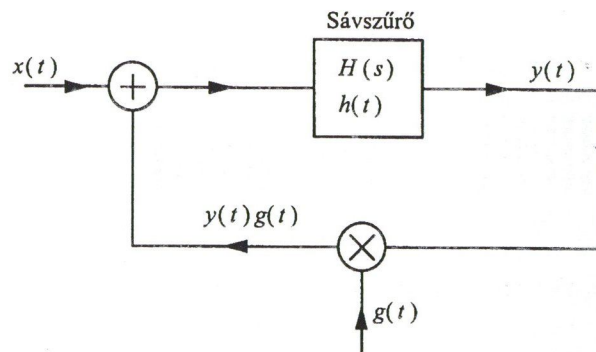
elsőrendű Taylor-soros közelítés, ahol  $f(\cdot)$  argumentum szerinti deriváltját (most és a továbbiakban is)  $f'(\cdot)$  jelöli. Bevezetve tehát a

$$g(t) = f'(y_0(t)) \quad (5)$$

időfüggvényt (3) és (4) felhasználásával az

$$y(t) = h(t) * (x(t) + g(t)y(t)) \quad (6)$$

kisjelű összefüggést kapjuk. Ennek jelfolyamábrás reprezentációja a 8. ábrán látható.



8. ábra. A 7. ábra oszcillátorának kisjelű variáns modellje

Az időfüggő  $g(t)$ -vel való szorzás miatt a 8. ábra rendszere idővariáns  $x(t)$  és  $y(t)$  között. Amiatt azonban, hogy  $y_0(t) = y_0(t + T)$  a perturbátlan kimentre  $g(t) = g(t + T)$  szintén teljesül, és így a kisjelű modell egy  $T$  periódusú ún. periodikusan variáns rendszerrel jellemezhető. Ismert, hogy az ilyen típusú rendszerek kimenete mind determinisztikus, mind pedig a sztochasztikus gerjesztés esetén meghatározható a rendszer  $x(t) = \delta(t - \tau)$  gerjesztésre adott  $y(t) = h(t, \tau)$  impulzusválasza alapján. Nevezetesen, ha az  $x(t)$  egy (gyengén) stacionárius fehérzajt reprezentál  $S_x$  spektrálsűrűséggel, akkor a ciklostacionárius  $y(t)$  kimenet spektrálsűrűsége az

$$\begin{aligned} S_y(\omega) &= \frac{S_x}{T} \int_0^T |H(\omega, \tau)|^2 d\tau \\ &= \frac{S_x}{T} \int_0^T H(\omega, \tau) H^*(\omega, \tau) d\tau \end{aligned} \quad (7)$$

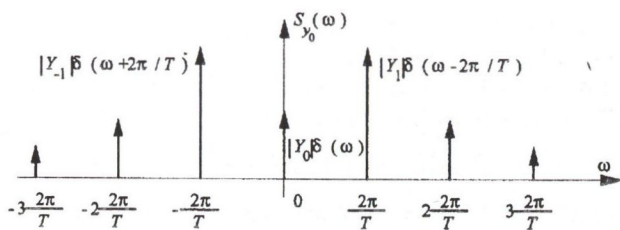
képlettel számolható [18], [19], ahol  $*$  felső index a komplex konjugálás műveletét,  $H(\omega, \tau)$  pedig  $h(t, \tau)$  ( $t$  integrálási változóval vett) Fourier-transzformáltját jelöli.

Vagyis, ha célkitűzésünk értelmében ragaszkodunk egy tervezés alapjául szolgáló analitikus képlethez, akkor (6) alapján az

$$h(t, \tau) = h(t) * (\delta(t - \tau) + g(t)h(t, \tau))$$

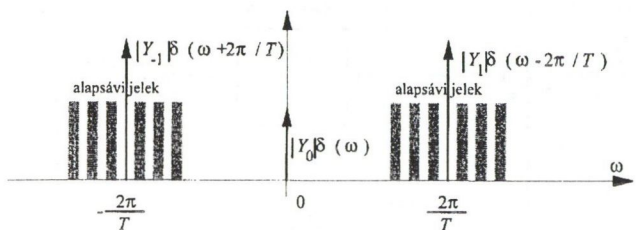
összefüggésből meg kell határozni  $H(\omega, \tau)$ -t, és analitikusan ki kell értékelnünk a (7) összefüggés integrálját.





2. ábra. Egy ideális oszcillátor kimenetének lehetséges spektrálsűrűsége

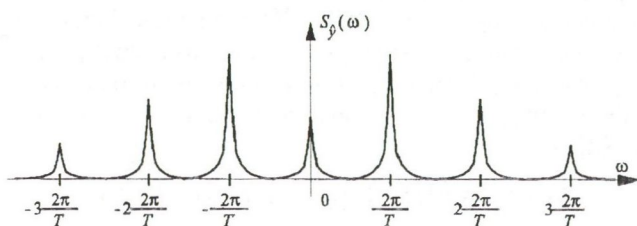
Az oszcillátorok fő felhasználási területe bizonyos kisfrekvenciás ún. alapsávi jelek (csatornák) modulációja vagy demodulációja. Ekkor, ahogyan azt a 3. ábra is szemlélteti, rendszerint  $y_0(t)$  alapharmonikusát, vagyis a 2. ábrán látható  $|Y_1|^2 \delta(\omega - 2\pi/T) + |Y_{-1}|^2 \delta(\omega + 2\pi/T)$  összetevőt használják.



3. ábra. Egy ideális oszcillátor modulációs felhasználásának szemléltetése

Ha a  $2\pi/T$  alap(kör)frekvencia értéke jóval nagyobb az alapsávi csatornák sávzélességénél, akkor az, hogy az oszcillátor kimenet nem tisztán szinuszos (azaz az (1) szerinti Fourier-sorfejtésben nem csak az  $Y_{-1}$  és az  $Y_1$  együtthatójú összetevők szerepelnek) csupán másodlagos jelentőségű. Ha szükséges, a nemkívánatos felharmonikusok (beleértve a DC összetevőt) egyszerű szűréssel eltávolíthatók. Más esetekben azonban, mint pl. szintézeres alkalmazásokban, ismerni kell az oszcillátor kimeneti spektrálsűrűségét a teljes frekvenciatartományban.

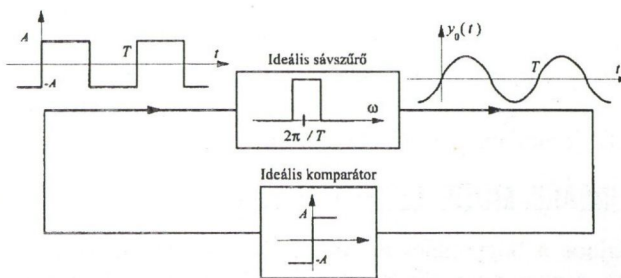
A felharmonikusok jelenlétének jóval nagyobb problémát jelent az, hogy az 1. ábrán látható tisztán periodikus kimenőjel reálisan el sem gondolható [17]. Ha ui. a  $T$  periódusidő korlátlan ideig állandó maradna, akkor az  $y_0(t)$  kimenetet egy komparátorra vezetve egy tökéletesen periodikus négyszögjel-sorozatot kapnánk, amiből pedig egy ugyancsak tökéletes (sohasem siető vagy késő) digitális órát lehetne készíteni, ami minden tapasztalatnak ellentmondana. Egy valós oszcillátor  $\hat{y}(t)$  kimenőjelének nullátmenetei tehát lassan (a  $T$  periódusnál jóval lassabban) változnak. A 3. fejezetben ki fog derülni, hogy ekkor a 2. ábrán látható ideális spektrálsűrűség helyett egy olyan kimeneti spektrálsűrűséget kapunk, amit vázlatosan (és kissé eltúlozva) a 4. ábra mutat.



4. ábra. Egy valós oszcillátor kimenetének lehetséges spektrálsűrűsége

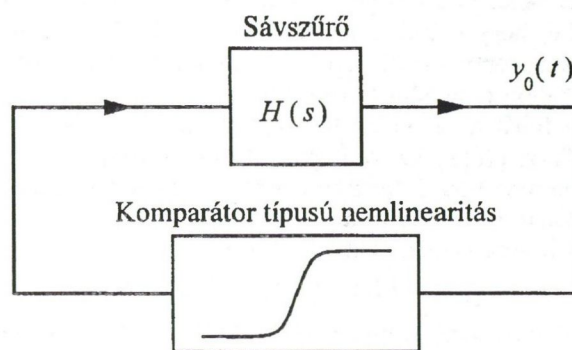
Vagyis az ideálisan Dirac-deltás komponensek „szétkenődnek” véges nagyságú és véges oldalsávokkal rendelkező komponensekké. Az alapharmonikus melletti oldalsávok a hasznos csatornák sávjaiba esnek (lásd a 3. ábrát). Ez a napjainkra jellemző szigorúan specifikált rendszereknél gondot okoz. Például GSM adóvevők oszcillátorainak alapharmonikusát tipikusan 1 GHz, és tőle már 50–100 kHz távolságra hasznos csatornák vannak. Ezen csatornákra kirótt minimális jel-zaj viszony pedig legalább 80 dB. Az alábbiakban a kimeneti spektrálsűrűség számításának két módját vesszük szemügyre. Először egy periodikusan variáns lineáris megközelítést, és végezetül egy elvileg egzakt analízist.

Bevezetésként azonban tekintsünk egy gyakran használt oszcillátortípust, annak is az 5. ábra szerinti ideális változatát. Az oszcillátor egy  $2\pi/T$  frekvencia körüli átteresztőtartománnyal rendelkező ideális sávszűrőből áll, kimenetét egy elvileg ugyancsak ideális komparátoron keresztül a bemenetre visszacsatolva.



5. ábra. Ideális elvi oszcillátortípus

Az oszcillátor működése elvileg azonnal belátható. A szinuszos kimenet egy komparátorra jut, ami egy ideális négyszögjel-sorozatot generál a sávszűrő bemenete számára. Mivel a szűrő szintén ideális, periodikus bemenetének csak az alapharmonikusát engedi át, így visszaállítja az ideálisan szinuszos kimenetet. Ennek az elrendezésnek egy reális oszcillátorhoz jóval közelebb álló modellje látható a 6. ábrán, ahol az ideális sávszűrő helyett egy kauzális és stabil analóg sávszűrő szerepel.



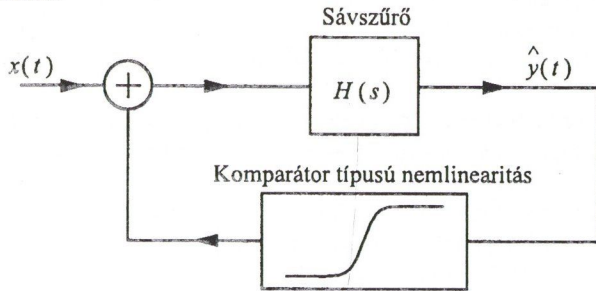
6. ábra. Egy gyakran használt (zajtalan) oszcillátortípus

Itt a komparátor jellegű nemlinearitás megnöveli az  $y_0(t)$  kimenet felharmonikus-tartalmát, amiből a  $H(s)$  átviteli függvényű sávszűrő ismét eltávolít annyi felharmonikusot, hogy éppen az eredeti  $y_0(t)$  kimenet álljon vissza. Itt  $y_0(t)$  tipikusan lehet az 1. ábra szerinti. Mind az 5. ábrán látható ideális, mind pedig a 6. ábrán látható reálisabb oszcillátor



autonóm (külső gerjesztés nélküli) rendszer. Ez azt jelenti, hogy a működést akármilyen zérustól különböző kezdeti érték, akár valamilyen külső perturbáció beindítja.

A kimenet ingadozásának a rendszerre jutó perturbációk (zavarok, zajok) az okai. Ezek a sávszűrő vagy a visszacsatoló nemlinearitás áramkörti elemeinek belső elektronikus zajaiból származnak. A modellezés szempontjából a zajok hatása egyesíthető a sávszűrő bemenetéhez hozzáadott kis amplitúdójú  $x(t)$  perturbáló jelben, amit a 7. ábra mutat.



7. ábra. A 6. ábra oszcillátorának zajos modellje

Ahogy eddig is,  $\hat{y}(t)$  jelöli a zajos ( $x(t)$  hatása következtében megváltozott) kimenetet, megkülönböztetve az ideális (zajmentes)  $y_0(t)$  kimenettől.

## 2. LINEÁRIS MODELLEZÉS [14], [15]

Sajnos a hagyományos linearizálási technikák oszcillátorok esetén nem alkalmazhatók. Munkaponti linearizálás nyilvánvalóan nem használható, hiszen a rendszer nem rendelkezik egy rögzített, időben nem változó munkaponttal. A harmonikus egyensúlyt feltételező (elsőfokú közelítésben leírófüggvényes) módszerek ugyancsak nem alkalmazhatók, hiszen nem igaz az, hogy a kimenőjel a periodikus bemenet alapharmonikusának csupán egész számú többszöröseit tartalmazza. Az oszcillátoroknak vannak „saját frekvenciái”, amelyek apriori nem ismertek. Annyi azonban feltételezhető, hogy a zavarjelet reprezentáló  $x(t)$  jel kicsi az oszcillátor kimenőjéhez képest. Ez lehetővé teszi egy időben változó munkapontokra vonatkozó linearizálást. A későbbiekben, a végeredmény értékelése során ki fog derülni, hogy ennek a megközelítésnek is elvi akadályai vannak, azonban látni fogjuk azt is, hogy ez nem korlátozza a kapott eredmény használhatóságát.

Ha tehát a  $H(s)$  átviteli függvényhez tartozó impulzusválaszt ( $H(s)$  inverz Laplace-transzformáltját)  $h(t)$ , a komparátor típusú (memóriátlan) nemlinearitás karakterisztikáját  $f(\cdot)$ , a konvolúció műveletét pedig  $*$  jelöli, akkor a 7. ábra alapján felírható, hogy

$$\hat{y}(t) = h(t) * (x(t) + f(\hat{y}(t))).$$

Megállapodásunk szerint  $y_0(t) = \hat{y}(t)$ , ha  $x(t) = 0$ , így

$$y_0(t) = h(t) * (f(y_0(t)))$$

Bevezetve az

$$y(t) = \hat{y}(t) - y_0(t) \quad (3)$$

különbségi jelet (vagyis az  $x(t)$  zavarjel következtében fellépő kimeneti hibajelet), a fenti egyenletekből a konvolúció linearitását kihasználva azt kapjuk, hogy:

$$\begin{aligned} y(t) &= h(t) * (x(t) + f(\hat{y}(t))) - h(t) * (f(y_0(t))) \\ &= h(t) * (x(t) + f(\hat{y}(t)) - f(y_0(t))) \end{aligned}$$

Tegyük most fel (és a megoldás szempontjából ez lesz az egyetlen feltételezés), hogy bármely  $t$  esetén kellően kis  $x(t)$  perturbációval elérhető, hogy  $y_0(t)$  és  $\hat{y}(t)$  is kellően közel legyen egymáshoz. Ekkor indokolt az

$$f(\hat{y}(t)) - f(y_0(t)) \cong f'(y_0(t))(\hat{y}(t) - y_0(t)) \quad (4)$$

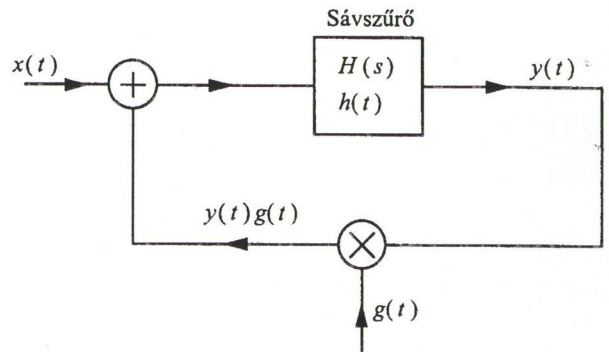
elsőrendű Taylor-soros közelítés, ahol  $f(\cdot)$  argumentum szerinti deriváltját (most és a továbbiakban is)  $f'(\cdot)$  jelöli. Bevezetve tehát a

$$g(t) = f'(y_0(t)) \quad (5)$$

időfüggvényt (3) és (4) felhasználásával az

$$y(t) = h(t) * (x(t) + g(t)y(t)) \quad (6)$$

kisjelű összefüggést kapjuk. Ennek jelfolyamábrás reprezentációja a 8. ábrán látható.



8. ábra. A 7. ábra oszcillátorának kisjelű variáns modellje

Az időfüggő  $g(t)$ -vel való szorzás miatt a 8. ábra rendszere idővariáns  $x(t)$  és  $y(t)$  között. Amiatt azonban, hogy  $y_0(t) = y_0(t + T)$  a perturbálatlan kimentre  $g(t) = g(t + T)$  szintén teljesül, és így a kisjelű modell egy  $T$  periódusú ún. periodikusan variáns rendszerrel jellemezhető. Ismert, hogy az ilyen típusú rendszerek kimenete mind determinisztikus, mind pedig a sztochasztikus gerjesztés esetén meghatározható a rendszer  $x(t) = \delta(t - \tau)$  gerjesztésre adott  $y(t) = h(t, \tau)$  impulzusválasza alapján. Nevezetesen, ha az  $x(t)$  egy (gyengén) stacionárius fehérzajt reprezentál  $S_x$  spektrálsűrűséggel, akkor a ciklostacionárius  $y(t)$  kimenet spektrálsűrűsége az

$$\begin{aligned} S_y(\omega) &= \frac{S_x}{T} \int_0^T |H(\omega, \tau)|^2 d\tau \\ &= \frac{S_x}{T} \int_0^T H(\omega, \tau) H^*(\omega, \tau) d\tau \end{aligned} \quad (7)$$

képlettel számolható [18], [19], ahol  $*$  felső index a komplex konjugálás műveletét,  $H(\omega, \tau)$  pedig  $h(t, \tau)$  ( $t$  integrálási változóval vett) Fourier-transzformáltját jelöli.

Vagyis, ha célkitűzésünk értelmében ragaszkodunk egy tervezés alapjául szolgáló analitikus képlethez, akkor (6) alapján az

$$h(t, \tau) = h(t) * (\delta(t - \tau) + g(t)h(t, \tau))$$

összefüggésből meg kell határozni  $H(\omega, \tau)$ -t, és analitikusan ki kell értékelni a (7) összefüggés integrálját.



Képezve a  $h(t, \tau)$ -ra vonatkozó fenti összefüggés mindkét oldalának Fourier-transzformáltját azt kapjuk, hogy

$$H(\omega, \tau) = H(j\omega) \left( e^{-j\omega\tau} + \frac{1}{2\pi} G(\omega) * H(\omega, \tau) \right), \quad (8)$$

ami ugyancsak egy implicit összefüggés  $H(\omega, \tau)$ -ra. Innen sajnos általános esetben  $H(\omega, \tau)$  nem fejezhető ki explicit módon, és így (7) integrálja sem értékelhető ki zárt alakban. Általánosan egyébként még a  $g(t)$  függvény alapján szolgáló  $y_0(t)$  sem határozható meg zárt formában. Ahhoz, hogy  $S_y(\omega)$  mégis analitikusan számolható legyen, az alábbi fontos feltételezés szükséges.

- Az  $f(\cdot)$  nemlinearitás egy ideális komparátor, azaz ha  $z$  egy általános valós független változót jelöl, akkor:

$$f(z) = A \operatorname{sgn}(z) = \begin{cases} A & \text{ha } z > 0 \\ -A & \text{ha } z \leq 0 \end{cases} \quad (9)$$

Az alábbi két megkötés csupán a tárgyalás egyszerűsítését szolgálja.

- Az oszcillátor kimenetének egymást követő nullátmenetei közti távolság:

$$T_0 = \frac{T}{2} \quad (10)$$

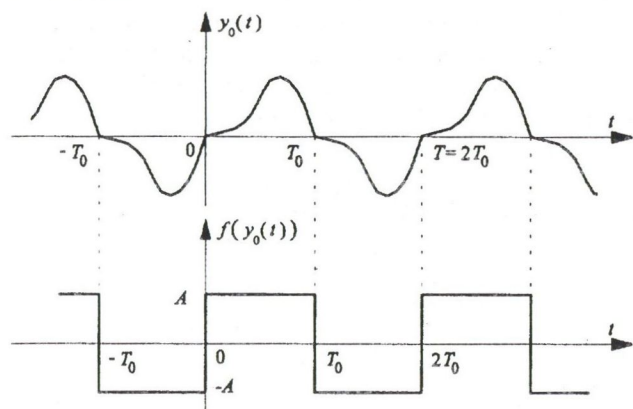
- A sávszűrő  $H(s)$  átviteli függvénye stabil, egyszeres pólusokkal rendelkező  $s$ -ben racionális valódi törtfüggvény. Ekkor, mint ismertes,  $H(s)$  parciális törtre bontott alakja

$$H(s) = \sum_{k=1}^m \frac{H_k}{s - p_k}, \quad (11)$$

ahol a  $p_1, \dots, p_M$  pólusok és a  $H_1, \dots, H_M$  együtt-hatottak adottak, továbbá

$$p_1 \neq p_2 \neq \dots \neq p_M \quad \text{és} \quad \operatorname{Re}\{p_1\} < 0, \operatorname{Re}\{p_2\} < 0, \dots, \operatorname{Re}\{p_M\} < 0. \quad (12)$$

Határozzuk először meg a  $g(t)$  függvényt. Az  $f(z) = A \operatorname{sgn}(z)$  feltétel miatt  $y_0(t)$  és  $f(y_0(t))$  a 9. ábra szerinti lesz.



9. ábra. A (zajmentes) oszcillátor és a komparátor kimeneteinek időbeli lefolyása

Vagyis  $\varepsilon(t)$ -vel jelölve az egységugrást ( $\varepsilon(t) = 0$  ha  $t \leq 0$  és  $\varepsilon(t) = 1$  ha  $t > 0$ )  $f(y_0(t))$  felírható, mint  $f(y_0(t))$

$$= A \sum_{n=-\infty}^{\infty} (-1)^n (\varepsilon(t - nT_0) - \varepsilon(t - nT_0 - T_0))$$

$$= 2A \sum_{n=-\infty}^{\infty} (-1)^n \varepsilon(t - nT_0). \quad (13)$$

Így (5)-ből és a differenciálás láncszabályából közvetlenül adódó

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} f(y_0(t)) &= f'(y_0(t)) \frac{d}{dt} y_0(t) \\ &= g(t) y_0'(t) \end{aligned}$$

összefüggést felhasználva:

$$\begin{aligned} g(t) &= \frac{1}{y_0'(t)} \frac{d}{dt} f(y_0(t)) \\ &= \frac{2A}{y_0'(t)} \sum_{n=-\infty}^{\infty} (-1)^n \delta(t - nT_0) \\ &= 2A \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{(-1)^n}{y_0'(nT)} \delta(t - nT_0) \end{aligned} \quad (14)$$

Először egyszerűsítsük a  $(-1)^n / y_0'(nT)$  kifejezést. A 9. ábrán látható  $f(y_0(t))$  a sávszűrő bemenete. A szűrő  $\varepsilon(t)$ -re adott válaszát  $u(t)$ -vel jelölve, a szűrő linearitása és időinvarianciája, valamint (13) utolsó összefüggése miatt

$$y_0(t) = 2A \sum_{n=-\infty}^{\infty} (-1)^n u(t - nT_0)$$

és így ( $n$  helyett az  $\ell$  új összegzési változót használva)

$$y_0'(t) = 2A \sum_{\ell=-\infty}^{\infty} (-1)^\ell h(t - \ell T_0),$$

hiszen  $u'(t) = h(t)$ . Átmenetileg bevezetve a

$$K = \sum_{m=-\infty}^{\infty} (-1)^m h(mT) \quad (15)$$

menyiséget és ismét új összegzési változóra áttérve

$$\begin{aligned} y_0'(nT) &= 2A \sum_{\ell=-\infty}^{\infty} (-1)^\ell h(nT - \ell T_0) \\ &= 2A \sum_{m=-\infty}^{\infty} (-1)^{n-m} h(mT) = 2AK(-1)^n, \end{aligned}$$

ahonnan láthatóan  $(-1)^n / y_0'(nT) = 1/2AK$ . Ezt (14) utolsó összefüggésébe helyettesítve

$$g(t) = \frac{1}{K} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(t - nT_0),$$

ami egy ún. ideális mintavételezést megvalósító függvény. Ekkor ismeretes, hogy a (8)-ban látható  $G(\omega) * H(\omega, \tau) / 2\pi$  (mint egy ideálisan mintavételezett jel Fourier-transzformáltja) az

$$\begin{aligned} U(e^{j\omega T_0}, \tau) &= \frac{1}{2\pi} G(\omega) * H(\omega, \tau) \\ &= \frac{1}{KT_0} \sum_{n=-\infty}^{\infty} H\left(\omega - n\frac{2\pi}{T_0}, \tau\right) \end{aligned} \quad (16)$$

azonosságot kielégítő,  $\omega$ -ban  $2\pi/T_0$  szerint periodikus függvény lesz. A periodikusság hangsúlyozására vezettük



be az (egyébként szokásos)  $U(e^{j\omega T_0}, \tau)$  jelölést. Tehát (8)-ba helyettesítve azt kapjuk, hogy

$$H(\omega, \tau) = H(j\omega)(e^{-j\omega\tau} + U(e^{j\omega T_0}, \tau)). \quad (17)$$

(16) második összefüggése és (17) lehetővé teszi  $U(e^{j\omega T_0}, \tau)$  explicit meghatározását. Ehhez helyettesítsük (17)-ben  $\omega$ -t  $(\omega - n2\pi/T_0)$ -val, osszuk el mindkét oldalt  $K T_0$ -val, majd képezzük mindkét oldal (16)-nak megfelelő  $n$  szerinti összegzését:

$$\begin{aligned} & \frac{1}{K T_0} \sum_{n=-\infty}^{\infty} H\left(\omega - n \frac{2\pi}{T_0}, \tau\right) \\ &= \frac{1}{K T_0} \sum_{n=-\infty}^{\infty} H\left(j\omega - jn \frac{2\pi}{T_0}\right) \\ & \quad \times \left( e^{-j\left(\omega - n \frac{2\pi}{T_0}\right)\tau} + U\left(e^{j\left(\omega - n \frac{2\pi}{T_0}\right)T_0}, \tau\right) \right) \\ &= \frac{1}{K T_0} \sum_{n=-\infty}^{\infty} H\left(j\omega - jn \frac{2\pi}{T_0}\right) e^{-j\left(\omega - n \frac{2\pi}{T_0}\right)\tau} \\ & \quad + U(e^{j\omega T_0}, \tau) \frac{1}{K T_0} \sum_{n=-\infty}^{\infty} H\left(j\omega - jn \frac{2\pi}{T_0}\right) \end{aligned}$$

Bevezetve a csak a sávszűrőtől,  $T_0$ -tól és  $\tau$ -tól függő és  $\omega$ -ban ugyancsak láthatóan  $2\pi/T_0$  szerint periodikus

$$V(e^{j\omega T_0}, \tau) = \frac{1}{T_0} \sum_{n=-\infty}^{\infty} H\left(j\omega - jn \frac{2\pi}{T_0}\right) e^{-j\left(\omega - n \frac{2\pi}{T_0}\right)\tau} \quad (18)$$

függvényt és felhasználva (16) második összefüggését azt kapjuk, hogy

$$\begin{aligned} U(e^{j\omega T_0}, \tau) &= \frac{1}{K} V(e^{j\omega T_0}, \tau) \\ & \quad + U(e^{j\omega T_0}, \tau) \frac{1}{K} V(e^{j\omega T_0}, 0). \end{aligned}$$

Innen  $U(e^{j\omega T_0}, \tau)$ -t kifejezve és (17)-be visszahelyettesítve:

$$H(\omega, \tau) = H(j\omega) \left( e^{-j\omega\tau} + \frac{V(e^{j\omega T_0}, \tau)}{K - V(e^{j\omega T_0}, 0)} \right). \quad (19)$$

Sikerült tehát  $H(\omega, \tau)$ -t explicit módon kifejezni. Ahhoz azonban, hogy (7) integrálját analitikusan ki is tudjuk számolni, ismerni kell  $H(\omega, \tau)$  egzakt függését  $\tau$ -tól. Meg kell továbbá  $K$ -t is határozni, hiszen azt (15)-ben csak kijelöltük. Az alábbiakban ezekkel a részletekkel foglalkozunk. Először is (18) a Poisson összegzési formula felhasználásával<sup>1</sup> a következőképpen is felírható

$$V(e^{j\omega T_0}, \tau) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} h(nT_0 - \tau) e^{-jn\omega T_0}, \quad (20)$$

<sup>1</sup> A Poisson összegzési formula kimondja, hogy ha a  $t = nT$  helyeken folytonos  $f(t)$  Fourier-transzformáltja  $F(\omega)$ , akkor igaz, hogy  $\sum_{n=-\infty}^{\infty} f(nT) e^{-j\omega nT} = \frac{1}{T} \sum_{n=-\infty}^{\infty} F(\omega - n2\pi/T)$ .

hiszen  $h(t-\tau)$  Fourier-transzformáltja éppen  $H(j\omega) e^{-j\omega\tau}$ . A (20) és a (15) összefüggéseket összehasonlítva azonnal látható, hogy

$$K = V(-1, 0) \quad (21)$$

Másrészt, ha  $H(s)$  (11) szerinti, akkor ennek inverz Laplace-transzformáltja ismeretesen

$$h(t) = \varepsilon(t) \sum_{k=1}^M H_k e^{p_k t},$$

amit (20)-ba helyettesítve  $0 < \tau < T_0$  esetre ((7)-ben csak erre van szükség) azt kapjuk, hogy

$$\begin{aligned} V(e^{j\omega T_0}, \tau) &= \sum_{k=1}^M H_k \sum_{n=-\infty}^{\infty} \varepsilon(nT_0 - \tau) e^{p_k(nT_0 - \tau)} e^{-jm\omega T_0} \\ &= \sum_{k=1}^M H_k e^{-p_k \tau} \sum_{n=1}^{\infty} e^{(p_k - j\omega)nT_0}. \end{aligned}$$

Végezetül, a szűrő stabilitásának (12) szerinti feltétele miatt a mértani sorösszegzést elvégezve

$$V(z, \tau) = \sum_{k=1}^M \frac{H_k e^{-p_k \tau}}{z e^{-p_k T_0} - 1} \quad (22)$$

adódik, ahol most  $z$  tetszőleges (komplex) változót jelöl.

Végezetül, (21)-t és (22)-t (19)-be, a kapott összefüggést pedig (7)-be helyettesítve és a kijelölt integrálást elvégezve (ez egyszerű, hiszen (22) miatt csupán exponenciális függvények integrálásáról van szó) az alábbi végeredményt kapjuk:

$$\begin{aligned} S_y(\omega) &= \frac{S_x}{T_0} |H(j\omega)|^2 \\ & \quad \times (T_0 + 2\operatorname{Re} \{ H(j\omega) A(e^{j\omega T_0}) \} + B(e^{j\omega T_0})) \end{aligned} \quad (23)$$

ahol

$$A(z) = V(-1, 0) - V(z, 0) \quad (24)$$

és

$$\begin{aligned} B(z) &= |A(z)|^2 \\ & \quad \times \sum_{k=1}^M \sum_{\ell=1}^M \frac{H_k H_\ell^* (e^{(p_k + p_\ell^*)T_0} - 1)}{(p_k + p_\ell^*)(1 - e^{p_k T_0} z^{-1})(1 - e^{p_\ell^* T_0} z)} \end{aligned} \quad (25)$$

A keretezett formulákkal tehát a linearizált modell egzakt analízise elvégezhető.

### Alkalmazási példa

Sok esetben az oszcillátor egy veszteséges párhuzamos LC kör egy feszültségvezérelt áramgenerátorral (tipikusan egy bipoláris tranzistorokból felépített differenciálerősítővel) visszacsatolva. Ekkor a nemlinearitás komparátorral való közelítése reális és szokásos feltételezés, a sávszűrő pedig egy egységnyi erősítésű másodfokú alaptag. Vagyis

$$H(s) = \frac{s \frac{\omega_0}{Q}}{s^2 + s \frac{\omega_0}{Q} + \omega_0^2},$$



ahol az  $\omega_0$  sávközépi (köz)frekvencia és a  $Q$  jósági tényező adottak. Ekkor nemcsak, hogy teljesül az a feltételezésünk, hogy a zajtalan oszcillátor kimenetének egymást követő nullátmenetei egyenlő távolságra vannak egymástól, hanem ideális komparátor esetén a periódusidő is egzaktul meghatározható [20]. Nevezetesen

$$T = 2T_0 = \frac{2\pi}{\omega_{osc}},$$

ahol

$$\omega_{osc} = \omega_0 \sqrt{1 - \frac{1}{4Q^2}}$$

az oszcilláció frekvenciája. Ha a fenti adatokat és  $H(s)$  parciális törtre bontásából egyszerűen adódó

$$p_1 = p_2^* = -\frac{\omega_0}{2Q} + j\omega_{osc}$$

és

$$H_1 = H_2^* = \frac{\omega_0}{2Q} \left( 1 + j \frac{\omega_0}{\omega_{osc}} \right)$$

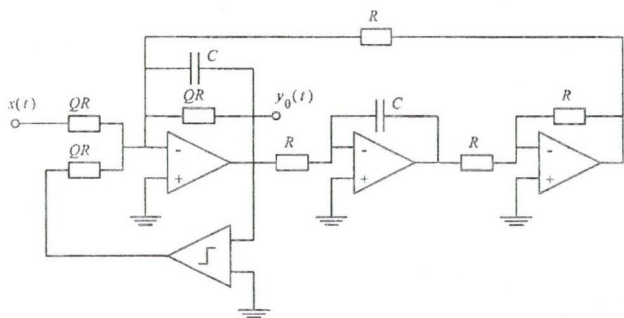
paramétereket (22)-be, (24)-be és (25)-be helyettesítjük, akkor

$$A(e^{j\omega T_0}) = \frac{Q}{\omega_0} \left( \sinh \left( \frac{\omega_0 T_0}{2Q} \right) + 2j \sinh^2 \left( \frac{\omega_0 T_0}{4Q} \right) \tan \left( \frac{\omega T_0}{2} \right) \right)$$

és

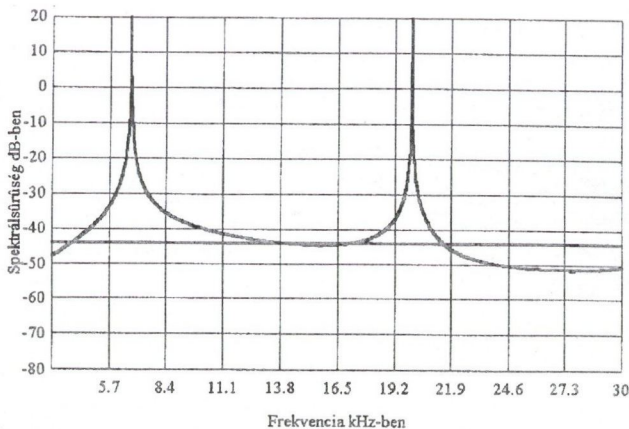
$$B(e^{j\omega T_0}) = \frac{2Q}{\omega_0} \times \left( \cosh \left( \frac{\omega_0 T_0}{4Q} \right) \sec^2 \left( \frac{\omega T_0}{2} \right) \sinh^3 \left( \frac{\omega_0 T_0}{4Q} \right) \right)$$

adódnak, amelyeket (23)-ba helyettesítve megkapjuk az ideális és a zajos kimenetek különbségének linearizált modellből számolt spektrálsűrűségét. Az így kapott szimulációs eredményeket mérési eredményekkel hasonlítottuk össze. A diszkrét komponensekből megépített oszcillátor kapcsolási rajzát a 10. ábrán mutatja.

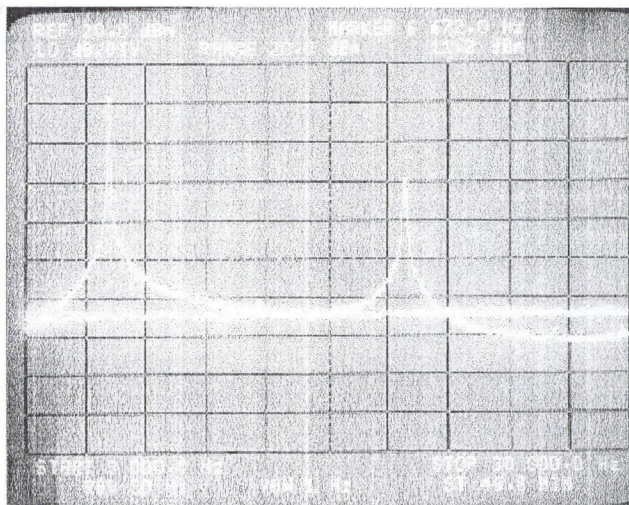


10. ábra. A diszkrét komponensekből megépített oszcillátor kapcsolási rajza

Láthatóan az oszcillátor sávszűrője egy másodfokú Tow-Thomas alaptag. Az  $x(t)$  zajforrás pedig egy  $-44$  dBm szintre beállított zajgenerátor volt. Az áramköri komponensek megválasztása az  $\omega_0 = 48.4$  krad/sec és  $Q = 1$  paraméterek beállítását biztosította. A végformula kiértékelésével kapott szimulációs eredmények a 11. ábrán láthatók, a mérési eredmények pedig a 12. ábrán.



11. ábra. A lineáris modell végformulájának kiértékelésével kapott spektrálsűrűség dB-ben



12. ábra. A diszkrét komponensekkel megépített, 10. ábrán látható áramkörnek (spektrumanalizátorral történt) mérési eredménye

Látható, hogy a rezonanciafrekvencián, ill. annak páratlan számú többszörösein a lineáris modell végtelen spektrálsűrűséget jósol, pedig a mérésen világosan felismerhetők a véges csúcsok, összhangban a 4. ábrával is. Ezekről csak kissé is eltérő frekvenciákon azonban a lineáris modell láthatóan nagyon jó közelítést nyújt. Vizsgáljuk meg konkrétan az  $\omega_{osc}$  rezonanciafrekvencia környezetében jóslat viselkedést részletesebben. Ez a vizsgálat egyben utal arra is, hogy a 11. ábrát szolgáltató meglehetősen bonyolult végképletből hogyan kapható egy egyszerűbb tervezési formula. Ha tehát  $\omega \approx \omega_{osc}$ , akkor  $H(j\omega) \approx 1$ ,  $\sec^2(\omega T_0/2) \approx 4/(T_0^2(\omega - \omega_{osc})^2)$ , és így némi trigonometriai átalakítás után azt kapjuk, hogy az  $\omega_{osc}$  frekvencia környékén

$$S_y(\omega) \approx S_x \frac{\cosh \left( \frac{\omega_0 T_0}{4Q} \right) \sinh^3 \left( \frac{\omega_0 T_0}{4Q} \right)}{(\omega - \omega_{osc})^2 T_0^3 \omega_0}$$

és a közelítés annál pontosabb, minél közelebb van egymáshoz  $\omega$  és  $\omega_{osc}$ . Az így kapott spektrálsűrűség integrálásával meghatározható  $\omega_{osc}$  kis környezetében a zaj által indukált  $P_{\omega_{osc}}$  kimeneti teljesítmény. Ezt elvégezve viszont egyszerűen adódik, hogy:



$$P_{\omega_{osc}} = \lim_{\Delta\omega \rightarrow 0} \frac{1}{2\pi} \int_{\omega_{osc} - \Delta\omega}^{\omega_{osc} + \Delta\omega} S_y(\omega) d\omega = \infty.$$

Vagyis a kiszelű analízis alapját szolgáltató (4) linearizálási feltételezéssel ellentmondásra jutunk. Ugyanis (4)-ben feltételeztük, hogy kellően kis perturbáló jellel biztosítható, hogy az ideális és a zajos kimenő jelek különbsége tetszőlegesen kicsivé tehető (amikor egy elsőrendű Taylor-soros közelítés alkalmazása indokolt). Kis különbségi jel azonban egy kis sávzsélességekben nem okozhat végtelen teljesítményt. Tulajdonképpen szerencsésnek mondható az a körülmény, hogy ez a probléma csak a rezonanciafrekvenciához, ill. annak páratlan többszöröseihez nagyon közeli frekvenciákon jelent problémát. A következő fejezetben látni fogjuk, hogy linearizálás nélkül viszont sokkal bonyolultabbá válik a helyzet.

### 3. EGZAKT ANALÍZIS [8], [9]

Fogalmazzuk meg először az oszcillátor működését leíró matematikai modellt a korábbiaknál általánosabban. Térjünk vissza a 7. ábrára, és tegyük fel, hogy a  $H(s)$  átviteli függvényű sávszűrő állapotváltozós leírása a következő:

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} \mathbf{w}(t) &= \mathbf{A} \mathbf{w}(t) + \mathbf{b} u(t) \\ \hat{y}(t) &= \mathbf{c}^T \mathbf{w}(t) \end{aligned}$$

Itt  $\mathbf{A}$  adott négyzetes mátrix,  $\mathbf{b}$  és  $\mathbf{c}$  adott vektorok, továbbá

$$\mathbf{w}(t) = \begin{bmatrix} w_1(t) \\ w_2(t) \\ \vdots \end{bmatrix}$$

az állapotvektort,  $u(t)$  a szűrő bemenetére jutó jelet, a  $T$  felső index pedig a transzponálás műveletét jelöli. A 7. ábrán azonban az is látható, hogy

$$u(t) = f(\hat{y}(t)) + x(t),$$

és így az állapotvektorra a

$$\frac{d}{dt} \mathbf{w}(t) = \mathbf{A} \mathbf{w}(t) + \mathbf{b}(f(\mathbf{c}^T \mathbf{w}(t)) + x(t))$$

nemlineáris differenciálegyenletet kapjuk. Ha az  $x(t) = 0$  perturbálatlan esethez tartozó állapotvektort

$$\mathbf{w}_0(t) = \begin{bmatrix} w_{0,1}(t) \\ w_{0,2}(t) \\ \vdots \end{bmatrix}$$

jelöli, akkor pedig

$$\frac{d}{dt} \mathbf{w}_0(t) = \mathbf{A} \mathbf{w}_0(t) + \mathbf{b}(f(\mathbf{c}^T \mathbf{w}_0(t))).$$

A fenti két differenciálegyenlet általánosabb és tömörebb formában úgy is kifejezhető, mint

$$\frac{d}{dt} \mathbf{w}(t) = \mathbf{f}(\mathbf{w}(t)) + \mathbf{x}(t) \quad (26)$$

és

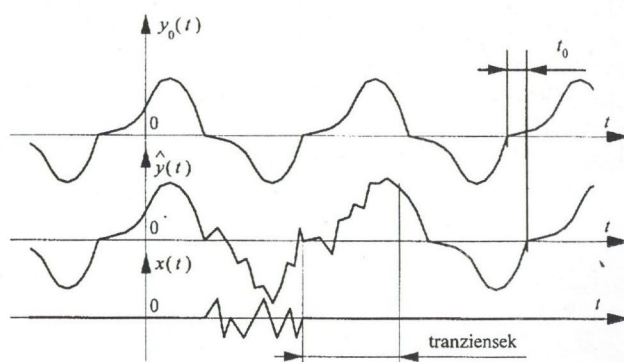
$$\frac{d}{dt} \mathbf{w}_0(t) = \mathbf{f}(\mathbf{w}_0(t)) \quad (27)$$

ahol

$$\mathbf{f}(\mathbf{w}) = \begin{bmatrix} f_1(\mathbf{w}) \\ f_2(\mathbf{w}) \\ \vdots \end{bmatrix}$$

alkalmas vektor-vektor függvényt jelöl, és  $\mathbf{x}(t)$  komponensei tartalmazzák a perturbálójeleket. Valóban, (26) és így (27) az oszcillátorok nagyon általános, több zajforrás esetén is érvényes, a 7. ábrán túlmutató leírását adja. A 7. ábrán látható modellből a tényleges kimenetek az  $\hat{y}(t) = \mathbf{c}^T \mathbf{w}(t)$ , ill. ideális esetben az  $y_0(t) = \mathbf{c}^T \mathbf{w}_0(t)$  egyszerű összefüggéseken keresztül számolhatók az állapotvektorból. Általánosán is igaz, hogy a megoldás szempontjából elegendő az állapotvektorral foglalkozni.

Kísérreljünk meg most a 7. ábra és a fenti állapotváltozós leírás alapján egy intuitív magyarázatot adni arra az előző fejezetben tapasztalt jelenségre, hogy  $\hat{y}(t)$  tetszőlegesen kis perturbáció esetén sem lesz közel az ideális  $y_0(t)$  kimenethez. Először is közvetlen behelyettesítéssel azonnal látható, hogy ha  $\mathbf{w}_0(t)$  megoldása (27)-nek, akkor tetszőleges  $t_0$  esetén  $\mathbf{w}_0(t + t_0)$  is megoldás. Így az  $y_0(t) = \mathbf{c}^T \mathbf{w}_0(t)$  összefüggésen keresztül megállapítható, hogy  $y_0(t + t_0)$  is tekinthető perturbálatlan kimenetnek. Tegyük most fel, hogy  $x(t)$  egy véges ideig tartó (időhatárolt) zavarjel, és  $x(t)$  megjelenése előtt a kimenet  $y_0(t)$ .  $x(t)$  jelenléte alatt az  $\hat{y}(t)$  kimenet természetesen különbözni fog  $y_0(t)$ -től. Az  $x(t)$  zavarjel megszűnte után kikapcsolási transziens folyamatok játszódnak le. A transziensek lezajlása után a rendszer működését ismét (27) írja le, de már valamilyen  $\mathbf{w}_0(t + t_0)$  megoldással, ahol  $t_0$  a rendszer és  $x(t)$  által meghatározott. Így a perturbálatlan kimenet új állandósult állapota  $y_0(t + t_0)$  lesz. Mindezeket 13. ábra szemlélteti. A leírt kvalitatív viselkedés konkrét oszcillátorok numerikus analízisével is nyomon követhető.

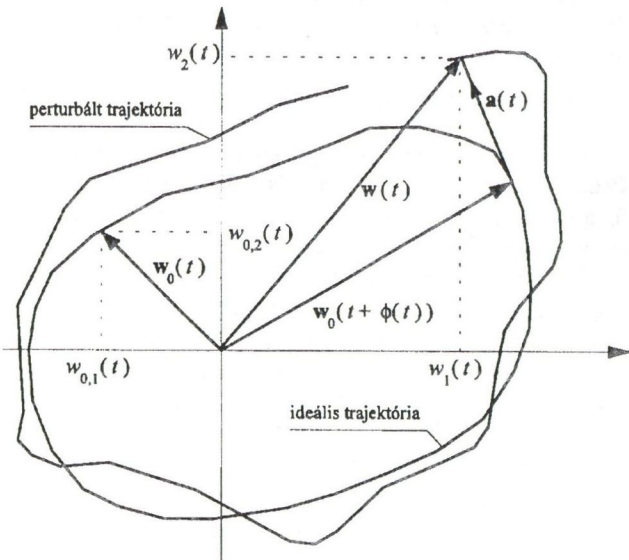


13. ábra. Az oszcillátor viselkedésének intuitív szemléltetése véges idejű perturbáció hatására

Egy hosszabb idejű  $x(t)$  perturbáció szakaszonként összehajtható véges idejű és eltolt perturbációk összegéből, és hatásában hasonló jelenséget eredményez. Ha a perturbáció amplitúdója kicsi, akkor ez érezhetően nem sokban módosítja az ideális amplitúdót, viszont a perturbált és a perturbálatlan kimenetek közötti időeltolás továbbra is meghatározó lesz a zavarjel állandó jelenléte miatt. Ez a jelenség kétváltozós esetben hatásosabban szemléltethető az ún. fázissíkon, amikor  $\mathbf{w}_0(t)$  és  $\mathbf{w}(t)$  egy  $t$ -ben paraméterezett síkvektorral, ill. a síkvektorok végpontjai által meghatározott görbékkel (trajektóriákkal) írható le. Ahogy ezt a



14. ábra is mutatja,  $\mathbf{w}_0(t) = \mathbf{w}_0(t+T)$  miatt  $\mathbf{w}_0(t)$  trajektóriája szükségszerűen zárt. A perturbált  $\mathbf{w}(t)$ -hez tartozó trajektória nem lesz zárt, hiszen  $\mathbf{w}(t)$  éppen a perturbáció miatt nem periodikus. Kis perturbáció esetén azonban, a fenti intuitív indoklással összhangban, feltételezhető, hogy  $\mathbf{w}_0(t)$  és  $\mathbf{w}(t)$  közel lesz egymáshoz. Mindezt a 14. ábra szemlélteti, ahol a két trajektória távolságát az ábrázolhatóság érdekében eltúloztuk.



14. ábra. Oszcillátor viselkedésének fázissíkon történő szemléltetése

A 14. ábra egyben mutatja a perturbált  $\mathbf{w}(t)$  vektor azon szokásos felbontását is, amelyben a több egzakt analízismódszer is [6], [7], [8], [9] megegyezik. Nevezetesen,  $\mathbf{w}(t)$  egyik komponense egy olyan vektor, amelynek végpontja az ideális trajektórián van. Éppen ezért valamilyen alkalmas  $\phi(t)$  segítségével biztosan kifejezhető  $\mathbf{w}_0(t + \phi(t))$  alakban.  $\mathbf{w}(t)$  másik komponense pedig láthatóan az  $\mathbf{a}(t) = \mathbf{w}(t) - \mathbf{w}_0(t + \phi(t))$  különbséggel definiált. Ha  $\phi(t)$  olyan, hogy alkalmasan „kis”  $x(t)$  esetén  $\mathbf{w}(t)$  és  $\mathbf{w}_0(t + \phi(t))$  egymáshoz elegendően „közel” van, akkor első közelítésben  $\mathbf{a}(t)$  hatása elhanyagolható. Vagyis éljünk a

$$\mathbf{w}(t) \cong \mathbf{w}_0(t + \phi(t)) \quad (28)$$

közelítéssel. Ekkor tehát  $\mathbf{w}(t)$  az ideális  $\mathbf{w}_0(t)$ -ből egy  $\phi(t)$ -n keresztül megvalósuló fázismodulációval közelíthető, ami a korábbiakban említett periódusidőre vonatkozó ingadozást szemléletesen is kifejezi. Ha  $\mathbf{x}(t)$  komponensei sztochasztikus folyamatok, akkor  $\phi(t)$  is sztochasztikus folyamat lesz. Ekkor a  $\mathbf{w}_0(t + \phi(t))$  komponenshez tartozó spektrálsűrűséget *fáziszajnak* (phase noise) nevezik. Megjegyezzük, hogy a teljes kimeneti spektrálsűrűségre  $\mathbf{a}(t)$ -nek komoly hatása lehet, főleg a rezonanciafrekvenciától, ill. ennek többszöröseitől távolabb eső frekvenciákon. Érezhetően  $\mathbf{a}(t)$  főleg az oszcilláció amplitúdójára van hatással, így az általa indukált zajt *amplitúdózajnak* (amplitude noise) nevezik. Elsősorban terjedelmi korlátok miatt az amplitúdózajjal nem foglalkozunk.

Vegyük észre, hogy a 14. ábrán látható dekompozíció nem egyértelmű. Több olyan  $\phi(t)$  is definiálható, amelynek hatására  $\mathbf{w}_0(t + \phi(t))$  közel lesz  $\mathbf{w}(t)$ -hez. Valóban,  $\phi(t)$  származtatását illetően az irodalomban található eljárás-

rások eltérőek és részben heurisztikusak. Az alábbiakban egy olyan nemrég publikált módszert ismertetünk, amely a problémát egzaktul megoldja [8], [9]. A módszer azért is szimpatikus, mert kiindulása ugyanaz a lineáris és variáns modell, amit az előző fejezetben egy speciális oszcillátortípus esetén már tárgyaltunk. Ott a (4) összefüggésen keresztül egy elsőrendű Taylor-soros közelítést alkalmaztunk. Ugyanez a linearizálás általánosan is megtehető [5]. Ismeretes, hogy az  $\mathbf{f}(\mathbf{w}(t))$  vektor-vektor függvény  $\mathbf{w}_0(t)$  bázispont körül vett elsőrendű (többdimenziós) Taylor-soros közelítése:

$$\mathbf{f}(\mathbf{w}(t)) \cong \mathbf{f}(\mathbf{w}_0(t)) + \left. \frac{\partial \mathbf{f}(\mathbf{w})}{\partial \mathbf{w}} \right|_{\mathbf{w}=\mathbf{w}_0(t)} (\mathbf{w}(t) - \mathbf{w}_0(t))$$

ahol

$$\left. \frac{\partial \mathbf{f}(\mathbf{w})}{\partial \mathbf{w}} \right|_{\mathbf{w}=\mathbf{w}_0(t)} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f_1(\mathbf{w}_0)}{\partial w_{0,1}} & \frac{\partial f_1(\mathbf{w}_0)}{\partial w_{0,2}} & \dots \\ \frac{\partial f_2(\mathbf{w}_0)}{\partial w_{0,1}} & \frac{\partial f_2(\mathbf{w}_0)}{\partial w_{0,2}} & \dots \\ \vdots & \vdots & \ddots \end{bmatrix} \quad (29)$$

az ideális megoldáshoz tartozó Jacobi-mátrix.<sup>2</sup> Itt a parciális deriváltakkal megegyező jelölés azért terjedt el, mert a deriválással kapcsolatos szabályok (többnyire) formálisan a Jacobi mátrixra is alkalmazhatók. Tehát, az elsőrendű közelítést felhasználva (26) és (27) alapján azt kapjuk, hogy

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} \mathbf{w}(t) - \frac{d}{dt} \mathbf{w}_0(t) &= \mathbf{f}(\mathbf{w}(t)) - \mathbf{f}(\mathbf{w}_0(t)) + \mathbf{x}(t) \\ &\cong \left. \frac{\partial \mathbf{f}(\mathbf{w})}{\partial \mathbf{w}} \right|_{\mathbf{w}=\mathbf{w}_0(t)} (\mathbf{w}(t) - \mathbf{w}_0(t)) + \mathbf{x}(t) \end{aligned}$$

Vagyis bevezetve az

$$\mathbf{y}(t) = \mathbf{w}(t) - \mathbf{w}_0(t)$$

különbségi vektort és az

$$\mathbf{A}(t) = \left. \frac{\partial \mathbf{f}(\mathbf{w})}{\partial \mathbf{w}} \right|_{\mathbf{w}=\mathbf{w}_0(t)} \quad (30)$$

egyszerűsítő jelölést az alábbi lineáris és idővariáns modellt kapjuk:

$$\frac{d}{dt} \mathbf{y}(t) = \mathbf{A}(t) \mathbf{y}(t) + \mathbf{x}(t). \quad (31)$$

A Jacobi-mátrix definíciójából látható, hogy  $\mathbf{w}_0(t) = \mathbf{w}_0(t+T)$  miatt  $\mathbf{A}(t) = \mathbf{A}(t+T)$  is teljesül, és így (31) egy lineáris,  $T$  szerint periodikusan variáns rendszert ír le. Az előző fejezetben láttuk, hogy ez a fajta linearizálás ugyan ellentmondásra vezet, a kapott eredmény mégis jól használható. Valóban, az ideális rendszert leíró (27) nemlineáris és a (31) lineáris differenciálegyenlet

$$\frac{d}{dt} \mathbf{y}_h(t) = \mathbf{A}(t) \mathbf{y}_h(t) \quad (32)$$

szerinti homogén változata egymással szoros kapcsolatban van. Képezve ui. (27) mindkét oldalának idő szerinti deriváltját a (Jacobi-mátrixra is érvényes) láncszabály felhasználásával

$$\begin{aligned} \frac{d^2}{dt^2} \mathbf{w}_0(t) &= \frac{d}{dt} \mathbf{f}(\mathbf{w}_0(t)) \\ &= \left. \frac{\partial \mathbf{f}(\mathbf{w})}{\partial \mathbf{w}} \right|_{\mathbf{w}=\mathbf{w}_0(t)} \frac{d}{dt} \mathbf{w}_0(t) = \mathbf{A}(t) \mathbf{w}'_0(t), \end{aligned}$$

<sup>2</sup> A derivált tenzor mátrixos reprezentációja.



amit (32)-vel összevetve az

$$y_h(t) = \frac{d}{dt} w_0(t) \quad (33)$$

fontos összefüggést eredményezi. Vagyis, a perturbálatlan nemlineáris rendszer megoldásának idő szerinti deriváltja kielégíti a linearizált modell homogén differenciálegyenletét.

A továbbiakban  $\phi(t)$  definiálásához szükségünk lesz (32) általános megoldására. Maga a megoldás jól ismert a differenciálegyenletek elméletében. Az alábbiakban azt a megoldási formalizmust foglaljuk össze, amelyre általában a *Floquet-tétel* (G. Floquet, 1883) elnevezéssel hivatkoznak [21], [22].

### 3.1. A linearizált modell homogén részének megoldása

Keressük (32)

$$y'_h(0) = y_0 \quad (34)$$

peremfeltételt kielégítő megoldását  $t > 0$  esetén, ha  $\mathbf{A}(t)$  egy  $(n \times n)$ -es mátrix. Ismeretes, hogy a (32)-nek végtelen sok megoldása van. Alkossuk meg tetszőleges  $y_1(t), \dots, y_n(t)$  lineárisan független megoldásokból az ugyancsak  $(n \times n)$ -es ún. fundamentális mátrixot:

$$\mathbf{Y}(t) = [y_1(t) \ y_2(t) \ \dots \ y_n(t)] \quad (35)$$

Az  $y_i(t)$  megoldások lineáris függetlensége miatt  $\mathbf{Y}(t)$  biztosan invertálható, viszont konstrukciójából következik, hogy nem egyértelmű. Más lineárisan független megoldásokat választva általában más fundamentális mátrixot kapunk. (32) alapján tetszőleges fundamentális mátrix tehát megoldása a

$$\frac{d}{dt} \mathbf{Y}(t) = \mathbf{A}(t) \mathbf{Y}(t) \quad (36)$$

homogén differenciálegyenletnek, és ismeretében (32) megoldása

$$y_h(t) = \mathbf{Y}(t) \mathbf{Y}^{-1}(0) y_0 \quad (37)$$

alakban írható fel. (37) helyessége könnyen belátható, hiszen (36) mindkét oldalát jobbról az  $\mathbf{Y}^{-1}(0) y_0$  vektorral szorozva éppen a megoldani kívánt (32) differenciálegyenletet kapjuk. Másrészt,  $y_h(0) = \mathbf{Y}(0) \mathbf{Y}^{-1}(0) y_0 = y_0$ , vagyis a (37) szerinti megoldás a (34) peremfeltételt is kielégíti.

A (37) szerinti megoldás teljesen általános, nem használja ki  $\mathbf{A}(t)$  periodicitását. Próbáljunk először a periodicitást kihasználni kapcsolatot teremteni különféle fundamentális mátrixok között. Például, ha (36) mindkét oldalát egy tetszőleges nonsinguláris (invertálható)  $\mathbf{B}$  mátrixszal szorozzuk, akkor közvetlenül látszik, hogy  $\mathbf{Y}(t) \mathbf{B}$  is fundamentális mátrix. Nem magától értetődő, de igaz az állítás megfordítása is, nevezetesen, ha  $\mathbf{Y}(t)$  fundamentális mátrix, akkor alkalmas  $\mathbf{B}$ -vel tetszőleges más fundamentális mátrix  $\mathbf{Y}(t) \mathbf{B}$  alakban fejezhető ki [22]. Keressünk most  $\mathbf{A}(t)$  periodicitását kihasználva egy speciális  $\mathbf{B}$  mátrixot. Felírva (36)-t a  $t + T$  időpontra

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} \mathbf{Y}(t + T) &= \mathbf{A}(t + T) \mathbf{Y}(t + T) \\ &= \mathbf{A}(t) \mathbf{Y}(t + T) \end{aligned}$$

adódik, hiszen  $\mathbf{A}(t) = \mathbf{A}(t + T)$ . Vagyis  $\mathbf{Y}(t + T)$  is fundamentális mátrix. Ekkor viszont kell, hogy legyen olyan  $\mathbf{B}$  amelyre tetszőleges  $t$  esetén

$$\mathbf{Y}(t + T) = \mathbf{Y}(t) \mathbf{B} \quad (38)$$

teljesül. Kifejezve  $\mathbf{B}$ -t  $t = 0$  esetén azt kapjuk, hogy

$$\mathbf{B} = \mathbf{Y}^{-1}(0) \mathbf{Y}(T). \quad (39)$$

Az egyszerűség kedvéért tegyük fel, hogy a kapott  $\mathbf{B}$  mátrix  $\beta_1, \dots, \beta_n$  sajátértékei egyszeresek. Ekkor  $\mathbf{B}$  ún. spektrálfelbontása

$$\mathbf{B} = \mathbf{U} \langle \beta_1, \dots, \beta_n \rangle \mathbf{U}^{-1}$$

formában írható fel, ahol  $\langle \beta_1, \dots, \beta_n \rangle$  a  $\beta_1, \dots, \beta_n$  sajátértékekből alkotott diagonálmátrix,  $\mathbf{U}$  pedig  $\mathbf{B}$  sajátvektoraiból (mint oszlopokból) alkotott ún. módálmátrix. Érdemes megjegyezni, hogy  $\mathbf{B}$  ugyan nem egyértelmű, sajátértékei kimutathatóan egyértelműek [22]. Definiáljuk most az ún. Floquet-exponenseket úgy, mint azokat a  $\lambda_1, \dots, \lambda_n$  mennyiségeket, amelyek kielégítik a  $\beta_1 = e^{\lambda_1 T}, \dots, \beta_n = e^{\lambda_n T}$  összefüggéseket. Így bevezetve a

$$\mathbf{D} = \langle \lambda_1, \dots, \lambda_n \rangle \quad (40)$$

diagonálmátrixot  $\mathbf{B}$  spektrálfelbontása

$$\mathbf{B} = \mathbf{U} e^{\mathbf{D}T} \mathbf{U}^{-1} \quad (41)$$

alakban is kifejezhető. Definiáljuk ezek után a

$$\mathbf{P}(t) = \mathbf{Y}(t) \mathbf{U} e^{-\mathbf{D}t} \quad (42)$$

mátrixot. Lényeges tulajdonsága, hogy periodikus, hiszen (38) és (41) felhasználásával

$$\begin{aligned} \mathbf{P}(t + T) &= \mathbf{Y}(t + T) \mathbf{U} e^{-\mathbf{D}(t+T)} \\ &= \mathbf{Y}(t) \mathbf{B} \mathbf{U} e^{-\mathbf{D}(t+T)} \\ &= \mathbf{Y}(t) \mathbf{B} \mathbf{U} e^{-\mathbf{D}T} e^{-\mathbf{D}t} \\ &= \mathbf{Y}(t) \mathbf{U} e^{\mathbf{D}T} \mathbf{U}^{-1} \mathbf{U} e^{-\mathbf{D}T} e^{-\mathbf{D}t} \\ &= \mathbf{Y}(t) \mathbf{U} e^{\mathbf{D}T} e^{-\mathbf{D}T} e^{-\mathbf{D}t} \\ &= \mathbf{Y}(t) \mathbf{U} e^{-\mathbf{D}t} = \mathbf{P}(t) \end{aligned}$$

Írjuk most fel a megoldást  $\mathbf{P}(t)$  függvényében. (42)-ből  $\mathbf{Y}(t)$  kifejezhető, mint  $\mathbf{Y}(t) = \mathbf{P}(t) e^{\mathbf{D}t} \mathbf{U}^{-1}$ , így

$$\begin{aligned} \mathbf{Y}(t) \mathbf{Y}^{-1}(0) &= \mathbf{P}(t) e^{\mathbf{D}t} \mathbf{U}^{-1} (\mathbf{P}(0) \mathbf{U}^{-1})^{-1} \\ &= \mathbf{P}(t) e^{\mathbf{D}t} \mathbf{P}^{-1}(0) \end{aligned}$$

amit (37)-be helyettesítve

$$y_h(t) = \mathbf{P}(t) e^{\mathbf{D}t} \mathbf{P}^{-1}(0) y_0 \quad (43)$$

adódik. Jelöljük most  $\mathbf{P}(t)$  oszlopait  $\mathbf{u}_i(t)$ -vel,  $\mathbf{P}^{-1}(t)$  sorait pedig  $\mathbf{v}_i^T(t)$ -vel, azaz:

$$\begin{aligned} \mathbf{P}(t) &= [\mathbf{u}_1(t) \ \dots \ \mathbf{u}_n(t)], \\ \mathbf{P}^{-1}(t) &= [\mathbf{v}_1^T(t) \ \dots \ \mathbf{v}_n^T(t)]^T \end{aligned} \quad (44)$$

A bevezetett vektorokat (43)-ba helyettesítve végül a számunkra kedvező

$$y_h(t) = \sum_{k=1}^n \mathbf{u}_k(t) \mathbf{v}_k^T(0) e^{\lambda_k t} y_0 \quad (45)$$



alakra jutunk, ahol  $\mathbf{P}(t)$  periodikussága miatt nyilvánvalóan az is teljesül, hogy

$$\begin{aligned} \mathbf{u}_k(t) &= \mathbf{u}_k(t+T) \\ \text{és } \mathbf{v}_k^T(t) &= \mathbf{v}_k^T(t+T). \end{aligned} \quad (46)$$

### 3.2. Az oszcilláció és az amplitúdó-stabilizáció feltétele

Ismeretes, hogy egy rögzített munkaponttal rendelkező nemlineáris rendszer stabilitása eldönthető a rendszer munkaponti linearizálásával kapott kisjelű modell stabilitása alapján. Rögzített munkapont esetén a kisjelű rendszer lineáris és időinvariáns. Ha a kisjelű modell állapotmátrixának sajátértékei negatív valós résszel rendelkeznek, akkor a nemlineáris rendszer munkapontja stabil. Ha legalább egy sajátérték valós része pozitív, akkor a nemlineáris rendszer munkapontja nem stabil. Végül, ha vannak tisztán képzetes sajátértékek, akkor a nemlineáris rendszer munkapontjára szokás azt mondani, hogy a stabilitás határhelyzetében van. Sok nemlineáris rendszer munkapontja nem rögzített, ennek ellenére az időben változó munkapont körül elkészíthető a rendszer lineáris és idővariáns modellje. Gyakori azonban az is (mint pl. éppen oszcillátorok esetén), hogy a nemlineáris rendszer nagyjelű üzemmódja periodikus. Ekkor a linearizált modell periodikusan variáns lesz, és a homogén megoldásra vonatkozóan mindig a (45) szerinti megoldással írható le. Ebben az esetben a  $\lambda_1, \dots, \lambda_n$  Floquet-exponensek gyakorlatilag ugyanazt a szerepet töltik be, mint egy rögzített munkaponttal rendelkező nemlineáris rendszer munkaponti linearizálással kapott kisjelű (lineáris és invariáns) modelljében az állapotmátrix sajátértékei.

A Floquet-exponensekre vonatkozó megkövetéseknek olyanoknak kell lenniük, hogy egyrészt összhangban legyenek a nagyjelű és a kisjelű működést összekapcsoló nagyon fontos (33) összefüggéssel, másrészt adjanak magyarázatot a (nagyjelű) oszcilláció amplitúdójának stabilitására is. Legyenek a feltételek az alábbiak:

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= 0 \text{ és} \\ \operatorname{Re}\{\lambda_2\} < 0, \operatorname{Re}\{\lambda_3\} < 0, \dots, \operatorname{Re}\{\lambda_n\} < 0 \end{aligned} \quad (47)$$

Nézzük most meg a feltételek következményeit. A (33) összefüggés szerint a kisjelű modell homogén differenciálegyenletének van egy  $\mathbf{y}_h(t) = \mathbf{w}'_0(t)$  megoldása. Mivel kiindulási feltételünk az, hogy  $\mathbf{w}_0(t) = \mathbf{w}_0(t+T)$ , ezért  $\mathbf{w}'_0(t) = \mathbf{w}'_0(t+T)$  is fennáll. Vagyis a kisjelű modell homogén differenciálegyenletének kell, hogy legyen egy  $T$  szerint periodikus megoldása. Ha (45) összegzését (47)-nek megfelelően felbontjuk, akkor:

$$\begin{aligned} \mathbf{y}_h(t) &= \mathbf{u}_1(t)\mathbf{v}_1^T(0)\mathbf{y}_0 \\ &+ \sum_{k=2}^n \mathbf{u}_k(t)\mathbf{v}_k^T(0)e^{\lambda_k t}\mathbf{y}_0 \end{aligned} \quad (48)$$

Itt a  $\lambda_1 = 0$  feltétel és (46) miatt  $\mathbf{u}_1(t)\mathbf{v}_1^T(0)\mathbf{y}_0$  egy  $T$  szerint periodikus összetevő, és (47) második feltétele miatt pedig (48) összegzése  $t$  növekedésével nullához tart. Vagyis, a kisjelű modell megoldása aszimptotikusan az  $\mathbf{u}_1(t)\mathbf{v}_1^T(0)\mathbf{y}_0$  periodikus megoldáshoz tart tetszőleges  $\mathbf{y}_0$  kezdeti értéket feltételezve. Így a  $\operatorname{Re}\{\lambda_2\} < 0$ ,

$\operatorname{Re}\{\lambda_3\} < 0, \dots, \operatorname{Re}\{\lambda_n\} < 0$  feltételek pontosan az oszcillátor amplitúdójának stabilitását biztosítják. Képesnek kell lennünk azonban az  $\mathbf{y}_0$  kezdeti értéket úgy megválasztani, hogy  $\mathbf{y}_h(t) = \mathbf{w}'_0(t)$  pontosan teljesüljön (ne csak aszimptotikusan). Ehhez az  $\mathbf{u}_i(t)$  és a  $\mathbf{v}_i^T(t)$  vektorok egy további lényeges és nagyon egyszerűen megkapható tulajdonságát használjuk fel. (44)-ből ui. közvetlenül adódik, hogy

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix} &= \mathbf{P}^{-1}(t)\mathbf{P}(t) \\ &= \begin{bmatrix} \mathbf{v}_1^T(t)\mathbf{u}_1(t) & \dots & \mathbf{v}_1^T(t)\mathbf{u}_n(t) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{v}_n^T(t)\mathbf{u}_1(t) & \dots & \mathbf{v}_n^T(t)\mathbf{u}_n(t) \end{bmatrix} \end{aligned}$$

ami a megfelelő mátrixelemek egyenlőségéből azt eredményezi, hogy:

$$\mathbf{v}_\ell^T(t)\mathbf{u}_m(t) = \begin{cases} 1 & \text{ha } \ell = m \\ 0 & \text{ha } \ell \neq m \end{cases} \quad (49)$$

Vagyis  $\mathbf{u}_i(t)$  és  $\mathbf{v}_i^T$  ún. biortonormált bázisrendszert alkotnak. Így  $\mathbf{y}_0 = \mathbf{u}_1(0)$  választással (49) miatt (48)-ból azt kapjuk, hogy

$$\begin{aligned} \mathbf{y}_h(t) &= \mathbf{u}_1(t)\mathbf{v}_1^T(0)\mathbf{u}_1(0) \\ &+ \sum_{k=2}^n \mathbf{u}_k(t)\mathbf{v}_k^T(0)e^{\lambda_k t}\mathbf{u}_1(0) = \mathbf{u}_1(t), \end{aligned}$$

ami

$$\mathbf{u}_1(t) = \mathbf{w}'_0(t) \quad (50)$$

esetén pontosan az  $\mathbf{y}_h(t) = \mathbf{w}'_0(t)$  összefüggést eredményezi.

### 3.3. Oszcillátorok fáziszaja

Határozzuk végül meg a fáziszajt, vagyis a 14. ábra szerinti  $\mathbf{w}(t) = \mathbf{a}(t) + \mathbf{w}_0(t + \phi(t))$  dekompozícióban a  $\mathbf{w}_0(t + \phi(t))$  komponenshez tartozó spektrálsűrűséget. A most ismertetésre kerülő megoldásnak az az alap gondolata, hogy az  $\mathbf{x}(t)$  perturbációt is két részre bontjuk úgy, hogy egyik komponense a kimenet  $\mathbf{w}_0(t + \phi(t))$  komponenséért legyen felelős. Vagyis, legyen

$$\mathbf{x}(t) = \mathbf{x}_\phi(t) + \mathbf{x}_a(t) \quad (51)$$

úgy, hogy  $\mathbf{x}(t) = \mathbf{x}_\phi(t)$  esetén  $\mathbf{w}(t) = \mathbf{w}_0(t + \phi(t))$  teljesüljön. Így (26)-ba helyettesítve:

$$\frac{d}{dt}\mathbf{w}_0(t + \phi(t)) = \mathbf{f}(\mathbf{w}_0(t + \phi(t))) + \mathbf{x}_\phi(t).$$

Ez a differenciálegyenlet a deriválás láncszabályával, (27)-nek a  $t + \phi(t)$  időpillanatra vonatkozó  $\mathbf{w}'_0(t + \phi(t)) = \mathbf{f}(\mathbf{w}_0(t + \phi(t)))$  alakjával az alábbi módon egyszerűsíthető:

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt}\mathbf{w}_0(t + \phi(t)) &= \mathbf{f}(\mathbf{w}_0(t + \phi(t))) + \mathbf{x}_\phi(t) \\ \mathbf{w}'_0(t + \phi(t))(1 + \phi'(t)) &= \mathbf{f}(\mathbf{w}_0(t + \phi(t))) + \mathbf{x}_\phi(t) \\ \mathbf{w}'_0(t + \phi(t))\phi'(t) &= \mathbf{x}_\phi(t) \end{aligned}$$

Ha még az (50) összefüggést is felhasználjuk, akkor az

$$\mathbf{u}_1(t + \phi(t))\phi'(t) = \mathbf{x}_\phi(t) \quad (52)$$



alakra jutunk.  $\mathbf{x}_\phi(t)$  konstruktív megtalálásához először írjuk fel  $\mathbf{x}(t)$ -t az  $\mathbf{u}_1(t + \phi(t)), \dots, \mathbf{u}_n(t + \phi(t))$  vektorok által kifeszített bázisban. Vagyis keresendők azon  $x_1, \dots, x_n$  (skalár) mennyiségek, amelyekre

$$\mathbf{x}(t) = \sum_{k=1}^n x_k \mathbf{u}_k(t + \phi(t))$$

teljesül. A (49) szerinti biortonormalitást felhasználva ha mindkét oldalt balról szorozzuk  $\mathbf{v}_\ell^T(t + \phi(t))$ -vel akkor

$$\begin{aligned} \mathbf{v}_\ell^T(t + \phi(t))\mathbf{x}(t) &= \sum_{k=1}^n x_k \mathbf{v}_\ell^T(t + \phi(t))\mathbf{u}_k(t + \phi(t)) = x_\ell, \end{aligned}$$

és így

$$\mathbf{x}(t) = \sum_{k=1}^n \mathbf{v}_k^T(t + \phi(t))\mathbf{x}(t)\mathbf{u}_k(t + \phi(t)).$$

Az (50) összefüggést is felhasználva definiáljuk ezek után  $\mathbf{x}_\phi(t)$ -t és  $\mathbf{x}_a(t)$ -t a következőképpen:

$$\begin{aligned} \mathbf{x}_\phi(t) &= \mathbf{v}_1^T(t + \phi(t))\mathbf{x}(t)\mathbf{u}_1(t + \phi(t)) \\ \text{és } \mathbf{x}_a(t) &= \sum_{k=2}^n \mathbf{v}_k^T(t + \phi(t))\mathbf{x}(t)\mathbf{u}_k(t + \phi(t)) \end{aligned} \quad (53)$$

Vagyis  $\mathbf{x}_\phi(t)$  a kisjelű periodikus megoldást biztosító  $\lambda_1 = 0$  Floquet-exponenshez tartozó bázisvektor irányába mutat. Ha a kapott  $\mathbf{x}_\phi(t)$ -t (52)-be helyettesítjük, akkor az

$$\begin{aligned} \mathbf{u}_1(t + \phi(t)) \frac{d}{dt} \phi(t) &= \mathbf{v}_1^T(t + \phi(t))\mathbf{x}(t)\mathbf{u}_1(t + \phi(t)) \end{aligned}$$

differenciálegyenletet kapjuk, ami viszont láthatóan teljesül akkor, ha  $\phi(t)$  kielégíti a

$$\frac{d}{dt} \phi(t) = \mathbf{v}_1^T(t + \phi(t))\mathbf{x}(t) \quad (54)$$

differenciálegyenletet. Ezáltal  $\phi(t)$ , mint (54) megoldása, egyértelművé vált. Itt nem részletezzük, de kimutatható, hogy  $\phi(t)$  választása biztosítja, hogy  $\mathbf{w}(t)$  és  $\mathbf{w}_0(t + \phi(t))$  valóban „közel” lesz egymáshoz. Nevezetesen, ha az euklideszi normát  $\|\cdot\|$  jelöli, akkor bizonyítható, hogy korlátos  $\mathbf{w}_0(t + \phi(t))$  esetén  $\|\mathbf{a}(t)\|$  is korlátos marad, továbbá kellően kis  $\|\mathbf{x}(t)\|$  választással  $\|\mathbf{a}(t)\|$  is kellően kicsivé tehető [8], [9].

Határozzuk végül meg a  $\mathbf{w}_0(t + \phi(t))$  spektrálsűrűségét, ha  $\mathbf{x}(t)$  komponensei gaussi fehér zajok. Ismeretes, hogy tetszőleges komplex  $\mathbf{g}(t)$  sztochasztikus folyamat egy olyan  $\mathbf{S}_g(\omega)$  spektrálsűrűség-mátrixszal jellemezhető, amelynek főátlójában található a  $\mathbf{g}(t)$  komponenseihez tartozó spektrálsűrűségek. Maga  $\mathbf{S}_g(\omega)$  pedig az

$$\mathbf{R}_g(\tau) = \lim_{i \rightarrow \infty} \frac{1}{2i} \int_{-i}^i \mathbf{R}_g(t, \tau) dt \quad (55)$$

átlagolt autokorrelációs mátrix ( $\tau$  integrálási változóval vett) Fourier-transzformáltja, ahol

$$\mathbf{R}_g(t, \tau) = E\{\mathbf{g}(t)\mathbf{g}^H(t + \tau)\} \quad (56)$$

az autokorrelációs mátrix, a  $H$  felső index a konjugálás-transzponálást (Hermite féle operációt),  $E\{\cdot\}$  pedig a várható érték képzésének operátorát jelöli. Ha  $\mathbf{g}(t)$  stacionárius, akkor  $\mathbf{R}_g(t, \tau)$  független lesz  $t$ -től, és így az  $\mathbf{R}_g(\tau) = \mathbf{R}_g(t, \tau)$  ismert összefüggést kapjuk. A  $\mathbf{w}_0(t + \phi(t))$  folyamat autokorrelációs mátrixára tehát felírható, mint

$$\begin{aligned} \mathbf{R}_{w_0}(t, \tau) &= E\{\mathbf{w}_0(t + \phi(t))\mathbf{w}_0^H(t + \tau + \phi(t + \tau))\}. \end{aligned}$$

Tudjuk azt is, hogy  $\mathbf{w}_0(t)$   $T$  szerint periodikus, így

$$\mathbf{w}_0(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \mathbf{w}_n e^{jn \frac{2\pi}{T} t}$$

formában Fourier-sorba fejthető, ahol  $\mathbf{w}_n$  komponensei tartalmazza  $\mathbf{w}_0(t)$  megfelelő komponenseinek Fourier-együtthatóit. Az  $E\{\cdot\}$  operátor linearitását kihasználva pedig azt kapjuk, hogy:

$$\begin{aligned} \mathbf{R}_{w_0}(t, \tau) &= E\left\{ \sum_{n=-\infty}^{\infty} \mathbf{w}_n e^{jn \frac{2\pi}{T} (t + \phi(t))} \sum_{k=-\infty}^{\infty} \mathbf{w}_k^H e^{-jk \frac{2\pi}{T} (t + \tau + \phi(t + \tau))} \right\} \\ &= \sum_{n=-\infty}^{\infty} \sum_{k=-\infty}^{\infty} \mathbf{w}_n \mathbf{w}_k^H e^{jn \frac{2\pi}{T} t} e^{-jk \frac{2\pi}{T} (t + \tau)} \\ &\quad \times E\left\{ e^{jn \frac{2\pi}{T} \phi(t)} e^{-jk \frac{2\pi}{T} \phi(t + \tau)} \right\}. \end{aligned}$$

Ha tehát bevezetjük a

$$\vartheta_{n,k}(t, \tau) = n\phi(t) - k\phi(t + \tau) \quad (57)$$

sztochasztikus folyamatot, akkor:

$$\begin{aligned} \mathbf{R}_{w_0}(t, \tau) &= \sum_{n=-\infty}^{\infty} \sum_{k=-\infty}^{\infty} \mathbf{w}_n \mathbf{w}_k^H e^{jn \frac{2\pi}{T} t} e^{-jk \frac{2\pi}{T} (t + \tau)} \\ &\quad \times E\left\{ e^{j \frac{2\pi}{T} \vartheta_{n,k}(t, \tau)} \right\} \end{aligned} \quad (58)$$

Vegyük észre, hogy  $\mathbf{R}_{w_0}(t, \tau)$  kifejezésében a bevezetett  $\vartheta_{n,k}(t, \tau)$  folyamat  $\omega = 2\pi/T$  helyen vett  $E\{e^{j\omega \vartheta_{n,k}(t, \tau)}\}$  karakterisztikus függvénye szerepel.

A szakirodalomban<sup>3</sup> szinte magától értetődően  $\phi(t)$ -t olyan Gauss-folyamatnak (ún. Wiener-folyamatnak) tételezik fel, amelynek várható értéke konstans, variáciája pedig  $t$ -vel arányos. Ekkor azonban  $\vartheta_{n,k}(t, \tau)$  is Gauss-folyamat lenne, és karakterisztikus függvénye pedig zárt formulával számolható lenne. Az (54)-ben kapott differenciálegyenlet éppen azért nagyon fontos, mert felhasználásával ez a feltételezés ellenőrizhető.

Ha  $\mathbf{x}(t)$  elemei sztochasztikus folyamatokat, akkor (54) egy sztochasztikus differenciálegyenletté válik, ahol a megoldás  $\phi(t)$  is sztochasztikus folyamat. Ismeretes, hogy minden sztochasztikus folyamat egyértelműen jellemezhető valószínűségi sűrűségfüggvényével, ami már egy olyan determinisztikus kétváltozós függvény, ahol egy egyik változó  $t$ . Éppen ezért a legáltalánosabb megoldási technika az, hogy valamilyen módon a sztochasztikus differenciálegyenletet

<sup>3</sup> Főleg a lézeres és a száloptikai kutatásban, ahol a sztochasztikus analízis megszokott [1].



egy determinisztikus, a folyamatok valószínűségi sűrűségfüggvényeit tartalmazó differenciálegyenletre transzformálják. Szerencsére ismert [23], [24], ha  $\mathbf{x}(t)$  elemei korrelálatlan gaussi fehér zajok és a sztochasztikus differenciálegyenlet (54) szerinti, akkor

$$\mathbf{g}(\phi, t) = \mathbf{v}_1(t + \phi(t))$$

bevezetésével (54)-ből az

$$\begin{aligned} \frac{\partial p_\phi(\eta, t)}{\partial t} &= -\frac{\partial}{\partial t} \left( \lambda p_\phi(\eta, t) \frac{\partial \mathbf{g}^T(\eta, t)}{\partial \eta} \mathbf{g}(\eta, t) \right) \\ &+ \frac{1}{2} \frac{\partial^2}{\partial \eta^2} (\mathbf{g}^T(\eta, t) \mathbf{g}(\eta, t) p_\phi(\eta, t)) \end{aligned}$$

ún. Fokker–Plank egyenlet származtatható, ahol  $p_\phi(\eta, t)$  jelöli  $\phi(t)$  sűrűségfüggvényét és  $0 \leq \lambda \leq 1$  pedig a sztochasztikus differenciálegyenletet interpretáló sztochasztikus integrál definíciójától függ. Vagyis közvetlenül ellenőrizhető, hogy a Wiener-folyamathoz tartozó  $p_\phi(\eta, t)$  sűrűségfüggvény kielégíti-e a Fokker–Plank egyenletet. A sztochasztikus analízis eszköztárát erőteljesen felhasználó levezetést itt még vázlatosan sincs módunk ismertetni. A végeredmény azonban az, hogy  $\phi(t)$  ugyan nem Wiener-folyamat, viszont  $t$  nagy értékeire, aszimptotikusan azaz válik. Hasonlóan, az  $E\{e^{j\omega\phi_{n,k}(t,\tau)}\}$  karakterisztikus függvény sem állítható elő zárt alakban, viszont nagy  $t$  esetén igaz, hogy

$$\begin{aligned} E\{e^{j\omega\phi_{n,k}(t,\tau)}\} \\ \rightarrow e^{j\omega(n-k)m} e^{-\frac{1}{2}\omega^2((n-k)^2 ct + k^2 c\tau - 2nkc \min(0,\tau))} \end{aligned} \quad (59)$$

ahol  $m$  jelöli  $\phi(t)$  várható értékét (nagy  $t$  esetén) és:

$$c = \frac{1}{T} \int_0^T \mathbf{v}_1^T(t) \mathbf{v}_1(t) dt \quad (60)$$

Ezek után (59)-t (58)-ba helyettesítve az

$$\begin{aligned} \mathbf{R}_{w_0}(t, \tau) \\ \rightarrow \sum_{n=-\infty}^{\infty} \sum_{k=-\infty}^{\infty} \mathbf{w}_n \mathbf{w}_k^H e^{jn\frac{2\pi}{T}t} e^{-jk\frac{2\pi}{T}(t+\tau)} e^{j\frac{2\pi}{T}(n-k)m} \\ \times e^{-\frac{2\pi^2}{T^2}((n-k)^2 ct + k^2 c\tau - 2nkc \min(0,\tau))} \end{aligned}$$

## IRODALOM

- [1] M. Lax: „Classical noise versus noise in self sustained oscillators,” *Physical Review*, CAS-160: 1967, 290–370.
- [2] W. A. Edson: „Noise in oscillators,” *Proceedings IRE*, vol. 48, 1960, 1454–1466.
- [3] Kurokawa: „Some basic characteristics of broadband negative resistance oscillator circuits,” *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, vol. MTT-16, 1968, 234–240.
- [4] J. A. Mullen: „Background noise in nonlinear oscillators,” *Proceedings IEEE*, vol. 48, 1960, 1467–1473.
- [5] M. Okumura, H. Tanimoto, T. Itakura, and T. Sugawara: „Numerical noise analysis for nonlinear circuits with a periodic large signal excitation including cyclostationary noise sources,” *IEEE Transactions on Circuits and Systems-I*, vol. 40, no. 9, September 1993, 581–590.

aszimptotikus összefüggést kapjuk. Nagy  $t$  esetén azonban, ha  $n \neq k$ , akkor az  $e^{\frac{2\pi^2}{T^2}(n-k)^2 ct}$  kifejezés nullához tart, így az  $n = k$  eset lesz a meghatározó, amikor

$$\begin{aligned} \mathbf{R}_{w_0}(t, \tau) \\ \rightarrow \sum_{n=-\infty}^{\infty} \mathbf{w}_n \mathbf{w}_n^H e^{-jk\frac{2\pi}{T}\tau} e^{-\frac{2\pi^2}{T^2}n^2 c(\tau - 2 \min(0,\tau))} \\ = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \mathbf{w}_n \mathbf{w}_n^H e^{-jk\frac{2\pi}{T}\tau} e^{-\frac{2\pi^2}{T^2}n^2 c|\tau|}, \end{aligned}$$

hiszen  $|\tau| = \tau - 2 \min(0, \tau)$ .

Vagyis aszimptotikusan  $\mathbf{w}_0(t + \phi(t))$  egy stacionárius sztochasztikus folyamattal reprezentálható. A gyakorlati megfigyelhetőség (mérhetőség) szempontjából ez ténylegesen stacionárius folyamatot jelent. Ugyanezt fejezi ki az is, hogy (55)-be helyettesítve

$$\mathbf{R}_{w_0}(\tau) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \mathbf{w}_n \mathbf{w}_n^H e^{-jk\frac{2\pi}{T}\tau} e^{-\frac{2\pi^2}{T^2}n^2 c|\tau|} \quad (61)$$

adódik, hiszen a  $t$  szerint való átlagolást valóban elegendő az aszimptotikus részre elvégezni. Képezve végül (61) Fourier-transzformáltját az

$$\mathbf{S}_{w_0}(\omega) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \mathbf{w}_n \mathbf{w}_n^H \frac{\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 n^2 c}{\frac{1}{4} \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 n^4 c^2 + \left(\omega + n\frac{2\pi}{T}\right)^2} \quad (62)$$

végeredményt kapjuk. A kapott eredmény szemléletesen összhangban van a 4. ábrával is. Kiértékeléséhez ismerni kell a  $\mathbf{w}_0(t)$  ideális állapotvektort, ill. komponenseinek Fourier-együtthatóit tartalmazó  $\mathbf{w}_n$  vektorokat. Viszont a  $c$  számolásához szükséges  $\mathbf{v}_1(t)$  vektor meghatározása miatt az oszcillátor teljes kijelű Floquet-modellezését is el kell végezni. Mindez numerikusan nem könnyű, már a  $T$  periódusidő pontos meghatározása is problémás.

## Köszönetnyilvánítás

A szerző szeretné megköszönni Alex Decnek és Ken Suyamanak az együtt végzett munkát, Alper Demirnek és Jaijeet Roychowdhurnak pedig az értékes konzultációkat.

- [6] F. X. Kaertner: „Determination of the correlation spectrum of oscillators with Low noise”, *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, vol. 37, no. 1, January 1989, 90–101.
- [7] F. X. Kaertner: „Analysis of white and  $f^{-\alpha}$  noise in oscillators,” *International Journal of Circuit Theory and Applications*, vol. 18, 1990, 485–519.
- [8] A. Demir, A. Mehrota, and J. Roychowdhury: „Oscillator phase noise,” *Bell Laboratories Internal Memorandum*, Document No. 1131G0-970819-011M, Filing Case No. 39394, August 1997.
- [9] A. Demir, A. Mehrota, and J. Roychowdhury: „Phase noise in oscillators,” in *Proceedings of International Symposium on*



*Nonlinear Theory and Applications*, vol. 1, November 1997, 517–520.

- [10] D. B. Leeson: „A simple model of feedback oscillator noise spectrum,” *Proceedings IEEE*, February 1966, 329–330.
- [11] W. P. Robins: *Phase Noise in Signal Sources: Theory and Applications*, Peter Peregrinus Ltd., Stevenage, UK, 1982, 49–53.
- [12] J. Craninckx and M. Steyaert: „Low noise voltage-controlled oscillators using enhanced LC-tanks,” *IEEE Transactions on Circuits and Systems-I*, vol. CAS-42, December 1995 974–804.
- [13] B. Razavi: „A study of phase noise in CMOS oscillators,” *IEEE Journal on Solid State Circuits*, vol. SC-31, March 1996, 331–343.
- [14] A. Dec, L. Tóth, and K. Suyama: „Noise analysis of an oscillator with an  $M$ -th order filter and comparator-type nonlinearity,” in *Proceedings of International Symposium on Circuits and Systems, ISCAS98*, Monterey, USA, June 1998.
- [15] A. Dec, L. Tóth, and K. Suyama: „Noise analysis of a class of oscillators,” *IEEE Transactions on Circuits and Systems-II*, vol. 45, May 1998, no. 5.
- [16] A. Demir, E. W. Y. Liu, and A. L. Sangiovanni-Vincentelli: „Time-domain non-monte carlo noise simulation for nonlinear dynamic circuits with arbitrary excitations,” *IEEE Transactions on Computer-Aided Design*, vol. CAD-15, May 1966, 493–505.
- [17] P. Feldmann: „Personal communication,” Bell Laboratories (Lucent Technologies), 600-700 Mountain Av., Murray Hill, NJ 07974, USA, April 1997.
- [18] S. O. Rice: „Response of periodically varying systems to shot noise-application to switched RC circuits,” *Bell Systems Technical Journal*, vol. 49, November 1970, no. 9, pp. 2221–2247.
- [19] T. Ström and S. Signell: „Analysis of periodically switched linear circuits,” *IEEE Transactions on Circuits and Systems*, vol. CAS-24, October 1977, 531–541.
- [20] S. Pavan and Y. P. Tsividis: „Analytical solution to a class of oscillators and its application to filter tuning,” accepted for publication in *IEEE Transactions on Circuits and Systems in 1997*.
- [21] M. Farkas: *Periodic Motions*, Springer Verlag, 1994.
- [22] R. Grimshaw: *Nonlinear Ordinary Differential Equations*, Blackwell Scientific, 1990.
- [23] Alper Demir: *Analysis and Simulation on Noise in Nonlinear Electronic Circuits and Systems*, PhD dissertation, University of California, Berkeley, 1997.
- [24] H. Risken: *The Fokker–Planck Equation*, Springer Verlag, 1989.

## NOISE ANALYSIS OF OSCILLATORS WITH STATIONARY WHITE NOISE PERTURBATION

L. TÓTH

TECHNICAL UNIVERSITY OF BUDAPEST  
FACULTY FOR ELECTRIC ENGINEERING AND INFORMATICS  
H-1111 BUDAPEST, GOLDMAN GY. TÉR 3.

In the area of communication systems the recent demand for low noise and low power analog integrated circuits has resulted in a renewed interest for analyzing noise in oscillators. The goal of this paper is to overview some newly published results in this field. After a short introduction a time varying linearization is outlined. This linearization gives not only a fair prediction for the noise of a class of oscillators, but helps developing design formulas as well. Then, the main ideas of an exact analysis technique for amplitude stable oscillators is presented. The list of publications may serve as a reference for further studies.



**Tóth László** 1982-ben villamosmérnöki oklevelet szerzett a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karán. 1987-ben a Műszaki Tudomány Kandidátusa. 1982-től 1993-ig a Távközlési Kutató Intézet dolgozója, ahol digitális szűrőkkel (1982-85), kapcsolt kapacitású áramkörökkel (1984-1988) és beszéd-tömörítéssel (1990-1993) foglalkozott. 1993-tól a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki és Informatikai

Karán dolgozik, jelenleg mint tudományos főmunkatárs. 1989-től egy évet, majd 1995-től 11 hónapot a Columbia Egyetemen (Manhattan, New York, USA) töltött, mint tudományos vendégkutató. Itt aktív RC szűrők zajával, kapcsolt kapacitású áramkörök és oszcillátorok zajanalízisével foglalkozott. Részt vett a SWITCAP szimulátor számára kifejlesztett zajanalízis opció algoritmusának kidolgozásában. 1997-ben 7 hónapot mint tudományos tanácsadó a Bell Laboratóriumban (Murray Hill, NJ, USA) töltött, ahol expander-komponder típusú jelfeldolgozó processzorok zajanalízisével és szigma-delta adatkonverterek analízisével foglalkozott. 1998-tól a Híradástechnika szakfolyóirat rovatvezetője.



# REFLEXIÓMÉRŐK MINIMÁLIS ÉRZÉKENYSÉGŰ KALIBRÁCIÓJÁNAK ELMÉLETI ALAPJAI

LADVÁNSZKY JÁNOS

TÁVKÖZLÉSI INNOVÁCIÓS RT.  
1142 BUDAPEST, UNGVÁR U. 64-66.  
TEL.: 251 0888, FAX: 251 9878  
E-MAIL: LADVAN@TKI.HU

Reflexiós tényező mérésekor a referencia-elemek reflexiós tényezőinek a feltételezett értéktől való eltérése mérési pontatlanságot okozhat. A lineáris hálózatok érzékenység-számításának elméletéből ismert módszerek ennek a mérési pontatlanságnak a csökkentésére is alkalmasak.

## 1. BEVEZETÉS

A reflexiómérők mérési pontatlanságának azt a részét, amelyet a mérőműszer nagyfrekvenciás áramkörében jelenlevő lineáris, időinvariáns modellel jellemezhető másodlagos hatások okozhatnak, a következő összefüggéssel lehet leírni:

$$y = \alpha + \frac{\beta x}{1 - \gamma x} \quad (1.1)$$

ahol  $x$  a mért eszköz reflexiós tényezője,  $y$  a mért reflexiós tényező,  $\alpha$ ,  $\beta$  és  $\gamma$  a mérőműszer pontatlanságait a frekvencia-tartományban jellemző paraméterek:

$$a_1 = y b_1 \quad (1.2)$$

$$b_2 = x a_2 \quad (1.3)$$

$$\begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} \quad (1.4)$$

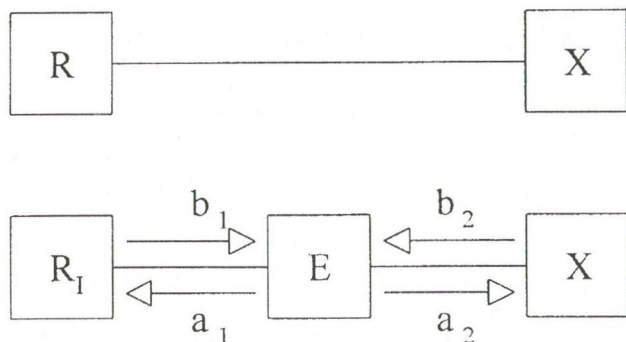
ahol  $S_{11}$ ,  $S_{12}$ ,  $S_{21}$ ,  $S_{22}$  a pontatlanságokat modellező kétkapu reflexiós mátrixának elemei, (1.5) (1.6) (1.7)

$$\alpha = S_{11} \quad (1.5)$$

$$\beta = S_{12} S_{21} \quad (1.6)$$

$$\gamma = S_{22} \quad (1.7)$$

és  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $b_1$ ,  $b_2$  rendre az idealizált mérőműszerbe bemenő, a mért eszközbe bemenő, az idealizált mérőműszerből kijövő és a mért eszközből kijövő normalizált hullámparamétert jelöli (1. ábra).



1. ábra. Reflexiómérés pontatlanságának modellezése. A felső ábra a reflexiómérő és a mért eszköz összekapcsolását, az alsó ábra a mérési pontatlanság hálózattal történő modellezését mutatja.  $R$ ,  $R_I$ ,  $E$  és  $X$  rendre a reflexiómérőt, az idealizált reflexiómérőt, a mérési pontatlanságot modellező hálózatot és a mért eszközt jelöli

A reflexiómérő pontatlanságait három különböző, ismertnek tekintett reflexiós tényezőjű eszköz alkalmazásával meg lehet határozni, amelyeket referencia-elemeknek (vagy kalibráló elemeknek) nevezünk. Az (1.1) egyenletet a referencia-elemek mérésének jellemzésére újra felírjuk:

$$y_k = \alpha + \frac{\beta x_k}{1 - \gamma x_k} \quad k = 1, 2, 3 \quad (1.8)$$

ahol  $x_k$  és  $y_k$  a  $k$ -adik referencia-elem ismertnek tekintett illetve mért reflexiós tényezőjét jelöli. Az (1.1) és az (1.8) egyenletek alkalmazásával a mért eszköz és a referencia-elemek reflexiós tényezőinek és a mért reflexiós tényezőnek a kapcsolatát a következőképpen határozzuk meg:

$$y - y_k = \frac{\beta(x - x_k)}{(1 - \gamma x)(1 - \gamma x_k)} \quad (1.9)$$

$$\frac{y - y_1}{y - y_2} = \frac{x - x_1}{x - x_2} \frac{1 - \gamma x_2}{1 - \gamma x_1} \quad (1.10)$$

$$\frac{y_3 - y_2}{y_3 - y_1} = \frac{x_3 - x_2}{x_3 - x_1} \frac{1 - \gamma x_1}{1 - \gamma x_2} \quad (1.11)$$

$$\frac{y - y_1}{y - y_2} \frac{y_3 - y_2}{y_3 - y_1} = \frac{x - x_1}{x - x_2} \frac{x_3 - x_2}{x_3 - x_1} \quad (1.12)$$

A gyakorlatban a referencia-elemek reflexiós tényezője nem egyezik meg a reflexiós tényezők ismertnek feltételezett értékeivel, amelyeket a mért eszköz reflexiós tényezőjének a mérőműszerről leolvasott reflexiós tényezőkből történő kiszámításában használunk fel. Emiatt járulékos mérési hiba léphet fel. Ezért ebben a cikkben a járulékos mérési pontatlanság csökkentésére adunk meg módszereket.

A továbbiakban feltételezzük, hogy

- a mérési pontatlanságot csak a mérőműszer és a referencia-elemek okozhatják,
- a mérőműszer, a mért eszköz és a referencia-elemek időinvariánsak és lineárisak,
- a mért eszköz és tetszőleges három referencia-elem leolvasott és tényleges reflexiós tényezője az (1.12) egyenlet szerinti összefüggésben áll egymással.



A referencia-elemek reflexiós tényezőinek a feltételezett értéktől való,  $\Delta x_k$ -val jelölt eltérése által okozott mérési pontatlanságot  $\Delta x$ -szel jelöljük. Tételezzük fel, hogy

$$\Delta x = \sum_{k=1}^3 \frac{\partial x}{\partial x_k} \Delta x_k + \dots \quad (1.13)$$

Az (1.13) egyenletben  $\Delta x_k$  1-nél magasabb hatványait tartalmazó tagokat elhanyagoljuk.

Ha a referencia-elemek számát  $n$ -nel jelöljük, akkor a mérési pontatlanságnak a  $k$ -adik referencia-elem reflexiós tényezőjére vonatkozó érzékenységet a következőképpen definiálhatjuk:

$$S_{n,k} = \frac{\partial x}{\partial x_k} \quad n = 3, \quad k = 1, 2, 3 \quad (1.14)$$

Feltételezzük, hogy

$$|\Delta x_i| = |\Delta x_j| \quad i \neq j, \quad i, j = 1, 2, 3 \quad (1.15)$$

Az (1.13)–(1.15) egyenletekből a háromszög-egyenlőtlenség alkalmazásával a következő egyenlőtlenséget kapjuk:

$$|\Delta x| \leq \sum_{k=1}^3 |S_{3,k}| \cdot |\Delta x_1| \quad (1.16)$$

Ha a referencia-elemek száma három, akkor  $P_3$ -mal jelöljük az érzékenységek abszolút értékeinek összegét:

$$P_3 = |S_{3,1}| + |S_{3,2}| + |S_{3,3}| \quad (1.17)$$

$$|\Delta x| \leq P_3 |\Delta x_1| \quad (1.18)$$

$|\Delta x|$  minimalizálásához keressük  $P_3$  minimumát.

## 2. ÉRZÉKENYSÉG-MINIMALIZÁLÁS EGYENLŐ ABSZOLÚT ÉRTÉKŰ ÉRZÉKENYSÉGEK ESETÉN

Feltételezzük, hogy

$$|S_{3,1}| = |S_{3,2}| = |S_{3,3}| \quad (2.1)$$

Az (1.12) és az (1.14) egyenlet alapján meghatározzuk az érzékenységek zárt alakú kifejezését:

$$f(x, x_1, x_2, x_3) = \frac{x - x_1}{x - x_2} \frac{x_3 - x_2}{x_3 - x_1} \quad (2.2)$$

(2.2), (1.12)

$$f(x, x_1, x_2, x_3) = f(y, y_1, y_2, y_3) \quad (2.3)$$

$$\frac{\partial f}{\partial x_k} + \frac{\partial f}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial x_k} = 0 \quad (2.4)$$

$$\frac{\partial x}{\partial x_k} = - \frac{\partial f}{\partial x_k} \frac{1}{\frac{\partial f}{\partial x}} \quad (2.5)$$

$$\frac{\partial f}{\partial x} = \frac{x_1 - x_2}{(x - x_2)^2} \frac{x_3 - x_2}{x_3 - x_1} \quad (2.6)$$

$$\frac{\partial f}{\partial x_1} = \frac{x - x_3}{(x_3 - x_1)^2} \frac{x_3 - x_2}{x - x_2} \quad (2.7)$$

$$\frac{\partial f}{\partial x_2} = \frac{x - x_1}{(x - x_2)^2} \frac{x - x_3}{x_1 - x_3} \quad (2.8)$$

$$\frac{\partial f}{\partial x_3} = \frac{x - x_1}{(x_3 - x_1)^2} \frac{x_2 - x_1}{x - x_2} \quad (2.9)$$

Tehát az érzékenységek a következőképpen fejezhetők ki a mért eszköz és a referencia-elemek reflexiós tényezőinek segítségével:

$$S_{3,1} = \frac{x - x_2}{x_1 - x_3} \frac{x - x_3}{x_1 - x_2} \quad (2.10)$$

$$S_{3,2} = \frac{x - x_3}{x_2 - x_1} \frac{x - x_1}{x_2 - x_3} \quad (2.11)$$

$$S_{3,3} = \frac{x - x_1}{x_3 - x_2} \frac{x - x_2}{x_3 - x_1} \quad (2.12)$$

Látható, hogy az érzékenységek kifejezésében nem kell benne lenniük a mért reflexiós tényezőknek. Az érzékenység-kifejezéseket egyetlen képlettel is felírhatjuk:

$$k_1 = k \bmod 3 + 1 \quad (2.13)$$

$$k_2 = k \bmod 3 + 2 \quad (2.14)$$

$$k_3 = k \bmod 3 + 3 \quad (2.15)$$

$$S_{3,k} = \frac{x - x_{k_1}}{x_{k_3} - x_{k_2}} \frac{x - x_{k_2}}{x_{k_1} - x_{k_3}} \quad (2.16)$$

Jelöljük  $M_3$ -mal az érzékenységek összegét három referencia-elem esetén:

$$M_3 = \sum_{k=1}^3 S_{3,k} \quad (2.17)$$

A (2.10)–(2.12) szerinti érzékenység-kifejezéseket a (2.17) egyenletbe behelyettesítve a következő eredményt kapjuk:

$$M_3 = 1 \quad (2.18)$$

Tehát az érzékenységek összege a mért eszköz reflexiós tényezőitől és a mért reflexiós tényezőktől független, állandó. A (2.1) és a (2.10)–(2.12) egyenletekből a következő egyenleteket kapjuk:

$$\left| \frac{x - x_1}{x_2 - x_3} \right| = \left| \frac{x - x_2}{x_3 - x_1} \right| = \left| \frac{x - x_3}{x_1 - x_2} \right| \quad (2.19)$$

A (2.19) egyenletek származtatása során tehető egyszerűsítés az egyik oka annak, hogy az érzékenységek abszolút értékét a vizsgálataink egy részében egyenlőnek tételezzük fel.

A komplex síkról a kétdimenziós Eukleidész-i síkra térünk át. Jelölje  $\mathbf{x}, \mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \mathbf{x}_3$  az  $x, x_1, x_2, x_3$  reflexiós tényezőkhöz tartozó síkvektorokat, és  $X_1 X_2 X_3$  az  $\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \mathbf{x}_3$  helyvektorok által kifeszített háromszöget. A koordináta-rendszer középpontját úgy választjuk meg, hogy az  $X_1 X_2 X_3$  háromszög magasságpontjával essen egybe:

$$\mathbf{x}_1(\mathbf{x}_2 - \mathbf{x}_3) = \mathbf{x}_2(\mathbf{x}_3 - \mathbf{x}_1) = \mathbf{x}_3(\mathbf{x}_1 - \mathbf{x}_2) = \mathbf{0} \quad (2.20)$$

A (2.20) egyenletek egyszerűbb alakja a következő:

$$\mathbf{x}_1 \mathbf{x}_2 = \mathbf{x}_2 \mathbf{x}_3 = \mathbf{x}_3 \mathbf{x}_1 \quad (2.21)$$

A (2.19) egyenleteket a következőképpen írhatjuk fel:

$$(\mathbf{x} - \mathbf{x}_1)^2 = \mu(\mathbf{x}_2 - \mathbf{x}_3)^2 \quad (2.22)$$

$$(\mathbf{x} - \mathbf{x}_2)^2 = \mu(\mathbf{x}_3 - \mathbf{x}_1)^2 \quad (2.23)$$

$$(\mathbf{x} - \mathbf{x}_3)^2 = \mu(\mathbf{x}_1 - \mathbf{x}_2)^2 \quad (2.24)$$

ahol  $\mu$  valós szám.

A (2.22) és a (2.23) egyenletek alkalmazásával a következő egyenletet kapjuk:

$$(2\mathbf{x} - \mathbf{x}_2 - \mathbf{x}_1)(-\mathbf{x}_2 + \mathbf{x}_1) = \mu(\mathbf{x}_2 - \mathbf{x}_1)(-\mathbf{x}_1 - \mathbf{x}_2 + 2\mathbf{x}_3) \quad (2.25)$$



Feltételeztük, hogy a referencia-elemek reflexiók tényezői egymással nem egyenlők. Ebből következik, hogy

$$\mathbf{x}_2 - \mathbf{x}_1 \neq \mathbf{0} \quad (2.26)$$

(2.21), (2.25), (2.26)

$$(2\mathbf{x} - \mathbf{x}_2 - \mathbf{x}_1) = \mu(-\mathbf{x}_1 - \mathbf{x}_2 + 2\lambda_1\mathbf{x}_3) \quad (2.27)$$

$$x = \frac{\mu + 1}{2}(\mathbf{x}_1 - \mathbf{x}_2) + \lambda_1\mathbf{x}_3 \quad (2.28)$$

$$x = \frac{\mu + 1}{2}(\mathbf{x}_2 - \mathbf{x}_3) + \lambda_2\mathbf{x}_1 \quad (2.29)$$

ahol  $\lambda_1$  és  $\lambda_2$  valós szám.

(2.28), (2.29)

$$\mathbf{0} = \left(\frac{\mu + 1}{2} - \lambda_2\right)\mathbf{x}_1 + \left(\frac{\mu + 1}{2} - \lambda_1\right)\mathbf{x}_3 \quad (2.30)$$

Mivel  $\mathbf{x}_1$  és  $\mathbf{x}_3$  lineárisan függetlenek,

$$\lambda_1 = \lambda_2 = \frac{\mu + 1}{2} \quad (2.31)$$

(2.28), (2.31)

$$\mathbf{x} = \frac{\mu + 1}{2}(\mathbf{x}_1 + \mathbf{x}_2 + \mathbf{x}_3) \quad (2.32)$$

(2.22), (2.32)

$$(s + 6k)\mu^2 + 2(6k - s)\mu + (s - 2k) = 0 \quad (2.33)$$

ahol

$$s = \mathbf{x}_1^2 + \mathbf{x}_2^2 + \mathbf{x}_3^2 \quad (2.34)$$

$$k = \mathbf{x}_1\mathbf{x}_2 = \mathbf{x}_2\mathbf{x}_3 = \mathbf{x}_3\mathbf{x}_1 \quad (2.35)$$

Ha

$$s + 6k = 0 \quad (2.36)$$

akkor a (2.33) egyenlet megoldása

$$\mu = \frac{1}{3} \quad (2.37)$$

(2.34)–(2.36)

$$(\mathbf{x}_1 + \mathbf{x}_2 + \mathbf{x}_3)^2 = \mathbf{0} \quad (2.38)$$

A (2.38) egyenlet szerint az  $X_1X_2X_3$  háromszög súlypontja a koordináta-rendszer középpontjával esik egybe. Mivel az  $X_1X_2X_3$  háromszög magasság- és súlypontja egybeesik, ezért a háromszög szabályos.

Ha

$$s + 6k \neq 0 \quad (2.39)$$

akkor a megoldások száma a  $D$  diszkriminánstól függ:

$$D = -32k [(\mathbf{x}_1 - \mathbf{x}_2)^2 + (\mathbf{x}_2 - \mathbf{x}_3)^2 + (\mathbf{x}_3 - \mathbf{x}_1)^2] \quad (2.40)$$

A (2.33)–(2.35), (2.38), (2.40) egyenletek alkalmazásával az  $X_1X_2X_3$  háromszög tulajdonságai és a (2.33) egyenlet megoldásainak száma között összefüggéseket állapíthatunk meg, melyet az 1. táblázatban foglaltunk össze.

1. táblázat

$k$	$D$	a háromszög	a megoldások száma
		szabályos	1
$< 0$	$> 0$	hegyesszögű, nem szabályos	2
$= 0$	$= 0$	derékszögű	1
$> 0$	$< 0$	tompaszögű	0

A (2.33) egyenlet megoldásait meghatározva azt kapjuk, hogy a

$$\mu > \frac{1}{3} \quad (2.41)$$

egyenlőtlenség akkor és csak akkor áll fenn, ha

$$s + 6k > 0 \quad (2.42)$$

Mivel a (2.34), (2.35) és (2.39) egyenletek alapján

$$s + 6k > 0 \quad (2.43)$$

ezért

$$\mu > \frac{1}{3} \quad (2.44)$$

(2.37), (2.44)

$$\mu \geq \frac{1}{3} \quad (2.45)$$

(2.19), (2.22)–(2.24)

$$|S_1^3| + |S_2^3| + |S_3^3| = 3\mu \quad (2.46)$$

(1.17), (2.46)

$$P_{3\min} = 1 \quad (2.47)$$

A minimumhoz szabályos háromszög tartozik.

### 3. ÉRZÉKENYSÉG-MINIMALIZÁLÁS NEM EGYENLŐ ABSZOLÚT ÉRTÉKŰ ÉRZÉKENYSÉGEK ESETÉN

Az érzékenységek abszolút értékének összege a (2.1) feltétel elhagyásával is minimalizálható. A minimalizálást Lagrange módszerével végezzük el. Jelölje  $L_3$  a Lagrange-függvényt három referencia-elem esetén:

$$L_3 = \sum_{k=1}^3 |S_{3,k}| |\Delta x_k| + \lambda_1 \left( \sum_{k=1}^3 \operatorname{Re} S_{3,k} - \operatorname{Re} M_3 \right) + \lambda_2 \left( \sum_{k=1}^n \operatorname{Im} S_{3,k} - \operatorname{Im} M_3 \right) \quad (3.1)$$

ahol  $\lambda_1$  és  $\lambda_2$  valós szám. A minimum szükséges feltételei a következőképpen írhatók fel:

$$\frac{\partial L_3}{\partial \operatorname{Re} S_{3,k}} = 0 \quad (3.2)$$

$$\frac{\partial L_3}{\partial \operatorname{Im} S_{3,k}} = 0 \quad (3.3)$$

(3.1)–(3.3)

$$\operatorname{Re} S_{3,k} = -\lambda_1 \frac{|S_{3,k}|}{|\Delta x_k|} \quad (3.4)$$

$$\operatorname{Im} S_{3,k} = -\lambda_2 \frac{|S_{3,k}|}{|\Delta x_k|} \quad (3.5)$$

(3.4), (3.5)

$$\frac{\operatorname{Im} S_{3,k}}{\operatorname{Re} S_{3,k}} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \quad (3.6)$$

A (3.6) egyenlet szerint

$$\operatorname{arc} S_{3,k} = \varphi + m2\pi \quad k = 1, 2, 3 \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \quad (3.7)$$



A (3.7) egyenletből az következik, hogy a mért reflexiós tényező a kalibráló reflexiós tényezők által kifeszített háromszög magasságpontjával esik egybe. Bizonyítás:

(2.10)–(2.12)

$$\frac{(x - x_2)(x_1 - x_3)}{|x - x_2||x_1 - x_3|} = \frac{(x - x_1)(x_3 - x_2)}{|x - x_1||x_3 - x_2|} \quad (3.8)$$

$$\frac{(x - x_3)(x_1 - x_2)}{|x - x_3||x_1 - x_2|} = \frac{(x - x_2)(x_3 - x_1)}{|x - x_2||x_3 - x_1|} \quad (3.9)$$

ahol a normalizált belső szorzatot használtuk fel arra, hogy az érzékenységek fázisszöge koszinuszának egyenlőségét kifejezzük. Új jelöléseket vezetünk be:

$$x - x_1 = a \quad (3.10)$$

$$x - x_2 = b \quad (3.11)$$

$$x - x_3 = c \quad (3.12)$$

(3.8)–(3.12)

$$b(c - a)(|a|b - c| + |c||b - a|) = 0 \quad (3.13)$$

Ebből

$$b(c - a) = 0 \quad (3.14)$$

Ezt a módszert a két másik érzékenység-párra megismételve, az állításunk bizonyítását kapjuk meg. A (3.7) egyenletben különböző  $m$  értékek választása a végeredményt nem befolyásolja.

#### 4. ÉRZÉKENYSÉG-MINIMALIZÁLÁS HÁROMNÁL TÖBB REFERENCIA-ELEM ESETÉN

Az (1.12) egyenletet a 2. 3. és 4. referencia-elem alkalmazásával történő mérés leírására alkalmazva a következő egyenletet kapjuk:

$$\frac{y - y_2}{y_4 - y_2} \frac{y_4 - y_3}{y - y_3} = \frac{x - x_2}{x_4 - x_2} \frac{x_4 - x_3}{x - x_3} \quad (4.1)$$

(1.12), (4.1)

$$\frac{y - y_1}{y_3 - y_1} \frac{y_3 - y_2}{y_4 - y_2} \frac{y_4 - y_3}{y - y_3} = \frac{x - x_1}{x_3 - x_1} \frac{x_3 - x_2}{x_4 - x_2} \frac{x_4 - x_3}{x - x_3} \quad (4.2)$$

Ezt a műveletet ismételve azt kapjuk, hogy az (1.12) egyenlet egyik általánosítása a következőképpen adható meg:

$$\frac{y - y_1}{y - y_{n-1}} \prod_{k=1}^{n-2} \frac{y_{k+2} - y_{k+1}}{y_{k+2} - y_k} = \frac{x - x_1}{x - x_{n-1}} \prod_{k=1}^{n-2} \frac{x_{k+2} - x_{k+1}}{x_{k+2} - x_k} \quad n \geq 3 \quad (4.3)$$

Tételezzük fel, hogy

$$\Delta x = \sum_{k=1}^n \frac{\partial x}{\partial x_k} \Delta x_k + \dots \quad (4.4)$$

A (4.4) egyenletben  $\Delta x_k$  1-nél magasabb hatványait tartalmazó tagokat elhanyagoljuk.

Ha a referencia-elemek száma  $n$ -nel egyenlő, akkor a mérési pontatlanságnak a  $k$ -adik referencia-elem reflexiós

tényezőjére vonatkozó érzékenysége a következőképpen adható meg:

$$S_{n,k} = \frac{\partial x}{\partial x_k} \quad (4.5)$$

Feltételezzük, hogy a referencia-elemek reflexiós tényezőinek abszolút értékei egymással nem egyenlők:

$$|\Delta x_i| \neq |\Delta x_j| \quad i \neq j \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (4.6)$$

$$|\Delta x| \leq \sum_{k=1}^n |S_{n,k}| \cdot |\Delta x_k| \quad (4.7)$$

(4.3)

$$f(y, y_1, \dots, y_n) = f(x, x_1, \dots, x_n) \quad (4.8)$$

(4.5), (2.5), (4.8), (4.3)

$$S_{n,k} = \frac{x - x_3}{x_1 - x_3} \frac{x - x_{n-1}}{x_1 - x_{n-1}} \quad (4.9)$$

$$S_{n,2} = \frac{x - x_1}{x_2 - x_4} \frac{x_4 - x_3}{x_2 - x_3} \frac{x - x_{n-1}}{x_1 - x_{n-1}} \quad (4.10)$$

$$S_{n,k} = \frac{x - x_1}{x_k - x_{k+2}} \frac{x_{k+2} - x_{k+1}}{x_k - x_{k+1}} \frac{x - x_{n-1}}{x_1 - x_{n-1}} + \frac{x - x_1}{x_{k-1} - x_k} \frac{x_{k-2} - x_{k-1}}{x_{k-2} - x_k} \frac{x - x_{n-1}}{x_1 - x_{n-1}} \quad (4.11)$$

$$3 \leq k \leq n-2$$

$$S_{n,n-1} = \frac{x - x_1}{x_{n-2} - x_{n-1}} \frac{x_{n-3} - x_{n-2}}{x_{n-3} - x_{n-1}} \frac{x - x_{n-1}}{x_1 - x_{n-1}} + \frac{x - x_1}{x_n - x_{n-1}} \frac{x - x_n}{x_1 - x_{n-1}} \quad (4.12)$$

$$S_{n,n} = \frac{x - x_1}{x_{n-1} - x_n} \frac{x_{n-2} - x_{n-1}}{x_{n-2} - x_n} \times \frac{x - x_{n-1}}{x_1 - x_{n-1}} \quad (4.13)$$

Jelölje  $M_n$  az érzékenységek összegét abban az esetben, amelyben a referencia-elemek száma  $n$ -nel egyenlő.

$$M_n = \sum_{k=1}^n S_{n,k} \quad (4.14)$$

Bebizonyítjuk, hogy

$$M_n = 1 \quad (4.15)$$

A bizonyítást teljes indukció alkalmazásával végezzük el.

A 2. fejezetben bebizonyítottuk, hogy a (4.15) egyenlet  $n = 3$  esetén fennáll. Feltételezzük, hogy  $n > 3$ -ra is fennáll. Ennek felhasználásával igazoljuk, hogy  $n + 1$ -re is fennáll.

$$S_{n+1,1} = \frac{x - x_3}{x_1 - x_3} \frac{x - x_n}{x_1 - x_n} \quad (4.16)$$

$$S_{n+1,2} = \frac{x - x_1}{x_2 - x_4} \frac{x_4 - x_3}{x_2 - x_3} \frac{x - x_n}{x_1 - x_n} \quad (4.17)$$

$$S_{n+1,k} \quad k \neq 1, 2, n-1, n, n+1 = \frac{x - x_1}{x_k - x_{k+2}} \frac{x_{k+2} - x_{k+1}}{x_k - x_{k+1}} \frac{x - x_n}{x_1 - x_n} + \frac{x - x_1}{x_{k-1} - x_k} \frac{x_{k-2} - x_{k-1}}{x_{k-2} - x_k} \frac{x - x_n}{x_1 - x_n} \quad (4.18)$$



$$S_{n+1,n-1} = \frac{x-x_1}{x_{n-1}-x_{n+1}} \frac{x_{n+1}-x_n}{x_{n-1}-x_n} \frac{x-x_n}{x_1-x_n} \quad (4.19)$$

$$+ \frac{x-x_1}{x_{n-2}-x_{n-1}} \frac{x_{n-3}-x_{n-2}}{x_{n-3}-x_{n-1}} \frac{x-x_n}{x_1-x_n}$$

$$S_{n+1,n} = \frac{x-x_1}{x_{n-1}-x_n} \frac{x_{n-2}-x_{n-1}}{x_{n-2}-x_n} \frac{x-x_n}{x_1-x_n} \quad (4.20)$$

$$+ \frac{x-x_1}{x_{n+1}-x_n} \frac{x-x_{n+1}}{x_1-x_n}$$

$$S_{n+1,n+1} = \frac{x-x_1}{x_n-x_{n+1}} \frac{x_{n-1}-x_n}{x_{n-1}-x_{n+1}} \frac{x-x_n}{x_1-x_n} \quad (4.21)$$

$$\sum_{k=1}^{n+1} S_{n+1,k} = A + B + C + D + E \quad (4.22)$$

ahol

$$A = \sum_{k=1}^n S_{n,k} \frac{x_1-x_{n-1}}{x-x_{n-1}} \frac{x-x_n}{x_1-x_n} \quad (4.23)$$

$$B = \frac{x-x_1}{x_n-x_{n-1}} \frac{x-x_n}{x_1-x_{n-1}} \frac{x_1-x_{n-1}}{x-x_{n-1}} \frac{x-x_n}{x_1-x_n} \quad (4.24)$$

$$C = \frac{x-x_1}{x_{n-1}-x_{n+1}} \frac{x_{n+1}-x_n}{x_{n-1}-x_n} \frac{x-x_n}{x_1-x_n} \quad (4.25)$$

$$D = \frac{x-x_1}{x_{n+1}-x_n} \frac{x-x_{n+1}}{x_1-x_n} \quad (4.26)$$

$$E = \frac{x-x_1}{x_n-x_{n+1}} \frac{x_{n-1}-x_n}{x_{n-1}-x_{n+1}} \frac{x-x_n}{x_1-x_n} \quad (4.27)$$

$$B + C = \frac{x-x_1}{x-x_{n-1}} \frac{x-x_{n+1}}{x_{n-1}-x_{n+1}} \frac{x-x_n}{x_1-x_n} \quad (4.28)$$

$$B + C + E = \frac{x-x_1}{x_1-x_n} \frac{x-x_n}{x_n-x_{n+1}} + \frac{x-x_1}{x_1-x_n} \frac{x-x_n}{x-x_{n-1}} \quad (4.29)$$

$$A + B + C + D + E = 1 \quad (4.30)$$

Az érzékenységek abszolút értékének összegét most is Lagrange módszerének alkalmazásával minimalizáljuk. Jelölje a Lagrange-függvényt abban az esetben, amelyben a referencia-elemek száma  $n$ -nel egyenlő:

$$L_n = \sum_{k=1}^n |S_{n,k}| |\Delta x_k|$$

$$+ \lambda_1 \left( \sum_{k=1}^n \operatorname{Re} S_{n,k} - \operatorname{Re} M_n \right) \quad (4.31)$$

$$+ \lambda_2 \left( \sum_{k=1}^n \operatorname{Im} S_{n,k} - \operatorname{Im} M_n \right)$$

A minimum szükséges feltételei a következők:

$$\frac{\partial L_n}{\partial \operatorname{Re} S_{n,k}} = 0 \quad (4.32)$$

$$\frac{\partial L_n}{\partial \operatorname{Im} S_{n,k}} = 0 \quad (4.33)$$

(4.31)–(4.33)

$$\operatorname{Re} S_{n,k} = -\lambda_1 \frac{|S_{n,k}|}{|\Delta x_k|} \quad (4.34)$$

$$\operatorname{Im} S_{n,k} = -\lambda_2 \frac{|S_{n,k}|}{|\Delta x_k|} \quad (4.35)$$

(4.34)–(4.35)

$$|\Delta x_k|^2 = \lambda_1^2 + \lambda_2^2 \quad (4.36)$$

$$\frac{\operatorname{Im} S_{n,k}}{\operatorname{Re} S_{n,k}} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \quad (4.37)$$

(4.15), (4.37)

$$S_{n,k} = \operatorname{Re} S_{n,k} \quad (4.38)$$

(4.15), (4.38)

$$P_n = 1 \quad (4.39)$$

ahol  $P_n$  az érzékenységek abszolút értékének összegét jelöli abban az esetben, ha a referencia-elemek száma  $n$ -nel egyenlő:

$$P_n = \sum_{k=1}^n |S_{n,k}| \quad (4.40)$$

(4.34), (4.38)

$$\lambda_1 = -|\Delta x_k| \quad (4.41)$$

(4.35), (4.38)

$$\lambda_2 = 0 \quad (4.42)$$

(4.7), (4.15), (4.38)

$$|\Delta x| \leq |\Delta x_k| \quad (4.43)$$

## 5. A MÉRT REFLEXIÓS TÉNYEZŐ ÉS A REFERENCIA-ELEMEK PONTATLANSÁGÁNAK KAPCSOLATA

A Lagrange-függvényt  $m$  alkalommal felírva és az  $m$ -ediket  $L_{nm}$ -mel jelölve a következő egyenletet írhatjuk fel:

$$L_{nm} = \sum_{k=1}^n |S_{n,k}| |\Delta x_k|$$

$$+ \lambda_{1m} \left( \sum_{k=1}^n \operatorname{Re} S_{n,k} - \operatorname{Re} M_n \right) \quad (5.1)$$

$$+ \lambda_{2m} \left( \sum_{k=1}^n \operatorname{Im} S_{n,k} - \operatorname{Im} M_n \right)$$

A minimum szükséges feltételei

$$\frac{\partial L_{nm}}{\partial \operatorname{Re} S_{n,k}} = 0 \quad (5.2)$$

$$\frac{\partial L_{nm}}{\partial \operatorname{Im} S_{n,k}} = 0 \quad (5.3)$$

(5.1)–(5.3)

$$\operatorname{Re} S_{n,k} = -\lambda_{1m} \frac{|S_{n,k}|}{|\Delta x_k|} \quad (5.4)$$

$$\operatorname{Im} S_{n,k} = -\lambda_{2m} \frac{|S_{n,k}|}{|\Delta x_k|} \quad (5.5)$$



(5.4)–(5.5)

$$|S_{n,k}| = |\lambda_{1m} + j\lambda_{2m}| \frac{|S_{n,k}|}{|\Delta x_k|} \quad (5.6)$$

(5.6)

$$1 = \frac{|\lambda_{1m} + j\lambda_{2m}|}{|\Delta x_k|} \quad (5.7)$$

(5.4)

$$\operatorname{Re} S_{n,k} |\Delta x_k| = -\lambda_{1m} |S_{n,k}| \quad (5.8)$$

$$\operatorname{Im} S_{n,k} |\Delta x_k| = -\lambda_{2m} |S_{n,k}| \quad (5.9)$$

(5.8), (5.9)

$$|S_{n,k}| |\Delta x_k| = |\lambda_{1m} + j\lambda_{2m}| |S_{n,k}| \quad (5.10)$$

(5.6), (5.10)

$$\frac{\sum_{k=1}^n |S_{n,k}|}{\sum_{k=1}^n |S_{n,k}| / |\Delta x_k|} = \frac{\sum_{k=1}^n |S_{n,k}| |\Delta x_k|}{\sum_{k=1}^n |S_{n,k}|} \quad (5.11)$$

(4.7), (5.11)

$$|\Delta x| \leq \frac{\left( \sum_{k=1}^n |S_{n,k}| \right)^2}{\sum_{k=1}^n |S_{n,k}| / |\Delta x_k|} \quad (5.12)$$

Az érzékenységek abszolút értékének harmonikus középértéke

$$H_n = \frac{\sum_{k=1}^n |S_{n,k}| / |\Delta x_k|}{\sum_{k=1}^n |S_{n,k}|} \quad (5.13)$$

(5.12), (5.13)

$$|\Delta x| \leq \frac{\sum_{k=1}^n |S_{n,k}|}{H_n} \quad (5.14)$$

(5.13)

$$H_n \geq \frac{1}{|\Delta x_{k \max}|} \quad (5.15)$$

$$H_n \leq \frac{1}{|\Delta x_{k \min}|} \quad (5.16)$$

(4.7)

$$|\Delta x| \leq |\Delta x_{k \max}| \quad (5.17)$$

$$|\Delta x| \geq |\Delta x_{k \min}| \quad (5.18)$$

## 6. A MINIMUM ELÉGSÉGES FELTÉTELE

(5.1)

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 L_{nm}}{(\partial \operatorname{Re} S_{n,k})^2} &= \frac{|S_{n,k}| - \operatorname{Re} S_{n,k} \frac{\operatorname{Re} S_{n,k}}{|S_{n,k}|}}{|S_{n,k}|^2} |\Delta x_k| \quad (6.1) \\ &= \frac{(\operatorname{Im} S_{n,k})^2}{|S_{n,k}|^3} |\Delta x_k| \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 L_{nm}}{(\partial \operatorname{Im} S_{n,k})^2} &= \frac{|S_{n,k}| - \operatorname{Im} S_{n,k} \frac{\operatorname{Im} S_{n,k}}{|S_{n,k}|}}{|S_{n,k}|^2} |\Delta x_k| \quad (6.2) \\ &= \frac{(\operatorname{Re} S_{n,k})^2}{|S_{n,k}|^3} |\Delta x_k| \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 L_{nm}}{(\partial \operatorname{Im} S_{n,k}) \partial \operatorname{Re} S_{n,k}} &= \frac{-\operatorname{Re} S_{n,k} \frac{\operatorname{Im} S_{n,k}}{|S_{n,k}|}}{|S_{n,k}|^2} |\Delta x_k| \quad (6.3) \\ &= \frac{-\operatorname{Re} S_{n,k} \operatorname{Im} S_{n,k}}{|S_{n,k}|^3} |\Delta x_k| \end{aligned}$$

Ezért a második deriváltakat tartalmazó mátrix

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial^2 L_{1m}}{(\partial \operatorname{Re} S_{n,k})^2} & \frac{\partial^2 L_{1m}}{\partial \operatorname{Im} S_{n,k} \partial \operatorname{Re} S_{n,k}} \\ \frac{\partial^2 L_{1m}}{\partial \operatorname{Re} S_{n,k} \partial \operatorname{Im} S_{n,k}} & \frac{\partial^2 L_{1m}}{(\partial \operatorname{Im} S_{n,k})^2} \end{bmatrix} \quad (6.4)$$

pozitív szemidefinit.

Tehát  $L_{nm}$ -nek minimuma van.

## 7. ÁLTALÁNOSÍTÁSI LEHETŐSÉGEK KERESÉSE

Jelöljük a mérési hibákat modellező hálózat transzfer mátrixát  $\underline{T}$ -vel:

$$\underline{T} = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} \\ t_{21} & t_{22} \end{bmatrix} \quad (7.1)$$

$$\begin{bmatrix} a_1 \\ b_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} \\ t_{21} & t_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_2 \\ a_2 \end{bmatrix} \quad (7.2)$$

ahol az 1.1. ábrán feltüntetett jelöléseket alkalmaztuk. Az (1.1) és az (1.8) egyenlet az alábbi formában írható fel:

$$y = \frac{t_{11}x + t_{12}}{t_{21}x + t_{22}} \quad (7.3)$$

$$y_k = \frac{t_{11}x_k + t_{12}}{t_{21}x_k + t_{22}} \quad k = 1, 2, 3 \quad (7.4)$$

(7.3), (7.4)

$$\begin{bmatrix} x & 1 & -xy & -y \\ x_1 & 1 & -x_1y_1 & -y_1 \\ x_2 & 1 & -x_2y_2 & -y_2 \\ x_3 & 1 & -x_3y_3 & -y_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} t_{11} \\ t_{12} \\ t_{21} \\ t_{22} \end{bmatrix} = \underline{0} \quad (7.5)$$

$$\det \begin{bmatrix} x & 1 & -xy & -y \\ x_1 & 1 & -x_1y_1 & -y_1 \\ x_2 & 1 & -x_2y_2 & -y_2 \\ x_3 & 1 & -x_3y_3 & -y_3 \end{bmatrix} = 0 \quad (7.6)$$

(7.6)

$$\frac{y - y_1}{y - y_2} \frac{y_3 - y_2}{y_3 - y_1} = \frac{x - x_1}{x - x_2} \frac{x_3 - x_2}{x_3 - x_1} \quad (7.7)$$

A (7.5) egyenletet egynél több kapuval rendelkező mért eszköz esetére is általánosítani lehet, míg a (7.7) egyenlet mátrixokra történő általánosítására tett kísérletek nem vezettek eredményre.

A (7.3) egyenletet a következőképpen is fel lehet írni:

$$[1 - y] \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} \\ t_{21} & t_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ 1 \end{bmatrix} = 0 \quad (7.8)$$

Ezt az egyenletet mátrixokra is általánosítani lehet.



## 8. KÖVETKEZTETÉSEK

Reflexiós tényező frekvenciatartománybeli mérésekor fellépő mérési pontatlanság csökkentésével foglalkoztunk. A mérési pontatlanság azon fajtájának csökkentésére adtunk meg módszereket, amely a referencia-elemek reflexiós tényezőjének a feltételezett értéktől való eltéréseinek a következménye.

Először azt az esetet vizsgáltuk meg, amelyben a referencia-elemek száma három, és a mérési pontatlanságnak a referencia-elemek reflexiós tényezőjének a feltételezett értéktől való eltéréseire vonatkozó érzékenységeinek abszolút értéke egyenlő. Akkor a legkisebb a mérési pontatlanság abszolút értékének a felső korlátja, amikor a referencia-elemek reflexiós tényezői által a komplex síkon alkotott háromszög szabályos, és középpontja a mért eszköz reflexiós tényezőjével esik egybe.

Megvizsgáltuk azt az esetet, amelyben a referencia-elemek száma három, de az érzékenységek abszolút értékei egymással nem szükségképpen egyenlők. Akkor a legkisebb a mérési pontatlanság abszolút értékének felső korlátja, amikor a referencia-elemek reflexiós tényezői által a komplex síkon alkotott háromszög magasságpontja a mért eszköz reflexiós tényezőjével esik egybe. Az érzékenységek összege a mért eszköz és a referencia-elemek reflexiós tényezőitől független, állandó, és ugyanez áll fenn az érzékenységek abszolút értékének összegére is.

Megvizsgáltuk azt az esetet is, amikor a referencia-elemek száma háromnál nagyobb. Az érzékenységek összege és az érzékenységek abszolút értéke összege ebben az

esetben is az említett tulajdonsággal rendelkezik. A mérési pontatlanság abszolút értéke kisebb, mint a referencia-elemek reflexiós tényezőinek legnagyobb abszolút értékű, a feltételezett reflexiós tényezőtől való eltérése, és nagyobb, mint a legkisebb abszolút értékű eltérés.

Megvizsgáltunk néhány általánosítási lehetőséget. A mérőműszerről leolvasott reflexiós tényezőknél a mért eszköz és a referencia-elemek reflexiós tényezőivel való kapcsolatát a mérési pontatlanságot modellező hálózat transzfer mátrixszal történő leírásából is származtatni lehet. Ezt a leírást át lehet úgy alakítani, amelynek általánosításából reflexiós mátrix mérési pontatlanságára vonatkozó ismeretek nyerhetők.

Az ismertetett eredmények reflexiós mátrix mérésére történő általánosítását egy későbbi cikkünkben szeretnénk ismertetni.

Az itt közölt eredmények gyakorlati alkalmazására a hivatkozások [9], [11]–[13] pontjában találunk példákat.

## 9. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Az ismertetett eredmények hosszabb ideje, sok kutatótársal közösen végzett tudományos munka eredményei egy részének összegzése. Sokoldalú támogatást kapok tőlük a kutatómunka tervezésének és irányításának aktuális kérdéseitől az elképzelések megvalósításáig, az eredmények közléséig és alkalmazásáig terjedő széles területen. Szeretnék köszönetet mondani mindazoknak, akik ebben a munkában részt vettek, és az eredmények elérése nekik is örömet szerzett.

## 10. HIVATKOZÁSOK

- [1] Ladvánszky J.: „Mikrohullámú tranzisztor mérése és modellezése”, önálló laboratóriumi munka, Budapesti Műszaki Egyetem, Villamosmérnöki Kar, Elektronikus Eszközök Tanszék
- [2] Ladvánszky J.: „Korrekciós eljárás a reflexiós mátrix elemek közvetlen méréséhez”, Kiváló Ifjú Mérnök Pályázat, Távközlési Kutató Intézet, Budapest, 1979.
- [3] Ladvánszky J., Baranyi A.: „Mikrohullámú tranzisztorok mérése”, Intézeti tanulmány, Távközlési Kutató Intézet, Budapest, 1979, TKI-I-79-333-3
- [4] Baranyi A., Ladvánszky J.: „Kétkapuk reflexiós mátrixának mérésekori fellépő hibák korrekciója”, az V. Országos Elektronikus Műszer- és Méréstechnikai Konferencia Kiadványa, Budapest, 1980. március 18-20.
- [5] A. Baranyi, J. Ladvánszky: „On the Exact S-Parameter Measurement of Active Devices”, Proceedings of the 10th European Microwave Conference, Warsaw, Poland, 8-11 September, 1980, pp. 278–282.
- [6] J. Ladvánszky: „On Modelling and Calibration of Microwave Two-Port Scattering Parameter Measurements”, invited paper, Proceedings of the 8th National Microwave Conference, MIKON-88, October 3–7, 1988, pp. 43–52.
- [7] J. Ladvánszky: „Error Correction of Microwave Network Analyzers”, Journal on Communications, May 1991, pp. 15–18.
- [8] Géher Károly: Lineáris hálózatok érzékenysége. Doktori értekezés. Budapest, 1972.
- [9] Ladvánszky János: Reflexiómérők minimális érzékenységu kalibrációja, kutatási jelentés, angol nyelven, Távközlési Kutató Intézet, 1992. április.
- [10] K. Bezdek, J. Ladvánszky, V. Zoller: „Euler Line Revisited”, Elemente der Mathematik, Vol. 48, 1993, pp. 76–79.
- [11] J. Ladvánszky, A. Hilt: „Minimum Sensitivity Calibration for Reflectometers”, Second International Workshop on Integrated Nonlinear Microwave and Millimeterwave Circuits, Duisburg, Germany, 7–9 October 1992, pp. 153–167.
- [12] J. Ladvánszky, A. Hilt, I. Csonka: „Reduction of Measurement Errors in Microwave Reflectometers by Minimum Sensitivity Calibration”, Electronics Letters, 8th July 1993, Vol. 29, No. 14, pp. 1305–1306.
- [13] J. Ladvánszky, A. Hilt, V. Zoller, I. Csonka: „On Minimum Sensitivity Reflectometers”, 12th European Conference on Circuit Theory and Design, Istanbul, Turkey, 27–31 August 1995, pp. 271–274.



# ON MINIMUM SENSITIVITY CALIBRATION OF REFLECTOMETERS

J. LADVÁNSZKY

INNOVATION COMPANY FOR TELECOMM., TKI,  
H-1142 BUDAPEST, UNGVÁR U. 64-66.  
PHONE: (+36 1) 251 0888; FAX: (+36 1) 251 9878 E-MAIL: LADVAN@TKLHU

In the measurement of reflection coefficients, difference between actual and assumed values of the reflection coefficients of the calibration elements may result in measurement inaccuracy. Methods known from the theory of sensitivities of linear electrical circuits are suitable for the reduction of this kind of measurement inaccuracy as well. In practice reflection coefficients of the calibrating elements are not equal to the assumed values of the reflection coefficients that are used in the computation of the reflection coefficient of the measured device from the values of the measured values of the reflection coefficients. This fact may result in additional measurement inaccuracy. In this paper methods for the reduction of the additional measurement inaccuracy are obtained. We assume that

- measurement inaccuracies are consequences of the imperfections of the measurement setup and the calibrating elements,
- the measurement setup, the measured device and the calibrating elements are time-invariant and linear,
- measured and actual values of the reflection coefficients of the measured device and the calibrating elements are related to each other as shown in Eq. (1.12) of this paper.

In this paper all results are given in the real frequency domain. We assume that the number of the calibrating elements are equal to three, and the absolute values of the sensitivities of the reflection coefficients of the measured device with respect of the reflection coefficients of the calibrating elements are equal to each other. The upper bound of the absolute value of the measurement inaccuracy is the smallest when the reflection coefficients of the calibrating elements form a regular triangle in the domain of the complex numbers, and the centre of the triangle coincides with the reflection coefficient of the measured device.

In the next case we assumed that the absolute values of the sensitivities are not necessarily equal to each other. The upper bound of the absolute value of the measurement inaccuracy is the smallest when the altitude centre of the triangle formed by the reflection coefficients of the calibrating elements coincide with the reflection coefficient of the measured device. The sum of the sensitivities is constant and does not depend on the reflection coefficients of the measured device and the calibrating elements. The absolute values of the sensitivities have the same property.

Next we studied the case when the number of the calibrating elements is greater than three. Sensitivities and the absolute values of the sensitivities have the mentioned property in this case as well. The absolute value of the measurement inaccuracy is smaller than the greatest absolute value of the difference between the actual and the assumed values of the reflection coefficients of the calibrating elements, and greater than the smallest absolute value of the difference between the actual and the assumed values of the reflection coefficients of the calibrating elements.

Some extension possibilities are also studied. The relation between the actual and the measured values of the reflection coefficients of the measured device and the calibrating elements can also be obtained from the model of the inaccuracies that is characterised by the transfer matrix. This characterisation can be re-formulated for the extensions of the results to the case of the measurement of the scattering matrix.

These extensions are intended to be published in one of the our following papers.



Ladvánszky János a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karán kapott okleveles villamosmérnöki diplomát 1978-ban. A Magyar Tudományos Akadémián a műszaki tudomány kandidátusa (1988), a Budapesti Műszaki Egyetemen Ph.D. fokozatot ért el (1990). Szakmai érdeklődési körébe tartozik az eszközmodellelés, -mérés, az áramkörök elmélete és a fény hatása a mikrohullámú eszközök működésére. A Távközlési Innovációs Rt. tudományos tanácsadója. Tagja a Híradástechnikai Tudományos Egyesületnek, a Magyar Tudományos Akadémia Távközlési Rendszerek Bizottságának, az MTA Köztisztületének, és aktív tagja a New York-i Tudományos Akadémiának. Néhány évig a Híradástechnika folyóirat szerkesztője.



# COMMON CRITERIA: AZ INFORMATIKA-BIZTONSÁG ÚJ NEMZETKÖZI KÖVETELMÉNYRENDSZERE

BALÁZS ISTVÁN és SZABÓ ISTVÁN

HUNGUARD KFT  
E-MAIL: SZABOI@CS.ELTE.HU

Az informatika-biztonság fontossága minden informatikai rendszert alkalmazó számára nyilvánvaló, mégis egyre több kár éri számítástechnikai rendszereinket (az adatok elvesztésétől kezdve a szándékos károkozásokig, beleértve az információinkkal történő visszaéléseket és adataink meghamisítását is). A jószándékú hozzáállás ezen a területen nem elég, szakszerű megközelítést igényel (a teljes életciklusban a tervezéstől, installáláson, használaton keresztül az új rendszerekre való áttérésig), valamint sajnos a védelemre áldozni is kell (mind eszközökben, mind kiértékelési vizsgálatokban, mind a biztonságos használat kényelmetlenségeinek felvállalásában). Hogyan lehet a nagy felkészültségű támadásokkal szemben is hatékony, az értékekkel arányos védelmet kialakítani, rendszereinkkel szemben a használatához szükséges bizalmat megteremteni? Az informatikai rendszerek standardizációs tendenciái együtt járnak a védelmi és a kiértékelési módszerek nemzetközi egységesítési törekvéseivel. Ezen nemzetközi követelmények megismerése, eredményeinek, módszertanának átvétele segítheti a költség-hatékony, megfelelő garanciákkal rendelkező informatika-biztonság kialakítását.

A korábbi nemzeti, illetve nemzetek egyes csoportjai által kidolgozott (pl. TCSEC [1], ITSEC [2]) IT kiértékelési módszertanok tapasztalataira építve dolgozták ki és fogadták el a nemzetközi szervezetek a Common Criteria (CC) [5] közös követelményrendszerét. Jelen cikk ennek legfontosabb alapfogalmait tárgyalja, néhány fontos példán keresztül bemutatva a módszert. A nagy szaktudást igénylő Védelmi Profil összeállítását a tűzfalakkal kapcsolatban szemléltetjük, ahol létezik néhány, nemzetközi szinten már regisztrált (hivatalosan elfogadott, a fejlesztések, beszerzési döntések alapjául szolgáló) Védelmi Profil. Néhány információ-technológiai termékre, illetve rendszerre már hazánkban is készültek Védelmi Profilok, de nálunk még hiányzik az a szervezeti struktúra, mely a Védelmi Profilok, Biztonsági Rendszertervek, ezekre épülő termékek regisztrációs követelményeit meghatározná, eljárásait szabályozná. A MeH Informatikai Tárcaközi Bizottság megbízásából új ajánlás készül a CC megismertetése, módszerei használatának, a nemzetközi kiértékelési eredmények átvételének segítése céljából.

Kulcsszavak: Informatika-biztonság, kiértékelési követelmények, Common Criteria, Közös Követelményrendszer, Védelmi Profil, Biztonsági Rendszerterv, biztonsági funkciók, kiértékelési garancia szint. Keywords: Information Security, Evaluation Criteria, Common Criteria, Protection Profile, Security Target, Security Function, Evaluation Assurance Level.

## 1. BEVEZETŐ

Az informatika szerepének növekedésével, egyre átfogóbb alkalmazásával az informatika áthatja a társadalom minden rétegét (államigazgatás, gazdasági szféra, civil szféra), ezek kapcsolatát, ebből következően egyre nagyobb értéket képviselnek az információ-technológiai (továbbiakban IT) eszközökben feldolgozott információk, melyek megsérülése, vagy szándékos veszélyeztetése társadalmi szinten is mérhetetlen károkkal jár(hat). Ahogy az információ-technológiai rendszerek fejlődésében is a nemzetközi globalizáció, az egységesítésre, a szabványosításra vonatkozó törekvések térnyerése figyelhető meg, ugyanúgy az információ védelme területén is — a korábbi egyedi törekvésekkel szemben — egységes követelmények, szabványos védelmi megoldások és általánosan elfogadott kiértékelési módszertanok jelentek meg, melyekhez a nemzetközi szervezetekbe egyre aktívabban bekapcsolódó Magyarországnak is illeszkednie kell.

Ezen tendenciákat felismerve a MeH ITB (Miniszterelnöki Hivatal Informatikai Tárcaközi Bizottsága) informatikai ajánlás-sorozatán belül kiemelten szerepelt az informatika-biztonság szempontjainak, módszereinek ismertetése a hazai informatika-biztonsági ismeretek növelése és az alkalmazások egységesítése céljából (a 8. és 12. sz. Ajánlás az 1991-1992-es években hozzáférhető dokumentumokon alapultak, pl. az ITSEC, X/OPEN, CRAMM-CCTA Risk Analysis and Management Method, 1992.).

Az informatikai rendszerek fejlődésével, a biztonsággal kapcsolatos tapasztalatok szélesedésével együtt dinamikusabban fejlődtek az informatikai értékelés módszerei is, egyre erősebb lett a törekvés (igény) a korábbi nemzeti (vagy nemzetek egy csoportja által elfogadott) biztonsági fogalmak, eljárások, tanúsítványok egységesítésére, közös kialakítására. Ennek az igénynek a kielégítésére fogtak össze a legjelentősebb szervezetek, melynek eredményeként a korábbi (amerikai és európai nemzeti) informatika-biztonsági módszertanokat továbbfejlesztve az amerikai TCSEC és FC [4], a kanadai CTCPEC [3], az európai ITSEC kimunkálásában résztvevő szakértők ISO által is támogatott közös munkájának, tapasztalatainak eredményeként született az ún. Common Criteria for Information Technology Security Evaluation (rövidítve Common Criteria, ill. CC).

A MeH ITB kiadás alatt lévő legújabb ajánlása ezen kiértékelési követelményrendszer hazai adaptációját szándékozik bevezetni annak érdekében, hogy a magyar szakemberek megismerhessék, használhassák az e téren születő nemzetközi eredményeket, illetve a nemzetközi szervezetek is elfogadják, elismerjék a velük együttműködő, információs rendszereikhez kapcsolódó, információikat is kezelő, Magyarországon működő, vagy fejlesztés alatt álló informatikai rendszerek biztonságát. A CC hazai elfogadásával, alkalmazásával egyrészt az informatika biztonságért felelős, annak kialakításában résztvevő összes szereplő (a felhasználók különböző csoportjai, fejlesztők, értékelők, esetleg hatóság) azonos fogalomrendszerrel, az eredmények egységes értelmezésével dolgozhatnak a jövőben,



másrészt az IT termékek vagy rendszerek használatához átvehető, elfogadható lesznek a nemzetközi értékelési eredmények, illetve a későbbiekben, megfelelő előkészítések után a hazai alkalmazók, fejlesztők biztonsági dokumentációi is megfelelhetnek majd a rendszerek nemzetközi minősítési igényének.

Az egységes, általánosan elfogadott fogalomrendszer, eljárások, módszertanok szükségesek a kiértékelések objektivitásának, valamint a biztonságos rendszer használatába vetett hazai és nemzetközi bizalom megteremtése szempontjából is.

Az IT biztonság nemzetközileg legelterjedtebb fogalmai a CIA rövidítéssel jellemzett elveket tartalmazzák:

- bizalmasság (Confidentiality),
- sértetlenség (Integrity),
- rendelkezésre állás (Availability).

## 2. VÉDENDŐ INFORMATIKAI ÉRTÉKEK

Mottó: A titok ajtaját nem olyan nehéz kinyitni... amilyen nehéz jól bezárni.  
(Akutavaga Rjunosuke)

Minden informatikai rendszert használó számára többé-kevésbé nyilvánvaló, hogy adatainkat, rendszereinket védeni kell, mind a rendkívüli események által előidézhető károk (hardver és szoftver hibák, tápellátás kimaradása, kommunikációs csatorna „zajai” stb.) ellen, mind az információ illetéktelen megismerése, módosítása által előidézhető szándékos károkozások ellen. Az első terület általában a rendelkezésre állás (és részben a sértetlenség) biztosítását jelenti (egyes terminológiákban ezt a területet adatvédelemnek nevezik, a védelmi módszerek közé tartoznak pl. a mentések, tűzvédelem, jogtiszta szoftverek használata, minőségbiztosítási módszertanok használata stb.). A második terület, melyet gyakran információvédelem összegző fogalommal jelölnek magában foglalja a bizalmasság megőrzését és részben a sértetlenség biztosítását is. Néhány védelmi módszer ezen a területen:

- a hozzáférésvédelem különböző eszköztára („a valamit tudni” elv: pl. jelszó, PIN kód; „valamit birtokolni” elv: pl. smart-card, vagy „valakinek lenni” elv: pl. ujjlenyomat-azonosító rendszerek alkalmazása),
- a titkosítás különböző módszerei (pl. a közismert amerikai rejtjelzési szabvány a DES, vagy a nyilvános kulcsú RSA alapú rendszerek, PGP stb.),
- a hitelesítés módszerei (ugyancsak jó példa az említett, az Internetes alkalmazásokban közismert PGP), beleértve az adatok hitelesítésén túl a címzett és küldő hitelesítését is stb.

Az egyre szélesebb körben terjedő hatékony védelmi módszerek ellenére jelentős „sikereket” érnek el a számítógépes rendszerekbe (anyagi érdekből, bosszúból, kíváncsiságból, presztizs stb. okokból) betörők (közismert angol nevük alapján hackerek), akik általában magas szakképzettségűek.

A károkozásoknak széles skálája van a közismert vírusoktól a pénzügyi csalásokon keresztül az érzékeny adatok (esetleg hardverekkel, laptopokkal együtt történő) ellopásáig. (Példa erre a Brit Miniszterelnöki Hivatal épületéből titkos iratokat tartalmazó laptop ellopása (*CHIP Magazin*, 1998. március).)

A legközismertebb esetek a modern bankrablások esetei. Nevezetes egy amerikai bankot 1994-ben ért elektronikus „megcsapolás”: mintegy 10 millió \$ tűnt el („*Bank Robbers Go Electronic*”, *BYTE*, Nov. 1995.), angol banki területről egy 5 millió font értékű hamis átutalás módszeréről is olvashatunk sok más kriminális eset mellett a már 1991-ben megjelent könyvben (*K. Stater: „Information Security in Financial Services”, Stockton Press, London, 1991*). A bankrablások károkozásait az USA-ban sokmilliárdos nagyságrendre becsülik (a rendőrség tudomására jutott kárértéke 1996-ban elérte a 2 md dollárt (*Népszabadság*, 1997. okt. 22.)).

Jelentős további károkat okoztak vírusokkal, hálózati rendszerek zavarásával (pl. lebénításával, lásd „denial of service” típusú támadások), vagy belső szabotázsakciókkal (pl. bosszúálló alkalmazottak), illetve presztizsvesztés okozásával (közismert a Pentagon, vagy az angol hírszerzés rendszereibe „garázdálkodó” fiatalok esete).

Jelentősen megnövekedett ennek a „fehérgalléros” bűnözésnek a veszélye a hálózatok, és elsősorban az Internet hatalmas mértékű terjedésével.

A nagy számú nemzetközi példa mellett egyre inkább kezdenek nyilvánosságra kerülni hazai számítógépes visszaélési esetek is. Közismert az egyik hazai nagybankban történt 140 millió forintos illetéktelen átutalási kísérlet, ill. a Vám és Pénzügyőrség számítógépes rendszerében történt csalási kísérlet (*Magyar Hírlap*, 1995. jan. 10.) Ismert a felmondását követően adatbázis-törlési kísérletet megkísérlő rendszergazda esete is (*Népszabadság*, 1998. márc. 12.). Magyarországon az IT rendszereket ért károkozásokat szakemberek már 10 md forintba becsülik (lásd pl. *Népszabadság*, 1998. március 10.).

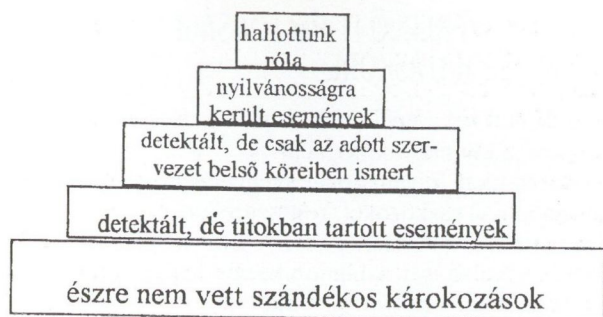
A CSI (Computer Security Institute) és FBI közös felmérése szerint a számítógépes bűnözés több mint 80%-át belső alkalmazottak (vagy azok közreműködésével) követik el, mely a védekezési módszerek bonyolultságának növelését, a technikai és a szervezés-szabályozási módszerek összehangolását is igényli. (A technikai (IT) módszerek szorosan összefüggnek az alkalmazott IT — operációs és applikációs — rendszerekkel, pl. Internetről is hozzáférhetőek ún. „jelszó/jelszókép-lopó” programok (LOphtCrack) melyekkel a belső hálózatokon keresztül továbbított jelszavak (vagy egyirányú képei) hatékonyan támadhatók, velük olyan védett WIN NT rendszerek is, melyekkel közös belső hálózaton WIN 95-ös operációs rendszer is van: lásd pl. *CHIP Magazin*, 1998. április, 92. o.).

Az informatikával kapcsolatos, nyilvánosságra került kriminális események nagy száma még meglepőbb, ha arra gondolunk, hogy ezen események szokásos ábrázolásában csak egy piramis-modell csúcsát jelentik.

(A CSI/FBI vizsgálat szerint a vizsgált rendszerekben 95%-ra becsülték a piramis alján lévő két, nyilvánosságra nem került kár csoport arányát.)

A védelemnek vannak IT eszközökkel megvalósítható (pl. jogosultságkezelés, titkosítás, hitelesítés, mentési eljárások, automatikus naplózás, tartalék rendszerek stb.), fizikai-környezetbiztonsági (pl. objektum-védelem, tűzvédelem stb.) és adminisztratív, szervezési (szabályozások, adathordozók kezelése, felhasználás ellenőrzése stb.) megoldásai.





1. ábra. A rendkívüli események piramis-modellje

Ha ilyen széles skálája van a védelmi módszereknek, viszonylag elterjedten is használják, hogyan lehetséges, hogy egyre nagyobbra becsülik az informatikai rendszerekbe történt betörések, szándékos visszaélések károkozásait? Az okok több tényezőre vezethetők vissza: részben a hamis biztonságérzetre (pl. „vettünk tűzfalat, ettől már védjük a rendszerünket”), másrészt az informatikai tervezés, költségvetés során a biztonsági szempontok háttérbe szorulnak. A tervezés, fejlesztés, rendszerbeállítás, üzemeltetés, életciklus-garanciák során kevesen ismerik, használják a biztonsági kiértékelési módszertanokat, melyek közül a jövőben a Common Criteria egységes elterjedése prognosztizálható.

### 3. A CC KIALAKULÁSA

Az 1980-as évek elején dolgozták ki az USA-ban a TCSEC-et (Trusted Computer Systems Evaluation Criteria, közismert nevén Orange Book követelményeit). Ez a követelményrendszer általánosan ismertté és elfogadottá vált. Az első kötetet — az informatika-biztonsági szempontok egyre szélesebb területű, a részelemek biztonságához is segítséget nyújtó — újabb kötetekkel egészítették ki (ezek Rainbow Series néven váltak ismertté, pl. a jelszókezeléssel foglalkozott a Green Book, a naplózással a Tan Book stb.).

Ahogy az ma már jól ismert, az Orange Book a vizsgált rendszereket betűvel jelzett csoportokba sorolja, és azokat számmal tovább megkülönböztetve állítja fel az egyes biztonsági osztályokat: a minimális biztonságú D osztálytól haladva a C, B, A osztályok egyre erősebb biztonsági követelményeknek felelnek meg. A számok szerinti tagolás tovább finomítja az osztályozást, így jön létre a definiált 7 osztály: D, C1, C2, B1, B2, B3, A1.

Amikor különböző országok saját kiértékelési kritériumok kidolgozásába kezdtek, ezekben már a TCSEC fogalmait használták. Az egyre újabb követelmények — az informatikai ipar rohamos fejlődését követve — egyre rugalmasabbak és alkalmazhatóbbak voltak. Európában az ITSEC (Information Technology Security Evaluation Criteria) 1.2. verzióját 1991-ben publikálta az Európai Közösség, miután egyesítették Franciaország, Németország, Hollandia és az Egyesült Királyság fejlesztési eredményeit.

Az ITSEC követelményekkel már rugalmasabban lehetett értékelni IT termékeket, két új értékelendő fogalom-osztályt határoztak meg: a hatékonyságot (valóban a legfontosabb védelmi célokat tűzték-e ki), valamint a korrektséget (amit végez a termék, valóban jól végzi-e). Ehhez az ITSEC szerint külön kell értékelni a veszélyeket elhárító intézkedéseket, és külön az azok teljeskörűségét szolgáló

garanciákat (az Orange Book követelményrendszerében ez a kettő még együtt volt). A könnyebb kezelhetőség érdekében az ITSEC megkülönböztet 10 előre definiált (F-feljelt) funkcionális osztályt és hét biztonsági szintet (ezeket E0-E6-tal jelölik), megadva az Orange Book és ITSEC közötti megfeleléseket is, hogy a régi értékelések is átvethetők legyenek az új szempont-rendszerben.

Az osztályokba sorolásnál figyelembe vették az Orange Book követelményeit is, hogy az ITSEC alapján minősített rendszerek összehasonlíthatóak legyenek az amerikai kritériumok szerinti minősítéssel. A két követelményrendszer között az alábbi megfeleltetés adható:

TCSEC Orange Book	ITSEC White Book
D	E0
C1	F-C1, E1
C2	F-C2, E2
B1	F-B1, E3
B2	F-B2, E4
B3	F-B3, E5
A1	F-B3, E6

A fentiekén túl az ITSEC definiál olyan speciális osztályokat is (a német nemzeti követelményeket átvéve), amelyeket funkcionális alapon lehet megkülönböztetni:

- *F-IN*: elsősorban az adatokra és a programokra vonatkozó integritást megkövetelő rendszerek (pl. adatbázisok);
- *F-AV*: elsősorban a rendelkezésre állást megkövetelő rendszerek (pl. ipari folyamatvezérlő rendszerek);
- *F-DI*: elsősorban az adatkommunikáció során az adatok integritását megkövetelő rendszerek;
- *F-DC*: elsősorban az adatkommunikáció során az adatok bizalmasságát megkövetelő rendszerek (pl. rejtjelző rendszerek);
- *F-DX*: olyan hálózatok, amelyben az adatkommunikáció során az adatok integritását és bizalmasságát egyaránt meg kell követelni (pl. bizalmas adatokat nem megbízható, publikus csatornán továbbító rendszerek).

A kiértékeléshez a biztonságért felelős tényezők közül az alábbiakat vizsgálja az ITSEC:

- azonosítás és hitelesítés,
- hozzáférés-ellenőrzés,
- felelősségre vonhatóság,
- nyomonkövethetőség,
- objektumok újrafelhasználása,
- pontosság,
- a szolgáltatások megbízhatósága és
- az adatsere, melyre további szempontok:
  - adat-eredet és a címzett hitelessége,
  - hozzáférés-ellenőrzés,
  - az adatok bizalmassága,
  - az adatok sérthetetlensége,
  - az adat elküldésének, illetve átvételének letagadhatatlansága.

Az informatikai rendszerek, alkalmazások dinamikus fejlődése, sokszínűsége a termékekkel szembeni biztonsági elvárások széles, előre nem lerögzíthető skáláját igényli. Rugalmas, az adott alkalmazásnak (adott IT megoldásnak és védendő információknak), a feltárt veszélyeztetettségnek megfelelő védelmi mechanizmusokkal, és megfele-



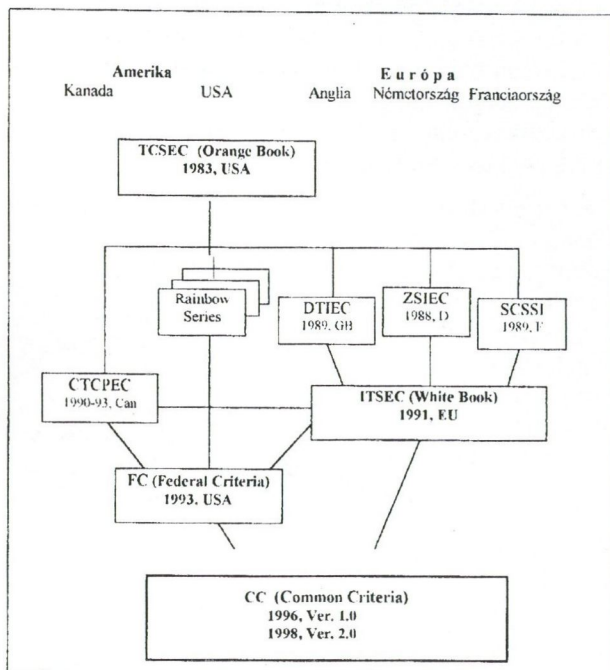
lő mélységű vizsgálatokkal (garanciákkal) értékelt védelmi szint szükséges. (Hogy mennyire szerteágazó veszélyeztetettségek jelenhetnek meg az IT alkalmazásokban, erre következtethetünk pl. a tűzfal Védelmi Profiloknál (lásd később) szereplő egyes konkrét veszélyeztetettségek leírásaiban, melyek lényegesen különböznek pl. az operációs rendszerek veszélyeztetettségeitől, bár az általános funkcionális követelmény osztályok hasonló kategóriákba sorolhatók.)

Kanadában a CTCPEC 3.1. verzióját 1993-ban publikálták, mint az ITSEC és a TCSEC megközelítések egy kombinációját. Az USA-ban az FC (Federal Criteria) 1. verziójának munkapéldányát is 1993-ban publikálták, melyben szintén építettek mind a korábbi észak-amerikai, mind az európai biztonsági értékelési fogalmakra, tapasztalatokra.

Az erőfeszítések egyesítésére, általánosan elfogadott kritérium-rendszer kifejlesztésére 1993. júniusában a TCSEC, az FC, a CTCPEC, és az ITSEC szerzői létrehoztak egy projektet a Common Criteria kidolgozására. A projekt célja a korábbi, forrásként felhasznált kritériumokban talált elvi és technikai különbségek feloldása, az informatikai fejlődésnek jobban megfelelő rugalmasan használható, nemzetközi szinten közösen elfogadható követelményrendszer megalkotása. Az előkészítő munka az ISO keretein belül, annak támogatásával indult. A CC 1.0 verziója 1996-ban került a nyilvánosság elé.

A CC — bár épít az előző követelményrendszer fogalmaira —, de új fogalmakat vezet be és több szempontból új szemléletet tükröz.

A 2. ábra szemlélteti a fent leírt egységesedési folyamatot.



2. ábra. A CC kialakulásának folyamata  
(Forrás: Dr. Bognár Gábor: HISEC konferencia, 1998.)

## 4. A CC-BEN SZEREPLŐ IT-BIZTONSÁGI ÉRTÉKELÉS HATÁSKÖRE

Az informatikai rendszerek biztonsága egy komplex fogalomkör, mely magába foglalja

- az informatikai folyamatokat megvalósító konkrét számítástechnikai eszközöket, rendszereket,
- az informatikai rendszerek környezetét (objektumi elhelyezését, tápellátását, kommunikációs kapcsolatait stb.),
- az informatikai rendszerrel kapcsolatba kerülő humán erőforrásokat (vezetők, fejlesztők, kezelők, adminisztrátorok, biztonsági szakemberek stb.),
- a rendszerekre, üzemeltetésre vonatkozó szabályozásokat, előírásokat, dokumentációkat, biztonsági elveket stb.

Túl általános követelményrendszer nehezen tudja követni az élet sokszínűségét, a fejlődés és a felhasználások dinamizmusát. A Common Criteria informatikai termékek, illetve rendszerek (amelyek lehetnek akár összetett, sok komponensből, azok definiált kapcsolataiból álló rendszerek is) értékelésével foglalkozik, megnevezve azokat a biztonságot érintő fenyegetettségeket, amelyek az IT rendszert veszélyeztethetik (legyenek ezek akár működésbiztonsági, akár rosszindulatú, szándékos fenyegetettségek), kiemelve ezek közül azokat, amelyeket az IT-rendszernek kell kivédenie (megfelelő garanciákkal) és azokat is megnevezve, amelyek kivédését a működési környezetnek kell biztosítania.

Ennek megfelelően pontosan definiálható a felelőségek határa (mind a fizikai, a logikai és az adminisztratív védelem területén), melyet az informatikai rendszer biztonságért felelősséget viselő vezetőknek, alkalmazóknak tisztán kell látniuk. Így a CC nem foglalkozik a következő témakörökkel:

- általános környezetbiztonsági feltételek (elhelyezés-biztonság, épületek védelme, beléptető rendszerek stb.) konkrét kérdései;
- szervezetbiztonsági kérdések (szabályozások, rendszabályok, a humán erőforrások biztonsági módszerei, oktatás, bizalmi kérdések stb.);
- az IT rendszerhez történő közvetlen hozzáférések szabályozása, illetve a közvetett hozzáférések közül az információ-kisugárzás kivédésének közvetlen módszerei, értékelése;
- speciális biztonsági mechanizmusok értékelése (pl. a bizalmasságot vagy hitelességet biztosító kriptográfiai értékelési rendszerek, melyek értékelése országonként változóan szabályozott, általában nemzeti hatóságok irányításával működnek).

Ezek a felelősség-elhatárolódások nem gyengítik a CC erejét, ellenkezőleg, elősegítik, hogy a biztonságért felelős személyek világosabban lássák feladataikat, a meglévő garanciákat, az esetleges hiányosságok kivédését szolgáló további intézkedéseket. A CC keretében történő értékelés megnevezi azon fenyegetettségeket, melyek kivédését az értékelendő termék felvállalja (és ennek megbízhatóságát, garanciáit értékeli), és pontosan megnevezi azokat a fenyegetettségeket, amelyek kivédését az IT termék felhasználói környezetének (rezsimitasításokkal, szabályozásokkal, elhelyezés-biztonsági mechanizmusokkal stb., egyszóval szervezetbiztonsági mechanizmusokkal) kell kivédenie.



## 5. A CC-BEN SZEREPLŐ IT-BIZTONSÁGI ÉRTÉKELÉSRŐL ÁLTALÁBAN

### 5.1. A biztonsági értékelés alapfogalmai

Az IT biztonsági értékelés egy IT termék, vagy rendszer (erre a továbbiakban az *Értékelés Tárgy*ként fogunk hivatkozni (angolul Target of Evaluation, az angol nyelvű dokumentumokban TOE rövidítéssel szerepel) biztonsági tulajdonságaira vonatkozó módszeres vizsgálat, eredménye egy a biztonság szintjére vonatkozó nyilatkozat.

A CC bevezet egy fontos fogalmat a *Védelmi Profil* (Protection Profile) fogalmát, mely még *termékfüggetlen* megközelítés, előre megadott, formalizált követelményelemekből egy adott feladatot lefedő, konzisztens követelményrendszer építhető fel. Az általános feladatra — a felhasználói körülmények, veszélyeztetettségek függvényében — több Védelmi Profil készíthető (lásd a tervezett ITB ajánlás III. részében szereplő három, tűzfalakra vonatkozó Védelmi Profil). Ezek közül a felhasználónak kell választani, hogy az ő körülményei között (veszélyeztetettsége, fizikai, humán, adminisztratív körülményei mellett) melyik felel meg a legjobban. A CC kidolgozói úgy gondolják, hogy hatékonyabb, ha a különböző informatikai alkalmazásokra felkészült szakgárdák állítják össze — feladatspecifikus kockázatanalízis eredményei alapján — a Védelmi Profilokat, (melyeket erre szakosodott szakemberek kiértékelnek), mintha a felhasználóknak kellene veszélyeztetettségeiket és az ennek kiküszöbölésére szolgáló IT rendszer megkívánt biztonsági funkcióit meghatározni. A fejlődés előrehaladtával egyre több új Védelmi Profil kerül majd kidolgozásra (pl. új Tűzfal Védelmi Profilok új kommunikációs technikák, valamint új veszélyeztetettségek megjelenése esetén). Természetesen amennyiben egy adott felhasználó úgy ítéli meg, hogy nincs az ő problémájára megfelelő Védelmi Profil a regisztrált, szakemberek által elbíralt, központi szervezet (vagy hatóság) által hitelesített profilgyűjteményben, készíthet (vagy készíttethet) is egyet, de ez nagyon komoly felkészültséget igényel (lásd pl. a tervezett ITB ajánlás III. részében szereplő Védelmi Profilok, egyenként 40-50 oldal), melyek teljeskörűségét, ellentmondásmentességét, konzisztenciáját mindenképpen külön értékelni kell.

A Védelmi Profil hasznos a felhasználóknak (megvizsgálhatják, hogy a leírtak valóban megfelelnek-e a problémáiknak, biztonsági szempontjaiknak) és hasznos az IT termék fejlesztőinek is, akik ismert Védelmi Profilokhoz illeszkedve fejleszhetnek konkrét termékeket, mely termékekre *Biztonsági Rendszertervet* (az eredeti anyagban Security Target, ST szerepel) készíthetnek. A Biztonsági Rendszerterv már *termékfüggő* dokumentum, a felhasználó megvizsgálhatja (vagy megvizsgáltathatja), hogy valóban megfelel-e a fejlesztő által ajánlott termék (vagy IT rendszer) a Biztonsági Rendszertervnek, illetve annak a Védelmi Profilnak, ami a felhasználó problémáját lefedi.

A CC az Értékelés Tárgyával szemben támasztott IT biztonsági követelményeket funkcionális és garanciális csoportokba osztja.

A *biztonsági funkciók* az Értékelés Tárgyának IT biztonságpolitikáját érvényre juttató funkcionális követelmények, melyek a következő, ún. osztályokban kerülnek kifejtésre:

- biztonsági naplózás
- kommunikáció
- felhasználói adatok védelme
- azonosítás és hitelesítés
- bizalmasság
- biztonsági funkciók védelme
- erőforrás-hasznosítás
- az Értékelés Tárgyához való hozzáférés
- megbízható útvonalak és csatornák.

A fenti osztályok tovább bomlanak családokra, a családok pedig komponensekre.

Például a biztonsági naplózás osztály 12 családot tartalmaz, átlagosan 3-4 komponenssel, az azonosítás és hitelesítés elnevezésű biztonsági osztály 9 családot tartalmaz, közülük pl. a felhasználói hitelesítés elnevezésű család 9 komponenst, melyek között van az alapszintű felhasználó hitelesítés, hitelesítés integritás, időzített hitelesítés stb. Ezen komponensek összefüggéseket is tartalmazhatnak. A kategorizálás „kereszthivatkozásokat” is tartalmaz, megadja, hogy amennyiben egy adott hitelesítési komponenst bevettek a Védelmi Profilba (azaz a leendő rendszertől, vagy terméktől elvárják a komponensben leírtak teljesítését), akkor a hitelesítési adatok védelméről megfogalmazott követelményeket is bele kell venni a követelmények közé. A Védelmi Profil konzisztenciájának vizsgálata — többek között — ezen kereszthivatkozások kielégítésére vonatkozik.

Külön fejezet foglalkozik az ún. *garancia követelményekkel*, vagyis a vizsgálatokkal szembeni elvárásokkal, amely vizsgálatok megalapozzák, garantálják, hogy az Értékelés Tárgyának biztonsága teljesíti a funkcionális követelményeket, a megvalósítás (és később az IT biztonsági üzemeltetés) a biztonsági céloknak megfelelő. A funkcionális osztály-struktúrához hasonlóan a garanciális osztályok is családokra, azok pedig garancia komponensekre osztottak. A CC által definiált garancia osztályok a következők:

- konfigurációkezelés
- szállítás és működtetés
- fejlesztés
- útmutató dokumentumok
- életciklus támogatás
- tesztek
- sebezhetőség felmérése.

(Régebben a „hagyományos” értékelés általában valamilyen intuitív alapon, főleg az utóbbi két osztályfogalommal dolgozott, tesztelt, valamint megpróbálta a sebezhetőséget felmérni. Most az értékelő tapasztalatát rendszeresített értékelési követelmények egészítik ki, továbbá érthető, hogy egyéb biztonsági garancia elemeket is vizsgálni kell. Az informatikai rendszereknek a statikusan vizsgált tulajdonságain túl egyre nagyobb hangsúlyt kap a rendszer (termék) teljes életciklusa alatti követelmények vizsgálata a fejlesztéstől, a gyártáson keresztül a felhasználásig. A fejlesztéssel szemben támasztott követelmények magyarázata, hogy egy nagy erővel végrehajtott vizsgálat sem minősíthet egy bizonyos szintnél magasabbra egy terméket, ha a fejlesztésnél nem követték (tartottak be) megadott elveket, hiszen az elkészült, nagyon bonyolult informatikai rendszerek bevizsgálása során már szinte lehetetlen minden apró hibát megtalálni, ezért a tervezés és fejlesztés menetének (követelmény-megfelelésének) ellenőrzésére is támaszkodni kell. Ugyanez a gondolat érvényesül, hódít egyre na-



gyobb teret egyéb termék-minősítési eljárásokban, pl. az ISO 9000-es szabványokban: nem csak a végterméket kell vizsgálni, hanem a gyártás folyamatát is.)

Külön garancia osztályokat határoznak meg — mint önálló, a konkrét termék, konkrét felhasználásától elkülönülő — Védelmi Profil kiértékelésre, valamint a Biztonsági Rendszerterv kiértékelésre.

Fontos fogalom a garancia szint fogalma, mely azt fejezi ki, hogy az Értékelés Tárgyának vizsgálatát milyen mélységben, milyen erőforrás-ráfordítással (pl. formális bizonyításokkal is) végezték. Természetesen nem minden feladat (védelmi igény) kíván meg rendkívül nagy vizsgálati ráfordításokat, hiszen a magasabb garancia szinteken már nagyon nagy költségű vizsgálatok jelenhetnek meg (melyek nem csak az értékelőtől, de a fejlesztőtől is jelentős többletmunkát igényelnek).

A CC filozófiája feltételezi, hogy nagyobb értékelési erőfeszítés alkalmazásának eredménye nagyobb garancia lesz, s az értékelési erőfeszítést úgy kell alkalmazni, hogy maximalizáljuk az elérhető garanciát. A növekvő értékelési erőfeszítés az alábbiakon alapul:

- hatókör (azaz további erőfeszítést teszünk, hogy az IT termék, vagy rendszer tartalmának nagyobb részét értékeljük);
- mélység (azaz járulékos erőfeszítést vonultatunk fel, hogy nagyobb tervezési és megvalósítási részletezettséggel értékeljük);
- szigorúság (azaz további erőfeszítést használunk, ha több kutatási eszközt és technikát alkalmazunk, hogy kevésbé nyilvánvaló hiányosságokat is felderítsünk, vagy csökkentjük a megmaradó hiányosságok valószínűségét).

A CC hét értékelési garancia szintet definiál, egy ún. funkcionálisan tesztelt (ÉGSz-1.)-től, a módszeresen tesztelten át (ÉGSz-3.), egészen az ún. formálisan igazoltan tervezett és tesztelt (ÉGSz-7.) szintig, meghatározva az egyes garancia osztályokban az egyes garancia szintekhez tartozó elvárásokat

## 5.2. A CC felhasználásában érdekelt csoportok

A CC eredményeit — különböző célfeladattal, munkájuk különböző fázisaiban — három főbb csoport használhatja:

- IT felhasználók,
- biztonsági elemeket tartalmazó Értékelés Tárgyát fejlesztők,
- az Értékelés Tárgyát, az IT rendszerek biztonságát értékelők.

(Más csoportok is érdekeltek lehetnek a CC elveinek, módszereinek felhasználásában — pl. ha létrejön egy informatika-biztonságért felelős önálló hatóság, egyéb, kapcsolódó információvédelmi területekkel foglalkozó felelősök, hatóságok stb. —, de jellemző az elkülönülő feladatköre a fent kiemelt három csoportnak.)

### a) Felhasználók

Miután megfogalmazódott egy informatikai igény, a felhasználóknak meg kell fogalmazniuk a biztonsággal kapcsolatos céljaikat, elvárásaikat, illeszkedve szervezetük biztonságpolitikájához.

Az adott informatikai célfeladatra (pl. új operációs rendszer kiválasztása, tűzfalal nyílt hálózatra kapcsolódás, belső levelező rendszer, irodaautomatizálási rendszer stb.) meg kell vizsgálni, hogy létezik-e olyan regisztrált Védelmi Profil, mely megfelel a szervezet biztonsági elvárásainak, illetve a Védelmi Profil által fel nem vállalt, megnevezett fenyegetettségek közül melyek védhetőek ki az adott helyen szervezeti megoldásokkal.

IT biztonságot garantáló termék beszerzésére egy felhasználó leggyakrabban akkor „kényszerül” (hiszen jelentős anyagi és nem anyagi erőforrást kell ezért ráfordítania), ha új kihívások érik, újabb szolgáltatásokat akar bevezetni, vagy igénybe venni, s ez jelentős, új biztonsági fenyegetéseket jelent eddigi rendszerére.

Ha egy felhasználó valamilyen eddig nem használt új szolgáltatás előnyét kívánja kihasználni, illetve nyújtani a külvilág számára, akkor jár el helyesen, ha az előnyök mellett az alábbi kérdéseket is megvizsgálja.

- Milyen veszélyekkel, fenyegetettséggel jár az új szolgáltatás?
- Ezek közül mely fenyegetettségeket akarja feltétlenül kivédeni (kockázat-analízis)?
- Milyen környezeti biztonsági feltételeket tud a felhasználó garantálni nem IT eszközökkel (pl. szervezeti, adminisztratív módon) az új szolgáltatás vonatkozásában?
- Milyen IT eszközöket kell beszereznie, vagy fejlesztenie, majd telepítenie és működtetnie?
- A beszerzett IT termékkel, illetve a megteremtett biztonsági feltételekkel milyen maradvány-kockázatokra sikerül leszorítani a fent említett új veszélyeket?

Az összes ráfordítandó erőforrás és a maradvány-kockázatok felmérése után dönteni kell az új szolgáltatás tényleges bevezetéséről, annak meggondolásával, hogy az új szolgáltatástól várt előnyök arányban állnak-e a ráfordítandó erőforrásokkal, illetve a maradvány-kockázatokkal.

A Common Criteria a választási döntés (és a későbbi biztonsági értékelés) támogatására egy követelmény-rendszert helyez a konkrét felhasználói elvárás-rendszer és a szóba jöhető IT termékek, eszközök által biztosított funkció-rendszer közé. Ezt az általánosított, a konkrét felhasználótól és terméktől egyaránt elvonatkoztatott, de egy-egy és szakmailag megalapozott követelmény-rendszert (kiegészítve a követelményrendszer összeállítását meghatározó tényezők alrendszerével) a Common Criteria szerinti megközelítésben — ahogy az előzőekben már említettük — Védelmi Profilnak hívják. A későbbiekben egy konkrét felhasználói területtel összefüggésben a Védelmi Profil felépítését részletezni, tartalmát pedig néhány példán keresztül szemléltetni fogjuk.

Mivel nagyon sok informatikai alkalmazás (a rendszerek egységesedésével) hasonló problémák elé állítja a különböző (akár más országokban dolgozó) felhasználókat, ezért várható, hogy rohamosan bővül a regisztrált Védelmi Profilok listája, így valószínű, hogy a felhasználó talál a problémájának megfelelő Védelmi Profil. Ekkor a felhasználó óriási segítséget kap, jelentős szaktudást, kapacitásokat koncentrálna elvégezték helyette a konkrét informatikai alkalmazás kockázat-analízisére, a követelmények felállítását, ezek értékelését, melyeket közvetlenül hasznosíthat a felhasználó (hiszen az IT termékek kínálatából csak az adott Védelmi Profilnak megfelelőek közül kell választania).



Természetesen előfordulhat újszerű feladatoknál, vagy speciális felhasználói igényeknél, környezetben, hogy nincs pontosan neki megfelelő Védelmi Profil, ekkor a felhasználónak új Védelmi Profilt kell készítenie (ill. készíttetnie), vagy a már létezők kombinálásával, „kikeverésével”, vagy teljesen új konstruálásával. Ebben az esetben ezt az új profilt is értékelteni kell, melyhez a következőkre hívjuk fel a figyelmet.

A Védelmi Profil értékelés célja annak kimutatása, hogy a Védelmi Profil teljes, egységes (konzisztens), szakmailag helyes, megfogalmazott — kockázatanalízissel alátámasztott — fenyegettségek kivédésére megfelelő követelményeket (funkcionális és garancia követelményeket) tartalmaz. Egy ilyen Védelmi Profil alkalmas a profil-nyilvántartásba való bekerülésre, más IT termék fejlesztéséhez való felhasználásra.

A Védelmi Profillal szemben szigorú formai előírások vannak.

- Tartalmaznia kell a veszélyek leírását, melyhez a CC hűsz általános fenyegetettséget határoz meg, ezekben részletesen kifejtve összesen 113 fenyegetettséget. Ezekből lehet összeállítani a Védelmi Profilban megnevezett fenyegetettségeket, vagy további — a konkrét IT felhasználás specifikumait figyelembe vevő —, a megfogalmazott biztonsági célokat figyelembe vevő fenyegetettségekkel ki lehet egészíteni. Meg kell nevezni azokat az IT biztonsági fenyegetettségeket, melyek kivédését az IT terméknek kell felvállalnia. Szerepelni kell közérthetően megfogalmazva az ún. ésszerű magyarázatoknak, a biztonsági célok teljesülését, a követelmények szükségességét illetően.
- A Védelmi Profil értékelése vizsgálja a Védelmi Profil specifikációt, a biztonsági célokat, annak megfelelő követelményeket, a követelmények konzisztenciáját, (kötelező) keresztivatközások kielégítését, annak kutatását, hogy a biztonsági célok teljesülnek-e (nincs-e hiányzó újfajta fenyegetettség, melynek kivédését fel kellene venni a követelmények közé).

A fentiekből érzékelhető (és ezt támasztják alá a már regisztrált Tűzfal Védelmi Profilok is), hogy a Védelmi Profil készítése (és értékelése) nagy szakértelmet igénylő — a későbbi értékelésekben döntő szerepe miatt —, nagy felelősségű munka.

#### b) Fejlesztők

A CC elveinek elfogadása nagy segítséget jelent a fejlesztőknek is, hiszen egy IT termék fejlesztésekor — amennyiben a fejlesztő talál megfelelő Védelmi Profilt — általános, összefüggő, szakemberek által értékelt követelményrendszerből indulhat ki, a termékkel potenciális vásárlók széles körét célozhatja meg, akiknél biztosított, hogy elfogadják a felállított követelményrendszert, a termék megbízhatóságának egy jelentős részéről már nem kell meggyőznie leendő vásárlóit.

Természetesen, ha nincs a tervezett termékhez illeszkedő regisztrált Védelmi Profil, akkor a fejlesztő is készíthet (vagy készíttethet), értékelteheti, (majd esetleg regisztráltathatja), de ez az előző pontban vázolt hatalmas ráfordításokat igényli.

A CC előírásai szerint a fejlesztőknek a kiválasztott Védelmi Profilnak megfelelő, de már termékspecifikus

Biztonsági Rendszertervet kell kidolgozniuk. A Biztonsági Rendszertervvel szemben szigorú formai előírások vannak.

- A Biztonsági Rendszertervnek tartalmaznia kell a későbbi Értékelés Tárgyára vonatkozó IT biztonsági célokat és követelményeket, ismertetve a felhasználói igényeknek eleget tevő funkcionális és garanciális biztonsági előírásokat. A biztonsági célokat világosan meg kell nevezni, és össze kell vetni a Védelmi Profilban azonosított, IT vonatkozású fenyegetettségekkel, veszélyekkel. Az IT biztonsági követelményeket szigorúan a CC dokumentumaiban szereplő funkcionális elemeket felhasználva kell meghatározni. A funkcionális követelmények felsorolása világos és egyértelmű legyen a biztonsági értékelés elvégezhetősége és a szabványosság elvárásának megfelelése érdekében. A garancia követelményeket szintén a CC dokumentumaiban szereplő garancia komponensekből kell összeállítani (meghatározva a szükséges garancia szintet). Az IT környezeti biztonsági követelményeket fel kell sorolni, meg kell nevezni azokat a működési és garancia követelményeket, amelyekről kijelentik, hogy azok együttesen megfelelnek az információs technológiai környezeti feltételeknek.
- A Biztonsági Rendszertervben ki kell jelteni, hogy az megfelel (egy vagy több) megnevezett Védelmi Profilnak (illetve valamelyik „finomításának, vagy kiegészítésének”).

A fejlesztőnek felelőssége van az Értékelés Tárgyának későbbi vizsgálatához szükséges feltételek biztosításához. Meghatározott tevékenységeket kell végrehajtania, és adott tartalommal és formában bizonyítékokat kell szolgáltatnia az Értékelés Tárgyával kapcsolatban az értékelő számára. A fejlesztőknek készülniük kell az értékelésre, egyben támogathatják is termékük vagy rendszerük értékelését.

A fejlesztők egyben állításokat is megfogalmazhatnak, miszerint saját termékük — biztonsági funkciók és értékelhető garanciák által — összhangban vannak a fenti követelményekkel ( a kijelölt Védelmi Profillal, a megfogalmazott Biztonsági Rendszertervvel).

A Biztonsági Rendszerterv önmagában is (és a Védelmi Profillal való megfelelése is) értékelendő dokumentum. Értékelését a Biztonsági Rendszerterv értékelésére vonatkozó értékelési kritériumok szerint kell végrehajtani. Egy ilyen értékelésnek az a célja, hogy kimutassa: a Biztonsági Rendszerterv szigorúan kielégíti a Védelmi Profil követelményeit, teljes, egységes és szakmailag helyes, s így a megfelelő termék-értékelés alapjául használható.

#### c) Értékelők

Az értékelők munkájáról az előző két CC értékelést használó csoportnál már volt szó, ugyanakkor a Védelmi Profilok gyűjteményének szélesedésével a felhasználók, fejlesztők választhatnak majd kész profilok közül, többnyire nem kell saját profilokat kidolgoztatni, értékelteni, másrészt ezen profil-bővítések többségét valószínűleg jól felkészült nemzetközi szakgárdák értékelik. Ugyanakkor a hazai fejlesztőknek — amennyiben nemzetközi szinten elfogadható minősítéseket akarnak szerezni — ki kell dolgozniuk és értékelteniük kell a termékek *Biztonsági Rendszerterveit*.

Az értékelés szélesebb körét fogja felölelni a felhasználók által védelmi igényeik alapján választott termékeknek



és rendszereknek (az Értékelés Tárgyainak) az értékelése, amikor az értékelők a CC-ben meghatározott általános, szabványosított kritériumok alapján véleményezik, hogy az Értékelés Tárgya összhangban van-e a vele szemben támasztott követelményekkel, a leírt környezetbiztonsági feltételek és az IT termék biztonsági mechanizmusai együttesen megfelelnek-e a Védelmi Profilnak, Biztonsági Rendszertervnek, valamint a kitűzött biztonságpolitikának.

### 5.3. Felelősség- és feladatmegosztás felhasználó, fejlesztő és értékelő között

A Védelmi Profil kiválasztásával a felhasználók meghatározzák azokat a fenyegetéseket, melyeket a fejlesztendő terméknek (rendszernek) ki kell védenie, és azokat a szervezeti biztonsági elveket, amelyeket a fejlesztendő terméknek (rendszernek) érvényre kell juttatnia.

A Védelmi Profil ezen elvárások meghatározása és rögzítése mellett egyúttal egy világos felelősség- és feladatmegosztást is létrehoz a felhasználók és a fejlesztők között. A fenyegetések kivédését, a biztonsági elvek érvényre juttatását ugyanis alapvetően két eszköz ésszerű kombinálásával éri el egy IT termék (vagy rendszer):

- a termék által (IT eszközökkel — szoftver, hardver vagy firmware segítségével) kielégítendő *biztonsági követelmények* a fejlesztő feladatát és felelősségét határozzák meg,
- a *biztonságos használat feltételei* között pedig a felhasználó azokat a fizikai, személyi és kapcsolati szempontú környezeti feltételeket sorolja fel, melyeket a rendszer működtetése során ő képes garantálni saját eszközeivel (nem-IT eszközökkel: szervezeti, humán-, rezsimentézkedésekkel, szabályozással).

Bizonyos fenyegetéseket csak szervezeti, humán-, rezsimentézkedésekkel lehet kivédeni.

A fenyegetések egy másik csoportját gyakorlatilag csak IT eszközökkel lehet (érdemes) kielégíteni. (Pl. nyilvános csatornán nagy távolságra adatok továbbítása a bizalmaság és sértetlenség megőrzésének biztosításával tipikusan csak IT mechanizmusokkal — pl. rejtjelzés, digitális aláírás — érhető el.)

Vannak viszont olyan fenyegetések, melyek kivédhetők IT eszközökkel is, de amennyiben a környezeti feltételek ezt lehetővé teszik, nincs szükség egy bonyolultabb, több biztonsági funkcióval ellátott, s így nyilván lényegesen drágább, esetleg nehezebben is működtethető IT termékre. (Tipikusan ilyenek a biztonsági funkciók megkerülhetőségére, vagy lerontására irányuló fenyegetések, melyek biztosíthatók nem-IT eszközökkel (adminisztratív fizikai védelemmel) és IT-eszközökkel (integritás-ellenőrző, vagy más önvédelmi biztonsági funkciókkal) is.)

Ugyanez a hármasság jellemzi az érvényre juttatandó szervezeti biztonsági elveket is.

A Védelmi Profil „IT biztonsági követelmények” fejezete és a „Biztonságos használat előfeltételei” alfejezete ezt a felelősség-megosztási helyzetet teremti meg az IT rendszer fejlesztői és a későbbi biztonságos működtetésért felelős személyek között. (Mit tudjon a megvásárolandó, kifejlesztendő termék, s mit kell a felelős felhasználóknak garantálni a környezeti biztonság érdekében?)

Egy (felhasználó által) kiválasztott Védelmi Profil szerint (a fejlesztő által) megvalósított IT termék vagy rendszer

biztonsági értékelése során az értékelő megvizsgálja, hogy az adott termék vagy rendszer kielégíti-e a Védelmi Profilban (illetve a fejlesztő által elkészített Biztonsági Rendszertervben) meghatározott biztonsági követelményeket.

Az értékelő feladata és felelőssége az alábbi két alapkérdésre vonatkozó állítások megfogalmazása, illetve a pozitív állítások tanúsítvány formájában való rögzítése:

- A termék vagy rendszer biztonsági funkciói megfelelnek-e a Védelmi Profil (illetve az ennek megfelelően elkészített Biztonsági Rendszerterv) funkcionális követelményeinek, s ezáltal hatásosak-e a termék vagy rendszer biztonsági céljainak elérésében.
- A termék vagy rendszer biztonsági funkcióit helyesen valósították-e meg.

Az értékelés mind a fejlesztő, mind a felhasználó számára hasznosítható, mert:

- az értékelés a termék gondosabb tervezését, fejlesztését és működtetését eredményezheti,
- az értékelés csökkenti az értékelés termékekben vagy rendszerben megmaradó hibák, gyengeségek valószínűségét, és emiatt a kiinduló követelményekre, a fejlesztés folyamatára, a végtermékre (végső rendszerre), vagy a működtetési környezetre is hatást gyakorolhat.

Az alábbiakban összefoglaljuk az IT biztonság megte-remtésében résztvevők feladatait.

*Felhasználó: Védelmi Profil választás (kidolgozás, kidolgoztatás)*

A felhasználónak ki kell választania azt a Védelmi Profil, amely teljesen (vagy leginkább) illeszkedik a saját környezetéhez, illetve követelményeihez, alapvetően meghatározva ezzel a vásárlás vagy fejlesztés alapját.

*Fejlesztő: Biztonsági rendszertervezés, fejlesztés, dokumentálás*

A Common Criteria szerinti folyamatban a biztonsági rendszer fejlesztője választ, vagy konstruál egy Védelmi Profil, mely ezután a teljes fejlesztési folyamatot meghatározza.

Így a fejlesztő kezdettől fogva tisztában van azzal, hogy milyen biztonsági követelményeket kell termékével, rendszerével maradéktalanul kielégítenie a felhasználók által világosan megfogalmazott elvárások érdekében, egyben azzal is, hogy milyen garanciális bizonyítékokat (dokumentációkat, teszteredményeket, fejlesztésre vonatkozó állításokat és a későbbiekre vonatkozó vállalásokat) kell szolgáltatnia arra nézve, hogy terméke a kiválasztott Védelmi Profilnak megfelel. Az ezeknek megfelelő fejlesztői terv (a Biztonsági Rendszerterv) az egész fejlesztés alapjául szolgál, egyben az elkészült termék elsődleges dokumentációját is jelenti.

*Értékelő: A Biztonsági Rendszerterv és a Védelmi Profil összhangjának vizsgálata*

Egy, a felhasználó által kiválasztott Védelmi Profil és a fejlesztő által elkészített Biztonsági Rendszerterv az IT termék (vagy IT rendszer) esetleges biztonsági értékelésének is meghatározó dokumentumai. Minden értékelői tevékenység végeredménye — bármilyen fejlesztői bizonyítékokra, független értékelői vizsgálatokra és ellenőrzésekre alapul is — az az állítás (tanúsítvány) lesz, hogy az adott termék (rendszer) összhangban van-e a kiválasztott Védel-



mi Profillal, kielégíti-e az ebben (és a Biztonsági Rendszertervben) szereplő biztonsági követelményeket.

## 6. TŰZFALAKRA VONATKOZÓ REGISZTRÁLT VÉDELMI PROFILOK

Az alábbiakban három — már regisztrált — Védelmi Profil néhány lényeges részletét ismertetjük röviden. Mindhárom tűzfalakra dolgozták ki. Vázlatos bemutatásukkal és összehasonlításukkal nem elsősorban a tűzfalakkal kapcsolatos — napjainkban igen aktuális — kérdéskört kívánjuk részletesen tárgyalni, hanem szemléltetni szeretnénk a Common Criteria elveinek megfelelően kidolgozott Védelmi Profilek felépítését, tartalmát, valamint az ebben szereplő — már korábban említett — felhasználó, fejlesztő és értékelő közötti felelősség- és feladatmegosztást, elsősorban a felhasználó szemszögéből.

A három regisztrált Védelmi Profil az alábbi:

- *PF*FW (*Packet Filter FireWall*) [6]: csomagszűrő tűzfal,
- *GF*W (*USA Government FireWall*) [7]: szekció-orientált tűzfal,
- *AG*FW (*Application Gateway FireWall*) [8]: alkalmazás-kapu tűzfal.

Mindhárom Védelmi Profil az alábbi elkülönülő részeket tartalmazza:

- a Védelmi Profil bevezetése (azonosítás, összefoglalás),
- az Értékelés Tárgyának, vagyis magának a terméknek, illetve rendszernek a leírása,
- a biztonsági környezet, azon belül:
  - a veszélyek (ismert és feltételezett fenyegetések, ami ellen akár az Értékelés Tárgya, akár a biztonsági környezet fellép),
  - a biztonságos használat feltételei (beleértve a fizikai, személyi és összeköttetési szempontokat),
  - a szervezeti biztonságpolitika (amit az Értékelés Tárgyának érvényre kell juttatnia),
- a biztonsági célok (IT és nem-IT biztonsági célok),
- az IT biztonsági követelmények,
- felhasználási megjegyzések,
- indoklások (a biztonsági célok és a biztonsági követelmények ésszerű magyarázata).

Sokszor már a „Védelmi Profil bevezetése” és az „Értékelés Tárgyának leírása” részek tanulmányozásával eldönthető, hogy a konkrét felhasználói problémára szóba jöhet-e egyáltalán az adott Védelmi Profil alkalmazása.

### 6.1. A Védelmi Profil bevezetése

Ebből a részből megtudható, hogy (a példánkban szereplő) Védelmi Profil milyen tűzfalra vonatkozik. Lényegében hasonló módon mindegyik definiálja a tűzfal fogalmát és bemutatja tipikus elhelyezkedését a védendő hálózat és a külvilág között. Ezen belül:

- a *PF*FW Védelmi Profil a hálózati (szállítási szintű csomagszűrő) tűzfalak működési koncepcióját írja le,
- a *GF*W a tűzfalak széles körére alkalmazható (pl. különböző platformokon lévő alkalmazás-kapuk és csomagszűrők kombinációi), mely még a felhasználói hitelesség megadására is képes lehet,
- az *AG*FW egy olyan tűzfalat ír le, amely felhasználói szinten ellenőrzi a hálózati erőforrásokhoz való hozzáférést.

## 6.2. Az Értékelés Tárgyának leírása

Ebből a részből további, a Védelmi Profil egészére vonatkozó ismereteket szerezhet a felhasználó. Az alábbiakban idézünk a három Védelmi Profilekből, a jellemző részeket kiemelve.

### *PF*FW

„A tűzfal így hozzáférés ellenőrzést biztosíthat a hálózatok között továbbított csomagok alapján. ... Ez a Védelmi Profil a hálózati/szállítási szintű csomagszűrő működési koncepciót írja le. Példa lehet rá egy olyan tűzfal, amely biztonsági döntéseket hajt végre az IP és a TCP fejrészek információja alapján (pl. a forrás címe és port).”

### *GF*W

„A tűzfal így hozzáférés ellenőrzést adhat a különböző hálózatokban lévő számítógépek között, akár a protokoll fejének információja, akár a felhasználóra vonatkozó információ (amikor elérhető), akár mindkettő alapján. A tűzfal olyan számítógépes eszköz(ök) (azaz routerek vagy számítógépek), amelyeket a hálózati tartományok fizikai szétválasztására használnak.

Egy példa lehet az olyan tűzfal, amely a biztonsági döntéseket az IP és TCP fejlécek alapján (pl. forrás cím és port) együttesen hajtja végre és képes a felhasználói hitelesség megadására. A több platformon futó tűzfal alkalmazásokat egy sajátos platformon kell értékelni az ezen profilban felállított követelményeknek való megfelelés szempontjából, beleértve mind a hardvert, mind a szoftvert.”

### *AG*FW

„Az Értékelés Tárgya egy alkalmazás-kapukat (használatuk még a proxy megnevezést is) tartalmazó Internet tűzfal.

Egy sok számítógépet (host-ot) tartalmazó hálózatot nehéz kezelni, menedzselni. Ha bármelyik gépet nem megfelelően konfigurálták, vagy bármelyik számítógépnek van egy sebezhető, betörést lehetővé tevő pontja, akkor potenciálisan az egész hálózat sebezhető.

A tűzfalat használhatják az egyik hálózatból a másikhoz történő hozzáférés korlátozására. Általában nincs szükség arra, hogy bármilyen bizalom legyen egy hálózat részéről egy másik felé. Ebben az esetben a szóban forgó környezetről feltesszük, hogy a tűzfal egyik oldalán egy privát (nem nyilvános) hálózatot tartalmaz és egy külső (feltételezhetően ellenséges) hálózatot a másikon. A tűzfal szerepe a külső hálózatból a privát hálózathoz való hozzáférés ellenőrzése.

Feltesszük, hogy a privát és a külső (ellenséges) hálózatok közötti kapcsolatot alapvetően a privát hálózat felhasználói számára hozták létre. Azonban célszerű korlátozni a privát hálózatból a külső hálózathoz való hozzáférést azért, hogy korlátozzák a privát hálózat támadási felületét.

Azt is feltesszük, hogy igény van a külső (ellenséges) hálózatból a privát hálózathoz való korlátozott hozzáférésre. Az ilyen hozzáférést úgy kell megvalósítani, hogy az ne tegye a privát hálózatot sebezhetővé.”

## 6.3. A biztonsági környezet

### 6.3.1 Veszélyek

Ennek a résznek a legfontosabb része azon fenyegetések felsorolása, melyet az adott Védelmi Profileknek megfelelni akaró termékeknek ki kell tudniuk védeni.



Ebben a részben a Védelmi Profil szerzői által a tervezés során elvégzett, majd a regisztrációba vételkor lefolytatott értékelés során ellenőrzött, a CC szellemének és technikai apparátusának megfelelő kockázat-elemzés végeredményét kapja kézhez a Védelmi Profil olvasója: mik azok a legfontosabb fenyegetések, melyek az adott helyzetben fontosak, kivédhetők és IT eszközökkel kivédendők.

A mindhárom Védelmi Profil által kivédendőnek megnevezett (felvállalt) fenyegetések egyik csoportjában külső személyek különböző módon támadják a belső hálózatot, annak szolgáltatásait (közvetlenül a szolgáltatások támadásával, vagy a belső hálózathoz tartozás színlelésével). A kivédendő speciális fenyegetések azoktól a protokolloktól függenek, melyeknek a tűzfal megengedi az áthaladást. Egy olyan szolgáltatásra, amit nem lehet a belső hálózaton kívülről elérni, nem hat ilyen fenyegetés.

Ezen a ponton teljes az ellenérdek biztonság és szolgáltatás között, a kivédhető fenyegetések és az érvényesíthető szervezeti biztonsági elvek között. Minél több belső szolgáltatást akarnak kívülől elérhetővé, illetve külső szolgáltatást belülről elérhetővé tenni, annál több fenyegetés ellen kell fellépni, annál nagyobb a veszélye, hogy ez nem mindig sikerül. A legtökéletesebb biztonság a belső hálózat teljes izolálása, pl. az Internet használat kizárása. A lehető legrugalmasabban pedig akkor lehet egy szervezet biztonságpolitikáját kialakítani, az Internet-es világ kimeríthetetlen lehetőségeit kihasználni, ha semmilyen korlátozás, tilítás nem nehezíti. Ez nyilván a biztonság teljes elvesztésével jár együtt. Egy szervezet biztonságáért és informatikai fejlődéséért egyaránt felelős személyeknek, vezetőknek e két szempont között kell a megfelelő arányokat megtalálni, melyhez a tűzfalakkal kapcsolatos választás, rendszerbeállítás egy fontos lépés lehet.

A fenyegetések másik csoportjába olyan (szintén kivédendő) támadások sorolhatók, melyek a tűzfalon áthatolva, annak védelmi mechanizmusát kikerülve, vagy becsapva megtámadják a védett hálózatot.

Önálló fenyegetésként kezeli mindkét Védelmi Profil annak veszélyét, hogy hiányosság léphet fel a nyomkövetési napló áttekintésénél.

A felvállalt fenyegetésekben a döntő különbségek az alábbiak:

#### *PFFW*

A PFFW által biztosított hozzáférés ellenőrzés csak a csomag szinten elérhető információ alapján (pl. hálózati címek), a csomagszűrő tűzfalak nem vizsgálják a csomagok tartalmát.

Ennek alapján a csomagszűrő tűzfalak képesek elhárítani az alábbi speciális fenyegetéseket:

- egy külső hálózathoz tartozó azt színleli, hogy a belső hálózathoz tartozik,
- egy külső hálózathoz tartozó számára nem engedélyezett belső szolgáltatást akar igénybe venni.

Ha egy adott szolgáltatást egy külső felhasználónak csak meghatározott azonosítási és hitelesítési eljárások sikere esetén szabad engedélyezni, akkor ezen alkalmazás szintű azonosítás és hitelesítés meghaladja a csomagszűrők hálózati (szállítási szintű) szűrési lehetőségeit.

Következésképpen a PFFW Védelmi Profilnak megfelelő tűzfalak képesek lehetnek bizonyos szolgáltatás-  
hozzáférés teljes megtagadására, de ha egyszer egy csoma-

got átengednek, akkor a megcélzott szolgáltatások elleni támadások lehetségessé válnak.

#### *GFW*

A GFW további fenyegetettségek ellen is képes fellépni, a felhasználó azonosításának és hitelesítésének bizonyos támogatásával, illetve a csomagok tartalmának korlátozott vizsgálatával. Képes például megkülönböztetni szekcióorientált szolgáltatások esetében (melyek támogatják a felhasználóval való kölcsönhatást, mint pl. a Telnet, FTP, illetve a WWW szolgáltatások) a még nyitott vagy a már lezárt kommunikációs csatornákat, s ezzel megakadályozhat olyan támadásokat, amelyeknél egy támadó egy hiteles felhasználó korábbi kommunikációs csatornáját használja megszemélyesítésre.

#### *AGFW*

Az AGFW (a másik két Védelmi Profiltól eltérő módon) képes védelmet nyújtani a magas szintű protokollokra és szolgáltatásokra irányuló kifinomult támadások jelentős része ellen is, felvállalva az alábbi veszélyek kivédését.

- F1.* Egy külső támadó megpróbálhat kapcsolódni más szolgáltatáshoz, mint amit kifejezetten elérhetőnek szántak számára.
- F2.* Egy támadó kiaknázhhatja a szolgáltatásokat megvalósító protokollok helytelen használatát.
- F3.* Az ellenséges hálózat felől a támadó hibákat fedhet fel a szolgáltatások megvalósításában és így hozzáférhet a számítógépekhez vagy más szolgáltatásokhoz.
- F4.* Az ellenséges hálózat felől támadó kiaknázhhat egy, a belső hálózat egyik gépének nem biztonságos (a hálózat biztonságpolitikájával nem összhangban levő) konfigurálásából származó hibát.
- F5.* A támadó egy adminisztrátor megszemélyesítése által hozzáférést nyerhet a tűzfalhoz.

A nem felvállalt fenyegetésekben nincs érdemi különbség. Egyetlen Védelmi Profil sem vállalja fel az alábbi fenyegetéseket (a működési környezet által, ügyrendi eszközökkel megoldandó feladattá minősítve ezeket):

- gondatlan, szándékosan hanyag, esetleg ellenséges rendszeradminisztrátorok valamely tevékenységgel vagy tevékenység elmulasztásával megsértik a hálózati biztonságpolitikát (ez ellen a legtöbb IT rendszerben nincs védelem),
- a védett hálózat jogosult, de ellenséges felhasználói a védett hálózathoz tartozó belső gépeket támadják meg (a tűzfal nem védhet olyan támadás ellen, amely rajta keresztül se halad),
- a védett hálózat jogosult, de ellenséges felhasználói (a tűzfal „mögött”) jogtalanul információt akarnak küldeni egy külső hálózat felhasználójának (mindhárom Védelmi Profil a belső hálózat tagjait igyekszik védeni a külső hálózat felől érkező támadásoktól, s nem a fordított irányú folyamatot támogatja).

Az alábbi, az AGFW által nem vállalt fenyegetés tulajdonképpen nem elhatárolódás, hanem felvállalás a másik két Védelmi Profilhoz képest:

*FK5.* Külső támadók új, előzőleg ismeretlen támadási módszereket fedeznek fel.

A PFFW és GFW Védelmi Profiloktól eltérően az AGFW felvállalja az ismertté vált magas szintű protokollokra és szolgáltatásokra irányuló kifinomult támadások el-



leni védelmet is. FK5. lényegében azt a tényt rögzíti, hogy rendkívüli dinamikusan változó szakmai közegben — ahol folyamatosan jelennek meg, terjednek el új szolgáltatások, ahol a régiek is folyamatosan bővülnek, fejlődnek, s végül ahol ezek állandó támadási kísérleteknek vannak kitéve — az ezen Védelmi Profilnak megfelelő tűzfalak csak a már ismertté váló támadások, kihasználható gyengeségek kivédését célozzák (célozhatják) meg. (FK5. fontos következményeként az ilyen tűzfalak használata esetén folyamatosan szükség van az egyes szolgáltatásokra vonatkozó fenyegetések nyomon követésére, az alkalmazott konfiguráció átnézésére, a változó fenyegetéseknek megfelelő folyamatos módosításra. Lásd még a később tárgyalt, a biztonságos használatra vonatkozó FH6. számú feltételt is.)

### 6.3.2. A biztonságos használat feltételei

A biztonságos használat különböző feltételeinek pontos, az előbb tárgyalt fenyegetésekkel harmonizáló meghatározása a Védelmi Profil tanulmányozó felhasználó számára a hasznosítható segítség második döntő eleme.

A biztonságos használatra vonatkozó feltételezéseknek kell az IT termék vállalásaival együtt (a megnevezett, kivédésre felvállalt fenyegetésekre vonatkozóan) minden

releváns fenyegetést megnyugtató módon kivédeniük, vagy ésszerű, még elviselhető, vállalható maradvány-kockázati szint alá csökkenteniük.

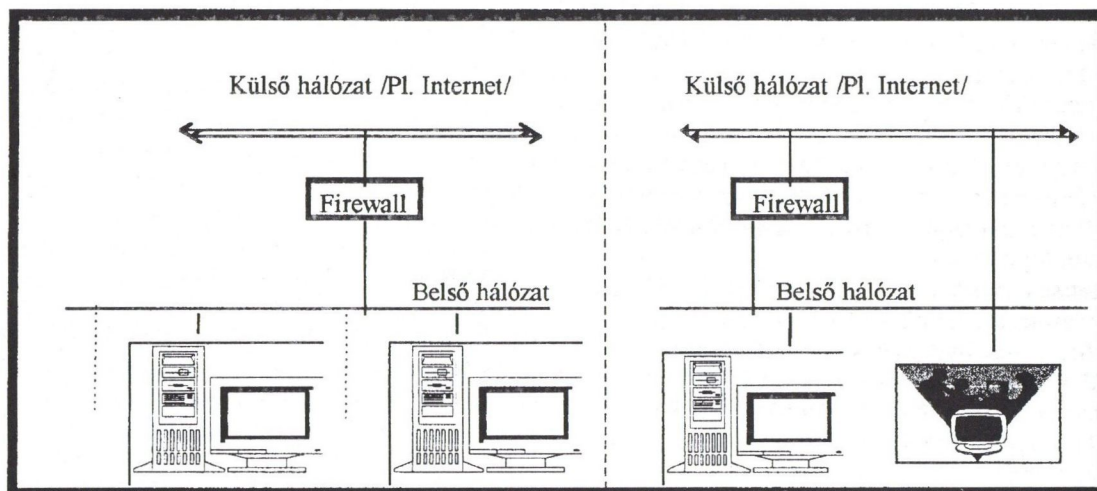
Az ellenkező oldalról megismételve a fenyegetéseknél már áttekintett „fenyegetés kivédés felvállalása — feltételezések, feltételek támasztása” felelősség-megosztási sémát, a biztonságos használat környezeti feltételeinek alábbi két csoportját különböztethetjük meg:

- olyan fenyegetések, melyek kivédhetők lennének egy IT termékkel is, de amennyiben a környezeti feltételek ezt lehetővé teszik, nincs szükség egy bonyolultabb, s így nyilván lényegesen drágábban beszerezhető, s vélhetően nehezebben működtethető termékre,
- olyan fenyegetések, melyeket csak ügyrendi, szervezési, személyzeti eszközökkel lehet kivédeni.

Az alábbiakban a feltételezések szempontjából tekintjük át a három Védelmi Profil hasonlóságait, különbségeit.

#### Összekötetési feltételek

Mindhárom Védelmi Profil azonos módon feltételezi, hogy a tűzfal lesz az egyetlen kapcsolati pont a hálózatok között! (Ez rendkívül fontos, nagy rendszerekben sokszor nem teljesülő feltétel, mely komoly veszélyforrásokat hozdozhat.)



3. ábra. A Védelmi Profilnak megfelelő megengedett és nem megengedett kapcsolódások

#### Személyi feltételek

Az adminisztrátorokról mindhárom Védelmi Profil egyélesen feltételezi a megbízhatóságot (azaz felteszik, hogy nem ellenségesek és megbízhatóan végrehajtják feladataikat).

Mindhárom típusú tűzfalat alapvetően arra tervezték, hogy tűzfalként viselkedjen, s nem arra, hogy a belső vagy külső hálózat felhasználói számára további szolgáltatásokat biztosítson (pl. login). Mégis a felhasználónak biztosított szolgáltatások szempontjából van különbség: amíg a PFFW nem ad semmilyen felhasználói szolgáltatást semmilyen hálózati felhasználónak, addig az AGFW és a GFW korlátozott mértékben nyújt szolgáltatásokat a hálózati felhasználóknak. A GFW a felhasználóra vonatkozó azonosítási és hitelesítési szolgáltatást, míg az AGFW proxy hitelesítés alkalmazást szolgáltat.

#### Fizikai feltételek

Mindhárom Védelmi Profil feltételezi, hogy a tűzfalhoz való fizikai hozzáférés ellenőrzött, biztonságos, s az adminisztrátor személyére korlátozódik!

#### A transzparencia tekintetében érdemi a különbség:

- A PFFW esetében a tűzfal nem követeli meg sem a belső, sem a külső hálózaton működő eszközök (pl. szoftver alkalmazások, hardver) megváltoztatását.
- A GFW és az AGFW Védelmi Profilnál — elsősorban a felhasználó azonosítása és hitelesítése miatt — nem lehetséges a transzparencia megőrzése. A hitelesítést megoldó proxy-k megkövetelhetik, hogy minden, a tűzfalon keresztül kommunikáló gépen módosított kliens és szerver programok fussanak.

Érdemi különbséget mutat a csak az AGFW Védelmi Profil által megkövetelt alábbi feltétel is:

FH6. feltétel. A tűzfal konfigurációját rendszeresen át kell tekinteni, hogy biztosítsák, hogy a konfiguráció folya-



matosan kielégíti a szervezet biztonsági céljait tekintettel a következőkre:

- változások a tűzfal konfigurációjában (akármilyen okból),
- változások a biztonsági célokban,
- változások az ellenséges (külső) hálózat által jelentett fenyegetésekben,
- változások a számítógépekben és a privát (belső) hálózat által az ellenséges (külső) hálózat számára elérhetővé tett szolgáltatásokban.

A feltételezések tehát összességében hasonlóak a három Védelmi Profilban. Az egyik érdemi különbség az alkalmazás-kapukat definiáló két Védelmi Profil (felhasználót, vagy proxy-t) hitelesítő szolgáltatásában van (a PFFW-ben ilyen nincs), a másik pedig az AGFW konfigurációjának rendszeres áttekintésében, s a bekövetkezett változásokhoz való folyamatos igazításában van. Ezek a különbségek lényegiek, az adott Védelmi Profil jellegéből következnek.

### 6.3.3. Szervezeti biztonságpolitika

Egy szervezet biztonságpolitikája (biztonságra vonatkozó elveinek összessége) azt is meghatározza, hogy a szervezet gépeihez milyen mértékben, milyen szolgáltatásokra vonatkozóan engedi meg a külső hozzáférést (mint ahogy ezt megteszik a belső, egymás közötti hozzáférésekkel kapcsolatosan is).

Mindhárom Védelmi Profilnak megfelelő tűzfalról elmondható, hogy:

- különböző szervezeti biztonsági elvek érvényre juttatására is felhasználható, konfigurálható (maguk a Védelmi Profilok csak egy általános biztonságpolitikára utalnak, konkrét példákat nem adnak meg);
- rugalmasan változtatható, ahogy a szervezet biztonságpolitikája változik;
- képes egy lokális hálózaton mind a bemenő, mind a kijövő forgalom áramlására vonatkozó korlátozások érvényesítésére. A forgalmat engedélyezheti, blokkolhatja (esetleg átírányíthatja) a rendelkezésére álló információ alapján.

A különbségek az alábbi elhatárolódásokkal szemléltethetők:

- A PFFW kihangsúlyozza, hogy egy konkrét, szervezeti biztonságpolitika csak a csomag szinten elérhető információon alapulhat (pl. hálózati címek), valamint a csomagok tartalmának vizsgálata nem követelmény.
- Az AGFW kihangsúlyozza, hogy a konkrét szervezeti biztonságpolitika a felhasználói szinten elérhető információkon is alapulhat, ugyanakkor az ennek megfelelő tűzfal nem érvényesít információáramlással kapcsolatos politikát: a tűzfal ellenőrizheti a szolgáltatásokhoz való hozzáférést, de ha egyszer a kapcsolat létrejött, a szolgáltatás során az információ áramlás irányát nem ellenőrzik. (Például szabályozható, hogy mely belső számítógépek adhatnak egy FTP szolgáltatást a külső hálózatnak, de a tűzfal nem ellenőrzi a GET és PUT műveleteket.)
- A GFW kihangsúlyozza, hogy csak olyan szervezet biztonságpolitikáját képes hatékonyan támogatni, ahol érzékeny, de nem titkos információt dolgoznak fel, vagy ahol az elkülönített hálózatokban az összes feldolgo-

zandó információ minősítési fokozata azonos. Nem arra szánták, hogy védelmet nyújtson többszintű (különböző minősítésű fokozatú információt együttesen tartalmazó) környezetben.

A szervezeti biztonságpolitika helyi kialakítását központilag nem lehet segíteni, a Védelmi Profilban már nem lehet ezt jobban részletezni. A helyi biztonságpolitikát minden felhasználói környezetben testre szabottan, az ottani konkrét viszonyokat, igényeket, lehetőségeket jól ismerő, egyben a hatékony és üzembiztos működésért, valamint a biztonságért egyaránt felelős személyeknek, vezetőknek kell kialakítaniuk.

### 6.4. A Védelmi Profil további részei

A Védelmi Profil további részei (a biztonsági célok, az IT biztonsági követelmények, felhasználási megjegyzések és az indoklások) már nem elsősorban a felhasználónak, hanem a fejlesztőnek, értékelőnek nyújtanak segítséget.

A két legterjedelmesebb további rész — a Biztonsági Célok és a (funkcionális) IT Biztonsági Követelmények — lényegében egy jól kidolgozott technika alkalmazásával magas színvonalon lebontott következményei a már átnézett elemeknek (fenyegetések, feltételezések, szervezeti biztonságpolitika). (Ha meghatároztuk, hogy milyen veszélyekkel szemben és milyen feltételek, feltételezések között mit akarunk megvalósítani, akkor ebből levezethető, hogy milyen biztonsági célok elérése válik szükségessé, s azt milyen funkcionális biztonsági követelmények teljesítésével lehet elérni.) A Védelmi Profil biztonsági célokra és követelményekre vonatkozó részei inkább az IT termék fejlesztőjét és értékelőjét érdekli, hisz elsősorban őt segíti, vezeti munkájában. Amennyiben a felhasználó kellő garanciákat kap arra nézve, hogy egy adott termék megfelel az általa kiválasztott Védelmi Profilnak, akkor ezen további részek akár figyelmen kívül hagyhatók egy felhasználó számára. Az utolsó, hangsúlyosan a felhasználó kompetenciájába tartozó kérdés éppen ezen garancia (a termék és a Védelmi Profil megfeleléséről) mértékének meghatározása, érvényesítése, és az ebből adódó következmények vállalása lesz.

## 7. A BIZTONSÁGI ÉRTÉKELÉS MÓDSZEREIRŐL

Mottó: Jobb ma egy jó terv, mint holnap egy tökéletes. (Patton „törvénye”)

A jövőben a felhasználók részéről várhatóan nagy igény jelentkezik az alkalmazásra kiválasztott (már értékelt) termékek, illetve rendszerek biztonsági használatának értékelésére, az installációs, konfigurációs, környezeti követelmények teljesülésének értékelésére.

Várhatóan széles körben jelentkezik majd igény értékelt termékek nagyobb rendszerbe integrálása során a teljes rendszer (esetleg nem értékelt speciális alkalmazásokkal) komplex CC szerinti értékelésére.

Az értékelés hagyományos értelemben a termék (informatika)biztonsági megbízhatóságáról garanciák (biztosítékok) szerzése.

A Védelmi Profil értékelésénél az értékelőknek vizsgálni kell a Védelmi Profilban meghatározott:

- biztonsági környezetre,
- biztonsági célokra, valamint a
- biztonsági követelményekre vonatkozó részeket.



Journal on  
communications  
computers  
convergence  
contents  
companies

# ADVERTISING OPPORTUNITIES You can book

for a single issue  
for half year  
or for one year  
color pages

**on**  
systems & solutions  
software & hardware  
components & companies  
conference & events  
products & activities  
services & devices  
markets competition

contact to: **typotex** Kft. H-1024 Budapest,  
Retek u. 33-35. Tel./fax: 36-(1)316-3759;  
www.vision.enet.hu/typotex;  
e-mail: typotex@euroweb.hu

**híradástechnika**  
VOLUME XLIX  
**1998/1-2**



# MULTIMÉDIA

AMITŐL A SZÁMÍTÓGÉP NEM CSAK EGY MUNKAESZKÖZ . . .

## Hangkártyák

- SB Pro kompatibilis	3.750 Ft
- Creative SB 16	7.375 Ft
- Creative AWE 64	15.125 Ft

## Hangszórók

- 100W (PMPO)	4.500 Ft
- 200W (PMPO)	7.500 Ft
- 300W (PMPO) Bass Reflex	13.625 Ft

## 3D gyorsítók

- Diamond Viper 330 3D	21.500 Ft
- Diamond Fire GL1000	33.125 Ft
- Diamond Monster 3Dfx	26.000 Ft

## TV Tunerek

- miroPCTV OEM	22.500 Ft
- miroPCTV DeLuxe	24.875 Ft
- miroPCTV Pro OEM	31.875 Ft

## CD ROM-ok

- 24x Panasonic	14.125 Ft
- 24x SONY	14.375 Ft
- 32x Sanyo	16.125 Ft

## DVD ROM-ok

- Pioneer DVD-R	28.750 Ft
- Hitachi GD-2000 2x DVD	57.500 Ft
- Diamond DVD kit	81.250 Ft

*Az árak tartalmazzák a 25% áfá-t valamint az 1 év garanciát!  
Az árváltoztatás jogát fenntartjuk!*



## Rufusz M2 Multimedia 3Dfx PC

Butterfly TX 512 alaplapp, Intel 200MHz MMX processzor  
32 MB SD RAM, 3.2 GB Quantum FireBall HDD  
15" Axion sVGA monitor, S3 Virge DX 2MB  
Diamond 3Dfx Voodoo 4MB, Creative Labs. SB16  
1.44 MB FDD, 24x Panasonic CD-ROM  
Mini torony, 104 gombos billentyűzet, MS kompatibilis egér  
100W (PMPO) Multimedia hangszugárzó

**A konfiguráció ára: 195 125 Ft**

*(Az ár tartalmazza a 25% forgalmi adót és az 1+2 év garanciát)*

## Cégünk a következő szolgáltatásokkal áll ügyfelei rendelkezésére:

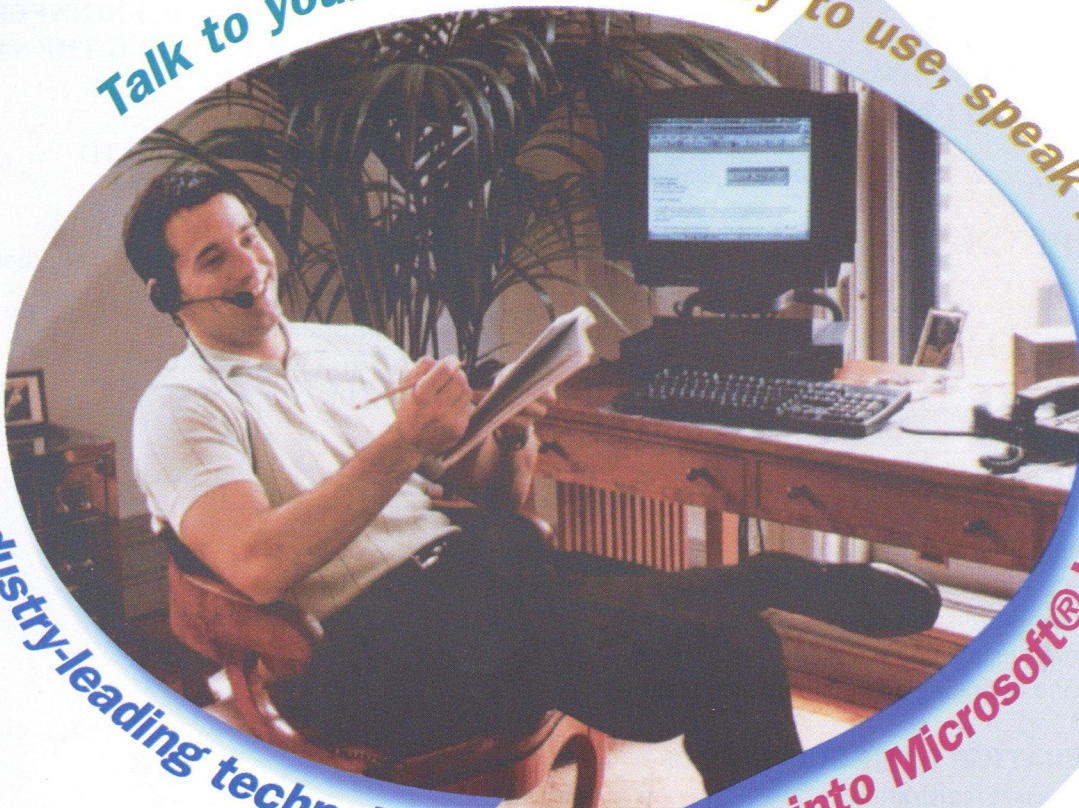
- Előzetesen tesztelt, minőségi számítógép alkatrészek forgalmazása
- A felhasználó igényeinek megfelelő konfigurációk összeállítása
- Szoftverek forgalmazása minden alkalmazási területre
- Komplet konfigurációk vásárlása esetén kedvezményes árú OEM szoftver telepítése
- Számítógép hálózatok tervezése, kivitelezése, már meglévő hálózatok felújítása, fejlesztése, felügyelete, karbantartása
- Komplet, testreszabott kulcsrakész informatikai rendszerek (e-mail, fax, Internet) tervezése, telepítése
- Számítógépek korszerűsítése, bővítése, javítása szakszervizünkben
- Adatok archiválása HDD-ről, CD ROM-ról
- Matáv Internet előfizetések forgalmazása (azonnali aktiválással)

**!! Ezen újság felmutatója 1998 szeptember 1-ig 3% kedvezményt kap üzletünkben történő vásárlásakor !!**



**Includes Headset  
Microphone!**

**IBM**



**Talk to your computer • Easy to use, speak normally**

**Industry-leading technology**

**Dictate directly into Microsoft® Word**

# ViaVoice™

*IBM Voice Dictation for Windows® 95 and Windows NT® 4.0*





### **Address and contact possibilities:**

**TKI NETWORK LTD**

**H-1142 BUDAPEST**

**Ungvar u. 64-66, HUNGARY**

**Phone/Fax: (+361) 251-9078**

## **COMPLEX ENGINEERING SERVICES FOR TELECOMMUNICATION NETWORK INSTALLATION**

### **1. DESIGNING**

- network designing
- designing microwave links
- selecting sites
- preparing permission plans
- preparing installation plans
- preparing operating and maintenance plans

### **2. CO-OPERATION WITH SUPPLIER**

- storing, asset registration
- storing materials and equipment on site
- domestic supplies
- insurance administration

### **3. INSTALLATION OF**

- site survey, installing indoor and outdoor equipment and antennas
- commissioning, tuning, equipment and link testing
- system inspection
- small and medium capacity digital microwave radios and multiplexes
- SDH microwave radios and multiplexers
- intelligent digital cross connects
- VSAT equipment
- UPS equipment
- containers, towers

### **4. PROGRAM MANAGEMENT**

### **5. TRAINING**

### **6. CARRYING OUT GUARANTEE AND MAINTENANCE TASKS**

### **7. ENSURING MONITORING SYSTEM, OPERATING THE SAME**

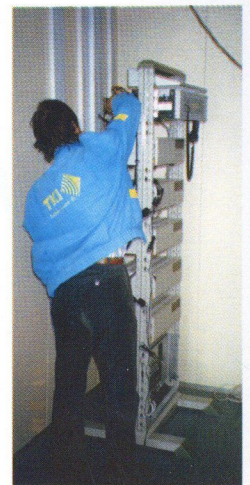
### **8. LABORATORY MEASUREMENTS**

- type inspection in our dedicated laboratory
- minimal tests of equipment and links
- workshop inspection measurements of equipment
- 24 hour climatic inspection measurements
- measuring compliance

### **9. ORGANIZING CIVIL ENGINEERING ACTIVITY, EXECUTING THE SAME**

### **10. REFERENCES:**

- Antenna Hungaria Co. LTD
- Pannon GSM Plc.
- MATÁV-MOTOROLA WILL
- Hughes-Martis WILL, Czech Republic
- ProMonte GSM, Monte Negro
- California Microwave
- Martis Oy
- ELTEK AS





Meg kell különböztetni az *IT biztonsági célokat* és minden lényeges *nem-IT biztonsági célt*.

Az IT biztonsági célokat világosan ki kell mondani, s vissza kell vezetni az IT által védendő, beazonosított fenyegetésekre és/vagy az IT által kielégítendő szervezeti biztonsági elvekre.

Minden nem-IT biztonsági célt világosan meg kell fogalmazni, s vissza kell vezetni a nem-IT környezeti intézkedések által védendő beazonosított fenyegetésekre és/vagy a nem-IT környezeti intézkedések által érvényre juttatandó szervezeti biztonsági elvekre.

Bizonyítékot kell szolgáltatni, mely kimutatja, hogy a biztonságra vonatkozó minden azonosított fenyegetés ellen hatnak a kimondott biztonsági célok.

Ki kell mutatni, hogy minden azonosított fenyegetés ellen hat egy vagy több biztonsági cél, és minden biztonsági elvet kielégít egy vagy több biztonsági cél.

Az értékelési technikák pl. az alábbiak lehetnek:

- művelet(ek) és folyamat(ok) vizsgálata, ellenőrzése;
- az Értékelés Tárgya és a Biztonsági Rendszerterv megvalósítása közötti megfelelés vizsgálat;
- kézikönyvek vizsgálata;
- kifejlesztett funkcionális tesztek és az általa szolgáltatott eredmények vizsgálata;
- független működési tesztelés;
- matematikai bizonyításokkal történő igazolás;
- a sebezhető pontok vizsgálata (beleértve hézagok, hiányosságok feltételezését);
- áthatolás tesztelés.

Az értékelés figyelemmel kísérheti a fejlesztési folyamat menetét is, de jellemzően az elkészült termék értékelését jelenti. Meg kell különböztetni a késztermék értékelését a működő IT termékek, illetve rendszerek biztonságos használatának vizsgálatától. A biztonsági garancia követelmények közül a szállítás és működtetés, valamint az életciklus támogatás részét képező hibajavítás nem vizsgálható teljeskörűen a fejlesztő dokumentációi által (bár bizonyos mechanizmusok a jövőbeni alkalmazások segítésére értékelhetők), de a használt IT rendszer biztonsága mindenképpen külön értékelendő.

Példaként az alábbi jellemző területet említjük:

Az életciklus támogatás magába foglalja

- a fejlesztési biztonságot (a fejlesztőnél a fizikai biztonsági intézkedéseket, ügyrendi biztonsági intézkedéseket, személyzeti biztonsági intézkedéseket),
- a felhasználói életciklus elemzését (termék átvétele, üzembe helyezése, működtetése, hibajavítása, selejtezése), új termékrendelés előkészítésének teljes folyamatát.

Az értékelés jelentős része hagyományos IT értékelési technikákat igényel (dokumentáció-teljesség, funkcionális tesztelés stb.), míg egyes területek speciális szakismeretet, módszereket és eszköztárat igényelnek (pl. a sebezhetőségi pontok vizsgálata, független áthatolás tesztelés).

Az értékelés *sebezhetőségi pontokat* is kimutathat az Értékelés Tárgyában.

Sebezhetőség az alábbi hibákból származhat:

- hibás követelmények,
- hibás konstrukció,
- hibás működtetés.

Egy IT terméken, vagy rendszeren belüli sebezhető pontok feltárása esetén ahol megvalósítható, a sebezhetőséget:

- meg kell szüntetni,
- minimalizálni kell,
- ellenőrizni kell.

## 8. ELVÁRÁSOK AZ ÉRTÉKELÉS EREDMÉNYEIVEL KAPCSOLATBAN

Egy értékelés (pozitív) eredménye várhatóan egy határozott állítás arra vonatkozóan, hogy a termék, vagy rendszer) megfelel az X jelzésű, értékelt Védelmi Profilnak Y garancia szinten.

A CC szigorú terminológiája, módszertana, merev szerkezete, követelményei mind azt szolgálják, hogy teljesüljenek az értékeléssel szembeni általános elvárások, az értékelés

- független,
- objektív,
- megismételhető

legyen, azaz a fejlesztőtől, vásárlói érdekektől (nem biztonsági követelményeitől) független, előre meghatározott követelmények szerinti, más értékelő, más időben megismételve ugyanarra a végeredményre jusson. Ezáltal különböző termékek megfelelése objektíven eldönthető, a termékek összehasonlíthatók, a biztonság széles körben azonosan értelmezhető lesz.

## 9. BEFEJEZÉS

E cikk a Common Criteria 1996-ban kiadott 1.0-ás verziója alapján készült. Az eredeti anyag elolvasható az alábbi címen: <http://csrc.nist.gov/nistpubs/cc>.

A cél olyan áttekintés készítése volt, mely a hazai informatikai szakemberek elsődleges tájékoztatását, a nemzetközi terminológia, eredmények megértését, a hasznosítás segítését szolgálja.

A hazai felhasználóknak és a fejlesztők többségének is a tervezett ITB ajánlás hasznos segédeszköz lehet. Természetesen a Védelmi Profilok, Biztonsági Rendszertervek valamint az IT biztonsági termékek és rendszerek) értékelőinek az ajánlásnál mélyebben kell megismerniük a CC gyakorlatát.

Megpróbáltuk a CC terminológiában nem jártas — ugyanakkor az IT biztonság fogalomkörében otthonosan mozgó szakértő — olvasó számára a felhasználó szemszögéből szemléltetni a Védelmi Profilok közötti választási technikákat, gondolatmenetet.

E részben a mai hazai IT használók biztonsági szempontból legizgalmasabb eszközét a firewall-t vettük példának. Különböző firewall-okat hasonlítottunk össze, és vizsgáltuk, hogy más és más felhasználói feladatok és feltevételek mellett hogyan tud a CC objektív segítséget adni a megfelelő termék kiválasztásában, milyen garancia szinten érdemes (és melyeken nem) kiértékelni a terméket az adott situációban, és végül, hogy ez milyen változásokat jelent a fejlesztő számára az elvégzendő feladatok, a termék specifikációja (és ezen keresztül ára) tekintetében.

Megjegyzés: A CC 1.0 verziójának továbbfejlesztése folyamatban van. A tervek szerint 1998. első felére várható a 2.0. verzió megjelenése. Várható új Védelmi Profilok publikálása is, melyek megismerése folyamatos feladat.



- [1] *Trusted Computer Systems Evaluation Criteria*, US DoD 5200.28-STD, December 1985.
- [2] *Information Technology Security Evaluation Criteria*, Version 1.2, Office for Official Publications of the European Communities, June 1991.
- [3] *Canadian Trusted Computer Product Evaluation Criteria*, Version 3.0, Canadian System Security Centre, Communications Security Establishment, Government of Canada, January 1993.
- [4] *Federal Criteria for Information Technology Security*, Draft Version 1.0, (Volumes I and II), jointly published by the National Institute of Standards and Technology and the National Security Agency, US Government, January 1993.
- [5] Common Criteria for Information Technology Security Evaluation, CCEB-96/011m 1996. Version 1.0
- [6] *Packet Filter FireWall*: csomagszűrő tűzfal
- [7] *USA Government FireWall*: szekció-orientált tűzfal
- [8] *Application Gateway FireWall*: alkalmazás-kapu tűzfal, <http://csrc.nist.gov/nistpubs/cc/pp/pplist.htm#firewall>, [http://www.radium.ncsc.mil/tpep/library/protection\\_profiles/index.html](http://www.radium.ncsc.mil/tpep/library/protection_profiles/index.html)

## COMMON CRITERIA: THE NEW INTERNATIONALLY ACCEPTED SYSTEM OF REQUIREMENTS FOR INFORMATION SECURITY

I. BALÁZS and I. SZABÓ

HUNGUARD LTD.  
E-MAIL: SZABOI@CS.ELTE.HU

The importance of information security is absolutely obvious for all of the users of information systems in any application. Our computer systems however are in continuous defence position. A lot of serious attacks are threatening the information systems from the loss of our data files to the intentional destroying, including the external manipulations of the internal data of our own. It is not enough any more the goodwill in this field, professional approach is required. Moreover a lot of money should be spent during the different phases of the life-cycle of the information systems. Devices, evaluation criteria, methods should be elaborated and a lot of discomforts should be introduced in our information system environment to avoid the catastrophic security failures. The introduction of the internationally accepted information security requirements, the adaptation of the international results, the inclusion of the corresponding methodical framework could help effectively the cost/performance optimisation. It could give also value-proportional protection against the professional attacks and generate a high-level confidence of the information security.

On the experimental base of the earlier evaluation methods of national characters (TSEC[1], TSEC[2]) a Common Criteria (CC) method has been developed by the international organisations. The CC, as common system of requirements has been approved. In this contribution the most important terms of the CC are discussed showing typical examples, too. The essential principles of the Protection Profile is explained by using the Firewall descriptions.

In the Hungarian information security market some information technology product does have already specific Protection Profile. As of today in Hungary considerable effort has been made to develop a systematic approach for introducing official nation-wide CC Profiles. However there is not yet well-established method, organisation and responsibility here, how to specify the usual registration requirements and to arrange the controlled procedure necessary to elaborate CC Profiles for a given application. A lot of basic recommendations have been completed in connection with the development work led by the Prime Minister Office Information Bureau. The major aim of this recent work has been to introduce the CC terminology for government related problems, to promote the use of the CC methods in general and also to help the adaptation of the existing international evaluation experiences connected to the CC. This contribution is intended to give a comprehensive overview for the readers of the convergence field not familiar with the recent results of the applied information security.

Keywords: Information Security, Evaluation requirements, Common Criteria, Protection Profile, Security Target, Security Function, Evaluation Assurance Level.

**Balázs István** matematikus egyetemi tanulmányait az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Karán végezte, ahol 1978-ban szerzett matematikusi diplomát. 1983-ban Valószínűség-számítás és matematikai statisztika témában természettudományi doktori fokozatot szerzett, majd tudományos kutatásait folytatva 6 évvel később megszerezte a matematikai tudomány kandidátusa címet. Több évtizede foglalkozik az informatika-biztonság elméleti és gyakorlati kérdéseivel. A HUNGUARD Kft. keretében informatikai rendszerek megbízhatóságának auditálásával is foglalkozik.

**Szabó István** matematikus, egyetemi tanulmányait az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Karán végezte, ahol 1971-ben szerzett matematika-fizika tanári, 1973-ban matematikusi diplomát. 1981-ben algebrából természet-tudományi doktori fokozatot szerzett, majd tudományos kutatásait folytatva 8 évvel később megszerezte a matematikai tudomány kandidátusa címet. Több évtizede foglalkozik az informatika-biztonság elméleti és gyakorlati kérdéseivel. Az ELTE TTK-n elméleti matematikusokat és programtervező matematikusokat tanít. A HUNGUARD Kft. keretében informatikai rendszerek megbízhatóságának auditálásával is foglalkozik.



# A KONVERGENCIA ÉS A TÁVKÖZLÉSSZABÁLYOZÁS

JUTASI ISTVÁN

SYSTEM INVESTMENT TELECOM KFT.  
1125 BUDAPEST, BÉLA KIRÁLY ÚT 30/B

SCHMIDEG IVÁN

HÍRKÖZLÉSI FŐFELÜGYELET  
1015 BUDAPEST, OSTROM U. 23-25.

A Híradástechnika 1997 decemberi számában a „Quo vadis, távközlésszabályozás?” cikk záró gondolataihoz lehet csatlakoztatni az Európa Bizottság 1997 december 3-án Brüsszelben kiadott dokumentumát, melynek címe: „ZÖLD KÖNYV a távközlési, média és információtechnológiai szektorok konvergenciájáról és ennek szabályozási kihatásairól az információs társadalom felé haladás szempontjából”. Ez a Zöld Könyv arra az Európa szerte felerősödő vita iránti igényre reagál, amelyet a konvergencia váltott ki. A Zöld Könyv jelen állapotában szándékosan kérdésfelvető jellegű. Elemzi a problémákat, megállapítja a lehetőségeket és kérdéseket tesz fel nyilvános véleményezésre. Ebben a szakaszban nem foglal állást és nem von le következtetéseket. A feltett kérdésekre az Európa Bizottság választ vár a tagországok szakértőitől egy öthónapos nyilvános társadalmi vita keretében 1998 április végéig, majd a vita eredményeiről 1998 júniusában egy közleményt fog kiadni. Az európai országok visszhangjára jellemző, hogy előzetes adatok szerint több mint 43 ezer látogatója volt a Konvergencia Web lapjának és a látogatók nagy része az anyagot le is töltötte. Szintén előzetes adat, hogy a kérdésekkel kapcsolatban 236 észrevétel és válasz érkezett. A Európa Tanács és az Európa Parlament még 1998-ban a témára vonatkozó határozatokat fog hozni, amelyekre reagálva az Európa Bizottság 1998 végére elkészíti a Konvergencia Intézkedési Tervet.

Úgy gondoljuk, hogy a Zöld könyvben felvetett kérdések megismerése és elemzése nálunk is aktuális és a Híradástechnikai Tudományos Egyesületet, mint e téma felkarolóját képzeltük el. Ennek megfelelően a HTE Távközlési Klubja 1998. június 11-én tartotta összejövetelét, amelynek címe „A konvergencia és a távközlésszabályozás” volt.

A nyitó előadást Dr. Schmideg Iván tartotta. Két felkért hozzászóló – Jutasi István és Dr. Tormási György – segítette a kép teljessé tételét. Dr. Sallai Gyula vezette a klubnapot. A kialakult élénk vitából és hozzászólásokból látszott, hogy a témaválasztás jó volt, a szakemberek fontosnak tartják, hogy ez az „európai” kérdés a hazai helyzet sajátosságait figyelembe véve kerüljön megvitatásra.

További lépésként a Híradástechnika hasábjain közzé tesszük azokat az ismereteket, amelyek rövid áttekintést adnak a Zöld Könyv alapján a konvergencia fogalmáról és akadályairól, valamint a szabályozás területén jelentkező problémákról és lehetőségekről. Ismertetjük a Zöld Könyvben feltett kérdéseket is, abból a célból, hogy nálunk is, akit érdekel a téma, kifejtthesse véleményét olyan módon, hogy azt eljuttatja az Egyesülethez, ahol a beérkezett vélemények feldolgozásra kerülnek valamelyik munkacsoportban, például a TMMB keretében. Elgondolásunk szerint a téma a Távközlési Klub ülésén is megvitatásra kerülhet, illetve szándékunkban áll, hogy e lap hasábjain a további fejleményekről, így a beérkezett véleményekről és az Európa Bizottság júniusi közleményéről is beszámoljunk.

## 1. A KONVERGENCIA

A távközlési, a média- és az információ-technológiai szektorok egymáshoz való közeledésére általában a konvergencia kifejezést használják, amelynek a leggyakoribb értelmezése: a különböző hálózati platformok azon képessége, hogy a lényegében hasonló fajtájú, különböző szolgáltatásokat átvitelére lehetőséget teremtsenek, az olyan fogyasztási készülékek megjelenése, amelyben a telefon, a személyi számítógép és a televízió együttesen jelen van.

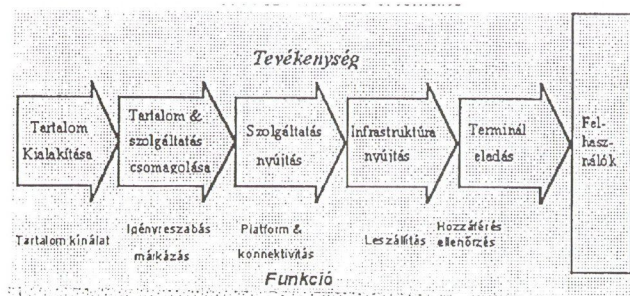
A konvergenciának ez utóbbi értelmezése az egyik leggyakrabban idézett meghatározása a népszerű kiadványokban – ezt a fogalmat a vásárlóval könnyű megértetni és ugyanakkor megvilágítja a távközlési, a számítógép gyártó és a műsorszórás iparok széles fronton vívott küzdelmét, a jövő piaca feletti uralomért. Ezen népszerű kép ellenére mégis a fogyasztási készülékek bármilyen konvergenciájának ma kisebb az esélye, mint a hálózati konvergenciának. A távközlési szolgáltatók már ajánlanak audiovizuális programokat hálózatukon és jelentős szereplővé válnak az Internet hozzáférés nyújtásában, éppen úgy mint a gerinchálózati infrastruktúrában. A műsorszórók adatszolgáltatásokat nyújtanak hálózataikon már néhány éve és ezek a szolgáltatások tovább fognak növekedni a következő egy-két év alatt a rádió és a televízió bővülő digitális átviteli lehetőségének következtében és az interaktivitással való kiegészülés miatt. A kábeltelevíziós szolgáltatók a távközlési szolgáltatások széles tartományát nyújtják, beleértve a te-

lefont is néhány országban és megindult a kábel-modemek telepítése a nagysebességű Internet hozzáférés nyújtásához, kiegészítve a tradicionális televíziós program-elosztási üzletüket. A nyilvánosság számára nyújtott szolgáltatásokon túl, az audió és a videó technológiák terjeszkedése elindult a különhálózatok (corporate networks) „intranet”-jei terén, mint kiegészítő médium a valósidejű információ-elosztás számára.

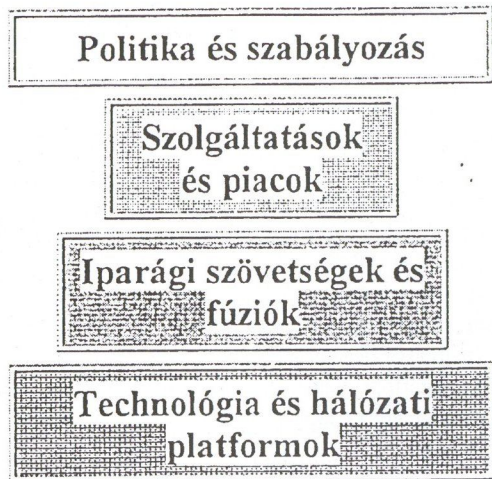
A konvergencia hatására átalakuló ágazati struktúrában kialakuló értékláncot mutatja be az 1. ábra. Mint az ábra mutatja az értéklánc a tartalom kialakítással kezdődik, a tartalom csomagoláson, a szolgáltatás nyújtáson keresztül a fogyasztóhoz való eljuttatásig tart. Az értéklánc hasznos koncepció a cégek és a piacok elemzéséhez a konvergencia fényében. A cégek napjainkban egyre inkább jelen vannak az értéklánc egy vagy több elemében. Vannak, akik azt állítják, hogy a konvergencia irányában való elmozdulás miatt napjaink szereplői közül sokan azt fontolgatják, hogy alaptervékenységükön kívül további tevékenységekkel bővülnek, és azt állítják, hogy ez a trend már látható is bizonyos legújabb fúziók és vállalatvásárlások esetében. A változás lehetősége a konvergencia jelenség eredményeként három különböző szinten figyelhető meg (technológia, iparág, szolgáltatások és piacok), amint ezt a 2. ábra mutatja. Nem tételezhetjük fel automatikusan, hogy az egy adott szinten mutatkozó konvergencia elkerülhetetlenül a konvergencia ugyanolyan fokához vezet más szinteken, és azt sem, hogy a konvergencia a technológiákban, az ipará-



gakban, a szolgáltatásokban és a piacokon szükségképpen egy egységes szabályozási környezet iránti igényhez vezet.

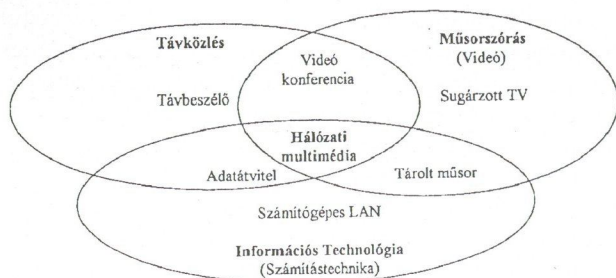


1. ábra. A kialakuló értéklánc



2. ábra. A konvergencia szakaszai

A technológiai konvergencia a digitális technológiák általános alkalmazásán alapul a szolgáltatás nyújtásához társuló rendszereken és hálózatokon a távközlés, a média és az Információs Technológia (IT) egymásba fonódása következményeként, amint ezt a 3. ábra mutatja. A technológiai konvergencia már jelen van és a folyamatos technológiai fejlesztések tovább szilárdítják a folyamatot az értéklánc különböző elemei mentén.



3. ábra.

Az iparági konvergencia látható jegyei azon szövetségek, fúziók és egyes vállalatok, amelyek a partnerek műszaki és kereskedelmi know-how-jára épülnek a meglévő és az új piacok kiaknázása érdekében. Több ilyen szövetség „horizontális”, vagyis olyan cégek között jön létre, amelyek az értéklánc ugyanazon részében működnek. Azok, ame-

lyek a piaci konvergencia által kínált potenciális lehetőségek kiaknázását célozzák, általában olyan cégeket foglalnak magukban, amelyek az értéklánc különböző részeiben működnek, nagyobb vertikális integrációt eredményezve.

## 2. A KONVERGENCIA AKADÁLYAI

A konvergencia már most is olyan jeleket mutat, hogy a jelenlegi fejlesztések alapvető mozgatója a távközlési, a média- és az IT szektorokban. A fejlesztések köre, valamint a megállapított trendek potenciálisan jelentős hatást gyakorolhatnak az információs társadalom kialakulására Európában. A jelenlegi fejleményekre való megfelelő reagálás megfogalmazása érdekében fontos, hogy széleskörű vita jöjjön létre arról, hogy milyen – tényleges vagy vélt – akadályok léteznek, amelyek visszavethetik a konvergencia irányába tartó trendeket. A megállapításra kerülő akadályok nem mindegyike szabályozási jellegű, és a szabályozási megoldás sem a potenciális problémák megoldásának egyedüli eszköze. Ezért ahol szabályozási akadályok kerülnek megállapításra, nem szabad automatikusan azt feltételezni, hogy arra csak szabályozási válasz adható. Fontos a versenyszabályoknak az erre a szektorra történő alkalmazása, és gyakran megfelelőbbek az olyan piaci megoldások, amelyek az ilyen megoldások összefüggésén belül távolítják el a konvergencia akadályait. Az alábbiakban azoknak a tényezőknek a beazonosítása a cél, amelyek akadályt jelentenek a konvergencia jelenség fejlődésére és végső soron az európai információs társadalom megvalósulására.

Hozzáférés a felhasználók számára. A különböző szektorokban a hálózatok tulajdonlása és üzemeltetése tekintetében eltérő megoldások alakultak ki. Ez azt jelenti, hogy sok szolgáltatás korlátozott átviteli úttal rendelkezik a fogyasztó eléréséhez. Még ott is, ahol eltörölték a törvényes monopóliumokat, a helyi adottságok miatt a jelenlegi távközlési és tv-hálózati tulajdonosoké a főszerep a fogyasztóknak a sokszereplős piacra való becsatlakoztatása terén.

Az infrastruktúra használatával kapcsolatos szabályozási korlátozások. Bizonyos tagállamokban a hatályos korlátozások meghatározzák, hogy milyen típusú szolgáltatásokat lehet nyújtani a különböző infrastruktúrákon. Ezek a korlátozások megnehezíthetik az üzemeltetők számára, hogy a pán-európai piacokat célzó egységes stratégiákat fogalmazzanak meg és megakadályozhatja a méretgazdaságosságá megvalósítását is. Ennek eredményeként magasabb egységárak – és ily módon a tarifák is – visszavethetik az innovatív szolgáltatások nyújtását.

A távközlési szolgáltatások ára. A távközlési szolgáltatások és a szolgáltatások nyújtására felhasznált hálózati infrastruktúra igénybevételenek magas ára jelentős hatást gyakorolhat a szolgáltatások iránti keresletre. Annak, hogy az Internet olyan sikereket ért el Észak-Amerikában, többek között az „ingyenes” helyi telefonhívásokat kínáló általános tarifa-struktúra széleskörű alkalmazása az oka és az a tény, hogy a verseny a bérelt hálózati kapacitás alacsonyabb díjaihoz vezetett. Mindez jelentősen alacsonyabb költségeket eredményezett a hozzáférést nyújtó szolgáltatók számára.

A tartalom rendelkezésre állása. Az átviteli eszközök választékának a technológiai fejlesztések és a konvergencia általi bővülése a szűk keresztmetszetet az átviteltől a tar-



talom irányába mozdíthatja el, és középtávon a megfelelő tartalom hiányához vezethet. A kitűnő tartalom már most is a siker kulcsfontosságúja a digitális és az analóg televíziós piacokon egyaránt. A folyamatos hiányok megakadályozhatják az új piacralépést, és ezzel a versenyt és az innovációt.

Az EU piac feldarabolódása. Számos műsorszóró televíziós csatorna megjelenése a jelenlegi műsorszórók piaci részesedésének kárára történik. A zsugorodó piaci részesedéseket ki lehet egyenlíteni az országhatárokon túli célközönség számának gyarapításával. Hasonlóképpen, az új szolgáltatások kifejlesztésével több innovációval lehet majd számolni a piaci részeket kiaknázó kisebb szereplők részéről, vagy a nagy K+F költségeket finanszírozó jelentősebb szereplők részéről.

Bárhogyan is, mindenképpen nagyobb volumenre van szükség annál, mint amit a nemzeti piacok biztosítani tudnak, a költségek fedezése érdekében. Bár a tv-csatornák szabadon törekedhetnek nagyobb nézőtábor megszerzésére a határok nélküli televízióról szóló irányelv következtében, számukra az elsődleges kihívást inkább a többnyelvű, multikulturális nézőközönség jelenti, nem pedig a létesítés potenciális akadályai olyan országokban, ahol kereskedelmi jelenlétet kívánnak kialakítani.

Nem megfelelő szellemi tulajdonjog (IPR) védelem. A készítő csak akkor bocsátják szívesen rendelkezésre a tartalmat, ha szellemi tulajdonjogaikat megfelelő védelemben részesítik. Hasonlóképpen, a kiadók és az üzemeltetők csak akkor eszközölnék befektetést innovatív szolgáltatásokba, ha az információk és/vagy a szolgáltatások továbbításának eszközei megfelelő szintű védelmet nyújtanak szellemi és szakmai erőfeszítéseik számára. A nem megfelelő védelem már most is az off-line elektronikus tartalom akadályát jelenti, és ez átvitődhet az on-line világra is. A Zöld Könyv nem foglalkozik a szerzői jog és a kapcsolódó jogok által felvetett szabályozási feladatokkal.

Szabályozási bizonytalanság. A szabályozási bizonytalanság a jelenlegi fogalmi meghatározások értelmezésének az eredménye; az, ahogyan alkalmazásra kerülnek, vagy ahogy igazodnak a változó piaci struktúrákhoz vagy a szolgáltatási jellegzetességekhez, megakadályozhatják a piaci szereplők beruházásait. Bár sok jelenlegi fogalmi meghatározás (mind nemzeti szinten, mind pedig a Közösség szintjén) – mint például a távközlés, a hang-telefon, a televíziós műsorszórás szolgáltatások meghatározásai – továbbra is érvényesek maradnak, több tevékenység esetében a szolgáltatások nyújtása hátrányba kerülhet ott, ahol ezek a fogalmi meghatározások az üzleti életet bizonytalanságban tartják a szolgáltatások szabályozási elbírálását illetően. Bizonyos esetekben egyszerűen az is kockázatot jelent, hogy – a Közösség jelenlegi fogalmi meghatározásai ellenére a műsorszóró és a távközlési tevékenységekre nézve egyaránt – a szabályozók bizonyos tagállamokban egy meghatározott új szolgáltatást egy adott szabályozási rendszer alá helyezhetnek, míg azt más tagállamokban egy másik szabályozási rendszer alá tartozónak tekintik. Ezen túlmenően, a tagállamokon belül akadályok jöhetnek létre, ha hasonló szolgáltatásokat eltérő módon szabályoznak, például az átviteli rendszer alapján. Más esetekben a szolgáltatások jellegzetességei a jövőben azt jelenthetik, hogy egynél több szabályozási területet fognak át a jelenlegi fogalmi meghatározások alapján. Mindez aránytalan szabályozási terhet róhat bizonyos szolgáltatásokra.

Több szabályozó testület. Valamennyi tagállamban érvényes hatósági engedély megszerzése a potenciálisan különböző szabályozó testületektől egy adott szolgáltatási csomagra nézve jelentős költségeket jelenthet azok számára, akik pán-európai alapon kívánnak működni. A szolgáltatások nyújtása hátrányos helyzetbe kerülhet ott, ahol a piaci szereplők számos szabályozó rendszer alanyai, vagy ahol több szabályozó testülethez (hatósághoz) kell folyamodniuk, például, ahol a hálózatot távközlési infrastruktúráként és műsorszóró hálózatként külön-külön engedélyeztetni kell.

Piacralépés és engedélyezés. Eltérések mutatkoznak a távközlési, a média- és az IT szektorokon belül azt illetően, hogy a piacralépés korlátlan-e, korlátozott-e vagy monopólium avagy speciális jogok tárgya. Az IT szektor általában mentes az engedélyezési eljárásoktól. Az engedélyezés vagy a piacralépés szabályozási korlátozása potenciális akadályt jelent a szolgáltatások nyújtása, a beruházások és a tisztességes verseny számára, ezért a piacralépést csak indokolt esetekben kell korlátozni. A szabályozás korlátozását arra felé kell irányítani, ahol potenciális akadályok léteznek, nem pedig a szigorúbb szabályozást kell kiterjeszteni az enyhébben szabályozott szektorokra a piaci feltételek egyensúlyba hozása érdekében. Ahol az engedélyezés továbbra is fontos szereppel bír, ott jelentős eltérés mutatkozik a szektorok között és a tagállamok körében a tekintetben, hogy mennyi időbe telik az engedélyek megszerzése; hogy milyen az eljárások átláthatósága; hogy milyen időtartamúak az engedélyek, és hogy mennyit kell azokért fizetni. Sok távközlési és műsorszóró hálózati engedély országos hatályú, de mások – különösen a kábeltv-szolgáltatás – regionális vagy helyi hatályú. Mindezek a tényezők – bár elfogadhatóak az adott szektorok összefüggésében – nehezebbé vagy költségesebbé teszik a gazdasági szervezetek számára, hogy a szolgáltatások integrált csomagját kínálják, különösen országhatárokon keresztül. Ez aránytalan terhet jelenhet, ugyanakkor a technológia támogatja ezt az integrációt és valószínűleg egyre nagyobb a kereslet az üzleti felhasználók, valamint a fogyasztók részéről az ilyen integráció iránt.

Hozzáférés a hálózatokhoz, a feltételes hozzáférésű rendszerekhez és a tartalomhoz. A hozzáférés elsődlegesen a kereskedelmi megállapodások függvénye, amelyeket befolyásolnak a versenyszabályok. Mégis jelenleg aránytalanság mutatkozik a tekintetben, hogy csak bizonyos hálózatokra nézve állnak rendelkezésre hozzáférési szabályok (például, azok az összekapcsolási és nyílt hálózati szabályok, amelyeket a távközlési hálózatokra alkalmaznak, de nem alkalmaznak a műsorszóró tevékenységekre felhasznált infrastruktúrákra). Hasonlóképpen szabályozzák a feltételes hozzáférésű rendszereket a digitális televízióra nézve, de nem a digitális szolgáltatások valamennyi típusára nézve. Ahol a piaci szereplők ellenőrzik a hozzáférést a fogyasztókhoz – például – a helyi hurok tulajdonjogán, vagy pedig a feltételes hozzáférésű technológiák ellenőrzésén keresztül, az illető cég képes lehet diszkriminálni saját szolgáltatásai javára. A tartalommal kapcsolatos hozzáférési kérdések tekintetében általában a rendes kereskedelmi elveket alkalmazzák, amelyeket csak az alkalmazandó ver-



senyszabályok módosítanak. Ez alól csak bizonyos „kiemelkedő” műsorok a kivételek a tagállamokban, mint például az országos sportesemények, amelyek esetében a határok nélküli televízióról szóló átdolgozott irányelv előírta, hogy az egész Közösségben kölcsönösen ismerjék el azokat az eseményeket, amelyeket a tagállamok az ingyenes televíziós közvetítésre tartanak fenn.

Rádiófrekvencia és más erőforrások juttatása. A szolgáltatások nyújtása (és a tényleges verseny létrehozása) a megfelelő hálózati kapacitás rendelkezésre állásától függ, amely sok szolgáltatás számára a rádiófrekvenciás tartományhoz való hozzáférést jelenti. A televíziós műsorszórás, a mobil multimédia- és hang-alkalmazások párhuzamos bővülése, valamint a vezeték nélküli technológiák felhasználása a helyhez kötött hálózatokon belül, a kereslet jelentős növekedéséhez vezet.

A közérdekű célkitűzések megvalósításának változó megközelítései. A konvergencia által érintett egyes szektorok szabályozási keretei számos olyan intézkedést tartalmaznak, amelyek azon sajátos közérdekű célkitűzések biztosítására törekednek, amelyek az adott szektorokra specifikusak, és amelyek megfelelnek a Közösség célkitűzéseinek. A Bizottság nagy jelentőséget tulajdonít a közérdekű szolgáltatások nyújtásának, különösen a Közösség társadalmi és regionális kohéziójának biztosítása során, noha a távközlés területén az egyetemes szolgáltatásnak az országos szinten való biztosítása érdekében tett lépések most már a Közösség szintjén kialakított keretrendszerből származnak. Mégis az, hogy ezeket a célkitűzéseket hogyan hajtják végre (és nem pedig maguk a célkitűzések) potenciális terhet jelenthetnek a végrehajtó szervezetek számára.

Az új környezetbe vetett általános bizalom. Ahol a fogyasztóvédelemmel kapcsolatos védelmi szint, az elektronikus tranzakciók jogi kezelése vagy az adat- és magántitok védelme eltérő a szektorok körében, a felhasználók és a fogyasztók elveszthetik bizalmukat a rendelkezésre bocsátott szolgáltatásokban és rendszerekben, visszavetve a konvergált szolgáltatások fejlődését.

A konvergáló hálózatok egymás közti üzemeltethetőségét és összekapcsolását támogató szabványok hiánya. Az annak biztosítására irányuló célkitűzés megvalósítását, hogy bármely felhasználó kommunikálni tudjon egy másik felhasználóval, hátráltatja, ha a piac nem képes egymás közt üzemeltethető termékek és szolgáltatások nyújtására. A domináns szereplők által ellenőrzött szabványok korlátozhatják az ilyen jellegű egymás közti üzemeltethetőséget.

### 3. A SZABÁLYOZÁS MAI MÓDSZEREIT MEGKÉRDŐJELEZŐ KIHÍVÁSOK

Az alábbiakban azokat a területeket ismertetjük, ahol a konvergencia jelensége nehézségeket támaszthat a szabályozás jelenlegi módszereinek alkalmazásában. Ezek a kihívások egyaránt érintik a szabályozás lényegét és gyakorlati alkalmazását.

#### 3.1. A szabályozás szerepe

A szabályozás nem önmagáért való. A szabályozás egyszerűen egy eszköz, amely a piaci erőkkel párhuzamosan elősegíti a szélesebb értelemben vett társadalmi, gazdasági

és általános politikai célkitűzések, többek között az Információs Társadalom megvalósítására kitűzött célok megvalósítását. A Bizottság az elektronikus kereskedelemről közzétett állásfoglalásában ezt már felismerte, a Bizottság itt fogalmazta meg azt az ajánlását, hogy „kerülni kell az öncélú szabályozást”. Ez az elv egyformán vonatkozik a konvergencia összes területére. A konvergenciának nincs semmilyen kedvezőtlen hatása a tagállamokban hatályos szabályozást alátámasztó alapvető célkitűzésekre. Ezek a célkitűzések változnak, igazodnak a különböző ágazatok konkrét igényeihez, de olyan általános alapelveket is tartalmaznak, mint a hatékonyság segítése, a kedvező gazdasági környezet létrehozása, valamint a közérdek és a fogyasztói érdek védelme. A Közösség szintjén hasonló célkitűzések fogalmazódnak meg az EK Szerződés rendelkezéseiben és célkitűzéseiben. A gazdasági szereplőknek az az igénye, miszerint korlátozni kell a szabályozó intézmények intervenciói lehetőségeit, arra fogja késztetni az illetékes állami hatóságokat, hogy Európa és az egyes tagállamok szintjén felülvizsgálják a szabályozás szerepét és súlyát egy átalakulóban levő piacon. Három kulcsfontosságú kérdést lehet kiemelni:

A piaci erők szerepe. Egyes elemzők hangsúlyozzák annak szükségességét, hogy az eddignél nagyobb mértékben kell támaszkodni a piaci erők szabályozó lehetőségeire. Az e mellett érvelők szerint ez a filozófia tükröződik a tagállamok többségében egyre erősödő törekvésben egy univerzális távközlési szolgáltatás felé, vagy az információ-technológiában és a műsorszórásban az interoperábilis iparági szabványok és szoftverek fejlesztésében. Mások kételkedve fogadják azt az állítást, hogy a piaci erők önállóan képesek biztosítani a fogyasztók számára a megfelelő ex ante garanciákat, és elfogadják a szabályozás fontos szerepét a közérdekű célkitűzések érvényesítésében. Az ágazatspecifikus szabályozás és a versenyszabályok egyensúly. További kulcsfontosságú kérdés a versenyszabályok és az ágazatspecifikus szabályozás közötti egyensúly; sokan kardoskodnak amellett, hogy egy átalakított környezeten belül az egyes konkrét esetekben feltétlenül előnyben kell részesíteni a versenyszabályok érvényesülését, szemben az amúgy is kiterjedt szabályozás további bővítésével. Működőképes megoldások kimunkálása. Ott, ahol a szabályozás már hatályban van, azt hatékonyan és kellő időben kell alkalmazni. Az Internet globális jellege vagy a műholdas szolgáltatások regionális jellege rávilágít arra, milyen nehézségekkel kell számolnunk akkor, ha az egyik tagállamban hatályos szabályokat kívánunk érvényesíteni egy másik tagállam területén. A szolgáltatások és termékek átalakulásának hónapokban és hetekben mérhető üteme igazi kihívást jelent mindazok számára, akik törvényes megoldást keresnek meglévő konkrét problémákra.

#### 3.2. A szabályozás következetességének kihívása

A konvergencia által alakított környezet egyik legfontosabb sajátossága, hogy egy ilyen környezetben bármely hálózat a szolgáltatások lényegesen szélesebb körének ellátására képes, mint napjainkban. Ebből még nem következik sem az, hogy a különböző szolgáltatások ellátása egy hálózaton vagy egy szolgáltató platformon keresztül egységesíti ezeket a szolgáltatásokat, sem az, hogy a szabályozás



szükségességét indokoló közérdekű célkitűzések automatikusan átültethetők egyik szolgáltatásról a másikra. Például egy film, egy dal, egy vasúti menetrend vagy egy telefonbeszélgetés mind átalakíthatók digitális szolgáltatássá, ez azonban még nem jelenti azt, hogy a felhasználó egymással kölcsönösen felcserélhetőként kezeli ezeket a szolgáltatásokat vagy tevékenységeket. A fent hivatkozott szolgáltatások mindegyikénél a szabályozás módszereit a különböző szolgáltatások konkrét igényeihez kell igazítani annak ellenére, hogy ezek alapját képező általános elvek azonosak. Az alapvetően hasonló szolgáltatások különböző szabályozása – többek között a szolgáltatásnál alkalmazott technológia alapján – diszkriminatív bánásmódot eredményezhet, amely visszavetheti a piaci versenyt, a befektetéseket és a szolgáltatások ellátását. Például a távközlési hálózatok összekapcsolási rendszerének korlátozott volta: egy közcélú távközlési hálózatot üzemeltető szervezet rendelkezhet összekapcsolási jogokkal, de egy műsorszóró hálózat hasonló jogokat nem élvezhet. A két hálózat összekapcsolása különösen fontos olyan szolgáltatásoknál, ahol műsorszóró médiát vesznek igénybe információ és szolgáltatások letöltéséhez, de a távközlési hálózattal biztosítják a visszajelző csatornát.

### 3.3. A globalizáció kihívása

A szolgáltatások globalizációja az új környezet egyik velejárója. Ennek egyik példája a műholdas televíziós műsorszórás, de globalizáció lényegét megtestesítő hálózat az Internet is. Az Internet struktúrájának és a hálózat általános elérhetőségének köszönhetően szembe lehet szállni a tagállamoknak azokkal a törekvéseivel, hogy az egyes tagállamok szintjén alkalmazzák a mindenkori hatályos szabályozást.

Az új globális környezetben a hálózatok és szolgáltatások különböző régiókban való szabályozásának módja jelentős befolyást gyakorolhat az ezekben a régiókban eszközölt befektetésekre. Az egyik régióban túlzott vagy elégtelen szabályozás a gazdasági tevékenységek áttelepítésével járhat, aminek hátrányos következményei lehetnek az érintett régió Információs Társadalmának fejlődésére.

### 3.4. A bőség és a hiány alapján kialakított szabályozás

A konvergencia megkérdőjelezheti a hálózatok engedélyezésére és az erőforrások elosztására vonatkozó szabályozás létjogosultságát, különösképpen ott, ahol az alkalmazott módszerek a rádiófrekvencia és a tartalom szűkössége közepette alakultak ki. A piacon érvényesülő aktuális technológiai trendek, többek között a hálózatok kapacitásának jelentős növekedése, a több platformon keresztül továbbítható tartalom és szolgáltatások, a fogyasztók eléérése rendelkezésre álló átviteli utak versenye, valamint a digitális tömörítés fejlesztése mind azt sejtetik, hogy egy digitalizált környezetben a szűkösség jelentősége idővel mérséklődhet, és ennek következményeként szükségessé válik a szabályozás hatályos módszereinek felülvizsgálata. Az átviteli hálózatok szűkösségének felszámolása nem feltétlenül jár együtt a tartalom vagy a szolgáltatások növekedésével (többek között a csatornák feltöltéséhez szükséges „többlettartalom” vagy szolgáltatások megjelenésével). A műsorszóró ágazat analóg szolgáltatásokról digitális szol-

gáltatásokra való teljes átállásáig a kapacitáshiánnyal a belátható jövőben változatlanul számolni kell.

### 3.5. A közcélú és a külön célú tevékenységek megkülönböztetésének feladata

A konvergencia nem lehetetleníti el a közcélú (public) és külön célú (privat) tevékenységek közötti különbségek alapján működő szabályozás megvalósítását, de megváltoztathatja a kettő közötti határvonalat. Ennek következményei lehetnek egy bizonyos szolgáltatás szabályozásának mértékére. Amennyiben a szabályokat annak idején bizonyos hálózatok, szolgáltatások vagy tevékenységek közcélú vagy külön célú jellege alapján fogalmazták meg, egy felülvizsgálatra lehet szükség annak megállapítására, vajon a közcélú- és a külön célú hálózatok között korábban kialakult határok az új technológiai fejlesztések ismeretében érvényben maradhatnak, vagy változtatásra szorulnak. Például a szolgáltatások ellátásának új eszközei, az interaktív üzemmód és a tranzakciónkénti fizetés lehetőségének megteremtése a jövőben megnehezítheti a határvonalak meghatározását. Egy másik gyakorlati példa többek között a szerzői jogra vonatkozó két legutóbbi WIPO egyezményben is megtalálható. Ezekben pontosították, hogy a szerzői jogok védelménél a „nyilvános közlemény” fogalma kifejezetten magába foglal egy olyan helyzetet, ahol egy művet interaktív módon (például egy web site-on keresztül) tesznek hozzáférhetővé a nagyközönség számára.

### 3.6. A szabályozó struktúrák számára jelentkező kihívás

A vizsgált kérdések egyike az átalakuló ágazatokban működő szabályozó struktúrák széttagoltsága, bonyolult volta és sokszínűsége. Amennyiben fennáll a párhuzamos szabályozás kockázata, vagy a tagállamokon belül, illetve a tagállamok között különböző szabályozó intézmények támasztotta követelményeknek kell eleget tenni, a piaci szereplők igényelhetik a mindenkori hatályos struktúrák felülvizsgálatát, hogy elkerüljék a felesleges adminisztratív akadályokat. Ott, ahol mód van arra, hogy a szolgáltatásokat egy hálózaton keresztül értékesítsék, a szervezetek számára előnyös lehet, hogy az adott tagállamban, az adott hálózatra vonatkozó kérdésekről egy szabályozó hatósággal kell tárgyalniuk – függetlenül attól, milyen szolgáltatásokat kívánnak értékesíteni az adott hálózatban.

## 4. A KORLÁTOK LEBONTÁSA – A SZABÁLYOZÁS KÉRDÉSEI

A továbbiakban hét olyan területet lehet vizsgálni, ahol fennáll annak a lehetősége, hogy a szabályozó rendszer működtetése korlátok keletkezésével járhat:

Fogalmi meghatározások Piacra lépés és engedélyezés A hálózatok, a feltételes hozzáféréssű rendszerek és a tartalom eléérése A frekvenciatartomány eléérése Szabványok Árképzés Egyéni fogyasztói érdekek

Nem kerülnek vizsgálat alá azok a kérdések, amelyek napjainkban a Bizottság önálló kezdeményezéseinek tárgyát képezik. Ilyenek többek között a média tulajdonviszonyai, a digitális aláírások és a kódolás, valamint – ahogyan



arról korábban már szóltunk – szellemi tulajdonra vonatkozó jogok, a szerzői jogok és az egyéb társult jogok.

### 4.1. Új fogalmi meghatározások szükségessége?

A jelenlegi fogalmi meghatározások kijelölik a hatályos ágazati szabályozás és a különböző szabályozók közötti határokat. A szabályozás a tevékenységek fogalmi meghatározásaihoz kapcsolódik. A szabályozás lehet „technológiai értelemben semleges”, mint például a műsorszórásban (és egyre inkább a távközlési ágazatban), de kapcsolódhat a szolgáltatásokban alkalmazott technológiához, valamint az olyan technológiához, amely összeköti egymással a szabályozott és a részletes szabályoktól nagyrészt mentes területeket. A konvergencia folyamata nem szünteti meg a fogalmi meghatározások szükségességét, de a különböző országos tevékenységekre vagy különböző fogalmakra alkalmazható szabályozások körüli bizonytalanság akadályozhatja a befektetéseket vagy a szolgáltatások ellátását. Ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy az a körülmény, hogy a különböző szolgáltatásokat egyazon hálózaton keresztül lehet ellátni, önmagában még nem módosítja a szolgáltatások jellegét, azaz a különböző szolgáltatások ezáltal nem válnak egy szolgáltatássá. A fent hivatkozott lehetséges akadályok ismeretében meg kell vizsgálni a szabályozás fogalmainak alkalmazott értelmezését (és a fogalmak különböző hatóságok általi alkalmazásának módját), hogy ennek alapján válaszolni tudjunk az alábbi kérdésekre:

Fenntarthatók-e ezek a fogalmi meghatározások a műszaki fejlesztés legújabb fejleményeinek ismeretében; létrehozhatnak-e olyan helyzeteket, amikor egyazon szolgáltatás egynél több szabályozó rendszer hatálya alá tartozik, és ha igen, indokolt-e ennek a helyzetnek a fenntartása; eredményez-e diszkriminációt oly módon, hogy lehetővé teszi azonos hálózatok vagy szolgáltatások különböző szabályozását.

Több tagállamban születtek bizonyos új tevékenységekre vonatkozó fogalmak. Németországban új fogalmakat vezettek be; ilyen a „teleszolgáltatás” (teleservices) vagy a „média szolgáltatás” (media services); ezek a fogalmak sokkal inkább utalnak a tevékenységek jellegére, semmint az azok alapját képező technológiára. Franciaországban az audiovizuális szolgáltatásokról szóló törvény szintén nem a szolgáltatások alapját képező platformra, hanem a szolgáltatás jellegére helyezi a hangsúlyt.

### 4.2. Lehetséges megoldások

Az egyik megoldás a meglévő fogalmi meghatározások további használata – hiszen a szolgáltatások nagyobb részénél ezek a fogalmak továbbra is érvényesek, a hatályos szabályozás alapját képező elvek kiterjesztése, valamint a fogalmak alkalmazása során az „új” szolgáltatások sajátosságainak figyelembevétele. Egy másik megoldás az „új” szolgáltatások olyan önálló kategóriájának létrehozása, amely együtt él a meglévő fogalmi meghatározásokkal. Egy harmadik megoldás a távközlésben és/vagy a műsorszóró szolgáltatásokban alkalmazott fogalmaknak a mindenkori aktuális trendeket és fejlesztéseket tükröző adaptációja.

## 4.3. Piacra lépés és engedélyezés

A számos akadály között van olyan is, amely a konvergencia által érintett ágazatokban a piacra lépés, az engedélyezés és a működés eltérő feltételeinek következményeként keletkezett.

### Piacra lépés

Különleges vagy kizárólagos jogok adományozása a tagállamokban nem mond ellent a Szerződés szabályainak, amennyiben az adott vállalkozásra bízott közérdekű gazdasági feladat ellátása indokolja az ilyen jogok adományozását, és a lépés arányban áll a szóban forgó célkitűzés megvalósításával; ez akkor is így van, ha egy ilyen adományozás korlátozza a versenyt vagy akadályozza a szolgáltatások szabad áramlását. Ezzel összefüggésben egyesek azt állítják, hogy mindenütt, ahol bármely hálózat alkalmas valamilyen szolgáltatás ellátására, az állami hatóságoknak gondoskodniuk kell arról, hogy a szabályozás ne akadályozza meg ezt a történést. Azzal érvelnek, hogy a hálózatok használatára vonatkozó mesterséges korlátozások engedélyezése vagy a monopóliumok fenntartása ott, ahol az átalakított környezet más részeiben szabadon érvényesül a piaci verseny, megakadályozhatja a felhasználókat az újszerű szolgáltatások igénybevételében és ez igazságtalan diszkriminációt teremt. Ezt a fajta megközelítést ellentétesen tartják a technológiai és piaci trendekkel.

### Akadályok többféle módon keletkezhetnek:

(i) hálózatokra vagy szolgáltatásokra vonatkozó monopólium vagy különleges jogok adományozása egy társaságnak vagy társaságok egy kisebb csoportjának megakadályozhat másokat ugyanakkor a szolgáltatásnak az értékesítésében;

(ii) egy adott hálózaton keresztül értékesíthető szolgáltatások korlátozása (például egy távközlési szolgáltató megakadályozása egy hálózat igénybevételében szórakoztató szolgáltatások értékesítéséhez);

(iii) bizonyos szolgáltatások (például nem műholdas műsorszóró csatornák) üzemeltetésének kötelezővé tétele és más szolgáltatások terjedelmének korlátozása.

Mások azzal érvelnek, hogy korlátozott jogok adományozása vagy a hálózatok használatának bizonyos célokra való korlátozása fontos eszközei a befektetések ösztönzésének. Megint mások azt állítják, hogy az ilyen jellegű korlátozások különösen fontosak a verseny kialakulásának korai szakaszában, illetve ott, ahol egy bizonyos piaci szereplő rendkívül előnyös piaci pozíciókra tett szert (például egy versenyképes hálózat birtoklásával vagy valamilyen „többlettartalommal”). Az ilyen esetekben konkrét biztonsági intézkedésekkel lehet gondoskodni arról, hogy a piaci szereplőket ne érje diszkrimináció, vagy hogy megfelelő intézkedésekkel ösztönözzék a piacra lépést. Ilyen biztonsági intézkedés lehet a számviteli elkülönítés vagy áttekinthetőség követelményeinek érvényesítése, a strukturális elkülönítés vagy akár bizonyos üzletágak művelésének teljes tiltása.

### Engedélyezés

A számítástechnika és az információ-technológia területén számos tevékenység és terület nem engedélyköteles. Ez várhatóan a jövőben is így lesz, és a Bizottság nem lát



semmilyen okot arra, hogy – az IPR kérdések hatékony kezelését feltételezve – változtasson ezen a gyakorlaton. Ugyanakkor az engedélyezés vélhetően a jövőben is olyan hatékony szabályozó eszköz lesz az állami hatóságok kezében, amellyel ellenőrizhetik a hazai piacokat, különös tekintettel a távközlési szolgáltatások értékesítésére, valamint a műsorszóró hálózatok és szolgáltatások működtetésére. Az engedélyezési eljárások indokoltságának és hatékonyságának értékelése során mindenekelőtt tekintettel kell lenni arra a konkrét iparági környezetre, ahol a szabályokat alkalmazzák. Az előzőekben azonosított és az engedélyezési eljárásra visszavezethető lehetséges akadályok arra engednek következtetni, hogy szükség lehet ennek a kérdésnek az alaposabb vizsgálatára, a technológiai és piaci trendek elemzésére. Egyes megfigyelők állításai szerint a legfontosabb cél a piacra kerülés megkönnyítése és az átalakított környezetben következetesen alkalmazott kötelezettségek könnyítése. Ezek a szakértők rámutatnak a számítástechnikában, az Internet hálózatban és az on-line kiadói tevékenységben fellelhető példákra, ahol – többek között az Internet hálózatban a káros és törvénytelen tartalmi elemek vonatkozásában – már működő önszabályozás egészíti ki az általános törvényeket, nevezetesen a gazdasági tevékenységek összességére vonatkozó versenyszabályokat és fogyasztóvédelmi előírásokat. Az önszabályozás azonban bizonyos kockázatokat jelent az Egységes Piac működésében, hiszen abban az esetben, ha a Közösség szintjén nem kerül sor bizonyos egyeztetésre, az önszabályozás fejlődésében nagyobb a lehetősége az egymástól nagyon eltérő megközelítések térnyerésének. Ugyanakkor még azokban az esetekben is, ahol engedélyezésre nincs szükség, és a szakértők önszabályozó megoldások alkalmazását javasolják, a fogyasztók továbbra is igényelhetnek bizonyos garanciákat érdekeik megfelelő védelmére, valamint a szolgáltatók és üzemeltetők fogyasztóval szemben fennálló kötelezettségeinek meghatározására. A fogyasztókat minden esetben be kell vonni az önszabályozás módszereinek kialakításába és működtetésébe. Az Internet valamint más kommunikációs és műsorszóró szolgáltatások globális dimenziója befolyással van az engedélyezés érvényesítésének módszereire és megkérdőjelezi az egy bizonyos tagállamon belül vagy a regionális platformok, többek között műhold segítségével nyújtott szolgáltatások hazai engedélyezésének létjogosultságát.

*Az engedélyezés mint az innováció és a hatékony működés ösztönzésének eszköze*

A felügyelő hatóságok mérlegelhetik annak lehetőségét, hogy lemondanak az innovációt akadályozó és a hatékony üzemeltetést korlátozó engedélyezési módszerek alkalmazásáról. Ennek egyik példája a távközlés területén, amikor bizonyos szolgáltatás engedélyezését egy bizonyos technológiai platform alkalmazásától teszik függővé, például: egy helyhez kötött hálózat üzemeltetőjének (a frekvenciaelosztás eljárásain kívül) egy külön engedélyezési eljárásban kell részt vennie, ha a helyi hurokban vezeték nélküli rendszereket szeretne használni. A műsorszóró szolgáltatásoknál az engedélyezés új módszereinek alkalmazására lehet szükség. A napjainkban kialakult gyakorlat értelmében az egyes tagállamok illetékes hatóságai csatornánként állítják ki a műsorszóró szervezetek működési engedélyeit. Ezek a

hagyomány és a televíziós műsorszóró szolgáltatások történelmi fejlődésének eredményeként létrejött rendszerek egy új többszörös digitális környezetben vélhetően felülvizsgálatra szorulnak. Mérlegelni kell annak lehetőségét, hogy a műsorszóró szervezetek az eddigi, egy-egy csatornára szóló engedélyek helyett a szolgáltatások egy bizonyos csomagjára (pl. műholdas csomagra vagy földi multiplex csomagra) kaphassanak engedélyt. Az Egyesült Királyságban a műsorszóró szolgáltatásokról szóló 1996. évi törvény, amely többek között a földi digitális televíziós műsorszórásban is szabályozza a multiplex szolgáltatások engedélyezését, jó példája egy további ösztönzésre érdemes folyamat kezdetének.

*Az engedélyezés egységes elvei*

Az eltérő engedélyezési feltételek hátráltathatják a piacra kerülést és akadályozhatják a belső piac működését. Az ilyen korlátokat csak valamilyen fontos közérdekű céllal lehet indokolni; a korlátozó rendelkezésnek mindenkor arányosnak kell lennie a céllal. Az ilyen különbözőségek elkerülése érdekében célszerű lehet a Közösség egész területén érvényes irányelvek elfogadása és alkalmazása. Ez a csomag többek között az alábbiakat tartalmazhatja:

az engedélyező hatóságok legyenek függetlenek az ágazat piaci szereplőtől, az eljárások legyenek áttekinthetők és diszkriminációmentesek, alkalmazásuk kapcsolódjék egy elfogadott menetrendhez, és olyan határozatok születessenek, amelyeket megfelelő helyen meg lehet fellebbezni, egy engedély illetve legyen arányos az engedélyezési eljárás lebonyolításához szükséges erőfeszítésekkel és ne terhelje – diszkriminatív módon – a várható nyereséget, az előző elvtől függetlenül rádiófrekvencia engedélyezés esetében a díjakat úgy kell meghatározni, hogy azok ösztönözzék az erőforrások hatékony felhasználását.

#### **4.4. Hálózatok, feltételes hozzáférésű rendszerek és a tartalom elérése**

Felmerül a kérdés, célszerű-e kiterjeszteni a konvergencia által érintett ágazatokra a távközlésben és a feltételes hozzáférésű digitális televíziós infrastruktúrákban alkalmazott, a nyitott hozzáférésre vonatkozó szabályokat. Abban az esetben, ha a piaci és technológiai trendek e Zöld Könyvben jelzett módon alakulnak, a konvergencia kísérő jelenségeként elmozdulás következhet be az értékrendszerben: a gyártás, a csomagolás és a szolgáltatások értéke (nem feltétlenül önálló üzleti tevékenységként) növekedni fog, ezzel szemben a szolgáltatások helyhez kötött vagy vezeték nélküli hálózatokon történő átvitele – ahogyan ezt bizonyos fúziós tevékenységek is bizonyítják – viszonylag alacsony értéket képviselő tevékenységgé válhat. Ezzel a trenddel párhuzamosan a hálózatokat üzemeltető szervezetek megpróbálják kiterjeszteni tevékenységüket a nagyobb értéket képviselő területekre. Az átviteli hálózat mindkét végén a hozzáférés (a szolgáltatás eljuttatása a felhasználó telefonkészülékéhez, személyi számítógépéhez vagy tv-készülékéhez és első helyi hozzáférés lehetősége szolgáltatások és tartalom értékesítése céljából) döntő fontosságú kérdéssé válhat. A hálózatok, a feltételes hozzáférésű rendszerek vagy a konkrét tartalom elérése a piaci szereplők között létrejött kereskedelmi megállapodás tárgya. A versenyszabályok továbbra is központi szerepet fog-



nak játszani a felmerülő problémák megoldásában. Felmerül a kérdés, hogyan alakul a Közösség egész területén érvényes ágazatspecifikus szabályok és a Szerződésben rögzített általános rendelkezések szerepe a torzításoktól mentes verseny érvényesülésének és a szolgáltatások szabad mozgásának elősegítésében. Az Európai Közösség hatályos szabályozása támogatja a távközlési hálózatok és szolgáltatások összekapcsolására és együttműködésére vonatkozó szerződések létrejöttét. Hasonló szabályozás van hatályban a digitális televíziós műsorszórásban, többek között a feltételes hozzáférésű rendszerek külső műsorszóró szervezetek általi elérésének szabályozása terén. A feljövőben levő piac nagyságát tekintve nagyon eltérő piaci szereplőkből tevődik össze, de ahogyan azt korábban már jeleztük, számítani kell erős, vertikálisan integrált, távközlési, audiovizuális (alapvetően műsorszóró) és IT/szoftver iparágakban egyaránt jelentős pozíciókkal rendelkező, hagyományos erősegeikre és pénzügyi forrásaikra támaszkodó szereplők jelentkezésére. Az ágazatközi integráció esetében felvetődő kérdések között említést érdemel a tartalom és a szolgáltatások kötegelése, a hálózat kapacitása és a szolgáltatások, a lefőlöző árstratégia érvényesítése, a szolgáltatások vagy műszaki berendezések egyidejű ártámogatása, valamint a saját tevékenységnek kedvező diszkrimináció. Ezenkívül a jelenlegi helyhez kötött távközlési és műsorszóró szolgáltatók meghatározó pozíciója a hazai piacon azt jelenti, hogy a belátható jövőben ezek a szervezetek fogják ellenőrizni az új fogyasztók bekötésének eddigi szűk keresztmetszetét. A helyi előfizetők bekötésén kívül ebbe beletartozik a feltételes hozzáférés és a navigációs rendszerek.

#### 4.5. Hozzáférés a hálózatokhoz

A hálózatokhoz vagy a tartalomhoz való hozzáférés kérdéseit – a versenyszabályok tiszteletben tartása mellett – általában kereskedelmi szerződésben rögzítik. Bizonyos esetekben azonban a jelenlegi szabályozó keretrendszer lehetővé teszi a kereskedelmi folyamatot elősegítő hatósági intervenciót. A távközlésben az összekapcsolás elfogadott keretrendszere biztosítja annak lehetőségét, hogy a felhasználó kapcsolatba kerülhessen bármelyik másik felhasználóval, és hogy a szolgáltatók tisztességes, diszkriminációmentes és arányos feltételek mellett elérhessék a nevezett fogyasztót. Ezenkívül a távközlésben csak az országos hatóságok jogosultak arra, hogy beavatkozzanak és rendezzék a keletkező jogvitákat, számos biztonsági intézkedés és eszköz biztosítja a nagyobb áttekinthetőséget és a diszkriminációmentes magatartást. Az Internet elterjedése még a távközlési ágazaton belül is felvet számos kérdést arról, milyen feltételekkel férhetnek hozzá az Internet szolgáltatók a már működő helyhez kötött és mobil hálózatokhoz. Az egyik felmerülő kérdés, vajon a többi szereplővel azonos jogokat élvezzenek-e ezek a szervezetek, hozzáférhetnek-e a szolgáltatás nem kötegelte elemeihez; a másik, hogy vajon az ilyen szolgáltatóknak a távközlési szolgáltatások bizonyos választékának értékesítése során legyenek-e ellátási kötelezettségeik a távközlési szolgáltatások piacán. A Közösség politikája a távközlési ágazatban nem írja elő a helyi hurok teljes elkülönítését vagy a hozzátartozó infrastruktúra szerkezeti különválasztását a rajta keresztül értékesített szolgáltatásoktól. Ez azonban nem zárja ki bizonyos, a versenyszabályok alapján bevezetett biztonsági rendelkezések

vagy követelmények érvényesítését. Az átviteli hálózatok helyi végpontjainak elkülönítése bonyolult kérdés, eldöntése során mérlegelni kell a piacon érvényesülő versenyt, az életképes alternatív disztribúciós csatornák elérhetőségét és az adott piacon érvényesülő verseny feltételeit. Egyes megfigyelők állítják, hogy az elkülönítés hosszabb távon sértheti a fogyasztók érdekeit, hiszen megszűnik a szervezetek gazdasági érdekeltisége saját vezeték vagy vezeték nélküli hálózatok kiépítésében.

#### 4.6. Feltételes hozzáférésű rendszerek

A feltételes hozzáférésű rendszerek olyan technikai eszközök, amelyekkel a tartalmat és a szolgáltatást képesek nyújtani az értékesítő szolgáltató szervezetek. E szervezetek vagy előfizetéssel, vagy az egyéni igénybevételért felszámított díjjal gondoskodnak befektetésük megtérüléséről. A televíziós szabványokról rendelkező Irányelv rendelkezik a digitális televíziós szolgáltatások feltételes hozzáférésének szabályozó keretrendszeréről; ennek értelmében az ilyen rendszereket üzemeltető szolgáltatók kötelesek tisztességes, méltányos és diszkriminációmentes feltételekkel értékesíteni műszaki szolgáltatásaikat a műsorszóró szervezeteknek. Az Irányelv tudatosan arra törekszik, hogy kedvező feltételeket teremtsen ennek az új iparágak a fejlődéséhez. Követelményei egyrészt könnyen teljesíthetőek, így alkalmasak az innováció és a befektetők ösztönzésére egy rohamosan átalakuló műszaki és üzleti környezetben, másrészt eléggé szigorúak ahhoz, hogy szavatolják a tisztességes piaci versenyt és a fogyasztói érdekek védelmét. A Bizottság aggályosnak találja az Irányelv érvényesítésének, azaz a rendelkezések hazai joganyagba való beépítésének ütemét. A Bizottság igyekszik élni a Szerződésben rögzített jogosítványival és elősegíteni a megfelelő ütemű és pontos megvalósítást. Minden olyan esetben, amikor az Irányelv rendelkezéseit nem megfelelően hajtották végre, a Bizottság szigorú intézkedésekkel gondoskodott a Szerződés tiszteletben tartásáról.

A navigációs rendszerek segítséget nyújtanak a felhasználóknak az információ és a szolgáltatások mennyiségének és választékának kezelésében az Információs Társadalomban. Ilyenek a böngésző rendszerek (pl. Netscape, Microsoft Explorer), a kereső eszközök (Altavista, Yahoo, stb.) és az elektronikus programvezérlők (EPG). Ezek jelenleg két, egymástól különálló piaci szegmenseket alkotnak: a böngészők és a keresők az Internet web oldalak tanulmányozásának eszközei, az EPG viszont a jövő elektronikus „zára”, amely segít a nézőnek tájékozódni a digitális televíziós csatornák és programok sokaságában. Sokan úgy gondolják, hogy a programválasztásnak ez az új módja háttérbe szorítja a csatorna ma ismert és használt fogalmát, helyette megjelennek a bevezetett piaci védjeggyel ellátott csomagok, amelyek választási lehetőséget kínálnak a fogyasztóknak. A böngészők és a programkeresők eredendően függetlenek, úgy tudnak kutatni az Internet világegyetemben, hogy nem kötődnek semmilyen meghatározott információs forráshoz, operációs hardverhez vagy szoftverhez. A közelmúltban azonban bizonyos piaci szereplők a piaci verseny tisztaságával kapcsolatban aggodalmaknak adtak hangot, amikor felmerült annak lehetősége, hogy a böngésző eszközöket más programokkal együtt vagy a szoftver termékekbe integrált formában dobják piacra. A böngé-



sző eszközökkel szemben, az EPG-k meghatározott digitális televíziós programcsomagok elérésére, illetve televíziós és interaktív szolgáltatások forgalmazására kifejlesztett segédeszközök, amelyek kapcsolódnak a segítségükkel elért „információhoz”. Ez esetben rendkívül fontos harmadik személyek szolgáltatásainak és programjainak felsorolása és az ilyen listázások minősége. Bizonyos EPG eszközöket bizonyos szolgáltatói csomagokhoz kapcsoló kizárólagos megállapodások hatósági intervenciót igénylő problémát jelenthetnek, hiszen csak szabályozással lehet gondoskodni külső személyek tisztességes, áttekinthető és diszkriminációmentes piacra kerüléséről.

#### 4.7. A tartalom elérése

A tartalmat előállító szervezetek, a jogtulajdonosok és a tartalom átvitelét vállaló szervezetek közötti megállapodásokat, az itt alkalmazott megoldásokat általában kereskedelmi szerződésekben rögzítik. Kizárólagos jogok megállapítása esetében felmerülhet a versenyszabályok érvényesítésének kérdése. A gyártók és az átviteli hálózatokat üzemeltetők között létrejött kizárólagos megállapodások korlátozhatják a fogyasztó választási lehetőségeit, hiszen kizárják a hozzáférést a versenytársak által előállított tartalomhoz, különösen addig, amíg a piacon hatékony verseny nem alakul ki az átviteli csatornák értékesítésében. A legfontosabb tartalmi elemekre, például a nagyobb sporteseményekre vonatkozó jogok birtoklása különleges előnyökhöz juttathatja a piaci szereplőket. Noha a tartalmat előállító iparág erőteljesen sorozatnagyság-függő, az ágazat általában a disztribúciós csatornák (pl. mozgóképfelvételek, bérelt video-csatornák, video-értékesítés, pay-per-view, fizetett televíziós csatornák, ingyenes televíziós csatornák) gondos kiválasztásával igyekszik kihasználni a gazdaságos sorozatnagyság adta lehetőségeket. Gyakran fordul elő, hogy a forgalmazás kizárólagossága biztosítja a jogtulajdonosok számára ezeknek az előnyöknek az érvényesítését. A konvergencia befolyásolhatja a forgalmazás eszközgazdálkodásának jelenlegi alapjait; a jövőben az eddiginél erősebb függőség alakulhat ki a bevételek növelésének hatékonyabb eszközeként ismert nem kizárólagos elektronikus forgalmazástól. A konvergencia hatással lehet a műsorszórásban fellelhető szűk keresztmetszetek felszámolására. Például a kábeltelvíziós társaságoknak adományozott kizárólagos sugárzási jogok a jövőben nem eredményeznek szükségszerű monopolhelyzetet a szolgáltató iparágban. A kábeltelvíziós társaságok vélhetően versenyre kelnek a digitális műholdas és földi televíziós műsorszóró társaságokkal, az Internet szolgáltatókkal és a távközlési hálózatok üzemeltetőivel.

#### 4.8. Hozzáférés a frekvenciatartományhoz

Annak ellenére, hogy a konvergencia alapját képező digitalizáció jelentős mértékben kiterjeszti az átviteli hálózatok lehetséges kapacitását, a kereslet növekedése — a piaci szereplők száma és a sávzélesség tekintetében egyaránt — azt jelenti, hogy a szabályozás kulcsa továbbra is az erőforrások mozgósítása; ezek közül is a legfontosabb a rádiófrekvencia elérése.

A frekvenciatartomány kulcsfontosságú, de még a digitális technika korában is véges erőforrás. Noha az analóg

technika elhagyása és a digitális technika térnyerése ebben a vonatkozásban is sokat enyhít a gondokon, és ez mind a mobil telefonok, mind a műsorszórás területén érezhető fogja hatását, minden átmenet lassú folyamat. Az Internet hozzáférésnél és az egyéb on-line szolgáltatásoknál a műholdas átvitel lehetővé teszi a jel nagysebességű eljuttatását a személyi számítógéphez vagy a televíziókészülékhez, és lehetővé teszi a helyhez kötött távközlési rendszerek vissza irányú áramkörként való felhasználását. A vezeték nélküli helyi hurok befogadása és a Universal Mobile Telecommunications Services (egységes mobil távközlési szolgáltatások, UMTS) a következő évszázad elején egyaránt a frekvencia iránti kereslet folyamatos növekedését jelzi. Tekintettel arra, hogy a frekvenciák elosztásának kérdései általában nemzetközi vagy regionális szinten dőlnek el, a frekvencia árképzésében az ágazatok között jelenleg is fennálló különbségek torzító hatással lehetnek a piaci versenyre. Ennek egyik lehetséges példája, amikor egy multimédia vagy on-line szolgáltatásokat kínáló műsorszóró szervezet, amely ingyen vagy rendkívül alacsony költségen jutott hozzá frekvenciához, versenyez olyan távközlési szolgáltatókkal, amelyek az elosztott erőforrás piaci értékének megfelelő árat fizettek ugyanazért a frekvenciáért. Számos szakértő azon a véleményen van, hogy közgazdasági szempontból a frekvenciatartomány árképzése ösztönözheti a frekvencia még hatékonyabb felhasználását és segíthet abban, hogy a frekvencia olyan területekre kerüljön, ahol erre a legnagyobb szükség van. Azt állítják, hogy hasonló piaci, kereskedelmi elvek alapján kell megszervezni a frekvenciák elosztását a Rádiótávközlési Világkonferenciákon és regionális szinten; az allokációs döntéseknél a nagy értékű felhasználókat előnyben kell részesíteni a kisebb értékű felhasználókkal szemben. Ott, ahol a teljes frekvenciatartomány egy üzleti jellegű értékelés tárgyát képezi, ennek óriási hatása lehet a jelenlegi állami felhasználókra, többek között a hadseregére és a rendőrségre: ez a megoldás arra ösztönözheti az érintetteket, hogy hatékonyabb, gazdaságosabb megoldásokat alkalmazzanak és bizonyos frekvenciasávokat szabadítsanak fel, amelyeket fel lehet használni új szolgáltatások értékesítésére. Számos közgazdász jó megoldásnak tartja a frekvencia-aukciókat, hiszen ez a legmegbízhatóbb módszere a fogyasztói érdekek leginkább megfelelő eredmény elérésének. Vannak azonban, akik aggódnak az ilyen árképzés fogyasztói árakra gyakorolt hatása miatt. A tagállamok kulcsfontosságú szerepet vállalhatnak az analóg technológiától a digitális technológia felé történő elmozdulás folyamatában, többek között azáltal, hogy kialakítják az ilyen átállás pontos menetrendjét és ennek alapján lehetővé teszik a szolgáltatás igénybevételének pontos tervezését. Mások azzal érvelnek, hogy mindez felhasználói preferencia kérdése, és a kérdés eldöntését a piaci erőkre kell bízni. A frekvencia iránti igények vélhetően meghaladják majd a rendelkezésre álló frekvenciákat, ezért a kormányoknak rendkívül fontos szerep jut abban, hogy felülvizsgálják a rendelkezésre álló erőforrásoknak a távközlés, a műsorszórás és a polgári/állami célú hasznosítás közötti felosztását.

#### 4.9. Szabványok

Ebben a dokumentumban megállapítást nyert, hogy az információ-technológia, a távközlés és a szórakoztatóelekt-



ronika közötti technológiai határok leomlásának egyik legfontosabb következménye a szolgáltatások fokozott globalizációja. Az Információs Társadalom eredendően globális jellege szükségessé teszi az egységesítést, hiszen így lehet biztosítani a fejlesztés hasonlóan globális jellegét. A felhasználóknak szükségük lehet arra, hogy egy több helyről vásárolt eszközökből álló környezetben bármelyik terminálról elérjenek bármilyen szolgáltatást, függetlenül attól, milyen technológiát használnak, illetve hol van az elérendő földrajzi pont. Az egységesítés egyik alapvető célja a hálózatok és a szolgáltatások közötti interoperabilitás elérése. A technológiai harmonizáció önmagában nem cél. Az egységesítés azonban olyan eszköz, amely segítheti az általános politikai célkitűzések megvalósítását, például a kommunikációs szolgáltatások egységes piacának létrejöttét és a szabályozó keretrendszer megerősítését. Az egységesítés és egy megfelelő szabályozó keretrendszer belső konszenzusa ösztönzést adhat a legkorszerűbb módszerek alkalmazásának olyan fontos területeken, mint az adatvédelem és a digitális aláírások biztonsága.

#### 4.10. Árképzés

Az IT és on-line kiadói piacokon szinte semmilyen konkrét árellenőrzés nem érvényesül. A műsorszórás területén az árellenőrzést (pl. a licencdíjnál) – azokon a helyeken, ahol ilyen létezik – a közérdekű célkitűzések határozzák meg; a cél mindig az, hogy a nézők és a hallgatók meg tudják fizetni a szolgáltatásokat, azaz hogy elérhetővé váljék a térítésmentesen nézhető és hallgatható csatornák jelentős piacnyerése. Az univerzális szolgáltatás megfizethetőségének követelménye a távközlésben a fentiekhez hasonló alapokon nyugszik; a követelmény érvényesítésének megnyilvánulási formái számos tagállamban a lakossági és/vagy üzleti szolgáltatások kosarához alkalmazott árkorlátozó mechanizmusok és a felhasználók bizonyos csoportjainál alkalmazott, támogatott szociális díjtételek. A többletszolgáltatásokkal kiegészített fizetett televíziós csatornáknál, valamint a térítésmentesen szolgáltató szervezetek kereskedelmi tevékenységeinél semmilyen árszabályozás nem működik, itt azonban érvényesül a piaci verseny. Ezenkívül a távközlési piac szabályozásának rendszerében – a versenypiac korlátlan érvényesülésére való áttérés részeként – ellenőrzi a jelentős piaci részesedéssel rendelkező üzemeltetőket. A szabályozás értelmében az összekapcsolás, a távbeszélő-szolgáltatás és a bérelt infrastruktúra díjának költséggarányosnak kell lennie. Ebben a helyzetben az árszabályozás közvetíti a piaci verseny hatásait. Korábban nem állapítottak meg közvetlen analógiát az egy pontról több pontra irányuló műsorszórás esetében, napjainkban azonban az interaktív vagy tranzakciós elemek bevezetésével felmerülnek az összekapcsolás kérdései; az első ilyen terület a feltételes hozzáférés. Az újszerű árképzést megvalósító csomagok kulcsfontosságú szerephez jutnak a szolgáltatások fejlődésének elősegítésében az Információs Társadalomban. Számos on-line vagy tranzakciós szolgáltatás bevezetését közvetlenül befolyásolja az ehhez szükséges infrastruktúra bekerülési költsége. Az innováció legfontosabb üzenete, hogy az újszerű árképzés lehetővé teszi az on-line és egyéb szolgáltatásoknak a korábbinál lényegesen szélesebb bevezetését és igénybevételét. Végül,

a konvergencia következményeként idővel az állami műsorszórók is érzékelhetik a piaci erők hatását. Ebben a vonatkozásban említésre érdemesek a távközlésben felhalmozott tapasztalatok; ebben az ágazatban az üzemeltetők az idő múlásával áttértek egy olyan árképző mechanizmus alkalmazására, amely a szabályozás árképzésre vonatkozó korlátaitól függetlenül sokkal következetesebben és erőteljesebben igazodik a piaci környezethez. Ezek a tapasztalatok egyértelműen bizonyítják, hogy létezik olyan megoldás, amikor az árképzés struktúrájának átalakítása nincs kedvezőtlen hatással a szolgáltatások költségére, azaz a szolgáltatások az átalakítás után is megfizethetők. Az állami műsorszóró szervezetek finanszírozásának jelenlegi módja (licencdíj, reklám, állami támogatás) nem teszi lehetővé a közvetlen analógiát a távközlési üzletággal. Azon lehet vitatkozni, hogy ez a megoldás mennyiben tántorítja el a műsorszóró szervezeteket a különböző árképző struktúrák alkalmazásától; ugyancsak vita tárgyát képezheti, hogyan befolyásolja a piaci módszerekhez a korábbinál közelebb álló árképzés az állami finanszírozásra való jogosultságot vagy az egyéb bevételi források – reklám, előfizetői díjak vagy a jogok felhasználása – elérését.

#### 4.11. Egyéni fogyasztói érdekek

A fogyasztók számára jelentkező előnyök maximális kihasználása és a kockázatok csökkentése azt jelenti, hogy létre kell hozni a fogyasztók alapvető jogainak védelmét, valamint a konvergencia által érintett ágazatokban a nagymennyiségű információk széleskörű áramlásából eredő fogyasztói felelősséget szabályozó rendszert. A személyiségi jogok védelme, a tartalomért viselt felelősség és a kiskorúak védelme, a szólásszabadság kontra vádaskodás, a megfelelő joghatóság és fogyasztói képviselő – íme néhány olyan kérdés, amelynek megoldásával foglalkozni kell az új környezetben.

### 5. KÖZÉRDEKŰ CÉLKITŪZÉSEK MEGVALÓSÍTÁSA

A konvergencia által érintett valamennyi ágazatban léteznek olyan szabályok, amelyeknek az a rendeltetésük, hogy biztosítsák bizonyos általános és közérdekű célkitűzések megvalósítását. Ahogyan arra már utaltunk, az összeurópai társadalomra vonatkozó EU koncepció keretei között kiemelt jelentőséget tulajdonítanak a gazdaság általános érdekeit szem előtt tartó szolgáltatásoknak és ehhez igazítják a fent hivatkozott szabályokat. A trendek nem kérdőjelezik meg a távközlésben érvényesülő általános szabályozás vagy a műsorszórás területén a közszolgálati küldetés értékét. A technológia mai lehetőségei megerősítik a konkrét célkitűzésekre, többek között a személyiségi jogok védelmére és az adatvédelemre, a kulturális sokszínűség támogatására vagy a kiskorúak és a közrend védelmét szolgáló keretrendszerre vonatkozó áttekinthető és hatékony szabályok szükségességét. A konvergencia azonban befolyásolhatja az ilyen célkitűzések megvalósítási módját, valamint azt, ki valósítsa meg ezeket a célkitűzéseket. Az eltérő szabályok akadályozhatják az integrált szolgáltatást vagy a határon túli tevékenységet, még akkor is, ha ezeket a szabályokat az egyes ágazatok konkrét körülményeihez és feltételeihez igazítják.



## 5.1. A közérdekű célkitűzések pontos meghatározásának szükségessége

Az általános ellátási kötelezettségek az esetek többségében biztosítják a meghatározott szolgáltatások megfizethető áron való igénybevételeének lehetőségét; a műsorszórók közszolgálati missziója túlmutat az általános hozzáférés és az ár kérdésein, és meghatározza a szolgáltatások tartalmára vonatkozó feltételeket. Az elmondottak alapján a közérdekű célkitűzések elemzésének mindenkor kiindulópontja a közérdekű célkitűzések világos és egyértelmű megfogalmazása, hogy a piaci szereplők pontosan ismerjék a rájuk vonatkozó kötelezettségeket. Egyesek úgy vélik, hogy az ilyen értékelés vagy elemzés azért is fontos, mert ennek alapján fel lehet mérni, érvényesek-e ezek a célkitűzések a kommunikáció és a média átalakuló környezetében; mások azt állítják, hogy a célkitűzések minden körülmények között érvényesek maradnak, és csak azok megvalósításának módja változik. Egy pontos értékeléshez mindenképpen szükség van a célkitűzések világos és egyértelmű meghatározására. Különböző ágazatokban egy vagy több szolgáltatónak konkrét kötelezettségei vannak bizonyos célkitűzések megvalósításában. Így van ez a távközlési szolgáltatókkal és bizonyos közfeladatokat ellátó műsorszóró szervezetekkel. A távközlésben abban az esetben, ha ezeknek a kötelezettségeknek az ellátása túl nagy terheket jelent a kijelölt szervezet számára, a többi piaci szereplő átvállalja a jelentkező költségek egy részét. Egyes szakértők azzal érvelnek, hogy miután a távközlésben létrejött egy ilyen keretrendszer, hasonló rendszer hiánya a közszolgálati műsorszóró szolgáltatások piacán elrettenti az integrált szolgáltatások bevezetését fontolgató szolgáltatókat és indokolatlan előnyhöz juttatja azokat, akik a médiapiacról szeretnék megközelíteni a távközlési szolgáltatások piacát. Mások azzal válaszolnak, hogy a konvergencia nem kérdőjelezi meg a napjainkban alkalmazott különböző módszerek létjogosultságát, hiszen az ezek alapjául szolgáló célkitűzések eltérőek. További érvük, hogy egyszerűen képtelenség meghatározni a közszolgálati feladatokra vonatkozó kötelezettségek önköltségi árát, és hogy a távközlésben felhalmozott tapasztalatokkal való összevetés ebben nem segít. További kérdés, ki lehet képes a jövőben közszolgálati feladatok ellátására vagy egy általános szolgáltatás bevezetésére? A kialakult hagyományok szerint ezt a feladatot mindig egy bizonyos kijelölt szervezet látta el (noha bizonyos tagállamokban az univerzális szolgáltatás esetében ez a helyzet változik). Miután azonban napjainkban már számítógépen vagy televíziós készüléken keresztül is igénybe lehet venni a távbeszélő-szolgáltatásokat, és az Internet hálózaton is lehet olvasni, meg lehet nézni vagy hallgatni a műsorszórók programjait, az új platformok is részt vehetnek az ilyen kötelezettségek ellátásában. Itt az a kérdés, hogy vajon ez a körülmény tovább erősíti-e az ilyen kötelezettségek pontos meghatározásának szükségességét, vagy sem. Ezenkívül az a kérdés is felmerül, kell-e módosítani a jelenlegi keretrendszer annak érdekében, hogy létrejöhessen az állami és magántulajdonban levő műsorszóró szervezetek működésének egységes keretrendszer, többek között annak érdekében, hogy a különböző szervezetek, többek között a hagyományos iparágon kívüli szervezetek is pályázhassanak közszolgálati kötelezettségek vállalására.

Ott, ahol az ilyen szolgáltatások finanszírozásához van iparági vagy akár állami támogatás, felmerül többek között az a kérdés is, legyen-e ez a mechanizmus nyitott minden olyan szervezet számára, amely hajlandó vállalni közszolgálati kötelezettségek ellátását.

## 5.2. Tartalmi célkitűzések

A konvergencia már eddig is kikényszerítette a tartalmi célkitűzések megvalósítását biztosító eszközrendszer módszertani felülvizsgálatát. Ez történt többek között az Internet hálózatban a káros és törvénytelen tartalomnál alkalmazott módszerekkel. A központi kérdés ez esetben alapvetően nem bizonyos elfogadott szabályok érvényességére, hanem az, vajon a technológia bizonyos szolgáltatásoknál jelentkező hatása szükségessé teszi-e a szóban forgó célkitűzések megvalósítását segítő eszközök felülvizsgálatát vagy sem. Ez nem más, mint az arányosság elvének gyakorlati alkalmazása, ami azt jelenti, hogy a jelenlegi módszereket az adott szolgáltatás konkrét jellemzőinek ismeretében kell értékelni. Nincs szükség az azonos tartalmakra vonatkozó egységes szabványra, amelynek alkalmazása független attól, milyen disztribúciós csatornát vesznek igénybe a tartalom közvetítéséhez. A szabványok lehetnek különbözőek. Például a szabadon fogható programokban a reklámoknál alkalmazott ellenőrző eszközök vélhetően nem alkalmazhatók a fizetett televíziós csatornákon vagy az Internet hálózatban, miután a szóban forgó szolgáltatás konkrét jellemzői, paraméterei eltérőek.

## 5.3. A közszolgálati műsorszórás szerepe

Az állami műsorszóró szervezetekre bízott közszolgálati műsorszórásnak kulturális jelentősége van, és az ilyen feladatok ellátásával megbízott szervezetek a Szerződésben megfogalmazott szabályok függvényében állami finanszírozásra jogosultak. Ezt erősíti meg az Amszterdami Szerződéshez csatolt, állami műsorszóró szervezetekre vonatkozó Jegyzőkönyv. A konvergencia következményeként a nézők az audiovizuális információ lényegesen több forrásához férhetnek hozzá. Az állami hatóságoknak folyamatosan figyelemmel kell kísérniük azt, mennyire teszi lehetővé a szokványos piaci tevékenység a politikai célkitűzések megvalósítását, illetve indokolt-e ennek alapján a műsorszóró szervezetekre vonatkozó szabályozás enyhítése; ennek megítélése során figyelembe kell venni az egyéb médiák hatását. A hagyományos állami műsorszóró szervezeteknek újra kell értékelniük szerepüket az átalakuló környezetben. Egyrészt számolniuk kell piaci részesedésük csökkenésével, hiszen az audiovizuális szolgáltatások 24 órás egyéni fogyasztásának figyelembe vételével megállapítható, hogy az audiovizuális szolgáltatások piaca a teljes telítettséghez közeli állapotban van. Sőt, a többlettartalommal járó áremelkedés következményeként a szervezetek költségvetésében olyan feszültségek jöhetnek létre, amelyek a hatályos finanszírozási mechanizmusok keretei között már nem kezelhetők. Az a kérdés, vajon a közvetítési jogokért kialakult kielezett piaci versenyben az állami műsorszórók a napjainkban működő finanszírozási mechanizmusok behatárolt lehetőségei közepette is megőrizhetik-e eddigi kedvező pozíciókat, azaz továbbra is hozzáférhetnek-e a vonzó, jól értékesíthető tartalomhoz. A szervezetek egy ré-



szé kész bevetni eddig szerzett hírnevét és a fogyasztók „lojalitását” az új fizetett televíziós műsorszóró szervezetekkel kialakult harcban. Másrészt, a technológiai konvergencia mind a tevékenységek, mind a fogyasztók elérésére vonatkozásában az állami műsorszóró szervezeteknek is számos új lehetőséget kínál. Ezekkel a lehetőségekkel élve az állami műsorszóró szervezetek megerősíthetik jelenlegi piaci pozícióikat és a meglévő finanszírozás mellett értékes új bevételi forrásokhoz juthatnak. A szabályozó keretrendszernek lehetővé kell tennie az új lehetőségek előnyös kihasználását. Ezenkívül a szabályozásnak biztosítania kell a gazdaságos sorozatnagyság adta előnyök kihasználását mindenütt, ahol ez a fogyasztó számára is előnyökkel jár. Abban az esetben azonban, ha a műsorszóró szervezetek közszolgálati feladatainak ellátására szánt állami forrásokat az új tevékenységek finanszírozására vagy támogatására vagy új technológiai platformok – pl. Internet – kihasználására használják fel, az ilyen eljárásokra alkalmazni kell a Szerződés versenyszabályait és a szolgáltatások szabadságára vonatkozó rendelkezéseit.

#### 5.4. Egyéb közérdekű célkitűzések

Személyiségi jogok védelme és adatvédelem. A konvergencia szolgáltatások fejlődésének és elterjedésének feltételeként a felhasználónak meg kell győződnie személyiségi jogainak biztonságos védelméről, és meg kell győződnie arról, hogy az általa használt hálózatokon keresztül továbbított információ védelme biztosított. A Közösség tagállamai már megállapodtak egymással az adatvédelem szabályozásáról, ezek a rendelkezések a közeljövőben kiegészülnek az adatvédelemre és a személyiségi jogok védelmére vonatkozó rendelkezésekkel.

*Titkosítás és digitális aláírások.* A Bizottság a közelmúltban elfogadott egy Közleményt a digitális aláírásokról és a kódolásról, amelyben az elektronikus átvitel biztonságának és az elektronikus eszközök iránti bizalom megerősítése érdekében számos intézkedésre tett ajánlásokat. Tekintettel az elektronikus kereskedelem globális jellegére, mindenképpen szükség van az üzleti közösségek és a magánszemélyek különböző igényeinek megfelelő kriptográfiai termékekre és szolgáltatásokra.

*A kulturális sokszínűség.* Az Európai Bíróság a médiát is érintő határvitával kapcsolatos ügyben elfogadta, hogy a művelődéspolitikai célkitűzések a tagállamok által törvényesen érvényesíthető közérdekű céloknak minősülnek. Az ilyen célkitűzések megvalósításának egyik hagyományos eszköze a közszolgálati műsorszórás. Az e tárgyban elkészült és az EK Szerződéshez csatolt, később az Amszterdami szerződéssel módosított Jegyzőkönyv felhívja a figyelmet arra a körülményre, hogy „a közszolgálati műsorszórás rendszere a tagállamokban közvetlen összefüggésben áll minden egyes társadalom demokratikus, kulturális és társadalmi szükségleteivel és a médiában érvényesülő pluralizmus megóvásának követelményével”.

*A kiskorúak és a közrend védelme.* Noha az egyes tagállamok és a Közösség hagyományosan elfogadják és elismerik a kiskorúak és a közrend védelmére vonatkozó közérdekű célkitűzéseket, bizonyos konvergencia szolgáltatások tranzakciós jellege olyan módosításokat tesz szükségessé a célkitűzések megvalósításának eszközeiben, amelyek által

érvényesíthető az arányosság elve.

Az Internet hálózatban a káros vagy törvénytelen tartalom kiszűrését szolgáló biztonsági intézkedések érvényesítésének nehézségei jelzik, hogyan kérdőjelezi meg a konvergencia a megvalósítás hagyományos szabályozását, miközben nem kérdőjelezi meg annak az elvnek az érvényességét, hogy a védekezéshez szabályokra van szükség. A platform globális jellege és az ellenőrzés egy tagállam határain belül való érvényesítésének nehézségei olyan megoldások alkalmazásához vezetnek, amelyek a hivatalos hatósági szabályozással szemben előnyben részesítik az önszabályozás módszereire alapozott megoldásokat; ezzel párhuzamosan műszaki megoldásokkal igyekeznek lehetővé tenni és biztosítani a szülők eddigénél nagyobb felelősségvállalását. Ennek célja egységes elvek elfogadása egy olyan keretrendszer megvalósítására az egyes tagállamokban, amely az átvitel eszközeitől függetlenül biztosítja a kiskorúak és az emberi méltóság védelmét az audiovizuális és információs szolgáltatások hálózataiban.

### 6. A JÖVŐ SZABÁLYOZÁSI POLITIKÁJÁNAK IRÁNYELVEI A KONVERGENCIA ÁLTAL ÉRINTETT ÁGAZATOKBAN

A Zöld Könyv célja nem határozott álláspontok megfogalmazása, sokkal inkább a vélemények összegyűjtése és a vita ösztönzése. Ez a rész a korábbi elemzések eredményei alapján bizonyos alapelveket fogalmaz meg, amelyek megeremthetik a konvergencia által érintett ágazatokban a jövőben alkalmazható módszerek egységes alapját.

a) Szabályozásra csak annyiban van szükség, amennyiben ez az előzetesen egyértelműen megfogalmazott célkitűzések megvalósításához feltétlenül indokolt.

Tekintettel a konvergencia által érintett ágazatok innovációjának ütemére, dinamizmusára és erejére, az állami hatóságoknak kerülniük kell az olyan módszerek alkalmazását, amelyek túlszabályozáshoz vezetnek vagy egyszerűen kiterjesztik a távközlési és médiaágazatokban jelenleg hatályos szabályokat azokra a területekre és tevékenységekre, amelyek ma nagyrészt szabályozatlanok. Minden bevezetett szabálynak egyértelműen meghatározott célokat kell követnie.

b) A jövő szabályozó módszereinek igazodniuk kell a felhasználók igényeihez.

Bármely szabályozó keretrendszer alapvető prioritása a felhasználók igényeinek kielégítése – megfelelő választék biztosítása, a szolgáltatások színvonalának javítása, árcsökkentés; a szabályozásnak emellett szavatolnia kell a fogyasztói jogok és a közérdek védelmét. Egy ilyen megközelítés összhangban áll a tágabb politikai célkitűzésekkel, amelyek elismerik és elfogadják számos ágazat fontos szerepét abban, hogy az Információs Társadalom az állampolgárok napi életének részévé váljon.

c) A szabályozással kapcsolatos döntéseket egy világos és kiszámítható keretrendszer iránti igénynek kell meghatározni.

A szabályozó hatóságoknak olyan világos és kiszámítható keretrendszer létrehozására kell törekedniük, amely ösztönzi a vállalkozások befektetéseit. Ott, ahol a kérdések eldöntését a piaci szereplőkre lehet bízni, ezt világossá kell tenni. Ott, ahol az új tevékenységek a szabályozás szükség-



gességét és módját illetően bizonytalanságot keltenek, ezt tisztázni kell.

d) A teljes részvétel biztosítása egy átalakulóban levő környezetben.

A távközlés területén az univerzális szolgáltatás, a műsorszórás területén a közszolgálati küldetés koncepcióira támaszkodva az állami hatóságoknak gondoskodniuk kell arról, hogy mindenki képes legyen részt venni az Információs Társadalomban. A konvergencia ebben a vonatkozásban a jelek szerint képes biztosítani a részvétel új eszközeit.

e) A független és hatékony szabályozók egy átalakuló környezet egyik kulcsfontosságú kérdése.

Miközben az általános trend a szabályozás szigorának enyhítése felé mutat, a konvergencia által kiváltott kiélezett piaci verseny kihangsúlyozza a hatékony és független szabályozók iránti igényt. A szabályozás függetlensége különösen fontos ott, ahol az állam piaci szereplőként is megtartja saját részesedését.

## 7. KÉRDÉSEK

### 7.1. A konvergencia jellege és hatása napjainkban

Bár a konvergencia a technológia szintjén jelentkezik, milyen mértékben és milyen sebességgel megy ez végbe az ipari, a szolgáltatási és a piaci szinteken?

Érezhetőek-e már a konvergencia hatásai az üzleti életben és mindennapi életünkben, és ha igen, hogyan?

### 7.2. A konvergencia társadalmi-gazdasági, üzleti és fogyasztói hatása

A konvergencia potenciálisan jelentős hatást gyakorolhat a társadalomra, a foglalkoztatásra, az európai üzleti élet növekedésére és versenyképességére, valamint arra, hogy hogyan férhetünk hozzá a szolgáltatásokhoz, az információhoz, a szórakoztatáshoz és a kultúrához.

(A) A konvergencia jelentős hatással lesz-e a munkahelyteremtésre, valamint az oktatásra és a képzésre az Európai Unióban? A konvergencia várhatóan hogyan gyakorolhatást munkavégzési módunkra? Érezhető lesz-e hatása végül is az egész Európai Közösségben?

(B) A jelenlegi fejlemények várhatóan milyen hatást gyakorolnak a távközlési, a média- és az IT szektorokra, az ezen szektorok alapvető gazdasága, a kínált szolgáltatások és a valószínű szolgáltatók tekintetében?

(C) Mik bizonyítják a változásokat Európában a tekintetben, hogy a szolgáltatásokhoz, az információhoz, a szórakoztatáshoz és a kultúrához hogyan férnek hozzá a háztartásokban és a munkahelyeken? Mik a PC elterjedtség, az Internet használat és a tv-elterjedtség jelenlegi szintjei az új szolgáltatások felvállalása tekintetében? Milyen lépéseket kell tenni (ha egyáltalán) a multimédia kapacitású számítógép elterjedtsége és az Internet felhasználás alacsony szintjeinek legyőzése érdekében?

### 7.3. A konvergencia akadályai

Milyen az azonosított akadályok várható hatása, és léteznek-e olyan akadályok vagy egyéb tényezők, amelyek jelentős hatással vannak a konvergencia folyamatára Európában?

### 7.4. A konvergencia hatása a hatályos szabályozásra

Milyen kihívásokat jelentenek a folyamatban levő fejlesztések a szabályozás, a versenyszabályok és a piaci erőkre való támaszkodás közötti egyensúly számára, hogyan befolyásolhatja a konvergencia folyamata a távközlés, a média és az IT ágazatokban hatályos szabályozást alátámasztó alapelveket.

(A) Vajon a folyamatban levő fejlesztések több vagy kevesebb szabályozást, a versenyszabályok többé vagy kevésbé erőteljes érvényesítését, valamint a piaci erőkre való többé vagy kevésbé erőteljes támaszkodást igényelnek a konvergencia által érintett ágazatokban a korábban megfogalmazott célkitűzések megvalósításához?

(B) Megkérdőjelezi-e a konvergencia a távközlésben, a médiában és az IT ágazatban alkalmazott szabályozó módszerek alapját képező irányelvek létjogosultságát, és ha igen, mekkora ez a kihívás?

### 7.5. Akadályok áthidalása

*Az üzleti közösség és a fogyasztók számára megfelelő szabályozó keretrendszer létrehozása*

Létezik néhány olyan kulcsfontosságú terület, ahol az akadályok áthidalása és a verseny feltételeinek megteremtése szükségessé teszi a szabályozás hatékony megoldásainak kimunkálását.

(A) Igazodnak-e az egyes tagállamok és/vagy a Közösség törvényhozásában a távközlés, a média és az IT területén alkalmazott definíciók a konvergencia folyamatához?

(B) Szükségessé teszi-e a konvergencia jelensége a piacra lépés és az engedélyezés, a hálózatokhoz, fogyasztókhoz (többek között a feltételes hozzáférésű rendszerekhez), a tartalomhoz való hozzáférés, valamint az árképzés a napjainkban alkalmazott megközelítések, módszerek felülvizsgálását, illetve új módszerek alkalmazását?

(C) Megkívánja-e a konvergencia a jelenlegi módszerek felülvizsgálatát a frekvenciák elosztásában és az árképzésben? A konvergencia ismeretében milyen módszereket célszerű alkalmazni az analóg szolgáltatásokról a digitális szolgáltatásokra való átálláshoz, különös tekintettel az analóg technológia kiváltásának ütemezésére?

(D) Milyen célokat kövessen az egységesítés a konvergencia körülményei között, milyen legyen a regionális és a nemzetközi egységesítés viszonya?

(E) Milyen további intézkedésekre van szükség a konvergencia jellemezte környezetben a hátrányos helyzetű fogyasztók és felhasználók érdekeinek érvényesítéséhez?

### 7.6. Közérdekű célkitűzések megvalósítása a konvergencia körülményei között

A folyamatban levő fejlesztések biztosíthatják a közérdekű célkitűzések újszerű módszerekkel történő megvalósítását, például úgy, hogy kötelezettségeket rónak egy vagy több piaci szereplőre (univerzális szolgáltatási kötelezettségek a távközlésben vagy bizonyos műsorszóró szervezeteknél megállapított közszolgálati kötelezettségek), az új technológiák és szolgáltatások bővíthetik a szolgáltatások választékát.

(A) Vajon a konvergencia jelensége megerősíti vagy megkérdőjelezi a közérdekű célok megvalósításának mód-



ját a távközlésben, a médiákban és az információ-technológiában?

(B) Szükséges-e a célkitűzések eddiginél pontosabb meghatározása, illetve ott, ahol a célkitűzések alapján konkrét kötelezettségeket fogalmaznak meg, szükség van-e arra, hogy a piaci szereplők eddiginél nagyobb csoportja rendelkezzen az ilyen kötelezettségek vállalásához szükséges képességekkel?

### 7.7. A szabályozás további alakulása

Problémát jelent hogyan lehet a jövőben alkalmazni a hivatkozott elveket – külön-külön mindegyik ágazatban vagy „horizontálisan” a különböző piacokon. Felmerülnek még egyéb kérdések, többek között a szabályozó testületek számáról és a Közösség és a tagállamok szintjén kezdeményezett intézkedések egyensúlyáról.

(A) Vajon a folyamatban levő fejlesztések miatt szükség van-e a hatályos szabályok alkalmazásának felülvizsgálatára a távközlésben, a műsorszórásban és az információ-technológiai ágazatokban?

(B) Vajon a távközlés, a média és az IT különböző vonatkozásaiért felelős különböző szabályozó hatóságok vagy minisztériumok léte kínál-e valamilyen működőképes struktúrát a szabályozó felügyelet ellátásához egy konvergencia jellemezte környezetben?

(C) Megköveteli-e a konvergencia az egyes tagállamokban, a Közösségben vagy nemzetközi szinten a szabályozás feladatainak újraértékelését, és ha igen, mely területeken?

Tekintettel számos szolgáltatás regionális és globális jellegére, a szubszidiaritás (másodlagos) követelménye teljesíthető. Az egyes tagállamokban alkalmazott megközelítések különbözősége sokkal inkább sértheti, semmint védi a felhasználók érdekeit, kikezdheti a belső piacon megjelenő sokszínűséget és olyan torz hatásokat szülhet, amelyek következményeként azokban a régiókban jönnek létre termelő kapacitások, ahol liberálisabb a szabályozás.

### 7.8. A konvergencia nemzetközi vonatkozásai

A konvergencia kérdésköréhez, illetve a konvergenciát befolyásoló egyéb konkrét tényezőkhöz kapcsolódó, már folyamatban levő nemzetközi tevékenységeket vizsgálja; ilyen tevékenységek az Internet, a szellemi jogok védelme és az elektronikus kereskedelem. Felhívja a figyelmet arra, milyen lehetőségeket kínál a konvergencia a közép- és

kelet-európai partnereinknek, valamint tágabb értelemben a világ fejlődő országainak.

(A) A konvergencia jelenségének ismeretében szükséges-e további nemzetközi intézkedések és akciók?

(B) Milyen további lépésekre van szükség ahhoz, hogy más országokat, többek között a közép- és kelet-európai országokat is ösztönözzék a kibontakozó fejlődést segítő feltételek megteremtésére?

### 7.9. Elvek és lehetséges megközelítési módok a konvergencia ismeretében

Az anyag számos olyan fontos politikai alapelvet határoz meg, amelyek a konvergencia körülményei között meghatározhatják a szabályozás jövőben alkalmazható módszereit. Javaslatot tesz a különböző ágazatokban napjainkban alkalmazott szabályozások felülvizsgálatára és a folyamatban levő fejlesztések támogatására.

(A) Milyen hatással lehet a konvergencia a távközlés, a média- és az IT szolgáltatások területén a jövőben alkalmazható szabályozásra, és a konvergencia hatásainak ismeretében szükséges-e ezeknek az elveknek a felülvizsgálata?

(B) Amennyiben a konvergencia szükségessé teszi a meglévő szabályozás újragondolását, az adaptációs folyamat:

- támaszkodjék a meglévő keretrendszerekre, terjessze ki azok hatását, vagy érdemes gondolkodni új szabályozás kialakításán;
- hozzon létre egy új keretrendszert számos on-line vagy interaktív szolgáltatás szabályozására, amely párhuzamosan működne a hagyományos távközlési és műsorszóró tevékenységekre vonatkozó meglévő keretrendszerrel; vagy
- hozzon létre egy teljesen új átfogó keretrendszert, amely egységes módszerekkel szabályozná mindhárom területet.

#### Kiegészítő információk

A Green Paper megtalálható:

<http://www.ispo.cec.be/convergencegp/97623.html>

A „Zöld Könyv” megtalálható:

[http://www.itb.hu/dokumentumok/zold\\_konyv/](http://www.itb.hu/dokumentumok/zold_konyv/)

A témához, a felvetett kérdésekhez az észrevételeket kérjük a HTE-hez e-mail-en beküldeni a következő címre: [hiradastechnika@metesz.hu](mailto:hiradastechnika@metesz.hu)

(1) Whilst convergence is occurring at the technology level, to what extent and at what speed is this happening at the industry, service and market levels? Are the effects of convergence already being felt in the business world and in our everyday lives, and if so, in what way? (2) Will convergence have a significant impact on job creation, as well as on education and training in the European Union? How is convergence likely to impact the way in which we work? Will its effects be spread evenly throughout the European Community? What effect are current developments likely to have on telecommunications, media and IT sectors, in terms of the underlying economics of those sectors, the services offered and the likely service providers? What evidence is there of changes in Europe in the way services, information, entertainment and culture is being accessed in the home and in the office? What are the implications of current levels of PC penetration, Internet use and TV penetration for the take up of new services? What action (if any) is needed to overcome low levels of multimedia computer penetration and Internet use? In the light of the positions put forward in the Commission Working Paper on the Fifth Framework Programme, what kinds of Community RTD projects should be launched in the context of convergence? (3) What is the likely impact of the barriers identified and are there other barriers or factors which may have a significant impact on the convergence process in Europe? (4) Do current developments require more or less regulation in the sectors affected by convergence, more or less reliance on competition rules, and more or less reliance on market forces to achieve the objectives identified in earlier Chapters? Whether and if so, to what extent convergence challenges the principles underpinning existing regulatory approaches in the telecommunications, media and IT sectors?



# GREEN PAPER ON THE CONVERGENCE OF THE TELECOMMUNICATIONS MEDIA AND INFORMATION TECHNOLOGY SECTORS

I. JUTASI

SYSTEM INVESTMENT TELECOM KFT.

I. SCHMIDEG

COMMUNICATION AUTHORITY, HUNGARY

The Green Paper addresses the nature of the convergence phenomenon, and focuses on the provision of services and the underlying networks over which they are carried and deals with the implications for both the shape and substance of regulation which may arise from convergence. The aim of this Green Paper is to stimulate debate, therefore it analyses issues, identifies options and poses questions for public comment.

Convergence means that technology now allows both traditional and new services (whether voice, data, sound or pictures) to be provided over many different networks. Examples of new products and services being delivered include: voice, home-banking and home-shopping over the Internet; e-mail, data and World Wide Web access over mobile phone networks; Webcasting of audio-visual services; the use of wireless links to connect subscribers to the fixed telecommunications networks; data services over digital broadcasting platforms; on-line services combined with television via systems such as Web-TV, as well as delivery via digital satellites and cable modems.

Convergence is not just about technology. It is about services and about new ways of interacting with society. The emergence of new services and the development of existing services are expected to expand the overall information market, open new opportunities. Policy makers will have a key role in ensuring that such an environment is in place, for which the future regulatory environment will be of crucial importance. The Green Paper shows differing views on the adequacy of existing regulatory frameworks to deal with the changing environment. One view is that the development of new products and services is being held back by regulatory uncertainty – that existing rules were defined for a national, analogue and mono-media environment, but that services increasingly cut across different traditional sectors and geographical boundaries, and that they may be provided over a variety of platforms.

An alternative view would hold that the specific characteristics of the existing separate sectors will limit the scope for service convergence. It further would contend that the role of the media industry as the bearer of social, cultural and ethical values within our society is independent of the technology relied upon to reach the consumer. This would mean that regulation of economic conditions and that of the provision of information services should be separated to ensure efficiency and quality.

Whilst digitalisation means that convergence is well advanced at the level of technology, this Green Paper does not automatically assume that convergence at one level inevitably leads to the same degree of convergence at other levels. Equally, there is no assumption that convergence in technologies, industries, services and/or markets will necessarily imply a need for a uniform regulatory environment.

It provides a detailed discussion of issues associated with existing and possible future regulatory frameworks or approaches. These issues fall into eight broad areas: definitions; market entry and licensing; access to networks, to conditional access systems and to content; access to frequency spectrum; standards; pricing; individual consumer interests.

After a 5 months public consultation period ending on April 30. on the basis of the comments received, the European Commission intends to produce a Communication by June 1998. The questions asked by the Green Paper are connected to the following:

*Question 1: The nature and impact of convergence today*

*Question 2: The socio-economic, business and consumer impact of convergence*

*Question 3: Barriers to convergence*

*Question 4: The impact of convergence on current regulation*

*Question 5: Overcoming the barriers – Getting the right regulatory framework for business and for consumers*

*Question 6: Securing public interest objectives in the light of convergence*

*Question 7: The future shape of regulation*

*Question 8: The international aspects of convergence*

*Question 9: Principles and possible approaches in the light of convergence*



**Jutasi István** okl. villamosmérnök. Pályafutását 1952-ben tanársegédként kezdte a BME Hadmérnöki Kar Híradástechnikai tanszékén. 1956-tól az átviteltechnika szakterületén gyártmányfejlesztőként a BHG-ban, majd a Telefongyárban dolgozott. 1971-től az OLAJTERV Hírközlési osztályának vezetője. 1984-től a posta Kísérleti Intézet Rendszertechnikai osztályának vezetője 1990 áprilisi nyugdíjazásáig.

Az 1980-as években a HTE Energiaipari Távközlési Szakosztályának, majd a Technológiai Távközlési Tagozatának vezetője. 1993. július 1-től a Távközlési Mérnöki Minősítő Bizottságnak, 1997. május 9-től a Magyar Mérnöki Kamara Hírközlési és Informatikai Tagozata elnökségének tagja.



**Schmidég Iván** a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karán 1956-ban végzett, a műszaki tudományok kandidátusa fokozatot 1971-ben szerezte meg. 1956–1981 között a BHG, az Orion és a Finommechanikai Vállalatnál mikrohullámú távközlő-berendezések, -hálózatok fejlesztését végezte, irányította, majd az OMFB főosztályvezető-helyetteseként a távközlés és elektronika területén tanulmányok, ill. a terület kutatás-fejlesztési munkáinak támogatásán dolgozott. 1995 óta a Hírközlési Főfelügyeleten osztályvezetőként a nemzetközi szervezetekkel való együttműködést irányítja. Az MTA Távközlési Rendszerek Bizottságának 1974 óta, a Távközlési Mérnöki Minősítő Bizottságnak 1993 óta tagja.



# FREKVENCIAGAZDÁLKODÁS 1998–2008

## Ami a távozó kormány „Hírközléspolitikája 1998–2005” koncepciójából kimaradt

TOMKA EMIL

TELEHON TANÁCSADÓ ÉS SZOLGÁLTATÓ BT  
1125 BUDAPEST, SÁROSPATAK U. 18.  
TEL./FAX: 212-2831; E-MAIL: TELEHON@MAIL.MATAVHU

A frekvenciagazdálkodás csak látszólag állami, hatósági problémakör, hiszen a rádiófrekvenciás tartomány – mint természeti erőforrás – hatékony használata az ország gazdasági fejlődésének egyik igen fontos katalizátora. Ebből következik, hogy az elkövetkező tíz év hatalmas és sokrétű munkálatai egyben óriási üzleti és munkahely-teremtési lehetőségeket is jelentenek. A cikkben bemutatott kihívások megvilágítják, hogy a műszaki, gazdasági szakemberek érdeklődésén túl az egész társadalom működését (pénztárcáját) befolyásoló kérdésekben kell mihamarabb meghozni a megfelelő döntéseket.

„A rádiófrekvenciás spektrumnak – mint korlátozott természeti erőforrásnak – mindenki számára elérhetőnek kell lennie olyan szabadon és igazságosan, amennyire csak lehetséges.” (J. Karjalainen)

„A rádiófrekvenciás spektrumot vagy annak bármely részét nem birtokolhatja senki – sem egy állam, sem valamely jelen vagy jövőbeli rádiófelhasználó.” (J. Karjalainen)

„A kormány feladata: a frekvenciagazdálkodás általános elveinek a társadalmi és gazdasági követelmények alapján történő meghatározása.” (1993. évi LXII tv. 3. (1))

## 1. BEVEZETÉS

Immár három év telt el azóta, hogy az Európai Rádió-távközlési Hivatal (ERO) által irányított részletes spektrumvizsgálat (DSI) második fázisának feldolgozásával megbízott szakértő bizottság átadta elemzéseit és javaslatait az Európai Rádió-távközlési Bizottságnak (ERC) valamint az Európai Postai és Távközlési Igazgatóságok Értekezlete (CEPT) szervezetének [1].

A tanulmány újfajta megközelítésből új filozófiát javasolt az európai és a nemzeti frekvenciagazdálkodás területén. A vizsgálat során a nemzetközi szakértő csoport megállapította, hogy nem lehet tovább figyelmen kívül hagyni a rádiófrekvenciák használatának – mint rendkívül fontos természeti erőforrásnak – Európa gazdasági teljesítményét jelentősen befolyásoló hatását.

Az egyre nagyobb számú új felhasználó joggal igényli a korábbi frekvenciahasználati engedélyekkel bíró felhasználókkal egyenlő hozzáférés és elbírálás biztosítását. Ehhez azonban változtatni kell a politikai kérdésként kezelt, szigorú kormányzati szabályozással irányított frekvenciagazdálkodási módszereken.

A szakértő csoport és az ERC természetesen tisztában volt azzal, hogy a frekvenciagazdálkodás – a hírközlés más területeihez hasonló – liberalizációja széleskörű jogalkotási változtatásokat igényel, mégis határozottan javasolta a piaci versenyhez alkalmazkodó – európai szinten harmonizált – új frekvenciadíj kialakítási módszerek bevezetését.

1990-91-ben felbomlott ugyan a Varsói Szerződés és a KGST de a hajdani „szocialista tábor” – a frekvenciagazdálkodás szempontjából is – évtizedekig ható káros örökséget hagyott hátra. Bár Magyarország is hamarosan csatlakozott a CEPT-hez – a többi keleti blokkhoz tartozó országhoz hasonlóan – rendkívüli nehézségekkel kellett szembenéznie a frekvenciasávok Nemzetközi Rádiószabályzat (RR) szerinti felosztásánál. Hiába volt tagja korábban is Magyarországnak az ENSZ szakosított távközlé-

si szervezetének, a Nemzetközi Távközlési Egyesületnek (ITU), a frekvenciasávok felosztását az – alapvetően szovjet katonai érdekeket szolgáló – OSZSZ Frekvenciafelosztási Táblázat határozta meg. Az OSZSZ (az elszigetelés és a „vasfüggöny” stratégiáját követve) szinte minden fontosabb rádiószolgáltatásnak az RR-től eltérő frekvenciasávot jelölt ki.

Ha átgondoljuk az állami finanszírozású, ill. állami tulajdonú szervezetek (pl. hadsereg, rendőrség, vasút, vízügy, mentők, műsorszórás, távközlés stb.) stabil és mobil hálózatainak eszközértékét, valamint a KGST keretek között prosperáló hazai híradástechnikai ipar volumenét, világossá válik, hogy az OSZSZ-ről való áttérés az RR előírásaira a nemzetgazdaság százmilliárdjait felemésztő költséget vetített előre.

Ezen kiindulól nehézségen túl még azt is figyelembe kell venni, hogy a pártállamban a frekvenciasávok felosztása alapvetően a kormányzat (1990-re zömében teljesen elavult berendezések működtetésének) igényeire épült és így a polgári felhasználásban csak a maradék elv érvényesülhetett.

Ilyen peremfeltételek mellett kellett (és kell még sok szempontból ma is) a frekvenciasávok hazai felosztását olyan új alapokra helyezni, mely nemcsak illeszkedik a nemzetközi és európai harmonizálási törekvésekhez, hanem – a DSI szakértő csoport javaslatával összhangban – teret biztosít a rádiófrekvenciák használata gazdaságélénkítő hatásának is.

Látható, hogy a frekvenciagazdálkodás csak látszólag állami, hatósági problémakör. A cikkben bemutatott kihívások megvilágítják, hogy a műszaki, gazdasági szakemberek érdeklődésén túl az egész társadalom működését (pénztárcáját) befolyásoló kérdésekben kell mihamarabb meghozni a megfelelő döntéseket.



## 2. TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉS

### 2.1. Nemzetközi szervezetek

#### 2.1.1. A Nemzetközi Távközlési Egyesület (ITU)

Az ITU (International Telecommunication Union) 140 éves múltat mondhat magáénak. Az 1865 május 17-én aláírt első nemzetközi távíróegyezmény emlékét őrzi az azóta is e napon tartott Nemzetközi Távíróegyesület napja. Az ITU 1947 óta az ENSZ szakosított távközlési szervezete, melynek szerepét, tevékenységét a HÍRADÁSTECHNIKA korábbi száma részletesen is bemutatja [2].

#### 2.1.2. A Nemzetközi Rádiószabályzat (RR)

Az RR (Radio Regulations) az 1920-as évek óta folyamatosan fejlesztett ITU szabályozás, melynek 8. Cikke tartalmazza a Frekvenciasávok Felosztási Táblázatát (Table of Frequency Allocations). A tagállamok vállalták, hogy érvényt szereznek a Nemzetközi Távközlési Egyezmény és annak részeként kiadott RR (az 1985. évi 18. sz. tvr-rel kihirdetve) előírásainak betartására saját országaikban, ill. más tagországokkal fenntartott kapcsolataikban [3].

#### 2.1.3. A Rádió Világértekezletek (WARC, WRC)

A WARC (World Administrative Radio Conference) és a WRC (World Radiocommunication Conference) az ITU tagországainak Meghatalmazotti Értekezlete által összehívott Rádió-távközlési Világértekezletek, melyek keretében az érintett országok együttműködésével határoznak a világméretű jelentőséggel bíró rádiótávközlési, frekvenciagazdálkodási kérdésekről.

#### 2.1.4. Az európai regionális szervezetek (CEPT, ERC, CEC, ETSI)

• A CEPT-et (European Conference of Postal and Telecommunications administrations) 1959-ben 34 ország alapította a regionális érdekek és célok összehangolására. A CEPT tagországok plenáris ülése irányítása alá tartozik az ERC (European Radiocommunications Committee), melynek Dániában székelő állandó szervezete az ERO (European Radiocommunications Office)

• Az Európai Unió Bizottsága (Commission of the European Communities: CEC), maga is nagy aktivitást mutat a nemzetközi piaccal és kereskedelemmel összefüggő távközlési kérdésekben. A CEC „Zöld Könyv”-ei (Green Paper) programot adnak az Európa által követendő távközléspolitikára.

• Az ETSI-t (European Telecommunications Standards Institute) a CEC indítványára, de független szervezatként hozták létre 1988-ban az európai távközlési piac és az általa alkalmazott szabványok összehangolására. Ennek megfelelően az ETSI nemcsak a CEPT-tel és az ERO-val, valamint a tagországok kormányaival tart fenn szoros együttműködést, de nyitott a (ezen szervezetekben nem képviselt) szolgáltatók, gyártók, és felhasználók irányában is [5].

#### 2.1.5. A NATO frekvenciagazdálkodási szervezete (ARFA)

Az ARFA (Allied Radio Frequency Agency), a Szövetségesek Rádiófrekvencia Hivatala nem annyira a kormányokkal, mint inkább a CEPT-tel egyeztetési a védelmi célú

és a civil frekvenciasávok felosztását. Valamennyi CEPT és NATO tagország frekvenciafelosztási politikája kialakításában igen hasznos kiindulópont az ARFA által készített NJFA (NATO Joint Frequency Agreement), mely az egyeztetett civil és katonai célú frekvenciasáv használaton túl bemutatja azon sávokat is, melyekre a NATO igényt tart [5].

#### 2.1.6. Részletes spektrum vizsgálat és egységes felosztási táblázat terv (DSI, ETFA)

Az európai távközlési hatóságokat tömörítő CEPT rádiószabályozásért felelős testülete az ERC, 1991 júniusában megbízta állandó irodáját, az ERO-t, hogy indítsa el az európai frekvenciasávok átvizsgálását. A DSI (Detailed Spectrum Investigation) azt a célt tűzte ki, hogy az európai kormányok, ipar, műsorszóró és távközlési szolgáltatók, operátorok és felhasználók maximális mértékben felhasználhassák a frekvencia spektrumot, mint korlátozottan rendelkezésre álló természeti erőforrást. A munka távolabbi célja az, hogy kialakuljon a Frekvenciasávok Európai Felosztási Táblázatának (European Table of Frequency Allocations: ETFA) olyan javaslata, mely 2008 júniusától bevezethető. A tervezett DSI fázisok részletesebb leírása a HÍRADÁSTECHNIKA korábbi számában olvasható [6].

## 2.2. A magyar frekvenciagazdálkodás rövid története

### 2.2.1. A múlt

A magyar frekvenciagazdálkodás – mely mintegy 60 éves múltra tekinthet vissza – első méltó elismerését az 1993-ban megalkotott „a frekvenciagazdálkodásról” szóló 1993 évi LXII tv. biztosította. A kiváló szakembergárda – megelőzve valamennyi kelet-közép-európai országot – 1993-94-ben elkészítette a Frekvenciasávok Nemzeti Felosztási Táblázatát (FNFT). A frekvenciagazdálkodás kialakulása és részletes története (1995 elejéig) megtalálható az irodalomban [2], [7].

### 2.2.2. Új elemek a szabályozásban

• 1995-ben a parlament törölte a Frekvenciagazdálkodásról szóló. tv. 22. §-át és ezzel a „korszerű technológia bevezetéséhez szükséges esetenkénti sávátrendezések támogatását” célzó Rádiótávközlési Alapot.

• 1996-ban az országgyűlés törvényt alkotott a rádiózásról és televíziózásról (1996 évi I. tv.). E jogszabály – mely kiegészítéseket és módosításokat is tartalmaz az 1993-ban hatályba lépett Távközlési- és Frekvencia törvényekhez – témánkhoz kapcsolódó legfontosabb új eleme (159. §) a Nemzeti Hírközlési és Informatikai Tanács (NHIT) létrehozása. Az NHIT a kormány véleményező és javaslattevő szerve. E Tanács nemcsak véleményezési joggal bír a frekvenciagazdálkodás és felhasználás teljes területére, de elnökét meg kell hívni a kormány ülésére a frekvenciagazdálkodást érintő kérdések tárgyalásakor.

Ugyanezen évben a Közlekedési, Hírközlési és Vízügyi Minisztérium (KHVM) vitára bocsátotta „Hírközléspolitikai Konceptió”-ját, valamint „Hírközléspolitikai Tézisei”-t.

• Az 1997-es év számos – a fejlődést segítő – jogszabályváltozást hozott:

A 48/1997 (III. 14.)sz. Korm. r. (a távközlési szolgáltatás nyújtás és engedélyezés követelményeinek pontosításán



túl) részletesen is szabályozta a frekvenciakészlet optimális felhasználását elősegítő árverések és sorsolások rendjét.

Régi hiányt pótolta a 6/1997 (IV.22.) KHVM rendelet „a frekvencialekötés és használat díjáról”, amikor meghatározta a polgári (civil) rádiótávközlési tevékenységet vagy szolgáltatást végzők frekvencialekötéséért, ill. frekvenciahasználatáért fizetendő díját az egyes rádiótávközlési szolgálatok szerinti bontásban.

A 204/1997 (XI. 19.) Korm. rendelet kiadta az FNFT új változatát, mely már számos EU ajánlással harmonizált.

A 232/1997 (XII. 12) Korm. rendelet megszüntette azt az EU által kifogásolt helyzetet, hogy: „Az állam által gyakorolt tulajdonosi jogokra tekintettel a Hírközlési Főfelügyelet nem független a legfőbb távközlési szolgáltatótól.” [8]. A rendelet egyúttal kiegészítette és pontosította a Hírközlési Főfelügyelet (HIF) frekvenciagazdálkodással kapcsolatos feladatait.

• 1998 elején megszületett a kormány elé terjesztendő „Hírközléspolitikai 1998 – 2005”.

### 2.2.3. A frekvenciagazdálkodást segítő tanulmányok

A KHVM, a HIF és a Kormányzati Frekvenciagazdálkodási Hivatal 1996-97 folyamán – több PHARE projekt keretében – tanulmányokat készített és készíttetett a magyar frekvenciasávok felosztási rendjének továbbfejlesztéséhez.

## 3. A XXI. SZÁZAD KÖVETELMÉNYEI

### 3.1. Világméretű áttrendeződés

#### 3.1.1. Az 1992 évi Igazgatási Rádió Világértekezlet (WARC-92)

Az 1992 elején megrendezett Igazgatási Rádió Világértekezletet mérföldkönek tekinthetjük az – egyre magasabb mikrohullámú frekvenciákat is meghódító – új technológiák frekvenciagazdálkodásra gyakorolt hatásában. Az értekezlet vitái felszínre hozták a fejlett országok (Európa, USA stb.) és fejlődő országok közötti nézetkülönbségeket (az utóbbiak ragaszkodtak a hagyományos technológiákhoz). – A WARC-92 napirendjében kiemelkedett az űrtávközlés előretörése, ill. ezen belül is a műholdas műsorszórás. Bár a fejlett országok szerettek volna új frekvenciasáv kiosztást elérni a műholdas széles sávú digitális televízió műsorszórás (High Definition Television: HDTV) számára is, de az országcsoportok és földrészek közti érdekellentétek miatt, ebben a kérdésben nem sikerült világméretű megállapodást elérni.

#### 3.1.2. Az 1995 évi Rádió-távközlési Világértekezlet (WRC-95)

A WRC-95 folytatta a GHz-es frekvenciatartományok felülvizsgálatát különös tekintettel a műholdas mozgószolgálatok frekvenciahasználati rendjére. Ugyanakkor a Frekvenciasávok Felosztási Táblázatának (RR 8. Cikk) egyszerűsítése számos új szabályozást eredményezett az 1 GHz alatti sávokban is. A WRC-95 témaköreinek részletesebb bemutatását a [4] irodalom tartalmazza.

#### 3.1.3. Az 1997 évi Rádió-távközlési Világértekezlet (WRC-97)

A Rádió-távközlési Világértekezletet – a WARC-92 döntése nyomán – immár két évente tartják Genfben. Az

1997-es értekezlet folytatta az RR egyszerűsítésére irányuló -1995-ben megkezdett – munkát. Természetesen a legnagyobb figyelmet ezen értekezleten is az új technológiák teremtette új lehetőségeknek kellett szentelni a magasabb (20 GHz feletti) frekvencia tartományokban. Biztosítani kellett az egyre nagyobb szerepet játszó műholdas távközlési szolgálatok (Műholdas mozgószolgálat, Műholdas tengeri mozgószolgálat, Műholdas műsorszóró szolgálat, Műholdas Föld-kutató szolgálat stb.) igényeit olykor elsődlegesen már más szolgálatoknak felosztott sávokban is. De szóba kerültek olyan kérdések is, melyek a jelen frekvenciahasználat nagyobb zavartalanságát (interferencia mentességét) biztosítják pl. a légi közlekedés Légi mozgószolgálatára [9].

#### 3.1.4. Összehangolt és szorgos európai fejlesztés

Mint már említettük, a rádió frekvenciasávok használatát és a szuverén országok használatának összehangolását a Nemzetközi Távközlési Egyesület Nemzetközi Rádiószabályzata rögzíti. Ugyanakkor a világ egyes régióinak eltérő földrajzi, gazdasági körülményei szükségessé tették egyes országcsoportok együttes és átfogó tervezését és érdekérvényesítését a frekvenciagazdálkodás területén. Ilyen feladatot lát el a CEPT keretében működő ERC. Ahogy a nemzetközi kereskedelem növekedése egyre nagyobb hatással van a frekvenciasávok használatának harmonizációjára úgy bővülnek az egyes regionális szabályozó szervezetek egymás közötti kapcsolatai. Az egyeztetések gyakran nem egyszerűek sem a regionális szervezeteken belül, sem egymás között, mivel sokszor igen jelentősek az egyes országok közötti gazdasági, kulturális, politikai, jogi stb. különbségek. Európában talán még nehezebb az összehangolás mint más régiókban, ha figyelembe vesszük:

- olyan országcsoportok érdekeit kell figyelembe venni, melyek két merőben eltérő frekvenciafelosztási rendet alkalmaztak az elmúlt évtizedekben,
- igen jelentős gazdasági különbségek mutatkoznak a legfejlettebb és legelmaradottabb CEPT országok között,
- sok (földrajzilag) kis ország van, ahol igen körültekintő összehangolásra van szükség a szomszédos országok között.

Fentieket illusztrálja a műsorszórás és a védelmi célú felhasználás arányának példája [1].

1994-ben a 29,7 – 960 MHz frekvenciasávnak – európai átlagban – mintegy 40%-a volt felosztva a műsorszórás, és mintegy 30%-a a védelmi célú felhasználás részére. Ezen átlagon belül nyilvánvaló, hogy – a korábbi szovjet dominancia politikai érdekei örökségeként – a kelet-európai országokban jelentősen alacsonyabb a műsorszórásra használt sávok aránya és nagyobb mértékű a védelmi célú sávok igénybevétele. Ez a példa alátámasztja azon elképzeléseket, melyek a DSI folyamat eredményeként 2008-ig kialakuló „Frekvenciasávok Európai Felosztási Táblázatán” belül eltérő használatú alrégiókat támogatnának.

A kibővülő Európai Unió, a globalizálódó piac, az új technológiák eladásában érdekelt jelentős gazdasági erők, mégis inkább abban érdekeltek, hogy egyre több egész Európában kiépíthető (eladható!) rádióelektronikai eszköz és rendszer erősítse a régió gazdasági és politikai súlyát a világméretű versengésben. Jó példa erre a GSM mobil rádiótelefon rendszer – korábban elképzelhetetlen méretű



– robbanásszerű terjedése. Az elkövetkező években számos hasonló fontosságú (ERC, ill. ETSI által támogatott) rádióelektronikai rendszer megjelenése várható, melyeket egész Európában azonos elvek szerint vezetnek be vagy fognak bevezetni. Néhány ezek közül (a teljesség igénye nélkül):

- Mobil rádiótelefon rendszer az 1800 MHz-es sávban (Digital Cellular System at 1800 MHz: DCS 1800)
- Digitális európai zsinór nélküli távközlés mikrocellás rádiótelefonnal (Digital European Cordless Telecommunications: DECT)
- Összeurópai nyálábolt rádiórendszer a polgári és katonai (Emergency) készenléti szolgálatoknak (Trans European Trunked Radio System: TETRA)
- Páneurópai vasúti különclélű, digitális nyálábolt rádiórendszer (UIC railway systems)
- Földfelszíni digitális hangműsorszórás (Terrestrial Digital Audio Broadcasting: T-DAB)
- Műholdas digitális hangműsorszórás (Satellite Digital Audio Broadcasting: S-DAB)
- Földfelszíni digitális televízió-műsorszórás (Terrestrial Digital Video Broadcasting: DVB-T)
- Alacsony pályájú műholdas mozgószo­lgálat főleg adatátviteli célra (Low Earth Orbiting Satellite: LEO)
- Műholdas személyi távközlési szolgáltatások (pl. rádiótelefon) (Satellite Personal Communications Service: S-PCS)
- Egyetemes mobil rádiótelefon rendszer (Universal Mobile Telecommunications System: UMTS)

## 4. CÉLOK ÉS FELADATOK MAGYARORSZÁGON

### 4.1. Az európai harmonizáció előkészítése

#### 4.1.1. A frekvenciagazdálkodás környezete

Magyarország a frekvenciatorvény, a Kormányzati Frekvenciagazdálkodási Hivatal, valamint „A Frekvenciasávok Nemzeti Felosztási Táblázata” megalkotásával már az 1990–94 időszakban megtette a legfontosabb lépéseket az európai harmonizáció irányába. Mindazonáltal ezek csak az első lépések voltak, mert – mint az előzőekben utaltunk rá – az ország teljes gazdasági életét és kormányzati, védelmi működőképességét befolyásoló, 10–15 évig elhúzódó feladatot kell megoldani.

Nehezíti a helyzetet, hogy nemcsak át kell térni az OSZSZ szerinti frekvenciasávok használatáról az RR és a CEPT előírásainak (melyek időközben szintén folyamatosan változnak) megfelelő sávhasználatra, de mindezt úgy kell tenni, hogy folyamatosan egyeztetni kell hét szomszédos országgal, ahol a frekvenciagazdálkodás fejlődése és érdekei természetesen nem feltétlenül azonosak a ha­zaival.

Az ország gazdasági fejlődése és a nagy nemzetközi válalatok megjelenése örvendetes ugyan, de a frekvenciagazdálkodásban dolgozó szakemberek számára a sokasodó rádióengedélyezési és sávhasználati igények éppen azt a kihívást jelentik, melyre – mint a bevezetésben bemutatottuk – a DSI II fázisról készült jelentés is rámutat.

Talán az előbbiek­nél is nagyobb erőfeszítést igényel a kormányzati és katonai szervezetek alapfeladataihoz nélkülözhetetlen – de többségében elavult – rádiótávközlési

rendszerének olyan cseréje, mely nem akadályozhatja a folyamatos működést. Ebben a problémakörben kiemelendő a NATO tagság, mely rövidesen elodázhatatlan­ná teszi számos rádióelektronikai rendszer cseréjét. Mindazonáltal a kormányzati és polgári frekvenciagazdálkodás szakembereinek átfogó ismereteit és talá­lékonyságát dicséri, hogy a berendezések és a frekvenciahasználat nagymérvű eltérése ellenére nem hallottunk fennakadásról a Magyarországon tartózkodó IFOR/SFOR erők rádiótávközlésének működtetésében.

#### 4.1.2. Hírközléspolitikai Koncepció

A rendszerváltoztatást követő második kormány által 1996 végén kidolgozott „Hírközléspolitikai Kon­cep­ció” vitairata [10], de különösen a „Hírközléspolitikai Tézisei” nem társadalmi-gazdasági súlyának megfelelően tárgyalta a frekvencia-gazdálkodásból adódó állami, költségvetési, és nemzetgazdasági feladatokat.

*Megjegyzés:* Vitathatatlan, hogy távközlési elmaradottságunk leküzdése elsőbbséget élvezett a rendszerváltoztatást követő időszakban. Ezen feladat döntő részét (MATÁV privatizáció, helyi koncessziók, GSM szolgáltatók stb.) azonban megoldotta az első kormány. Így a fejlődés, fejlesztés további feladatainak túlnyomó többsége már nem állami, hanem koncessziós kötelezettséggé vált. Nem akarjuk alábecsülni azon problémát sem, hogy a koncessziók 3–4 év múlva lejárnak. Ekkorra szembe kell tudni nézni a piac liberalizálás és a közcélú szolgáltatás ellentmondásával. Igenám, de ezt a problémát szinte minden európai igazgatásnak le kell küzdenie. Szerencsére előbb, mint Magyarországnak. Így lesz tapasztalat, melyet a magyar igazgatás megfelelő időben értékelhet.

Azt sem vonjuk kétségbe, hogy jelenleg a meglévő közcélú távbeszélő szolgáltatás és az informatika fejlődése, igen szorosan összefügg. Ugyanakkor – mint a fentiekben rámutattunk – a hírközlés és távközlés számos új területen robbanásszerű fejlődést mutat. Ezen új hálózatok és technológiák nagyrészt szintén az informatika fejlődésének hordozói. Közismert példája ennek az Antenna Hungária internet szolgáltatása.

Fentiek tükrében nem igazán érthető, hogy a Hírközléspolitikai Kon­cep­ció vitaanyaga alig szentelt több teret a frekvenciagazdálkodásnak (ideértve a rádióellenőrzés és megfigyelés valamint az EMC /azaz az elektronikai eszközök elektromágneses összeférhetősége/ problémakörét is) és az ebből adódó állami feladatoknak, mint a számgazdálkodásnak.

Ezen koncepció alapult a „Hírközléspolitikai 1998–2005” c. anyag [11], melyet – a tájékoztatás szerint – előbb 1997-ben, majd 1998. márciusban terveztek a kormány elé terjeszteni. A leköszönő kormány végül is – kissé szokatlan módon az 1998-as országgyűlési választások két fordulójá között – 1998. május 14-én fogadta el a következő évek hírközléspolitikai koncepcióját. Ez a dokumentum annyiban különbözik a vitaanyagtól, hogy még kisebb terjedelemben foglalkozik a frekvenciagazdálkodás kapcsán az államra háruló feladatokkal.

#### 4.1.3. Az FNFT üzenete

A Frekvenciasávok Nemzeti Felosztási Táblázata [10]



rendkívül körültekintő és precíz munka eredménye. Az 1. sz. mellékletben – többek között – ezt olvashatjuk: „...A Táblázat alkalmazása megkönnyíti a rádiótávközlés területén a tervezők, gyártók és felhasználók munkáját. Egyszerűbbé, szakszerűbbé teszi a frekvenciakérelmek elkészítését.” Természetesen egy ilyen jogszabálynak valóban elsősorban az idézett célt kell elérnie. Jelen elemzésünk azonban arra kíván rámutatni, hogy az FNFT nemcsak szűk szakmai érdeklődésre tarthat számot, hanem olyan üzeneteket is hordoz, melyeket:

- a politikai, nemzetgazdasági, költségvetési tervezésnél és döntéseknél nem lehet figyelmen kívül hagyni,
- a NATO tagság kötelezettségei és az EU csatlakozási folyamat részeként a tárgyalások fontos kérdéseiként kell kezelni,
- a szomszédos országokkal fenntartott *külkapcsolatok* napirendjén kell tartani,
- a *piacgazdaság trendjei* megállapításánál figyelembe kell venni,
- körültekintően elemezni kell a Magyarországon tevékenykedő, jelentős gazdasági (és ennek folytán politikai) súlyt képviselő *nemzetközi nagyvállalatoknak*,
- a *belföldi kereskedelem* (rádiófrekvenciás sugárzást kibocsátó és érzékelő eszközök kereskedelme) is ismer és előírásait betartja,
- a *sajtó* az állampolgárok figyelmébe ajánl, mint személyes és adófizetői pénztárcájukat erősen befolyásoló tételt.

Ezt a figyelemfelhívást – amint a bevezetésben is leírtuk – arra alapozzuk, hogy nem kerülhető el a következő

évtizedben a teljes Magyarországon használt rádióelektronikai eszközrendszer mintegy 60-70%-ának cseréje.

Áttekintve az FNFT nemzet lábjegyzeteit látható, hogy a Magyar Köztársaságra érvényes (RR szerinti) frekvenciafelosztás közel 550 frekvenciasávjából mintegy 220 sávban olyan nemzeti lábjegyzet szerepel, mely az e sávokat használó – polgári és/vagy kormányzati – berendezések üzemeltetését 10 éven belüli határidőhöz köti. Ezek a lábjegyzetek rögzítik, hogy új engedély – a korábbi használat szerint – már nem adható ki. Ha figyelembe vesszük, hogy az ország számára kiosztott frekvenciasávok mintegy 30%-a nem vagy kevéssé használatos (különösen a 20 GHz feletti sávok), világossá válik, hogy a *rádióengedéllyel rendelkező eszközrendszer mintegy 60%-át – a berendezések műszaki állapotától függetlenül – le kell cserélni az FNFT előírásának megfelelően*. További 10%-ra becsülhető azon berendezések és rendszerek száma, melyeket az „erkölcsi kopás” miatt kell cserélni. Nyilvánvaló, hogy e 200 milliárd forintot (egyesek szerint több száz milliárdot) meghaladó nemzetgazdasági költség egy részét a gazdálkodó szervezetek korszerűsítési terveikben figyelembe veszik. Minde mellett a fennmaradó költség (melyet a kormányzat vagy a vállalkozó szervezetek forrás híján nem tudnak tervezni) még mindig elég hatalmas ahhoz, hogy erről a társadalom nyilvánossága is tudomást szerezzen.

#### 4.1.4. Az új rádióelektronikai rendszerek az FNFT tükrében

Az 1. táblázatban áttekintjük mit rögzít az FNFT a 3.4. pontban felsoroltak közül várhatóan leghamarabb elterjedő, új európai távközlési rendszerekkel kapcsolatban.

1. táblázat. Páneurópai rendszerek

MAGYAR KÖZT.-RA ÉRVÉNYES (RR SZERINT)	KORMÁNYZATI	POLGÁRI	KÖZÖS	MEGJEGYZÉS
1710-1930 MHz ÁLLANDÓHELYŰ MOZGÓ S5.380	1710-1785 MHz	1710-1785 MHz ÁLLANDÓHELYŰ MOZGÓ S5.149 S5.341 S5.385	1710-1785 MHz	H135 szerint a sáv a DCS 1800 rendszer részére van fenntartva H137 szerint a sávban kormányzati berendezések üzemelnek
	H137	H135 H136	H138	
	1785-1800 MHz	1785-1800 MHz ÁLLANDÓHELYŰ MOZGÓ		
	H137	H139		
		1800-1805 MHz MOZGÓ S5.380 H134		
	1805-1880 MHz	1805-1880 MHz ÁLLANDÓHELYŰ MOZGÓ		H135 szerint a sáv a DCS 1800 rendszer részére van fenntartva
	H137	H135 H136		H137 szerint a sávban kormányzati berendezések üzemelnek
	1880-1900 MHz	1880-1900 MHz ÁLLANDÓHELYŰ MOZGÓ		H140 szerint a sáv a DECT rendszer részére van fenntartva
	H137	S5.388 H136 H140		H137 szerint a sávban kormányzati berendezések üzemelnek



MAGYAR KÖZT.-RA ÉRVÉNYES (RR SZERINT)	KORMÁNYZATI	POLGÁRI	KÖZÖS	MEGJEGYZÉS
335,4-387 MHz ÁLLANDÓHELYŰ MOZGÓ  S5.254	335,4-380 MHz ÁLLANDÓHELYŰ MOZGÓ  S5.254 H43			H86 szerint a 380-385/ 390-395 MHz sáv digitális földi mozgó rendszer (EMERGENCY) részére van fenntartva
	380-385 MHz ÁLLANDÓHELYŰ MOZGÓ  S5.254 H43 H86			
	385-387 MHz ÁLLANDÓHELYŰ MOZGÓ			
	S5.254 H43			
390-399,9 MHz ÁLLANDÓHELYŰ MOZGÓ  S5.254	390-395 MHz ÁLLANDÓHELYŰ MOZGÓ  S5.254 H43 H86			H43 szerint a korábbiakban engedélyezett kormányzati berendezések várhatóan 2008-ig üzemelhetnek
	395-399,9 MHz ÁLLANDÓHELYŰ MOZGÓ  S5.254 H43			
410-420 MHz ÁLLANDÓHELYŰ MOZGÓ, a légi mozgó kivételével Úrkutatás (űr-űr irány) S5.268	410-413,75 MHz  H88	410-413,75 MHz MOZGÓ, a légi mozgó kivételével  H87 H89		H87 szerint a 410-420/ 420-430 MHz sáv a TETRA rendszer részére van elő- irányozva
	413,75-417,25 MHz ÁLLANDÓHELYŰ MOZGÓ, a légi mozgó kivételével H87	413,75-417,25 MHz		
	417,25-420 MHz  H91	417,25-420 MHz MOZGÓ, a légi mozgó kivételével  H87 H89		
420-430 MHz ÁLLANDÓHELYŰ MOZGÓ, a légi mozgó kivételével Rádiólokáció	420-423,75 MHz  H88	420-423,75 MHz MOZGÓ, a légi mozgó kivételével  H87 H89 H92		H88 szerint a sávban állandó- helyű és mozgószolgálati berendezések üzemelnek
	423,75-427,25 MHz ÁLLANDÓHELYŰ H90 MOZGÓ, a légi mozgó kivételével H87	423,75-427,25 MHz  H92		
	427,25-430 MHz  H91	427,25-430 Mhz  H87 H89 H92		



MAGYAR KÖZT.-RA ÉRVÉNYES (RR SZERINT)	KORMÁNYZATI	POLGÁRI	KÖZÖS	MEGJEGYZÉS
862-890 MHz ÁLLANDÓHELYŰ MOZGÓ, a légi mozgó kivételével Légi rádiónavigáció S5.323	862-864,1 MHz LÉGI RÁDIÓNAVIGÁCIÓ S5.323 H90 H112	862-864,1 MHz MOZGÓ, a légi mozgó kivételével H111		
		864,1-868,1 MHz MOZGÓ, a légi mozgó kivételével H113		
		868,1-869 MHz ÁLLANDÓHELYŰ MOZGÓ, a légi mozgó kivételével H114		
	869-873 MHz LÉGI RÁDIÓNAVIGÁCIÓ S5.323 H90 H112	869-870 MHz ÁLLANDÓHELYŰ MOZGÓ, a légi mozgó kivételével H115 H116		
		870-873 MHz MOZGÓ, a légi mozgó kivételével H117		H117 szerint a 870-876/915-921 MHz sáv a TETRA rendszer részére van tervezve
			873-876 MHz MOZGÓ, a légi mozgó kivételével H117	H112 szerint a sávban 2007 dec. 31.-ig elsődlegesen - az RR-től eltérő - kormányzati légi rádiónavigáció üzemeltethető
		876-880 MHz MOZGÓ, a légi mozgó kivételével H118		H118 szerint a páneurópai vasúti nyalábolt rádiórendszerek bevezetése csak a kormányzati felhasználás megszűnése után lehetséges
890-942 MHz ÁLLANDÓHELYŰ MOZGÓ, a légi mozgó kivételével Rádiólokáció Légi rádiónavigáció S5.323	878-882 MHz LÉGI RÁDIÓNAVIGÁCIÓ S5.323 H90 H112	880-890 MHz MOZGÓ, a légi mozgó kivételével H119 H120		
		890-914 MHz MOZGÓ, a légi mozgó kivételével H121		
		H122		
	914-919 MHz LÉGI RÁDIÓNAVIGÁCIÓ S5.323 H90 H112		914-915 MHz MOZGÓ, a légi mozgó kivételével H121 H123	
		915-918 MHz MOZGÓ, a légi mozgó kivételével H117		H117 szerint a 870-876/915-921 MHz sáv a TETRA rendszer részére van tervezve
			918-921 MHz MOZGÓ, a légi mozgó kivételével H117	H112 szerint a sávban 2007 dec. 31.-ig elsődlegesen - az RR-től eltérő - kormányzati légi rádiónavigáció üzemeltethető
	921-935 MHz LÉGI RÁDIÓNAVIGÁCIÓ S5.323 H90 H112	921-925 MHz MOZGÓ, a légi mozgó kivételével H118		H118 szerint az páneurópai vasúti nyalábolt rádiórendszerek bevezetése csak a kormányzati felhasználás megszűnése után lehetséges
	925-935 MHz MOZGÓ, a légi mozgó kivételével H119 H120			



MAGYAR KÖZT.-RA ÉRVÉNYES (RR SZERINT)	KORMÁNYZATI	POLGÁRI	KÖZÖS	MEGJEGYZÉS
1452-1492 MHz ÁLLANDÓHELYŰ MOZGÓ, a légi mozgó kivételével Műsorszórás S5.345 S5.347 MŰHOLDAS MŰSORSZÓRÁS S5.345 S5.347 S5.341		1452-1492 MHz MŰSORSZÓRÁS S5.345 S5.347 H128 Műholdas műsorszórás S5.345 S5.347  S5.341	1452-1492 MHz ÁLLANDÓHELYŰ H127	H128 szerint az 1452-1467,5 MHz sáv a T-DAB rendszer részére van előirányozva (másodlagosan!)  H127 szerint a sávban digitális pont-többpont berendezések üzemelnek

*Megjegyzés:* A táblázat nem követi az FNFT – növekvő frekvenciák szerint rendezett – felépítését. Célunk az volt, hogy (az új rendszerek magyarországi bevezetésének várható időrendi sorrendjében) néhány példán keresztül bemutassuk, milyen sok „nemzeti lábjegyzet”-tel kell szétválasztani a múltból örökölt felhasználások és a jövő tervei közötti eltéréseket.

Mint ismeretes (hiszen az elmúlt hónapokban számos sajtóhír foglalkozott a témával), a fenti rendszerek közül a DCS 1800 mobil rádiótelefon rendszer (mellyel a távozó kormány Hírközléspolitikai Konceptiója kiemelten foglalkozik) és a TETRA rendszer bevezetése várható leghamarabb Európában, hiszen mindkét esetben a folyamat egyes országokban már előre haladt.

Az FNFT fenti kivonatából jól látható, hogy nemcsak a két rendszer, hanem a többi páneurópai rendszer magyarországi bevezetése is, nehézségekbe ütközik. Sőt, az FNFT gondos tanulmányozása után az is kiderül, hogy – különösen 70 MHz és 10 GHz közötti sávokban – igen sok olyan rádiószolgálat üzemeltet nagyszámú és milliárdos használati értékeket képviselő berendezéseket, melyek „RR-től eltérő felhasználást” jelentenek.

## 4.2. Hatalmas kihívás, hatalmas feladat

### 4.2.1. Állami feladatok

Az előbbieken alapján nem lehet kétséges, hogy az államapparátusnak (benne elsődlegesen a KHVM-nek, a HM-nek, mint szaktárcáknak, valamint a Nemzeti Hírközlési és Informatikai Tanácsnak) közép- és hosszú távú terveket kell készíteni, melyek bemutatják a döntésre illetékes kormánynak (stratégiai és költségvetési kérdésekben a parlamentnek) azt az 5, ill. 10 éven át követendő programot melynek végén a magyar frekvencia felhasználás már csak a szükséges és elégséges mértékben tér el az európai felhasználástól.

E programnak tartalmaznia kell a frekvenciagazdálkodással összefüggő valamennyi feladatot, ide értve:

- a frekvenciasávok felosztásának tervezett változásait (migráció),
- a migrációval érintett kormányzati eszközrendszerek cseréjéhez szükséges források tervezett költségvetési biztosítását,
- a közcélokat, közfeladatokat ellátó szolgáltatókat érintő migrációs forrás biztosítását,

- a meglévő és új felhasználók közötti migrációs költségmegosztást,
- a rádióellenőrzés és -megfigyelés korszerű rendszerének (monitoring) kiépítéséhez szükséges források tervezett költségvetési biztosítását,
- az EMC követelmények biztosításának fejlesztési lépéseit stb.

E programok igen bonyolult belföldi és nemzetközi koordinációt is igénylő feladatai főbb céljait nemcsak a politika szintjére kell emelni, de a nyilvánosságnak (különösen a nagy felhasználóknak) is meg kell ismernie.

### 4.2.2. Mi kell hozzá? Pénz, pénz, pénz

A frekvenciasávok felosztása és felhasználása egy lassan fejlődő világban és országban általában egy szűk, szakmailag érdekelt réteg problémaköre. Mint tudjuk napjainkban sem a világban sem a hazánkban bekövetkező változások nem mondhatók lassúnak. A gyors cselekvéshez azonban rendkívül fegyelmezett tervezés, összefogás és – mint már többször utaltunk rá – sok pénz kell. Meg vagyok győződve arról, hogy az első feltétel – a hatósági szintű szakszerű tervezés – adott. *Amire azonban még nagy szükség van, az a kormányzat és a gazdaság összefogása a szükséges pénzeszközök biztosítására és az egyeztetett tervek fegyelmezett végrehajtására.*

A „fegyelmezett” szót azért is hangsúlyozzuk, mert ismeretes, hogy Magyarország nem rendelkezik olyan korszerű rádióellenőrző és figyelő rendszerrel, mely alkalmas lenne a teljes rádiófrekvenciás spektrum folyamatos és kielégítő ellenőrzésére. Sajnálatos, hogy a meglévő rendszerek segítségével kimutatott szabálytalanságok esetén pedig a hatóságoknak nincs megfelelő jogi lehetőségük a zavar elhárítására. (Ennek pregnáns példája, hogy a kereskedelemben széles körben kapható számos olyan rádióelektronikai vagy „csak” elektronikai berendezés, melyek kisugárzásai a rádiófrekvenciákat jogosan használókat zavarják.)

Ez utóbbiakból pedig az is következik, hogy a közép és hosszú távú programokban nem elég a frekvenciasávok – Európával harmonizált – felosztását megoldani. Nem elég a megfelelő új technológiákat megvásárolni. Nem elég a harmonizált jogrendszert kialakítani... *Elengedhetetlen ezeken túl az átfogó és korszerű figyelő rendszer (monitoring) valamint az ipari termékek kisugárzását ellenőrző EMC (Electromagnetic Compatibility) laborok kiépítése is.* Ehhez is pénz kell, sok pénz.



#### 4.2.3. Üzleti lehetőségek

Elemzésünkben az eddig leírtak alapján az olvasó talán azt a téves következtetést is levonhatja, hogy ismét szembe kell nézni az állampolgárokat terhelő óriási kiadásokkal, melyeknek – az egyes emberek számára semmi haszna. Szeretnénk újólal hangsúlyozni:

A rádiófrekvenciás tartomány – mint természeti erőforrás – hatékony használata az ország gazdasági fejlődésének egyik igen fontos katalizátora. Ha megvizsgáljuk a fejlett országok gazdálkodását látható, hogy milyen nagy súlyt helyeznek a frekvenciasávok lehető legkevesébe pazarló felosztására, a berendezések egymás zavarását megakadályozó EMC vizsgálatokra, valamint az átfogó ellenőrzést biztosító monitoring rendszer kiépítésére. ők már pontosan tudják, hogy *a befektetett pénzek a gazdaság élénkülésében megtérülnek.*

Az a sok feladat, melyet érzékeltetni próbáltunk, egyben óriási üzleti- és munkahelyteremtési lehetőségeket is jelent. Igaz ugyan, hogy a rendszerváltoztatást követően a nemzetközi hírű magyar híradástechnikai és mérésügyi ipar rendkívül nagy veszteségeket szenvedett, de még nem veszett el teljesen. A külső országokban is elismert magas szintű szakértelem még megvan. Csak rajtunk (pontosabban egy jól megfogalmazott nemzeti programon) múlik, hogy erényt, hasznot kovácsolunk-e a szükségből, vagy ismét csupán külföldi cégek élvezik majd a nagyszabású beru-

házások hasznát. Nyilvánvaló, hogy a legkorszerűbb technológiák egy részét meg kell vásárolni külföldről, de az is nyilvánvaló, hogy az elkövetkező tíz év hatalmas és sokrétű munkálatainak legalább felét *magyar cégek és magyar munkaerő is meg tudja valósítani.* Ez annál is fontosabb, mert a hírközlés és informatika sokszor számos nemzeti érdeket képviselő információt hordoz. (Ide tartozik pl. a kormányzati célú hírközlés is.)

#### 4.2.4. Összefoglalás: a nemzeti gyarapodás elősegítése

Ezt az írást figyelemfelhívásnak szántuk annak érdekében, hogy egyrészt segítsük a frekvenciagazdálkodásban dolgozó kiváló szakemberek törekvéseit, másrészt felkeltjük más szakemberek érdeklődését is az ország gazdaságának egy igen fontos területe iránt. Bízunk abban, sikerült érzékeltetni a tisztelt olvasókkal, hogy a frekvenciagazdálkodás és az ehhez kapcsolódó feladatok stratégiai kezelése:

- munkahelyet teremt,
- magasabb szintű szolgáltatásokat eredményez,
- erősíti az ország védelmi képességét,
- magasabb szintű szaktudást biztosít,
- elősegíti az EU-conform rádiótávközlési rendszerek terjedését,
- utat nyit az információs társadalom fejlődésének, összességében tehát nagyban elősegíti a nemzeti gyarapodást.

## IRODALOM

- [1] „Results of the Detailed Spectrum Investigation”, Phase II: 29,7–960 MHz and *Call for Comments*, Presented to the European Radiocommunications Committee and CEPT Administrations, March 1995.
- [2] Nyárádi Gábor: „Frekvenciagazdálkodás európai és hazai gazdasági környezetben”, HÍRADÁSTECHNIKA, 1995. július-augusztus.
- [3] 144/1994 (XI. 15.) Korm. r. A Frekvenciasávok Nemzeti Felosztási Táblázatának megállapításáról.
- [4] Ákosfai Zoltán: WRC-95 Világértekezlet, VGE javaslatok a Rádiószabályzat egyszerűsítésére, HÍRADÁSTECHNIKA, 1995. július-augusztus.
- [5] Results of the Detailed Spectrum Investigation First Phase – 3400 MHz to 105 GHz and call for comments. Presented to the European Radiocommunications Committee and CEPT Administrations, March, 1993.
- [6] Ákosfai Zoltán: DSI Vizsgálatok, HÍRADÁSTECHNIKA, 1995. július-augusztus.
- [7] Bajó József: A kormányzati célú frekvenciagazdálkodás rendszere, sajátosságai és problémái, HÍRADÁSTECHNIKA, 1995. július-augusztus.
- [8] Az Európai Bizottság véleménye Magyarország Európai Unióba történő jelentkezéséről, Agenda 2000, 1997.
- [9] Information Documents and Related Reports (WRC-97) (4) ITU: World Radiocommunication Conference 1997 (WRC-97), Geneva, 1997.
- [10] Hírközléspolitikai Konceptió vitairata. Közzétette a KHVM 1996. augusztusában.
- [11] Hírközléspolitikai 1998–2005. Közzétette a KHVM 1998. év elején.
- [12] 204/1997. (XI.19.) Korm. r. A Frekvenciasávok Nemzeti Felosztási Táblázatának megállapításáról, Magyar Közlöny, 1997. 101.sz. II.kötet. Helyesbítések: Magyar Közlöny 1998. 1. sz. 108-109. old.



# FREQUENCY MANAGEMENT 1998–2008

EMIL TOMKA

TELEHON CONSULTING AND SERVICING PARTNERSHIP  
H-1125 BUDAPEST, SÁROSPATAK U. 18.  
PHONE/FAX: (361) 212-2831; E-MAIL: TELEHON@MAIL.MATAVHU

The article presents the tasks for the next decade regarding the Hungarian frequency management. The subtitle: 'What is left out of the Government "Communication policy 1998-2005" conception', indicates that according to the author, the Government did not deal with the state, budgetary and national economy tasks arising from frequency management according to its social-economical weight.

The analysis – besides presenting the international, European and Hungarian history of frequency management – emphasises the effects of the utilisation of this finite natural resource on the economical results of countries and regions.

The author points out that Hungary has to make great efforts in the next ten years so as to make use of the radio frequency bands on the same principals as in European countries, for about 60% of the present technology which is licenced – irrespective of the technical state of the equipment – has to be replaced in the interest of European harmonisation.

The analysis presents in detail the bands that RR allocated for the paneuropean systems (DCS 1800, DECT, EMERGENCY, TETRA, UIC Railway System, T-DAB) from the National Table of Frequency Allocation as an example. We are informed that – especially in the bands between 70 MHz and 10 GHz – there are a lot of radio services operating equipment that is worth billions in use-value, which means "utilisation different from RR". So the introduction of paneuropean systems in Hungary will be difficult.

The teaming of Government and the economy's interested parties is essential for ensuring the necessary financial background and for the implementation of the agreed plans in a disciplined manner for the task will cost more than HUF200 billions for the national economy.

The author points out that mid- and longterm plans have to be prepared and then have to be presented to the Government, which is assigned for decision making (in strategic and budgetary questions to the Parliament) the programme which has to be followed for five or for ten years and at the end of which the Hungarian frequency-usage will differ from the European usage only in the necessary and adequate measures.

This programme has to include all the tasks which are connected to frequency management, including the following:

- the planned change of frequency bands allocation (migration),
- the necessary resources for governmental equipments – included in the migration – changes and their planned budgetary ensurance,
- the ensurance of migration resources which are tangent with servicing enterprises dealing with public purposes and public tasks,
- the cost share of migration between the existing and new allocations,
- the planned budgetary ensurance of necessary resources for the build-up of an up-to-date radio control and monitoring system,
- the developmental steps of ensuring EMC obligation etc.

The article suggests that the frequency management and the management of strategic issues associated with these will:

- create employment,
- result in higher standards in services,
- strengthen the country's defence capabilities,
- ensure higher standards of professional knowledge,
- assist the spreading of the EU-conform radiocommunication systems,
- open the way for the development of the information society.

In summary it will assist greatly in national development, especially if we take into consideration that in the next ten years huge and wide-ranging tasks which can be implemented by at least 50% of Hungarian companies and Hungarian human resources.



**Tomka Emil** egyetemi tanulmányait a Budapesti Műszaki Egyetemen, a híradástechnikai szak mikrohullámú ágazatán végezte. Ezután kutató-fejlesztő mérnökként, később osztályvezetőként dolgozott a Finommechanikai Vállalat (FMV) Mikrohullámú Fejlesztési Osztályán. 1981-től a Műszeripari Kutatóintézetben (MIKI) dolgozott. 1991 júniusában kinevezték az időközben létrejött MIKI Méréstechnikai Fejlesztő Vállalat igazgatójának, válságmenedzselési és vállalat-átalakítási megbízással. 1992-ben a MIKI Méréstechnikai, Informatikai Kutató és Innovációs Rt., első vezérigazgatója lett. 1993 nyarán – miniszteri felkérés alapján – ellátta a GSM 900 mobiltelefon-tender bíráló bizottságának elnöki feladatait. Ugyanazon év októberében az ÁV Rt. vezérigazgatójának megbízását elfogadva a MATÁV Rt. igazgatóságának tagja lett. 1993. végén a MATÁV Rt. Igazgatósága elnökévé választotta. 1994-1995-ben a MATÁV Rt. vezérigazgatója és – a nagyvállalat magyar és külföldi tulajdonosainak megbízásából – a négytagú Ügyvezető Bizottság tagja. 1995 ősze óta a TELEHON Tanácsadó és Szolgáltató Bt. ügyvezető igazgatója.



# TETRA — FROM USER NEEDS TO THE NETWORKS OF TOMORROW

PEKKA BLOMBERG

NOKIA TELECOMMUNICATIONS PMR,  
TETRA PRODUCT MARKETING, P.O. BOX 350 00045  
NOKIA GROUP FINLAND

TETRA is fast emerging as the global standard for digital Professional Mobile Radio, bringing with it the advantages of virtual private networking, improved spectrum efficiency, connectivity, in-built encryption and integrated voice and data communication. Nokia along with many other large manufacturers have developed new digital trunking systems according to the TETRA standard. These systems exploit the latest technology to answer the user needs and build the networks of tomorrow.

To improve the efficiency of their operations, the professional mobile radio users expect their future radio systems to provide better usage of radio frequencies, combined voice and data communication, in-built encryption, flexibility to adapt to operational needs, nation-wide coverage and increased value for investment. These objectives have to be fulfilled without sacrificing the ease-of-use of the current conventional systems. The answer to these expectations is in digital trunked radio technology combined with an open competitive market offering greater choice and better quality.

## *From Private Networks to Shared Networks with Virtual Private Networking*

Professional Mobile Radio users have traditionally operated in and relied on their own dedicated network, which has been tailored to suit their needs. This has led to different organisations having overlapping networks utilizing different technology. Co-operation between organisations has been restricted and overall this has not been the most cost-effective solution.

Wouldn't it be wonderful if all Professional Mobile Radio users could go into one big network. Each organisation would have a greater headroom of network resources, such as air channels, available to them on demand. Besides, the larger the network the better the trunking effect, hence more users can share less physical channels. More services and features could be provided in the network since the costs would be shared by all. In an incident situation organisations could freely communicate with each other and, for example, loan each other terminals since they all interoperated in the network. This vision is becoming reality with the shift from the traditional hardware-based design to software-based design. Digital Professional Mobile Radio networks are mostly software and virtual private networking allows multiple organisations to share the same network hardware but operate completely independently in the software. But since all configurations are

in the software, changes to the functionality can be introduced instantly.

## *From Self-Provided to Service-Provided Networks*

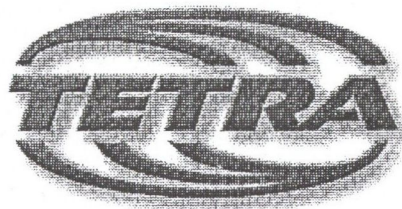
Most Professional Mobile Radio users can get a better return for their investment if they invest into productive systems rather than into a new private radio system. After all, there is no inherent value in owning a radio system. From the radio user's point-of-view all that is really needed is the service provided by the network, not the actual network hardware. Whether this service comes from a private network or a trustworthy operator-run network makes no difference. Naturally, features like end-to-end encryption can be used to provide guaranteed privacy of critical information in a shared network.

Other Professional Mobile Radio users may see the situation differently, they see the investment into new radio technology inevitable and plan to sell the extra capacity of the network to other users. This is easy since additional capacity can easily be added and virtual private networking facilitate the flexible and safe sharing of the network infrastructure. This is a significant new business opportunity for Professional Mobile Radio user organisations. Technology wise, the difference between a private digital Professional Mobile Radio network and a public or shared network is very small. The big difference is in the mindset of the network operator — operating a network for internal use with minimum cost compared to the active marketing a state-of-the-art service and running a business. We are already witnessing the emergence of traditional Professional Mobile Radio user organisations such as utilities into the telecommunication business.

## *From Proprietary to Open Standard Solutions*

In many new technologies, proprietary solutions are available first and are priced to skim the cream of the market.

The Nokia TETRA System complies with the European Telecommunication Standard (ETS) for digital trunking, TETRA, the Trans European Trunked Radio System.





# TETRA — A FELHASZNÁLÓI IGÉNYEKTŐL A HOLNAP HÁLÓZATAIG

PEKKA BLOMBERG

NOKIA TELECOMMUNICATIONS PMR,  
TETRA PRODUCT MARKETING, P.O. BOX 350 00045  
NOKIA GROUP FINLAND

A TETRA egyre inkább a digitális professzionális mobil rádiórendszerek világszerte elfogadott szabványává válik, miközben olyan új szolgáltatásokat tesz széles körben elérhetővé, amelynek például a virtuális privát hálózatok, a megnövelt spektrum-hatékonyság, a csatlakoztathatóság, a beépített titkosítás, valamint a hang- és adatátvitel integrálása. A Nokia cég – más nagy gyártóhoz hasonlóan – az új digitális (trunking) kommunikációs rendszereit a TETRA szabványnak megfelelően dolgozta ki. E rendszerek a legújabb technológiákra támaszkodva igyekeznek megfelelni a felhasználói igényeknek, s a holnap hálózatainak megépítéséhez is alapul szolgálhatnak.

A hatékonyság növelése érdekében a professzionális mobil rádiórendszerek felhasználói számos elvárást támasztanak a jövőbeli rendszerekkel szemben. Ilyenek például a rádiófrekvenciák jobb kihasználása, a kombinált hang- és adatátvitel, a beépített titkosítás, a működési feltételekhez való rugalmas igazíthatóság, az országos lefedettség biztosíthatósága, valamint a befektetések magasabb szintű megtérülése. Ezeket az igényeket azonban a mai, hagyományos rendszerek könnyű kezelhetőségének feláldozása nélkül kell kielégíteni. Az elvárásokra a digitális „trunked” rádiótechnológia lehet a válasz – a nyílt piaci versenyből származó nagyobb választékkal és jobb minőséggel kombinálva.

## *A saját hálózatoktól az osztott hálózatok felé – virtuális privát hálózatok*

A professzionális mobil rádiórendszerek felhasználói hagyományosan a saját hálózatukra támaszkodva működnek, amit egyedi igényeikhez igazítottak. Ennek eredményeképpen a különböző szervezetek eltérő technológiákon alapuló, egymást átfedő hálózatokat alakítottak ki. Az egyes szervezetek közötti együttműködés általában korlátozott, s a költségek szempontjából sem tekinthető hatékonyak.

A mai helyzetnél sokkal előnyösebb lenne, ha valamennyi professzionális felhasználó egyetlen nagy hálózathoz csatlakozhatna. Az egyes szervezeteknek a hálózati erőforrások jóval szélesebb választéka állna így rendelkezésére – a pillanatnyi igényeik szerint használhatnák például a rádiócsatornákat. Ráadásul minél nagyobb a hálózat, annál inkább érvényesül a „trunking” hatás, s így több felhasználó kevesebb fizikai csatornán is osztozhatna. A hálózat több speciális szolgáltatást is biztosíthatna, hiszen a költségek megosztásának a résztvevők között. Váratlan helyzetekben a szervezetek szabadon kommunikálhatnak, s például egymás terminális eszközeit is kölcsönvezetnék, hiszen valamennyien ugyanazon hálózaton működnek. Ez az elképzelés lassan valósággá is válik, ahogyan a hagyományos, hardver-alapú tervezést kezdi felváltani a szoftverre támaszkodó megközelítés. A digitális professzionális mobil rádióhálózatok meghatározó eleme a szoftver. A virtuális privát hálózatok alkalmazásakor a különböző szervezetek ugyanazon hálózati hardvert használják ugyan, a szoftver szempontjából azonban egymástól teljesen füg-

getlenül üzemelnek. Emellett, mivel a konfigurációt teljes egészében a szoftver kezeli, a funkcionális módosítások is azonnal végrehajthatók.

## *A saját hálózatoktól a szolgáltatások igénybevétele felé*

A professzionális mobil rádiórendszerek felhasználóinak többsége számára kifizetődőbb, ha újabb saját rádióhálózat helyett termelő beruházásokba fektetnek be. Végére is, egy saját rádióhálózat birtoklása semmilyen „belső” értéket sem rejt magában. A felhasználók szempontjából kizárólag a hálózat által nyújtott szolgáltatások érdekesek, s nem a hálózati hardver. Teljesen közömbös, hogy a kívánt szolgáltatásokhoz saját tulajdonú hálózat, vagy egy megbízható külső szolgáltató révén jutnak. Közösen használt hálózatok esetén természetesen a kritikus információk bizalmas kezeléséről is gondoskodni kell; ezt például a végpontok közötti (end-to-end) titkosítással lehet biztosítani.

Elképzeltető, hogy egyes professzionális felhasználók másképp értékelik a helyzetet, elkerülhetetlennek tartják, hogy pénzt fektessenek az új rádiótechnológiák megvásárlásába, s azt tervezik, hogy felesleges kapacitásukat külső felhasználóknak értékesítik. Ez utóbbi nem is nehéz, hiszen a kapacitás könnyen bővíthető, a virtuális privát hálózatok alkalmazása pedig a hálózatok rugalmas és biztonságos megosztását is lehetővé teszi. A saját rádióhálózattal rendelkező szervezetek számára mindez jelentős, új üzleti lehetőségeket jelent. Technológiai szempontból a saját tulajdonú, illetve a nyilvános vagy közös használatú professzionális rádióhálózatok lényegében azonosak. Az igazi különbség az üzemeltető gondolkodásmódjában van: egészen más a hálózatot belső célokra, minimális költségek mellett üzemeltetni, mint aktív marketingmunkát is igénylő, csústechnológiához kapcsolódó üzleti tevékenységet folytatni. Már ma is tanúi lehetünk annak, hogy a professzionális rádióhálózatok hagyományos felhasználói (amelyeknek például a közszolgáltató vállalatok) a telekommunikációs piacon is megjelennek.

## *Az egyedi megoldásoktól a nyílt szabványok felé*

Igen gyakori, hogy az új technológiák először a fejlesztők saját, egyedi megoldásaiként jelennek meg – általában igen csakis borsos áron, hogy lefölközhessek a piacot.



Proprietary solutions, however, very seldom open up large markets, because of their pricing and limited freedom of choice. Open standards are a safer alternative for the customer. Open standard products are competitively priced and there is a wide range of choice. The customer is not locked to any one manufacturer.

From a manufacturer point-of-view open standard are also a save choice, because you do not have to develop everything yourself — there will be other manufacturers with complimenting product offerings. The overall market potential is also much larger and manufacturers can invest more heavily into their products.

Until now digital trunked radio technology has only been offered as manufacturer specific proprietary solutions. The open standard for digital Professional Mobile Radio networks is TETRA.

## TETRA — The Digital Trunked Radio Standard

**T**ERrestrial **T**Runked **R**ADIO (TETRA) is the new global digital trunked radio standard, that is changing the nature of the Professional Mobile Radio business. The TETRA standard has been defined by the European Telecommunications Standards Institute ETSI to meet the needs of the most demanding Professional Mobile Radio users in their dynamically evolving environment. TETRA is the latest example of ETSI standardisation work and follows the growth path set by the Global Standard for Mobile telecommunication — GSM — that started in Europe but has been widely accepted worldwide.

## Integrated Voice and Data Communication

Voice communication has traditionally been the backbone of Professional Mobile Radio operations. With the development of technology and the subsequent changes in user requirements data communication is rapidly becoming equally important. Data radio systems have fulfilled this need for those users that can cope with a solution consisting of two devices — one for voice and another for data. However, there is no reason why these two methods of communication should exist in separate systems and modern Professional Mobile Radio communication requires an integrated voice and data communication system.

Fully digital TETRA networks provide high and consistent voice quality and a correspondingly low bit error rate for data. TETRA is the first technology where the voice and data communication services have been designed in parallel from the start, resulting in a well-balanced portfolio of co-existing voice and data services. The use of the same system platform for both voice and data services enables the optimised loading and sharing of the network resources.

TETRA call services include:

- Group call
- Individual call
- Broadcast call
- Emergency call (pre-emptive)
- Callback request
- Call forwarding
- Identification of talking party, calling party, unit in emergency

- Trunked mode / Direct mode operation  
TETRA control and monitoring services include:
- Dynamic regrouping of subscribers
- Area selection for groups
- Dispatcher authorised call
- Discrete listening of ongoing calls in network
- Ambience listening — dispatcher can remotely switch on the transmitter of a radio terminal and listen, even if the radio user cannot speak.

## Individual Calls Like in a Cellular System

Voice communication services consist mainly of individual (one-to-one) calls and group (one-to-many) calls. The basic requirement for individual calls is that they operate like a cellular phone: the number can be dialed or the name can be selected from the phone's memory, the phone rings and the two parties can talk privately in duplex mode. The call set-up time is not as critical since it is preferred that the phone rings instead of a direct call set-up. The system must be able to do intelligent number conversions and routings so that the users can call within their own organisation with short numbers, irrespective of the called party being a fixed line, cellular phone or TETRA radio.

## Logical Group Communication

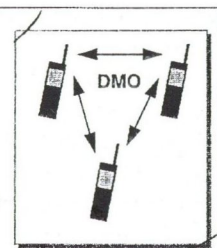
Group calls should be easy to operate like open channels in a conventional system with the addition that the communication is only heard within a logical group and not amongst everyone that is listening to the same frequency. The group must be easily selected from the phone's memory and new groups must be dynamically programmable over-the-air into the radios. When the user roams in the network, the system must be intelligent enough so that the logical group remains just that: logical. This depends naturally on user requirements, some users want to stay in contact with the same group of people no matter where they roam within the network, others demand that while they roam, the system automatically puts them in contact with the local people performing the corresponding task. The call set-up in TETRA networks is instantaneous: 300 msec.

## Direct Mode Communication Beyond Network Coverage

Direct Mode Operation is the use of direct channels between radio terminals.

### DMO is useful when:

- outside the system coverage area
- isolated from the trunking mode area (e.g. tunnels)
- users especially want to be isolated from the system even under the TMO coverage
- the network is temporarily unavailable due to e.g. a base station fault





E megoldások azonban — áruk és a választási lehetőségek korlátozott volta miatt — ritkán vezetnek a piac jelentős bővüléséhez. A felhasználók számára a nyílt szabványok sokkal biztonságosabb alternatívát jelentenek. A nyílt szabványokra támaszkodó termékek árát a verseny korlátozza, s a választékuk is sokkal szélesebb. A felhasználó emellett nincs egy bizonyos gyártóhoz kötve.

A nyílt szabványok a gyártók szempontjából is biztonságos választásnak számítanak, mivel nem kell mindent saját maguknak kifejlesztetniük — lesznek más gyártók is, akik kiegészítő termékeket kínálnak. A piaci lehetőségek is jóval nagyobbak, s a gyártók lényegesen többet fektethetnek termékeik továbbfejlesztésébe.

Mindeddig a digitális „trunked” rádiótechnika csak a gyártók saját megoldásaként volt jelen a piacon. A TETRA, mint a digitális professzionális rádióhálózatok nyílt szabványa, megváltoztathatja a helyzetet.

## **TETRA – a digitális „trunked” rádiótechnika szabványa**

A TETRA (TErrestrial Trunked RAdio) a digitális rádiótechnika új világszabványa, ami jelentős változásokat hoz a professzionális rádióhálózatok üzletágában. A TETRA szabványt az Európai Telekommunikációs Szabványok Intézete (European Telecommunications Standards Institute, ETSI) fogalmazta meg, hogy kielégítse a dinamisan fejlődő professzionális rádiórendszerek felhasználói által megfogalmazott igényeket. A TETRA az ESTI-ben végzett szabványosítási munka legújabb példája, amely az ugyancsak Európából induló, de azóta világszerte széles körben elfogadottá vált GSM (Global Standard for Mobile telecommunication) szabvány által kijelölt utat követi.

## **Integrált hang- és adatátvitel**

A hangkommunikáció hagyományosan a professzionális rádiórendszerek központi, meghatározó eleme. A technológiai fejlődés és a felhasználói igények változása éven azonban az adatátvitel ugyanolyan fontossá kezd válni. Az adatátvitelt biztosító korábbi rendszerek kielégítették ugyan az ilyen igényeket, de csak azon az áron, hogy a felhasználóknak külön készülékeket kellett használniuk a hang- és adatátvitelre. Semmi sem indokolja azonban, hogy e kétféle kommunikációs módot különálló rendszerek biztosítsák, s ennek megfelelően a moder professzionális rádió-kommunikáció már a hang- és adatátvitel integrált kezelését igényli.

A teljesen digitális TETRA hálózatok kiváló hangminőséget, s ugyanakkor alacsony hibaszázalékkal működő adatátvitelt biztosítanak. A TETRA az első olyan technológia, melynek specifikálásakor a hang- és adatátvitelt kezdettől fogva párhuzamosan tervezték, mi a kétféle módot biztosító szolgáltatások jól kiegyensúlyozott rendszerét eredményezte. A hang- és adatátvitel ugyanazon platformon való megvalósítása a hálózati erőforrások optimális kezelését és megosztását is lehetővé teszi.

A TETRA hívási szolgáltatásai többek között az alábbi lehetőségeket biztosítják:

- Csoportos hívás (Group call)
- Egyedi hívás (Individual call)
- Szórt hívás (Broadcast call)

- Segélykérő hívás (az elsőbbség biztosításával)
- Visszahívás kérése
- Hívás átirányítása (Call forwarding)
- A beszélő vagy a hívó fél, illetve segélykérés esetén az „egység” (unit) azonosítása
- „Trunked” mód / közvetlen mód  
A TETRA fontosabb vezérlő és felügyelő szolgáltatásai:
  - Az előfizetők dinamikus átcsoportosítása
  - A terület kiválasztása a csoportok számára
  - A diszpécser által jóváhagyott (dispatcher authorized) hívások
  - A hálózaton folyó hívások „diszkrét” figyelése
  - Környezeti (ambience) figyelés — a diszpécser távolról is bekapcsolhat egy terminális rádióadót, akkor is, ha annak felhasználója nem beszélhet.

## **Egyedi hívások a cellás rendszerekben megszokott módon**

A hangkommunikáció elsősorban egyedi (egy hívó, egy hívott) és csoportos (egy hívó, több hívott) beszélgetéseket jelent. Alapkövetelmény, hogy az egyedi hívások lehetőségét a cellás rádiótelefon-rendszerekben megszokott módon kell biztosítani, azaz a hívó fél feltárcsázza (vagy a telefon memóriájából kiválasztja) a kívánt számot, a hívott készülék csenget, majd a két fél privát módon beszélgethet. A kapcsolat létrehozásának időtartama nem igazán kritikus, hiszen az azonnali közvetlen kapcsolat megteremtése helyett jobb, ha a hívott készülék csengetéssel jelez. A rendszernek intelligens számkonverzióra és átirányításra is képesnek kell lennie, amivel biztosítható, hogy a felhasználó a saját rendszeréből rövid hívószámokat tárcsázhasson — függetlenül attól, hogy a hívott fél egy fix telefonvonal, mobiltelefon vagy egy TETRA-rádió.

## **Logikai csoportok**

A csoportos hívások lehetőségét egyszerűen kezelhető módon, a hagyományos rendszerek nyílt csatornáihoz hasonlóan kell biztosítani. Az új rendszerekben azonban az ilyen hívások csak meghatározott logikai csoportok tagjai számára hallhatók, de nem hallhatja bárki, aki éppen ugyanazon frekvenciára hangolva használja a készülékét. Biztosítani kell, hogy a csoport könnyen kiválasztható legyen a telefon memóriájából, illetve hogy őj csoportokat távolról is a készülékbe lehessen programozni. A hálózaton való „barangolás” esetén a rendszernek elég intelligensnek kell lennie ahhoz, hogy a logikai csoportok továbbra is logikai csoportok maradjanak. Ennek megvalósítása a felhasználó igényeitől is függhet. Egyes felhasználók azt szeretnék, hogy egy meghatározott csoport tagjaival folyamatosan kapcsolatban maradhassanak, függetlenül attól, hogy éppen hol tartózkodnak. Más esetekben viszont azt kell biztosítani, hogy a felhasználó automatikusan a pillanatnyi tartózkodási helyének megfelelő helyi csoporttal kerüljön kapcsolatba. A kapcsolat a TETRA hálózatokon gyakorlatilag azonnal, 300 msec alatt jön létre.

## **Közvetlen kommunikáció a hálózat hatókörén kívül**

A közvetlen (direkt) kommunikáció a terminális készülékek közötti közvetlen rádiókapcsolaton alapul.



It ensures communication between terminals in areas outside network coverage or in the case of network service failures. Direct Mode transmission distances can be extended with a repeater radio. A gateway radio can be used to extend network coverage. Direct Mode Operation can also be used inside network coverage and the users can utilise the dual watch function to scan network channels simultaneously. Individual and group calls are available in direct mode just like in the network.

## Complete Data Communications Services

Unlike voice, data transmission requires a variable transmission capacity. A lot can be expressed in the pre-defined 16 bit status messages available in TETRA, where as slow scan video and file transfer can require the full 28.8 kbits/s transfer capacity of the TETRA radio carrier. The capability to vary the data transfer capacity is called "bandwidth on demand" and it is a built-in advantage that only Time Division Multiple Access (TDMA) technology can offer. Older systems, designed primarily for voice, based on Frequency Division Multiple Access (FDMA) have an inherently more restricted maximum data transfer capacity.

TETRA packet data services offer crucial advantages over traditional modem-based solutions. The fast call set-up time enables sensible incorporation of any contemporary mobile computing platform based on modern client/agent/server architecture. Air channels are only used when actual data is transmitted and immediately released afterwards. The application can totally hide the function of the air interface from the mobile user who virtually is constantly connected to the host application, for example, an e-mail server. This optimised channel usage means lower billing to the network user and better business to the operator. Since the usage fee is based on the actual amount of data transferred and not the session time, similar ways of working can be followed when being mobile as LAN-plugged in the office.

TETRA's bandwidth on demand combined with the possibilities of packet data open up a whole new world for the development of mobile data applications.

TETRA offers comprehensive mobile data communication services at speeds up to 28.8 kbits/s:

- Status messaging
- Database queries
- Text messaging
- Remote control
- File transfer
- Telemetry
- E-mail
- Fax

*A complete mobile office can be established providing status and text messaging, as well as connections to e-mail, fax services and external databases.*

## Connectivity Opens a World of Possibilities

Connectivity means the ability to interconnect to different data communications and telecommunications networks and technologies. The TETRA network is the back-

bone of the Professional Mobile Radio users operations. It provides the crucial air interface between the mobile user and the home network that then provides the connection to a variety of other networks and systems.

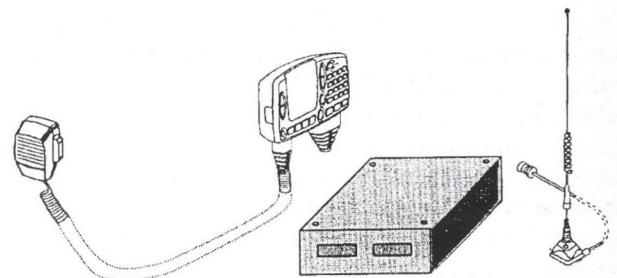
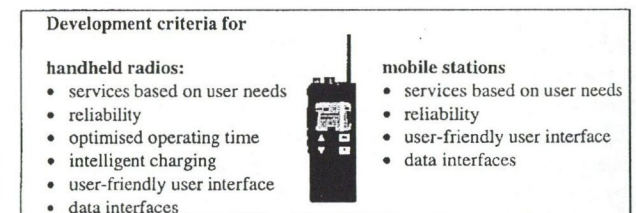
TETRA networks provide interconnections to:

- Command and Control Systems used by public safety organisations;
- Dispatching Systems
- Local Area Networks LAN
- Public Switched Telephone Network PSTN
- Private Automatic Branch Exchange PABX
- Packet Data Networks PDN
- Conventional Base Stations
- Supervisory Control And Data Acquisition SCADA hosts
- Fax and E-mail servers
- IT systems
- Billing systems for shared networks

The mobile user has access to a wealth of communication and information services on the field just like in the office. This opens a whole possibilities for improving operative efficiency by providing information where it is most needed and gather it from where it is generated — in the field.

## Seamless Wide-Area Communication

For the users to really benefit from a wide-area network, the physical architecture of the network must be invisible to the users. The service offered must be seamless to the users as they move around in their operational area. Maintaining the system performance with respect to speed and capacity in nation-wide networks requires carefully considered solutions and experience in high-capacity networks.



TETRA Mobile Radio — TMR



E megoldások azonban — áruk és a választási lehetőségek korlátozott volta miatt — ritkán vezetnek a piac jelentős bővüléséhez. A felhasználók számára a nyílt szabványok sokkal biztonságosabb alternatívát jelentenek. A nyílt szabványokra támaszkodó termékek árát a verseny korlátozza, s a választékuk is sokkal szélesebb. A felhasználó emellett nincs egy bizonyos gyártóhoz kötve.

A nyílt szabványok a gyártók szempontjából is biztonságos választásnak számítanak, mivel nem kell mindent saját maguknak kifejlesztetniük — lesznek más gyártók is, akik kiegészítő termékeket kínálnak. A piaci lehetőségek is jóval nagyobbak, s a gyártók lényegesen többet fektethetnek termékeik továbbfejlesztésébe.

Mindaddig a digitális „trunked” rádiótechnika csak a gyártók saját megoldásaként volt jelen a piacon. A TETRA, mint a digitális professzionális rádióhálózatok nyílt szabványa, megváltoztathatja a helyzetet.

## **TETRA – a digitális „trunked” rádiótechnika szabványa**

A TETRA (TErrestrial Trunked RAdio) a digitális rádiótechnika új világszabványa, ami jelentős változásokat hoz a professzionális rádióhálózatok üzletágában. A TETRA szabványt az Európai Telekommunikációs Szabványok Intézete (European Telecommunications Standards Institute, ETSI) fogalmazta meg, hogy kielégítse a dinamikusan fejlődő professzionális rádiórendszerek felhasználói által megfogalmazott igényeket. A TETRA az ESTI-ben végzett szabványosítási munka legújabb példája, amely az ugyancsak Európából induló, de azóta világszerte széles körben elfogadottá vált GSM (Global Standard for Mobile telecommunication) szabvány által kijelölt utat követi.

## **Integrált hang- és adatátvitel**

A hangkommunikáció hagyományosan a professzionális rádiórendszerek központi, meghatározó eleme. A technológiai fejlődés és a felhasználói igények változása éven azonban az adatátvitel ugyanolyan fontossá kezd válni. Az adatátvitelt biztosító korábbi rendszerek kielégítették ugyan az ilyen igényeket, de csak azon az áron, hogy a felhasználóknak külön készülékeket kellett használniuk a hang- és adatátvitelre. Semmi sem indokolja azonban, hogy e kétféle kommunikációs módot különálló rendszerek biztosítsák, s ennek megfelelően a moder professzionális rádió-kommunikáció már a hang- és adatátvitel integrált kezelését igényli.

A teljesen digitális TETRA hálózatok kiváló hangminőséget, s ugyanakkor alacsony hibaszázalékkal működő adatátvitelt biztosítanak. A TETRA az első olyan technológia, melynek specifikálásakor a hang- és adatátvitelt kezdettől fogva párhuzamosan tervezték, mi a kétféle módot biztosító szolgáltatások jól kiegyensúlyozott rendszerét eredményezte. A hang- és adatátvitel ugyanazon platformon való megvalósítása a hálózati erőforrások optimális kezelését és megosztását is lehetővé teszi.

A TETRA hívási szolgáltatásai többek között az alábbi lehetőségeket biztosítják:

- Csoportos hívás (Group call)
- Egyedi hívás (Individual call)
- Szórt hívás (Broadcast call)

- Segélykérő hívás (az elsőbbség biztosításával)
- Visszahívás kérése
- Hívás átirányítása (Call forwarding)
- A beszélő vagy a hívó fél, illetve segélykérés esetén az „egység” (unit) azonosítása
- „Trunked” mód / közvetlen mód  
A TETRA fontosabb vezérlő és felügyelő szolgáltatásai:
- Az előfizetők dinamikus átcsoportosítása
- A terület kiválasztása a csoportok számára
- A diszpécser által jóváhagyott (dispatcher authorized) hívások
- A hálózaton folyó hívások „diszkrét” figyelése
- Környezeti (ambience) figyelés — a diszpécser távolról is bekapcsolhat egy terminális rádióadót, akkor is, ha annak felhasználója nem beszélhet.

## **Egyedi hívások a cellás rendszerekben megszokott módon**

A hangkommunikáció elsősorban egyedi (egy hívó, egy hívott) és csoportos (egy hívó, több hívott) beszélgetéseket jelent. Alapkövetelmény, hogy az egyedi hívások lehetőségét a cellás rádiótelefon-rendszerekben megszokott módon kell biztosítani, azaz a hívó fél feltárcsázza (vagy a telefon memóriájából kiválasztja) a kívánt számot, a hívott készülék csenget, majd a két fél privát módon beszélgethet. A kapcsolat létrehozásának időtartama nem igazán kritikus, hiszen az azonnali közvetlen kapcsolat megteremtése helyett jobb, ha a hívott készülék csengetéssel jelez. A rendszernek intelligens számkonverzióra és átirányításra is képesnek kell lennie, amivel biztosítható, hogy a felhasználó a saját rendszeréből rövid hívószámokat tárcsázhasson — függetlenül attól, hogy a hívott fél egy fix telefonvonal, mobiltelefon vagy egy TETRA-rádió.

## **Logikai csoportok**

A csoportos hívások lehetőségét egyszerűen kezelhető módon, a hagyományos rendszerek nyílt csatornáihoz hasonlóan kell biztosítani. Az új rendszerekben azonban az ilyen hívások csak meghatározott logikai csoportok tagjai számára hallhatók, de nem hallhatja bárki, aki éppen ugyanazon frekvenciára hangolva használja a készülékét. Biztosítani kell, hogy a csoport könnyen kiválasztható legyen a telefon memóriájából, illetve hogy őj csoportokat távolról is a készülékbe lehessen programozni. A hálózaton való „barangolás” esetén a rendszernek elég intelligensnek kell lennie ahhoz, hogy a logikai csoportok továbbra is logikai csoportok maradjanak. Ennek megvalósítása a felhasználó igényeitől is függhet. Egyes felhasználók azt szeretnék, hogy egy meghatározott csoport tagjaival folyamatosan kapcsolatban maradhassanak, függetlenül attól, hogy éppen hol tartózkodnak. Más esetekben viszont azt kell biztosítani, hogy a felhasználó automatikusan a pillanatnyi tartózkodási helyének megfelelő helyi csoporttal kerüljön kapcsolatba. A kapcsolat a TETRA hálózatokon gyakorlatilag azonnal, 300 msec alatt jön létre.

## **Közvetlen kommunikáció a hálózat hatókörén kívül**

A közvetlen (direkt) kommunikáció a terminális készülékek közötti közvetlen rádiókapcsolaton alapul.



It ensures communication between terminals in areas outside network coverage or in the case of network service failures. Direct Mode transmission distances can be extended with a repeater radio. A gateway radio can be used to extend network coverage. Direct Mode Operation can also be used inside network coverage and the users can utilise the dual watch function to scan network channels simultaneously. Individual and group calls are available in direct mode just like in the network.

### Complete Data Communications Services

Unlike voice, data transmission requires a variable transmission capacity. A lot can be expressed in the pre-defined 16 bit status messages available in TETRA, where as slow scan video and file transfer can require the full 28.8 kbits/s transfer capacity of the TETRA radio carrier. The capability to vary the data transfer capacity is called "bandwidth on demand" and it is a built-in advantage that only Time Division Multiple Access (TDMA) technology can offer. Older systems, designed primarily for voice, based on Frequency Division Multiple Access (FDMA) have an inherently more restricted maximum data transfer capacity.

TETRA packet data services offer crucial advantages over traditional modem-based solutions. The fast call set-up time enables sensible incorporation of any contemporary mobile computing platform based on modern client/agent/server architecture. Air channels are only used when actual data is transmitted and immediately released afterwards. The application can totally hide the function of the air interface from the mobile user who virtually is constantly connected to the host application, for example, an e-mail server. This optimised channel usage means lower billing to the network user and better business to the operator. Since the usage fee is based on the actual amount of data transferred and not the session time, similar ways of working can be followed when being mobile as LAN-plugged in the office.

TETRA's bandwidth on demand combined with the possibilities of packet data open up a whole new world for the development of mobile data applications.

TETRA offers comprehensive mobile data communication services at speeds up to 28.8 kbits/s:

- Status messaging
- Database queries
- Text messaging
- Remote control
- File transfer
- Telemetry
- E-mail
- Fax

*A complete mobile office can be established providing status and text messaging, as well as connections to e-mail, fax services and external databases.*

### Connectivity Opens a World of Possibilities

Connectivity means the ability to interconnect to different data communications and telecommunications networks and technologies. The TETRA network is the back-

bone of the Professional Mobile Radio users operations. It provides the crucial air interface between the mobile user and the home network that then provides the connection to a variety of other networks and systems.


TETRA networks provide interconnections to:

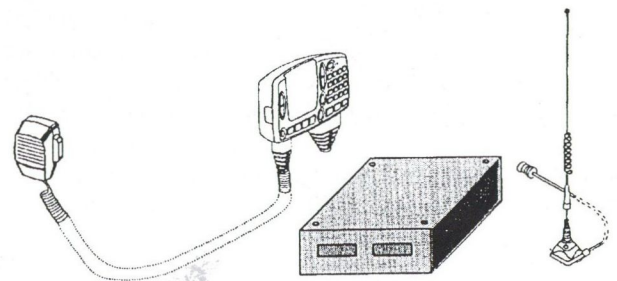
- Command and Control Systems used by public safety organisations;
- Dispatching Systems
- Local Area Networks LAN
- Public Switched Telephone Network PSTN
- Private Automatic Branch Exchange PABX
- Packet Data Networks PDN
- Conventional Base Stations
- Supervisory Control And Data Acquisition SCADA hosts
- Fax and E-mail servers
- IT systems
- Billing systems for shared networks

The mobile user has access to a wealth of communication and information services on the field just like in the office. This opens a whole possibilities for improving operative efficiency by providing information where it is most needed and gather it from where it is generated — in the field.

### Seamless Wide-Area Communication

For the users to really benefit from a wide-area network, the physical architecture of the network must be invisible to the users. The service offered must be seamless to the users as they move around in their operational area. Maintaining the system performance with respect to speed and capacity in nation-wide networks requires carefully considered solutions and experience in high-capacity networks.

Development criteria for		
<b>handheld radios:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● services based on user needs</li> <li>● reliability</li> <li>● optimised operating time</li> <li>● intelligent charging</li> <li>● user-friendly user interface</li> <li>● data interfaces</li> </ul>		<b>mobile stations</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● services based on user needs</li> <li>● reliability</li> <li>● user-friendly user interface</li> <li>● data interfaces</li> </ul>



**TETRA Mobile Radio — TMR**



## Megbízhatóság és üzemképesség szélsőséges körülmények között

A TETRA hálózatok esetén különös hangsúly esik az architektúra rugalmasságára, hogy a fogalmat szükség esetén alternatív utakra lehessen irányítani, a hardverhibákat pedig állandó készenlétben tartott tartalék egységekkel lehessen áthidalni. Kritikus helyzetekben, amikor más rendszerek már kezdenek leállni, a TETRA hálózatnak utolsóként is üzemképessé kell maradnia. A szolgáltatások folyamatos biztosítása tartalékberendezések, illetve végső megoldásként a terminális eszközök közötti közvetlen kommunikáció révén lehetséges.

failing in a crisis situation. Features that improve service availability include fallback operation of the base stations and, as the ultimate option, the direct mode operation capability between TETRA terminals.

## Gyors és biztonságos kommunikáció

A TETRA hálózatok és szolgáltatások egyik legfontosabb sajátossága a kommunikáció gyorsasága és megbízhatósága. A felhasználóknak nem kell a kapcsolat létrejöttére várakozniuk, éppen ellenkezőleg: a PTT gomb megnyomása után már beszélhetnek is. A rendszerbe épített kifinomult prioritáskezelő eljárások azt is biztosítják, hogy a legfontosabb hívások (például a segélykérések) mindig elsőbbséget élvezzenek a közönséges beszélgetésekkel szemben.

A kommunikáció bizalmasságát különféle szintű biztonsági megoldások garantálják – a rádióadások teljes titkosításától a terminális eszközök és a hálózat közötti kölcsönös jogosultság-ellenőrzésekig, az egyes felhasználók hozzáférési jogainak felügyeletét is beleértve. A legkritikusabb információk bizalmasságát a végpontok közötti (end-to-end) titkosítással, illetve a hálózati forgalom vonali kódolásával lehet biztosítani.

TETRA Voice Plus Data		ETS 300 392
Part 1:	General network design	
Part 2:	Air Interface	
Part 3:	Inter-working	
Part 4:	Gateways	
Part 5:	Terminal equipment interface	
Part 6:	Line connected stations	
Part 7:	Security	
Part 8:	Network management services	
Part 9:	Performance objectives	
Part 10:	Supplementary services stage 1	
Part 11:	Supplementary services stage 2	
Part 12:	Supplementary services stage 3	
Part 13:	SDL model for air interface	
Part 14:	PICS Proforma	
Part 15:	Interworking - extended operations	
Part 16:	Gateways for supplementary services	

TETRA Packet Data Optimised		ETS 300 393
Part 1:	General network design	
Part 2:	Air Interface	
Part 3:	Inter-working	
Part 4:	Gateways	
Part 5:	Terminal equipment interface	
Part 6:	Line connected stations	
Part 7:	Security	
Part 8:	Network management services	
Part 9:	Performance objectives	
Part 10:	SDL model for air interface	
Part 11:	PICS Proforma	

TETRA Conformance Testing		ETS 300 394
Part 1:	Radio conformance testing	
Part 2:	Protocol conformance testing - voice + data	

TETRA Codec		ETS 300 395
Part 1:	General description of speech functions	
Part 2:	Codec	
Part 3:	Specific operational features	
Part 4:	Codec conformance testing	

TETRA Direct Mode Operation		ETS 300 396
Part 1:	General network design	
Part 2:	Direct MS - MS air interface - radio aspects	
Part 3:	Repeater	
Part 4:	Gateway	
Part 5:	Security	

## A Nokia a fejlesztés élvonalában

A Nokia cég a mobil kommunikációs rendszerek terén a világ élvonalához tartozik. Piacvezető az MPT szabványon alapuló analóg hálózatok terén, a világ második legnagyobb mobiltelefon-gyártója, s második helyen áll a GSM infrastruktúrák szállítóinak rangsorában is. A Nokia TETRA rendszerének kidolgozása a cégnél felhalmozódott know-how és a digitális rádiókommunikáció terén szerzett tapasztalatok alapján volt lehetséges.

A Nokia és a TETRA szabvány ETSI által való megalakításához is jelentősen hozzájárult. A cég alapító tagja a TETRA 25 Memorandum of Understanding (MoU) szervezetnek, mely a felhasználók, üzemeltetők, gyártók és alkalmazásfejlesztők erőit egyesíti. A TETRA MoU jelenleg 18 ország 65 szervezetét tudhatja tagjai sorában.

## A Nokia TETRA rendszer – a teljes megoldás

A Nokia cég által kifejlesztett TETRA rendszer fő infrastrukturális komponensei a következők: TETRA Digital Exchanges (DXT), TETRA Base Stations (TBS), TETRA Dispatcher Workstations (DWS), valamint a Network Management System (NMS). A DXT és TBS rendszerek méretezhetők, így a különféle kapacitásigényeket optimális költségszinten lehet kielégíteni. Az alapvető infrastruktúrát a mobil és hordozható rádiók és segédeszközök széles választéka egészíti ki – a robusztus, teljes körű funkcionalitást biztosító modellektől a sokféle szolgáltatást nyújtó rádiókészülékekig. A Nokia TETRA rádióit igen könnyű a felhasználók speciális igényeihez igazítani a világ bármely részén.

A Nokia már ma a TETRA rendszerek vezető szállítója. Hat évnyi kutatás és fejlesztés után az első TETRA rendszer a felhasználói teszt fázisában van, s 1997 végéig a végleges üzembeállítás is megtörténik.



**Pekka Blomberg** a Nokia Professzionális Rádió Rendszerek egységénél, Espooban, Finnországban a TETRA általános termék marketingjén dolgozik, mint termékmenedzser. Ezen túlmenően a felelősségi körébe tartozik a TETRA MoU egyesített marketing erőfeszítéseiben való részvétel. A Nokianál szerzett 5 éves gyakorlat során piackutató munkát is végzett a Professzionális Mobil Rádió és Celluláris rendszerek területén. MSc végzettséggel rendelkezik az ipari mérnöki és irányítási szakterületen.



## ■ MOBIL KÖRKÉP A CEBIT-RŐL

A '98-as CeBIT távközlési palettáján az egyik legmarkánsabb trend a mobilitás széleskörű elterjedése volt. A következőkben erről adunk egy áttekintő körképet.

Kezdjük a már klasszikusnak számító rádiótelefonokkal. A legtöbb standon megjelentek a kétsávú, 900 és 1800 MHz-es GSM rendszeren egyaránt működő készülékek. Ilyen pl. a Motorola cd920-as és cd930-as készüléke, melyek eleve csak kétsávú változatban látnak napvilágot és a teljes komfort mellett még egy 3 perc kapacitású beszédmemóriával is rendelkeznek. Ugyancsak kétsávú az Ericsson SH 888-as rádiótelefonja, mely az adatátviteli alkalmazásokhoz szükséges modemet is tartalmazza. A Siemens S16-os készüléke szintén kétsávú, de a 900 MHz-es GSM mellett az 1900 MHz-es, USA GSM sávon tud működni. Emellett S15 néven megjelent az európai változattal is.

A legkisebb készüléket idén is a Motorola standon láthattuk, ahol az új StarTAC modell, a 130-as volt az egyik fő látványosság. Ez a kettéhajtható rádiótelefon mintegy 15%-kal kisebb, mint az előző változat. Súlyja mindössze 87 gramm és a kicsi SIM kártyával működik, lévén, hogy a készülék kisebb, mint a nagy SIM kártya.

A Nokia más irányban indult el és a két éve bemutatott kommunikátor új változatát, a 9110-est mutatta be. A 249 grammos készülék már jóval könnyebb és kisebb, mint elődje volt. A kommunikátor új operációs rendszert és háttér-megvilágításos kijelzőt kapott, emellett rendelkezik egy memóriabővítővel, melybe 4, ill. 8 MByte kapacitású kártya illeszthető. Ebben magunkkal vihetjük pl. a meglátogatott város térképét vagy egy útitisztítót. Emellett bemutatta a legigényesebb körnek készült, exkluzív kivitelű, olasz formatervezésű készülékét, a 8110-et.

Több új készüléket hozott el a CeBIT-re az Alcatel is, melyek már szintén nem nevezhetőek csak rádiótelefonnak. A One Touch COM a 230 grammos tömege ellenére Internet e-mail hozzáférést és menedzsernaplót tartalmaz, tehát külön segédeszköz nélkül biztosítja a beszédkapcsolat mellett az írásos üzenetváltásokat is. A One Touch POCKET viszont Internet elérést biztosít egy beépített mikroböngésző segítségével, miközben a készülék súlya csak 128 gramm.

A GSM hálózati infrastruktúra terén is jelentek meg újdonságok. A Motorola standján a nagyközönség is láthatta a cannes-i GSM világkongresszuson a szűk szakmának már bemutatott M-Cellaccess rendszert. A fejlesztés célja az volt, hogy megoldják a GSM szolgáltatók egyik nagy problémáját: a nagy forgalmú épületek belső tereinek jó minőségű lefedését. A kifejlesztett bázisállomás súlya 10 kg alatt van, feltűnés nélkül elhelyezhető a belső terekben, telepítése átlagosan negyed órát igényel. Az M-Cellaccess 900 és 1800 MHz-en egyaránt képes működni, akár kétsávú üzemmódban is, s mivel a besugárzott terület sugara 100 méternél kisebb, így igen nagy forgalom lebonyolítására alkalmas. Az M-Cellaccess vezérlőegysége akár 12 ilyen bázisállomás vezérlését is el tudja látni, s gyakorlatilag bármelyik gyártó GSM hálózatával együtt tud működni.

A Motorola másik újdonsága az M-Cellarena rendszer, mely olyan nagy forgalmú területek lefedésére alkalmas, mint pl. a pályaudvarok vagy a bevásárlócentrumok környéke. Ez a kicsi és könnyen telepíthető bázisállomás, melynek össztömege nem éri el a 20 kg-ot, alkalmas arra is, hogy adaptív módon azonnali kapacitásbővítést lehessen létrehozni hirtelen megnövekedő igények kielégítésére. A bázisállomás átlagosan fél óra alatt telepíthető és — akár csak az M-Cellaccess — kétsávú üzemmódra is alkalmas, sőt a forgalmat optimalizáló terheléelosztó szoftver rendszere segítségével az aktuális igények fényében a lehető legkedvezőbben osztja el a forgalmat a két sáv között. Rugalmasságát tovább növeli az SFH (Synthesised Frequency Hopping — szintézises frekvenciaváltás) képesség, aminek a lényege, hogy az egymást követő TDMA időszelvényekben a berendezés másik vivőfrekvencián továbbítja a jeleket. A frekvenciaváltásos üzemmód előnye, hogy egyetlen cellában több sáv tartomány is használható, fokozott védelmet nyújt az interferenciázavarokkal szemben és egyszerűbbé teszi a tervezési munkát.

Az Ericsson a GSM rendszeren keresztüli adatátvitel új rendszerét, az ETSI által szabványosított alatt lévő GPRS-t (General Packet Radio Services) mutatta be működés közben. A rendszer

csomagkapcsolt adatátvitelt létesít oly módon, hogy több időrést rendel egy készülékhez, ha ezt a forgalmi viszonyok egyébként megengedik. Ezzel a megoldással akár 115 kbit/s-os sebesség is elérhető a mobil adatátvitelben, ami már vetekszik a vezetékes 2B+D ISDN sebességével. Ugyanakkor kevésbé veszi igénybe a szűkös erőforrásokat, mint a HSCSD (High Speed Circuit Switched Data — nagy sebességű vonalkapcsolt adatátvitel).

Az idei CeBIT-en már nagy mennyiségben találkozhattunk a DECT interfészre épülő vezeték nélküli megoldásokkal is. A DECT Fórum szerint 1997-ben pl. a vezeték nélküli előfizetői hurok technológiájában már 31%-kal képviseltette magát a DECT rendszer. Ennek megfelelően a gyártók száma is megszorodott, olyan cégek is megkezdtek a DECT rendszerű zsinór nélküli készülékek gyártását, mint pl. a Bang (Olufsen).

Az Ericsson már megjelent a kétsávú GSM/DECT készülékkel is, mely a TH 688 névre hallgat. Ezzel a telefonnal elérhető, hogy a vezetékes és a vezeték nélküli hívásainkat ugyanazon a készüléken fogadjuk. A készülék alaphelyzetben a GSM hálózatra csatlakozik, de DECT környezetben átkapcsol zsinór nélküli üzemmódba és ekkor a mellékállomási hívásaink illetve otthon a vezetékes hívásaink jelentkeznek rajta. Hívásindításkor hasonló a helyzet, otthonról — a DECT bázisállomás hatóköréből — telefonálva nem a GSM hálózaton, hanem a vezetékes hálózaton keresztül építi fel a kapcsolatot.

Új DECT zsinór nélküli készülékkel jelentkezett a Philips is: az Onis és az Onis Memo modellek 14 órás beszélgetési idővel illetve nyolc napos készenléti idejükkel érdemelték ki a nagy érdeklődést. A 159 grammos Onis beépített telefonkönyvvel és díjszámláló-kijelzéssel is rendelkezik, ez utóbbi használata persze csak ott lehetséges, ahol ehhez az információt a nyilvános hálózat biztosítja. Az Onis Memo ezen kívül egy beépített üzenetrögzítővel is rendelkezik. A mozgó alkatrész nélküli, digitális rögzítő 6 percnyi bejövő üzenetet tud rögzíteni, de a készülék úgy is programozható, hogy csak bejelentkező szöveget ad a hívó fél számára. Az Onis Memo a hívó számának kijelzésére és a hívás várakoztatásra is képes. A két készülék a Philips és a Lucent Technologies közös fejlesztésének az eredménye.

A francia SAGEM is beszállt a DECT rendszereket alkalmazók táborába: a Mistral 200 névre hallgató bázisállomása akár hat készüléket is ki tud szolgálni. A kihangosító egysége segítségével pedig egyszerre többen is beszélhetnek a készüléken. Ami viszont az igazi kuriózum, az a SAGEM 395 C Phonefax névre hallgató berendezés, ami nem más, mint egy DECT rendszerű telefax és telefon együttes. A kézibeszélő 120 grammos és egészen 300 méterig tudja tartani a kapcsolatot a bázisállomással. A készülék telefax-része normál papírral működik. Egy opcionális kártya felhasználásával a berendezés PC-hez kapcsolt nyomtatóként is tud működni.

A mobilitás egészen más dimenzióját képviseli a megvalósuláshoz rohamosan közeledő Iridium rendszer. A 66 műhold már pályáján kering, csak a tartalékok fellövése van hátra. A tesztelés jelenlegi fázisában úgy tűnik, semmi nem fenyegeti a rendszert 1998. szeptember 23-ra tervezett elindulását. A CeBIT-en már bemutatkoztak a Kyocera és a Motorola készülékei. A Kyocera egyik készüléke csak és kizárólagosan az Iridium műholdas rádiótelefonrendszerrel képes együttműködni, ezt azoknak szánják, akik olyan területen használják a készüléket, ahol más szolgáltató hálózatának elérésére semmi esély sincs. Ilyenek pl. a tengerészek és a hegymászók. A Kyocera másik készüléke egy műholdas adapter, mely a Kyocera GSM vagy PDC készülékének a hátára csatlakoztatható. Ebben az esetben a telefon egyaránt képes a földi hálózatra, vagy annak hiányában a műholdas Iridium rendszer használatára. Amennyiben a műholdas kapcsolatra nincs szükség, akkor az adapter nélkül, önállóan használható a készülék a földi hálózattal.

A Motorola is bemutatta az Iridium rendszerhez szánt készülékét, mely egyaránt alkalmas a műholdas és a földi hálózat használatára. A földi hálózattal való együttműködés típusát egy cserélhető adapter határozza meg, mely lehet GSM, AMPS, D-AMPS vagy egyéb rádiótelefon rendszerhez illeszkedő változat. A Motorola az Iridium rendszerrel együttműködő személyhívót is bemutatta, mely már jelenleg is kísérleti üzem alatt áll a már felkészített műholdakkal.

BARTOLITS ISTVÁN

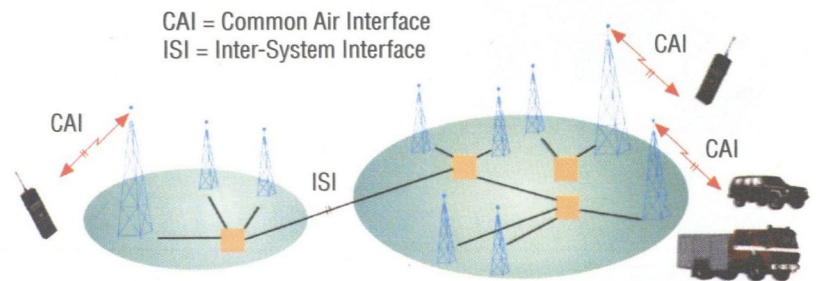




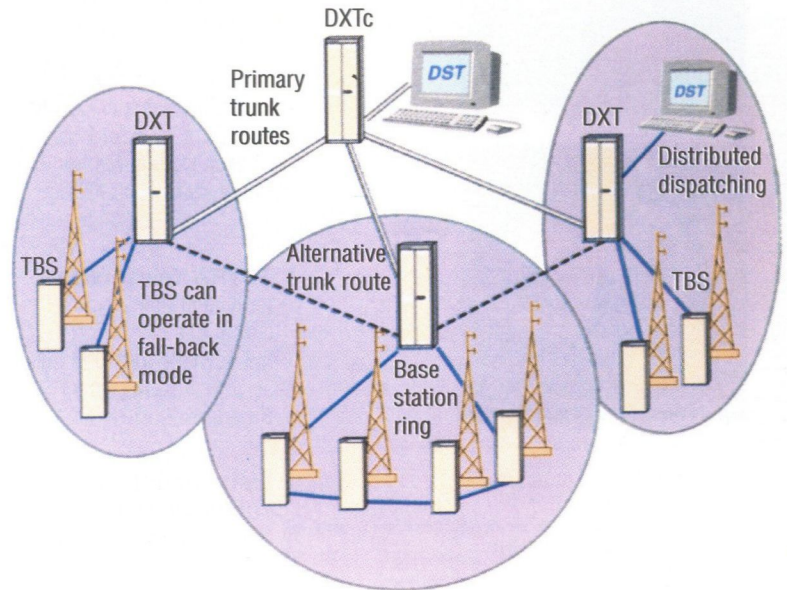
# NOKIA

## TETRA System

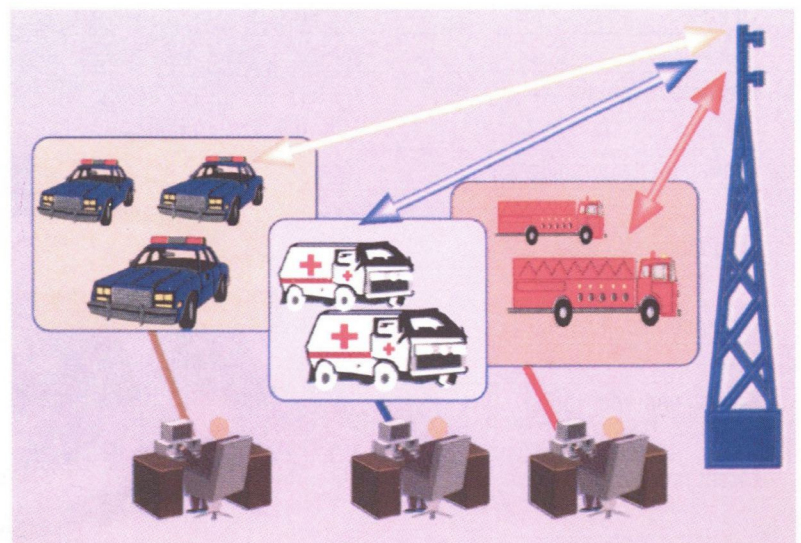
The future of professional mobile radio



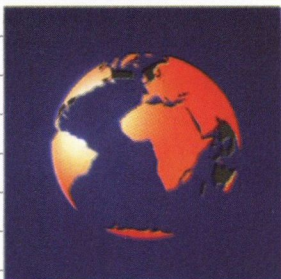
## Architecture



Virtual Net realisation







Open standard

Public safety and security

Transportation

Utilities

Ultimate reliability

Proven interoperability

Frequency efficiency

Instantaneous call set-up

End-to-end encryption

Direct mode

Fast data communications



# Terrestrial Trunked Radio

## Technical Data

### Main Technical Characteristics of TETRA

Transmission method	TDMA (Time Division Multiple Access)
Modulation	$\pi/4$ DQPSK (Digital Quadrature Phase Shifting Keying)
Carrier Spacing	25 kHz
Channels per Carrier	4
Gross Bit Rate per Carrier	36 kbits/s
Max Data Transfer Rate	28 kbits/s
Speech Coding Method	ACELP, 4.8 kbits/s
Encryption	On radio path, optionally end-to-end

### TETRA Teleservices

Individual Call	Circuit mode data 7.2/14.4/21.6/28.8 kbits/s
Group Call	Circuit mode protected data 4.8/9.6/14.4/19.2 kbits/s
Acknowledged Group Call	Circuit mode strongly protected data 2.4/4.8/7.2/9.6 kbits/s
Broadcast Call	Connection oriented packet data Connectionless packet data

### List of most important supplementary services of TETRA

CAD	Call Authorized by Dispatcher
AS	Area Selection
AP	Access Priority
PC	Priority Call
LE	Late Entry
PPC	Pre-Emptive Priority Call
DL	Discreet Listening
AL	Ambience Listening
DGNA	Dynamic Group Number Assignment





## TÁJÉKOZTATÓ A SZERZŐK RÉSZÉRE

A publikálandó cikket a főszerkesztőnek kell küldeni: Simonyi Ernő, 1061 Budapest, Paulay E. u. 56. II. 4/A; tel./fax: 341 6421, 325 9058, E-mail: sese@mail.mata.v.hu. Csak magyar vagy angol nyelvű kéziratokat fogadunk el.

A kéziratokat kettes sortávolsággal gépelt oldalakon kérjük beküldeni. Egy megjelent újságoldal kb. 6500 szövegtípus, kb. 2 gépelt oldalnak felel meg. A szerkesztői munka megkönnyítése érdekében köszönettel vesszük, ha a szöveg, ábrák, illetve táblázatok MS-WORD 2.0 vagy 6.0, TEX, illetve LATEX nyelvű fájljait is mellékelik.

A cikk címe után a szerző(k) neve és munkahelyi címe következzen. A cím lehetőleg tartalmazza a szerző telefonszámát, faxszámát és E-mail címét is. A szerző(k)nek mellékelniük kell egy rövid, 400-600 gépelt karakteres szakmai szöveges önéletrajzot, és egy jó minőségű fekete-fehér fényképet is. Az életrajz és a kézirat nyelve azonos legyen.

A kéziratot a cikk egy rövid összefoglalójának kell megelőznie. Örömmel vennénk magyar nyelvű összefoglaló angol fordításának, illetve angol nyelvű összefoglaló magyar fordításának csatolását.

A kézirat szöveges részének tartalmaznia kell a cikk szövegét a szükséges egyenletekkel és formulákkal együtt. A szöveges rész címrendűsége szerint számozott fejezetekből és alfejezetekből épüljön fel. Az egyenleteket és formulákat a szövegben való hivatkozásokkal összhangban sorszámozni kell. A cikk szöveges részében meg kell jelölni az illusztrációk helyét. A cikk tartalmazhat sorszámozott lábjegyzeteket és szakirodalomra történő hivatkozásokat is.

A sorszámozott lábjegyzeteket külön lapon kérjük. A lábjegyzetek sorszámozása összhangban kell, hogy legyen a szövegben való hivatkozásokkal. Az irodalmi hivatkozásokat kérjük szögletes zárójelben [] feltüntetni mind a szövegben, mind pedig az irodalomjegyzékben.

Az ábrák (vagy egyéb illusztrációk) fekete-fehér, nyomdakész (camera-ready) eredetijét laponként kell mellékelni, egy lapon egy ábrát, az ábrához tartozó sorszámmal és ábraalírással – összhangban a szövegben levő hivatkozással. Az ábrák megrajzolását vagy újra rajzolását nem tudjuk biztosítani. Köszönettel vesszük, ha az ábrákat tartalmazó, BMP, TIF, PCX, EPS, JPG vagy WMF típusú fájlokat is mellékelni tudják. Az ábrákon szereplő szövegrészek, egyenletek, formulák stb. nyelve egyezzen meg a cikkével, továbbá lényeges, hogy mérete és minősége lehetővé tegye a szükség szerinti kicsinyítést (min. 8,5 cm-ig).

## INFORMATION FOR AUTHORS

Contributions should be submitted to the editor in chief: Ernő Simonyi, Paulay E. u. 56. II. 4/A, H-1061 Budapest, Hungary; voice/fax: (361) 341 6421, (361) 325 9058, e-mail: sese@mail.mata.v.hu. Contributions can be written either in Hungarian or in English. We are sorry, but we cannot accept manuscripts in other languages.

Contributions should be submitted in double spaced typed pages. One page in the journal consists of about 6500 text characters, i.e. approximately 2 typed pages. In order to help editorial work, MS-WORD 2.0 or 6.0, TEX, LATEX files containing the paper, tables and figures are particularly appreciated.

The title should be followed by the author's name (names) and affiliation (institution, address, phone and/or fax number, e-mail address). Each author should provide a short (400-600 characters) technical biography and a black-and-white photograph of good quality. The language of the biography and the paper should be the same.

Contributions should be preceded by an abstract, a short summary of the paper including the title. Hungarian translations of English abstracts, or English translations of Hungarian abstracts are welcome.

The text part of a contribution may contain the text together with the necessary equations or formulas. The part text should be subdivided into hierarchically numbered sections and subsections. Equations and formulas have to be numbered in the same way as they are referred to in the text. The location of the illustrations should be indicated in the manuscript. The text part may also refer to numbered footnotes and references.

Separate pages must contain the footnotes with the same numbering as used in the text. The reference section containing the numbered references must be at the end of the paper. Both, in the text and in the reference list the reference numbers should be in rectangular brackets [].

Black and white and camera ready originals of figures (or other illustrations) should be attached separately together with the numbered figure captions, one figure per one page. We cannot provide drafting or art service. Optionally, BMP, TIF, PCX, EPS, JPG or WMF files types about the figures or tables are appreciated. Text, equations, formulas etc. belonging to the figures or tables should be of the same language as the manuscript. It is important to attach sharp and good quality illustrations which make possible reducing to 8.5 cm, as a minimum size, if necessary.



*Amit érdemes csinálni,  
azt érdemes jól csinálni !*

*Szeretne többet tudni:  
a video- és hangtechnikáról,  
a digitális jelzéstechikáról,  
az ATM-ről, az SDH-ről,  
a mikrohullámú technikáról ?*

*Forduljon hozzánk !*

*A híradástechnikai ismeretek köre  
napjainkban rohamosan bővül.  
A MATÁV Oktatási Igazgatósága  
elébe megy a gyors technikai  
fejlődésnek, célja  
megalakulásától fogva  
a távközléssel, az  
elektronikával  
összefüggő, ahhoz  
szorosan  
kapcsolódó  
ismeretek  
fejlesztése.  
Üzleti filozófiájának  
része, hogy olyan  
képzést nyújtson,  
mely azonnal  
hasznosítható  
gyakorlati  
ismereteket ad.*

*A MATÁV szakemberei  
évek óta nagy gyakorlattal,  
a legújabb eredményekre  
építve vezetik be az  
érdeklődőket a  
híradástechnika világába.*

*A MATÁV Oktatási Igazgatósága  
piaci működéséből adódóan  
továbbra is megőrzi  
nyitottságát, megtartja  
sokszínűségét a  
különböző képzésfajták,  
képzési szintek és  
formák tekintetében,  
tág választási  
lehetőséget kínálva  
ügyfelei részére.*

*Részletes felvilágosítás: 431-1629*



a tudás  
a legjobb  
befektetés