

A Használhatósági és Megbízhatósági Terv

NÁNDORFINÉ DR. SOMOGYVÁRI MAGDOLNA
Posta Kísérleti Intézet



ÖSSZEFOGLALÁS

Napjaink társadalmi információ orientált és így a távközlés jelentősége megnövekedett. Egyre nagyobb szükség van „megbízható” hálózatokra és szolgáltatásokra. Ez a tény a CCITT és a Magyar Posta figyelmét is ráirányította a Használhatósági és megbízhatósági terv kidolgozásának sürgősségére. Az ezzel a tervvel kapcsolatos munkákról számolunk be egy háromrészes cikksorozatban, amelynek első tagja az előzményekkel foglalkozik. A második rész a használhatóság és megbízhatóság célszerű mértékeit-, a harmadik rész pedig a használhatósági célkitűzések meghatározását ismerteti.

1. A HMT és a CCITT ajánlások

A HMT megalkotásánál az egyik kiindulási pontot a CCITT tanulmányi bizottság által kiadott dokumentumok és az érvényes CCITT ajánlások adták.

A CCITT használhatósági és megbízhatósági kutatásainak több korszaka volt. Mérföldkőnek a G.106-os ajánlás tekinthető, amely jelenlegi formájában 1984-ben, a Piros könyv III/1-es kötetében jelent meg. Ennek megfelelően megkülönböztetjük az 1984 előtti CCITT kutatásokat és azokat az ajánlásokat, amelyek a G.106-os ajánlás alapján, annak birtokában születtek.

1.1 A G.106-os ajánlás előzményei

1968-ban a CCITT IV. közgyűlésén a C speciális tanulmányi csoportot bízták meg a távközlési rendszer megbízhatóságának tanulmányozásával. A kutatások az 1977—80-as tanulmányi periódusban gyorsultak fel és a témával kapcsolatos fogalmakat, szakkifejezéseket és definíciókat tartalmazó G.106-os ajánlás első fogalmazása bekerült a Sárga könyvbe.

Már az első időszakban is küldött hozzászólást a Magyar Igazgatás a megbízhatósági kérdésekhez. Ezen hozzászólásnak két új eleme volt:

- javaslatot tett a megbízhatóság és a használhatóság jellemző mutatójára és
- javaslatot adott megbízhatósági és használhatósági értékekre és ezek felosztására a referencia áramkör mentén.

a) A magyar javaslat az $B(t)$ megbízhatósági függvény helyett, a megbízhatóság jellemzésére, az egymástkövető két meghibásodás közötti átlagidőt ($MTBF$ -et) vagy a hibaarányt (FR -t) ajánlotta fit egységben ($1 \text{ fit} = 10^{-9}$ hiba/óra). Ez utóbbit n -nel jelöljük hiba/óra egységben.

Beérkezett: 1988. VI. 1. (H)

NÁNDORFINÉ DR.
SOMOGYVÁRI
MAGDOLNA

A szerző először az ELTE matematika-fizika szakát végezte el, majd 1972-ben a BME villamos karán

átviteltechnikai szakmérnök diplomát szerzett. 1975-ben egyetemi doktori fokozatot szerzett a rendszertechnika tudományban. Jelenleg megbízhatósági kérdésekkel foglalkozik a távközlő szolgáltatások területén.

A magyar javaslat az $A(t)$ használhatósági függvény, ill. az A használhatósági mutató helyett a használhatóság jellemzésére A reciprokának logaritmusát ajánlotta dB egységben, ill. OTL egységben. ($A \text{ OTL} = 10^{-3}$ dB) Az OTL rövidítés az itt ajánlott működési idő veszteség angol elnevezésére utal (Operating Time Loss).

Definíció szerint a működési idő veszteség:

$$h = 10 \lg \frac{1}{A} = 10 \lg \frac{M+L}{M} = 10 \lg \left[1 + \frac{L}{M} \right]$$

ahol:

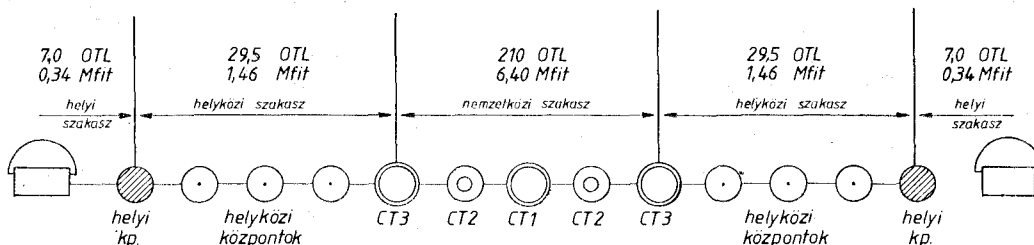
- A : a használhatósági mutató,
 M : az MTBF értéke órában,
 L : az átlag javítási idő órában,
 L/M : a szolgáltatás foka vagy mórtéke

Mivel $L/M < 1$, érvényes a következő közelítés:

$$h = 4,3 \frac{L}{M} \text{ dB} = 4,3 \cdot 10^3 \frac{L}{M} \text{ OTL}$$

b) A magyar hozzászólás 100 óránként egy hibát, azaz 10 Mfit hibaarányt és 300 OTL működési időveszteséget javasolt a Fehér könyv G.103-as ajánlás 3. ábrájának megfelelő tipikus nemzetközi összeköttetésre. Ezeket az értékeket ne lépje túl n ill. h . A fenti n és h értékekre a következő felosztást javasolta. Az 1. ábra és az 1. és 2. táblázat szemlélteti, hogy a fenti összeköttetés milyen elemekből áll. Az 1. és 2. táblázat tartalmazza ezen elemek hibaarányát és működési időveszteségét. Ezek alapján érvényes az $FR = 10,0$ Mfit alábbi megoszlása:

1. nemzetközi szakasz:	6,4 Mfit
egy-egy nemzeti szakasz:	1,8—1,8 Mfit
összesen:	10,0 Mfit
2. nemzetközi szakasz	
kábeles összeköttetés	4,7 Mfit (erősítővel)



	helyközi szakaszon	CT2-CT3 között	CT2-CT1 között	Összesen
csatorna modem	3-3	1-1	1-1	10
csoporth modem	4-4	2-2	2-2	16
főcsoporth modem	6-6	2-2	4-4	24

H467-1

1. ábra. Megbízhatóság és használhatóság kiosztás

Megbízhatóság kiosztás

1. táblázat

Hálózat elem	db	hibaarány hálózat-elemenként Mfit	hibaarány összesen Mfit
előfizetői készülék és vonal	2	0,19	0,38
belföldi (helyi és helyközi) központ	8	0,15	1,20
nemzetközi központok	5	0,10	0,50
belföldi kábeles vonalszakaszt (750 km)	2	0,24	0,48
nemzetközi kábeles vonalszakasz (10 ezer km)	1	3,20	3,20
belföldi szakasz vonalerősítői	400	0,0006	0,24
nemzetközi szakasz vonalerősítői	2500	0,0006	1,50
csatornamodem berendezés	10	0,05	0,50
csoporthmodem berendezés	16	0,065	1,04
főcsoporthmodem berendezés	24	0,04	0,90

nemzetközi központok 0,5 Mfit
 négy csatorna modem 0,2 Mfit
 nyolc csoport modem 0,52 Mfit
 tizenkét főcsoporth modem 0,48 Mfit
 Összesen: 6,40 Mfit

Használhatóság kiosztás

2. táblázat

Hálózatelem	db	átlagos idő L	javítási óra	összes működési idő veszteség OTL
előfizetői készülék és vonal	2	5		8
belföldi (helyi és helyközi) központok	8	5		26
nemzetközi központok	5	5		11
belföldi kábeles vonalszakasz (750 km)	2	12		25
nemzetközi kábeles vonalszakasz (10 ekm)	1	12		164
belföldi szakasz vonalerősítői	400	5		6
nemzetközi szakasz vonalerősítői	2500	5		32
csatornamodem berendezés	10	1		2
csoporthmodem berendezés	16	1		5
főcsoporthmodem berendezés	24	1		4

3. nemzeti szakasz

helyközi szakasz 1,46 Mfit
 helyi szakasz 0,34 Mfit
 összesen: 1,80 Mfit

4. helyközi szakasz

kábeles összeköttetés	0,36 Mfit (erősítővel)
helyközi központok	0,45 Mfit
három csatornamodem	0,15 Mfit
négy csoportmodem	0,26 Mfit
hat főcsoportmodem	0,24 Mfit
összesen:	1,46 Mfit

5. helyi szakasz

előfizetői készülék és vonal	0,19 Mfit
helyi központ	0,15 Mfit
összesen:	0,34 Mfit

Valamint érvényes a 283 OTL alábbi megoszlása:

1. kábeles vonalszakaszokra berendezések	189,0 OTL 94,0 OTL
Ennek megfelelően a javaslat a következő volt: OTL megengedett értéke	
átviteli utakra	200 OTL
berendezésekre	100 OTL
2. nemzetközi szakaszra egy-egy nemzeti szakaszra:	210,0 OTL 36,5 OTL
összesen:	283,0 OTL

3. nemzetközi szakasz

kábeles összeköttetés	196,0 OTL (erősítővel)
nemzetközi központok	11,0 OTL
modemmek	3,0 OTL
	210,0 OTL

4. nemzeti szakasz

helyközi szakasz	29,5 OTL
helyi szakasz	7,0 OTL
összesen:	36,5 OTL

5. helyközi szakasz

kábeles összeköttetés	15,5 OTL
helyközi központok	10,0 OTL
modemmek	4,0 OTL
összesen:	29,5 OTL

6. helyi szakasz

előfizetői készülék és vonal	4,0 OTL
helyi központ	3,0 OTL
összesen:	7,0 OTL

Mind a megbízhatóság, mind a használhatóság kiosztás látható az 1. ábrán.

A használhatóság és a működési időveszteség közötti kapcsolat alapján, a használhatóság kiosztás megadható a használhatatlanságra vonatkozó-

an is ($A = e^{-\frac{h}{4,3}} = 10^{-\frac{4}{10}}$ és $U = t - A$). Így a 3. táblázatot kapjuk.

A használhatatlanság kiosztás

	h OTL	A	U
átviteli utak	200,0	0,9551	$4,49 \cdot 10^{-2}$
berendezések	100,0	0,9775	$2,25 \cdot 10^{-2}$
kábeles vonal szakaszok	189,0	0,9569	$4,31 \cdot 10^{-2}$
berendezések	94,0	0,9785	$2,15 \cdot 10^{-2}$
nemzetközi szakasz	210,0	0,9524	$4,76 \cdot 10^{-2}$
nemzeti szakasz	36,5	0,9921	$7,9 \cdot 10^{-3}$
helyközi szakasz	29,5	0,9931	$6,9 \cdot 10^{-3}$
helyi szakasz	7,0	0,9990	$1,0 \cdot 10^{-3}$

A használhatóság kiosztás mindkét egységben megadva a 2. ábrán látható.

A Magyar Igazgatás másik jelentős munkája volt az 1968—72-es periódusban a CCITT XV. T. B. 191-es számú körlevelére beküldött válaszok összesítése. Ez a körlevél a *belföldi hálózatok megbízhatóságára vonatkozó adatok gyűjtésére* szólít fel. Tizenkét Igazgatás választ értékelve a következő adatok és következtetések adódtak:

Vivőfrekvenciás multiplex berendezések átlagos hibagyakorisága és normál szórása 15 főcsoportos rendszerekre vonatkoztatva:

$$\bar{n} = 1,5 \text{ hiba/év} \quad \sigma = 1,9$$

Vonali berendezések hibagyakorisága 4 és 10 MHz-es koaxiális kábelek esetén, 100 km-es hosszra vonatkoztatva:

$$\bar{n} = 4,0 \text{ hiba/év} \quad \sigma = 5,0$$

Vivőfrekvenciás multiplex berendezések használhatósága a kiesési időhányaddal ($DTR =$

$$= \frac{L}{L+M} = 1 - A) \text{ jellemezve:}$$

$$\overline{DTR} = 0,6 \cdot 10^{-3} \quad \alpha = 0,9 \cdot 10^{-3} \text{ (15 főcsoportos rendszerekre)}$$

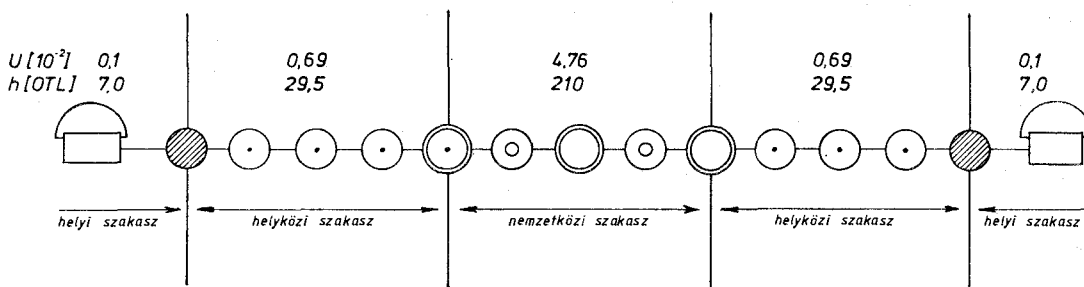
Vonali berendezések használhatósága:

$$\overline{DTR} = 1,2 \cdot 10^{-3} \quad \alpha = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ (100 km-es hosszra vonatkoztatva)}$$

Az átviteli rendszer megbízhatósági és használhatósági jellemzésére n és DTR alkalmas.

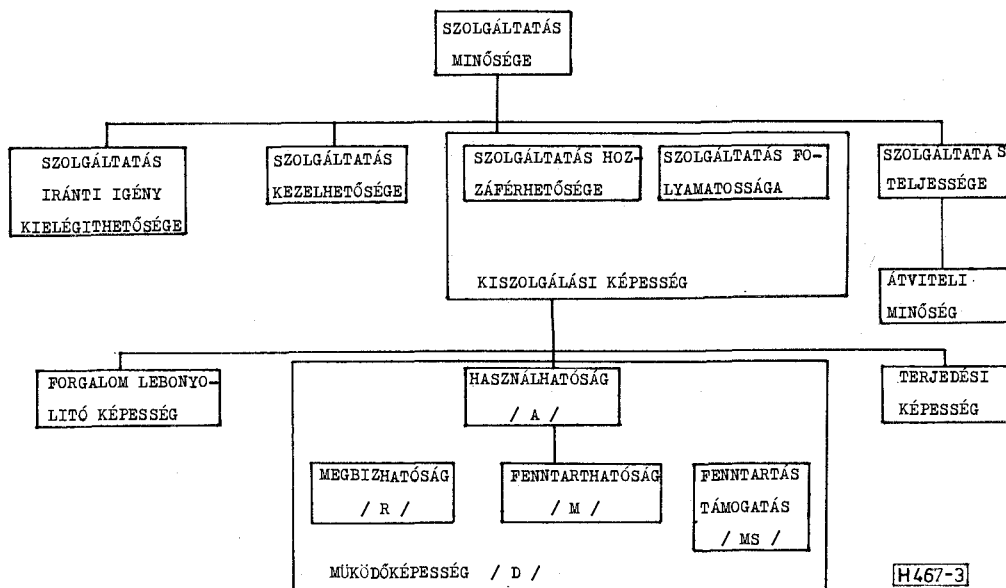
n a berendezések megbízhatóságát adja meg. DTR (vagy L) a fenntartási rendszer „megbízhatóságára” jellemző. A berendezések megbízhatóságával csak közvetett a kapcsolata.

n és L a használhatóságot együtt szabja meg. Tervezési jellemzőként célszerű DTR ill. n és L megadása. Előnyük, hogy független paraméterek és így szakaszonként és egységenként additívak.



H467-2

2. ábra. Használhatóság kiosztás



H467-3

3. ábra. A szolgáltatás minőség összetevői

Látható a fentiekből, hogy az átlagértékeknél a normál szórás általában nagyobb. Ezért az ajánlások nem az átlagot, hanem a kvantilist adják meg.

(Ezen adatok átviteltechnikai eszközök reprezentatív használhatósági és megbízhatósági jellemzőinek becslésére alkalmasak. Megadják, hogy vívőfrekvenciás (multiplex- és vonali rendszereken hányszor fordult elő hiba és emiatt az idő hányad részéig nem volt a rendszer üzemképes. (Ezen adatok nem jellemzőek a kiesett csatornák számára.) A számítások elve és gyakorlata a hivatkozott irodalomban található.)

1.2 A G.106-os ajánlás

Ez egy terminológiai ajánlás. A szolgáltatás minőséggel kapcsolatos fogalmakat foglalja rendszerbe a 3. ábrának megfelelően. Eszerint a használhatóság és a megbízhatóság is a szolgáltatás minőség egy-egy összetevője és így az ajánlás az ezekkel kapcsolatos fogalmakat is tartalmazza.

1.3 A CCITT további használhatósági ajánlásai A G.602-es ajánlás

Analóg, kábeles átviteli rendszerre vonatkozik. A használhatóság értékére a következőket ajánlja:

1. 2500 km-es HRC-re: $A = 99,6\%$ (egyirányban és egy évre),

2. átvevő berendezésre: $A = 99,9\%$ (egyirányban és egy évre),

3. vonal szakaszra: 1.-ből származtatandó. (HRC: elvi referencia áramkör.)

A G.821-es ajánlás

Az ISDN részét képező, digitális összeköttetésre vonatkozik. Hang- és adat szolgáltatásra használt 64 Kbit/s-os összeköttetés BER-jére ad ajánlást. Valamint a romlás felosztására tesz javaslatot a 4. táblázat szerint.

Megjegyzés: BER = bit error rate (bit hibaarány) A Q.504-es és 514-es ajánlások

Digitális helyi- és tranzit központokra vonatkoznak. Ajánlott értékek: egy központ végződésre és egy évre az összegzett üzemkiesési idő nem haladhatja meg a 30 percet.

1.4 A CCIR használhatósági ajánlásai

A CCIR-nek a megbízhatósággal és a használhatósággal kapcsolatban három érvényes ajánlása van.

Az 522. ajánlás

PCM modulációt alkalmazó fix műholdas rendszerek digitális hipotetikus referencia áramkörének kimenetén megengedett bit hibaarányra vo-

	a teljes romlás %-a
nemzetközi rész a két nemzetközi résszel együtt	70 %
a két helyi rész összege	30 %

natkozik. Ennek a magyar hálózat ismeretében nincs jelentősége a HMT-re.

Az 557. ajánlás

Digitális és nem digitális hipotetikus referenciaműködésre ad meg használhatósági ajánlást. Eszerint egy 2500 km hosszú mikrohullámú referenciaműködésre ill. digitális átviteli útra a használhatósági célkitűzés egy évnél hosszabb időre 99,7%.

Az 579. ajánlás

Fix műholdas rendszereken üzemelő távbeszélő szolgáltatásra vonatkozik és a referenciaműködésre ill. digitális átviteli útra 99,8%-os használhatósági célkitűzést ad.

1.5 CCITT felmérések eredményeit tartalmazó dokumentumok [6] [7]

A CCITT az 1981–84-es periódusban kérdőívet körözött a Posta Igazgatások között, amelyben a helyi hálózatok megbízhatóságával kapcsolatban tett fel kérdéseket. A kapott információk hasznosak a HMT célértékeinek felállításánál, ezért itt ismertetjük a CCITT összesített eredményeit:

- az előfizetői hibajelentésekből nyerhető a legtöbb információ mind a hálózati, mind a központ hibákra vonatkozóan,
- az előfizetői vonal MTBF értéke: $(4,5 \div 17)$ év,
- a teljes hibákra vonatkozóan MTBF: $(1,0 \div 20)$ év,
- a hibák átlagos helyreállítási ideje: 1 nap

2. Példák használhatósági és megbízhatósági tervek

2.1 Más Igazgatóságok használhatósági tervei

A HMT megalkotásánál támpontot jelentettek más országok, Posta Igazgatások ill. nemzetközi szervezetek által készített, javasolt tervek.

Most ezekből ismertetünk néhányat, amelyek számunkra elérhetőek voltak.

Svéd használhatósági terv [8]

Ez a terv megkülönbözteti a teljes- és részleges hibát. A teljes hiba egy vagy több előfizetőt teljesen elvág a szolgáltatástól. Ez a hiba a helyi hálózatban jellemző. Az előfizetői készülék, az előfizetői vonal vagy az előfizetői szerelvény hibája idézi elő a teljes hibát. A részleges hiba nem zárja ki az előfizetőt vagy előfizetőket teljesen a szolgáltatásból. Alapvető formái a következők:

A teljes hibára vonatkozó előírás

	Mutató	Előfizető szám	Előírás nagyvárosi hálózatra [8] szerint
Megbízhatóság	MTBF	10^0	4 év
		10^1	7 év
		10^2	11 év
		10^3	18 év
		10^4	30 év
Használhatóság	átlagos üzemkiesési idő	10^0	42 óra
		10^1	15 óra
		10^2	10 óra
		10^3	6 óra
		10^4	4 óra

— a hálózathoz való hozzáférés korlátozott (a hálózat forgalomátesztő képessége csökken) és/vagy

— az átvitel minősége romlik.

Ezen megfontolások alapján külön előírást célszerű adni a teljes- és részleges hibákra, más-más jellemzőkkel és értékekkel.

A teljes hibára vonatkozó előírásokra mutat példát az 5. táblázat, amellyel kapcsolatban az alábbiakat jegyezzük meg:

- a példa digitális hálózatra vonatkozik,
- rurál hálózatban a nagyobb távolságok miatt nagyobb átlagos üzemkiesési időket kell megengedni,
- R -re és A -ra több értéket kell megadni aszerint, hogy a teljes hiba egy előfizetőt, vagy 10-, 100- stb. előfizetőt tartalmazó csoportot érint,
- az átlagos hibaszám megengedett értéke csökken az érintett előfizetőszámmal,
- a megengedett átlagos üzemkiesési idő is csökken az érintett előfizető számmal.

A részleges hibákra vonatkozó előírásokra mutat példát a 6. táblázat. Ritka esetben a trónk és a helyközi hálózatban is lehet teljes hiba, de ezekre a hálózati síkokra inkább a részleges hiba jellemző.

A részleges hiba hatását a teljes hálózati forgalom százalékos csökkenésével (veszteséggel) lehet jellemezni (DTR) és ezt az értéket kell az egyes hálózatrészekre szétosztani. Kivételes esetekben az esetek $(2 \div 4)\%$ -ában az átlagtól való eltérés a 6. táblázatban szereplő maximumot is elérheti (DTR).

A részleges hibára vonatkozó előírás

Mutató	Előírás	Mutató	Előírás
$\overline{DTR}_{\text{teljes hálózat}}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$\widehat{DTR}_{\text{teljes hálózat}}$	$2 \cdot 10^{-2}$
$\overline{DTR}_{\text{helyközi hálózat}}$	$8 \cdot 10^{-4}$	$\widehat{DTR}_{\text{helyközi hálózat}}$	$4 \cdot 10^{-3}$
$\overline{DTR}_{\text{trónk hálózat}}$	$16 \cdot 10^{-4}$	$\widehat{DTR}_{\text{trónk hálózat}}$	$8 \cdot 10^{-3}$
$\overline{DTR}_{\text{helyi hálózat}}$	$16 \cdot 10^{-4}$	$\widehat{DTR}_{\text{helyi hálózat}}$	$8 \cdot 10^{-3}$
\overline{DTR} = átlag érték			
\widehat{DTR} = csúcs érték			

6. táblázat

A követelményeket az előfizetőtől-előfizetőig terjedő összeköttetésre állapították meg, majd felosztották előfizetői- és központok közötti szakaszra.

Az előfizetői szakaszra a követelményt a meghibásodási gyakoriságra vonatkozóan adták meg. A 7. táblázat tartalmazza a részekre bontott követelményt.

A központok közötti szakaszra a követelményt a használhatatlanságra vonatkozóan adták meg az alábbiak szerint. Megkülönböztettek kisebb hibából (pl. rossz kapcsolás) eredő használhatatlanságot és erre megkövetelik, hogy legyen $\leq 6 \cdot 10^{-3}$ -nál, valamint súlyos hibából (pl. alapáramkör 30 sec-nél hosszabb időre szakad meg) eredő használhatatlanságot és erre előírták, hogy legyen $\leq 1 \cdot 10^{-3}$ -nál. Ez utóbbit a 8. táblázat szerint osztották fel.

2.2 A CEPT által készített használhatósági terv [9]

A CEPT a használhatósági tervet (AP) a hálózat műszaki minőségét meghatározó tervek egyikeként tárgyalja. (A további tervek az átviteli terv és a forgalom átbocsájító képesség terve.) A használhatósági tervet már ISDN hálózatokra adja meg. A használhatósági terv követelményeit a teljes hálózatra és annak részeire (helyi, helyközi, nemzetközi) fogalmazza meg. Itt elsősorban a terv felépítésével foglalkozunk. A CEPT szerint az AP követelményeit meg kell adni hívás fázisonként, tehát:

- a hívás felépítésre,
- az összeköttetés fennállásának esetére és
- a bontás fázisára.

Az AP követelmények ilyen szempontok szerinti megfogalmazása még további tanulmányozást kíván a CEPT-nél is.

7. táblázat

A hibagyakoriság előírás kiosztása	
	előírás [10^{-5}]
előfizetői állomás (készüléket is beleértve)	$\leq 1,0$
előfizetői kábel	$\leq 0,5$

8. táblázat

A használhatatlanság követelmény kiosztása		
	követelmény [10^{-5}]	
kapcsolástechnikai elemekre	helyi központ	$\leq 3,0$
	helyi központ	$\leq 0,8$
átviteli részre	helyi kp. és elsőrendű tranzit kp. között	$\leq 42,0$
	első és másodrendű tranzit kp. között	$\leq 10,0$
	magasabbrendű tranzit központok között	$\leq 2,5/500$ km

A másik szempont az AP követelmények megadása aszerint, hogy a hálózat elfogadható- vagy nemelfogadható minőségű. Az elfogadhatóság, ill. a nem elfogadhatóság definíciójának egyik fő szempontja, hogy a felajánlott forgalom függvényében mennyi a forgalmi veszteség. A további szempontokat a CEPT még tanulmányozza.

Figyelembevéve, hogy a használhatósági terv készítésénél a fenti szempontokra tekintettel kell lenni, az AP-t a következő lépésekben állítja elő:

- rögzíti azokat a paramétereket, amelyekkel a hálózatnak és részeinek az AP követelményeit meg fogja adni,
- osztályozza a hibákat (Javaslat a következő:
 - a $(0 \div 10)$ mp időtartamú, átmeneti meghibásodásokat kirekeszti a használhatósági számításokból,
 - a használhatósági számításoknál két hibaosztályt különböztet meg:
 - rövid időtartamú hibák: $(10 \text{ mp} \div 15 \text{ perc})$
 - hosszú időtartamú hibák: $> 15 \text{ perc}$
- megadja a használhatósági követelményeket hibaosztályonként,
- a használhatósági értékeket szótosztja a hálózat elemei között.

Az eddig felsorolt feladatok közül eddig csak néhányat oldott meg a CEPT.

Példaként ismertetjük a nem elfogadható minőségű helyi hálózatokra vonatkozó használhatósági követelményeket rövid időtartamú hibák esetén. A követelmény megadja a rövid idejű hiba fellépése valószínűségének megengedett értékét (P_m) az érintett előfizetői szám (ÉESZ) függvényében (9. táblázat).

A nem elfogadható minőségű hálózatok és hálózatrészek használhatósági követelményeit 15 percnél hosszabb hibák esetén, számításokon alapuló görbeseregekkel adja meg, ahol a görbék a hibák közötti átlagidőt adják meg a hiba időtartamának a függvényében. A forgalom, ill. az előfizető szám paraméterként szerepel. Ezeknek a görbeseregeknek a tanulmányozása még folyamatban van.

A CEPT másik ajánlása arra vonatkozik, hogy a minőségi paramétereket két értékkel kell megadni:

- az átlag értékkel és
- a 90%-os kvantilissal.

2.3 A használhatósági tervek összehasonlítása

Az eddig tárgyalt tervek közül a svéd és a japán használhatósági terv olyan, hogy egymással és a

9. táblázat

Rövid időtartamú hiba fellépése valószínűségének megengedett értéke	
ÉESZ	P_m
$\geq 10\ 000$	$\leq 2 \cdot 10^{-5}$
$1000 \leq \text{ÉESZ} < 10\ 000$	$\leq 8 \cdot 10^{-5}$
$100 \leq \text{ÉESZ} < 1000$	$\leq 2 \cdot 10^{-4}$
$10 \leq \text{ÉESZ} < 100$	$\leq 6 \cdot 10^{-4}$
$1 \leq \text{ÉESZ} < 10$	$\leq 2 \cdot 10^{-3}$

magyar HMT-vel is összevethető az előírásai. Ezt az összehasonlítást végezzük el majd a cikksorozat további részeiben.

3. A használhatósági tervek továbbfejlesztése

A 3. ábra egy részletét kiragadva látható, hogy a használhatóság a működőképesség blokk egy eleme. A CCITT újabb törekvése, hogy a használhatósági követelmények helyett, működőképességi követelményeket kell felállítani [7]. A NORDTEL már kifejezetten működőképesség analízist végez [11] és ennek mintájára készült a magyar IDA (integrált digitális adathálózat) megbízhatósági terve [12] is.

A tervezés menete itt is a megfelelő mértékek kiválasztásával kezdődik. Ezeket a 4. ábrán foglaltuk össze.

A NORDTEL működőképesség analízise

A megfelelő mértékek kiválasztása után számos ISDN konfigurációt vesz fel. Megadja ezek funkcionális blokkdiagramját és megbízhatósági blokkdiagramját. Tapasztalati megbízhatósági és használhatósági adatok alapján megadja a működőképesség jellemző értékeit.

Tehát a működőképesség tervek tekinthetők a használhatósági tervek egyik továbbfejlesztésének.

A cseh szlovák veszteségi terv

A másik általánosítás a cseh Postához fűződik. Ők a kiszolgáló képességet jellemző komplex veszteséget tervezik. Ez a torlódás és a hibák által együttesen okozott veszteség kiosztását jelenti [13].

Az ezen tervben alkalmazott módszerek közvetlenül alkalmazhatók a HMT-ben, valamint a felosztásban szereplő számértékek felső korlátként tekinthetők a HMT-ben kiosztott értékekre vonatkozóan.

Számításai előfizető-centrikusak. Kiindulnak a CCITT E. 426-os ajánlásból, amely a hatásos hívás kísérleteket a 10. táblázat szerint három osztályba sorolja. Megcélazzák azt a távbeszélő szolgáltatást, amely magas szintű hatásos hívás-kísérlettel bír. A hatásos hívás-kísérlet feltétele, hogy

- a hívó ne hibázzon,
- a hívott otthon legyen és ne legyen foglalt os
- a hívás sikeresen befejeződjön.

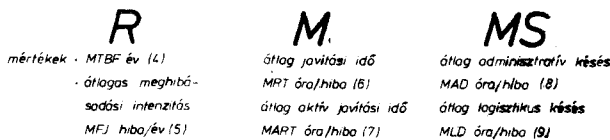
Ezen eseményekhez tartozó valószínűségek:

- P_1 : a használó hibázási valószínűsége,
- P_2 : annak valószínűsége, hogy a hívott nem válaszol,
- P_S : annak valószínűsége, hogy a hívás sikeresen befejeződik.

A megfelelő komplementer valószínűségek: B_1, B_2, B_S .

A következő gyakorlati értékeket tételezik fel: $B_1 = 0,1$ (10%) és $B_2 = 0,2$ (20%)

akkor P : a hatásos hívás-kísérlet valószínűsége, jelöléssel, a magas szintű hatásos hívás-kísérletre érvényes:



CCITT SG II TD 612 mindegyiket javasolja
CEPT SGT/SPS EME (2), (4), (5)-t javasolja
Nordtel NT/R REP-5 (3), (5)-t javasolja

[1267-2]

A D blokk elemeinek mértékei.

4. ábra. A D blokk elemeinek mértékei

10. táblázat

A híváskísérletek osztályozása

Szint	Hatékonyság %
alacsony	< 30
közepes	30 ÷ 60
magas	> 60

$$P_S \cong \frac{P}{P_1 \cdot P_2} = \frac{0,6}{(1 - B_1) \cdot (1 - B_2)} = \frac{0,6}{0,9 \cdot 0,8} = 0,833$$

Ehhez

$$B_S \leq 0,167 \text{ tartozik.}$$

Célértéknek

$$B_S^+ = 0,165\text{-t választják, azaz } 16,5\%\text{-ot.}$$

Ennek felosztása a következő:

- $B_{HK} = 1,0\%$ a helyi központra,
 - $B_K = 0,5\%$ az összes többi központ mindegyikére,
 - $B_{HH} = 2,5\%$ a helyi hálózatra a helyi központ nélkül,
 - $B_H = 1,0\%$ a központok közötti szakaszokra.
- A magyar HMT-ben a hibákból adódó használhatatlanság értékek hasonló bontásban:

$$U_S^+ = 3,6\%, \quad U_{HK} = 0,4\%, \quad U_K = 0,3 - 0,2\%, \\ U_{HH} = 0,45\% \text{ és } U_H = 0,2\%.$$

Vagyis a hibából eredő használhatatlanság a cseh előírásban szereplő érték (teljes veszteség) (20 ÷ 40)%-a körül van.

Ezek a tapasztalatok a HMT-ben mint felső korlátok vehetők figyelembe.

4. A szolgáltatás minőség tervek [10]

A szolgáltatás minőség (QOS) tervek a használhatósági tervek legáltalánosabb továbbfejlesztései. A hálózattervezés kiinduló terve a QOS terv legyen és ennek részét képezi a használhatósági terv.

11. táblázat

A szolgáltatás- és hálózat minőség paraméterek közötti különbségek

QOS paraméterek	QON paraméterek
felhasználó orientált	szolgáltató orientált
szolgáltatás tulajdonsága	összeköttetés tulajdonsága
középpontban a felhasználó van	középpontban a tervezés, fejlesztés, üzemeltetés és fenntartás van
szolgáltatás hozzáférési pontok között értelmezett	végpontok között értelmezett

12. táblázat

A távbeszélő szolgáltatás 3×3 -as mátrixa

Követelmény	Sebesség	Pontosság	Működőképesség
Funkció	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>D</i>
Hozzáférés a szolgáltatáshoz <i>H</i>	tárcsahangra való várakozás (E.600) Válaszra való várakozás (E.543) Kapcsolási késleltetés (E.543) Utótárcsázási késleltetés (E.600)	Hálózat összeköttetési hibaarány (G.180)	Veszteségi valószínűség (E.520, E.521) Hálózati összeköttetési hibaarány (G.180)
Információ átvitel <i>IÁ</i>	Terjedési idő (G.144)	Hangosságvesztés (G.111) Csillapítás torzítás (G.132) Kvantálási torzítás (G.113) Áramkörü zaj (G.132)	Hívás megszakadási arány (G.181)
Lemondás a szolgáltatásról <i>LSz</i>			

A QOS terv elkészítéséhez kiindulásul kapcsolatot kell teremteni az előfizető számára fontos QOS paraméterek és a tervező valamint a szolgáltató számára lényeges hálózati minőség (QON) paraméterek között.

A két paraméter csoport közötti alapvető különbségeket a 11. táblázat mutatja.

A CCITT azt javasolja, hogy mindkét paraméter csoportot 3×3 -as mátrixsal kell jellemezni. A 3×3 -as mátrix elemeit meghatározó mutatók minden szolgáltatásra: a követelmények és a funkciók:

A követelmények az alábbiak:

- a sebesség (*S*),
- a pontosság (*P*),
- a működőképesség (*D*).

A funkciók a következők

- a szolgáltatáshoz való hozzáférés (*H*),
- az információ átvitel (*IÁ*),
- lemondás a szolgáltatásról (*LSz*).

A mátrix elemei az egyes funkciókra vonatkozó követelmény megadására alkalmas mérhető jellemzők. Például a 12. táblázat mátrixa a telefon szolgáltatásra vonatkozik.

A paraméterek egy másik osztályozását is bevezeti a CCITT:

- *elsődleges paraméterek*, amelyek a szolgáltatásra vagy hálózatra vonatkozó események direkt megfigyelése alapján meghatározhatók,
- *másodlagos paraméterek*, amelyek az elsődleges paraméterek értékének megfelelő küszöbértékekkel való összehasonlítása alapján határozhatók meg.

Cikksorozatunk egyik alapfogalma, a használhatóság másodlagos paraméter.

Ezeket, a még tanulmányozás alatt álló kérdéseket azért vetettük fel, mert ezek maguk után vonják, hogy a sorozat következő részében ismeretendő HMT-t is a későbbiekben, felfogását tekintve is, módosítani kell.

IRODALOM

- [1] General network planning, 1983. Genf.
- [2] CCITT Red Book III/1. 1984. Genf.
- [3] Ohyama, N.: Reliability engineering in telecommunications 1985. Relectronic, Bp.
- [4] CCITT Red Book III/3. 1984 Genf.
- [5] CCITT Red Book VI/5. 1984 Genf.
- [6] CCITT AP 29 1984 Genf.
- [7] CCITT II. R21 1986 Genf.
- [8] *Almqvist*: Availability plan for Swedish Telecommunication 1982.
- [9] CEPT document SW. G. T/SPS-EME.
- [10] CEPT document NT/T-2N-B, DK/86-11-05/BHC
- [11] Nordtel document NT/R-REP-5
- [12] Az Integrált Digitális Adathálózat — IDA — paraméter kiosztási terve 1987.
- [13] TA 102 Csehszlovák postai dokumentum.