

# Az előfizető—előfizető közötti összeköttetés forgalmi problémái\*

DR. GOSZTONY GÉZA  
BHG

## BEVEZETÉS

A világot átfogó telefonhálózat csomópontokból, azaz központokból és élekből azaz a központokat egymással összekötő vonalnalábokból áll. Az előfizetők között ez a hálózat teremt kapcsolatot. Az előfizetők különböző csoportokba sorolhatók, vannak pl. hivatali és lakás telefonok, alközponti vonalak, pénzbedobós készülékek, automatikus válaszadó berendezések sőt még adat-végberendezéseket is lehet a hálózatban találni. A továbbiakban feltételezzük, hogy az előfizetők emberi lények és ők működtetik a különféle előfizetői berendezéseket.

Az előfizetők különféle üzeneteket akarnak elküldeni más előfizetőknek és ennek kapcsán hívásokat kezdeményeznek, összeköttetéseket próbálnak felépíteni. Az összeköttetéseket azonban nagyon gyakran nem lehet azonnal létrehozni mert a művelet során különböző akadályok lépnek fel. Emiatt az előfizetők megismétlik hívásaikat és ez a jelenség hatásosan van a felhasznált hálózat forgalomáteresztő-képességére.

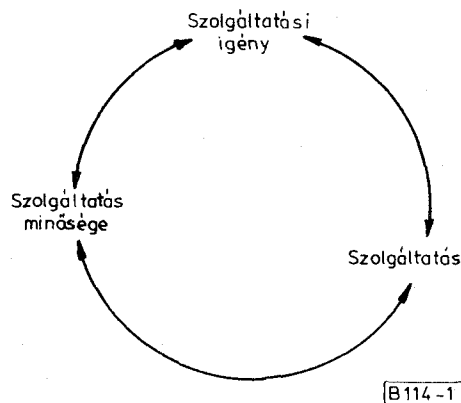
A telefonhálózatban az összes hívás, ill. összeköttetés vagy előfizetőt előfizetővel kapcsol össze vagy közvetlenül irányul egy ilyen kapcsolat létrehozására. Ezért a vontakozó forgalmi problémák átölelik a forgalmi méretezés teljes területét (beleértve a forgalom mérését, központok és vonalcsoportok méretezését, előrejelzést, hálózatok tervezését, túlterhelés elleni védelmet, hálózatirányítást stb.) Figyelmünket a továbbiakban a hívásismétléssel kapcsolatos előfizetői magatartásra és a megismételt híváskísérletek forgalmi méretezési következményeire összpontosítjuk.

Az első három fejezetben néhány általános probléma vizsgálatára kerül sor. Ezekben rövid áttekintés található az előfizetőknek adott szolgáltatás különböző vonatkozásairól, a szolgáltatás minőségéről és a szolgáltatási szintről. A negyedik fejezetben a telefonhívások megismétlésének általános leírása található, ezt az ötödik fejezetben a hívásismétlés hatásainak és ezek ellensúlyozásának összefoglalása követi. A két utolsó fejezet a forgalmi méretezési problémákat tartalmazza továbbá annak a számításai

módszernek a leírását, amelyet a Posta Kísérleti Intézet és a BHG Híradástechnikai Vállalat közösen dolgoztak ki.

## 1. A SZOLGÁLTATÁSRÓL ÁLTALÁBAN

A telefonhálózat szolgáltatásokat biztosít, amelyek közül az előfizetőtől-előfizetőig terjedő összeköttetés a legfontosabb, az alapvető. Az előfizető egyéb szolgáltatásokat is igényel és ezért a felajánlott szolgáltatások választéka és a szolgáltatás minősége érdekli (1. ábra). Az igények, a szolgáltatások és a szolgáltatás minőségének szintje kapcsolatban vannak egymással. Forgalmi szempontból a telefonhálózatnak képesnek kell lennie egy bizonyos mennyiségű forgalom — a forgalmi szándék — lebonyolítására meg- hozzá megfelelő szolgáltatási szinten. Az előfizetők,

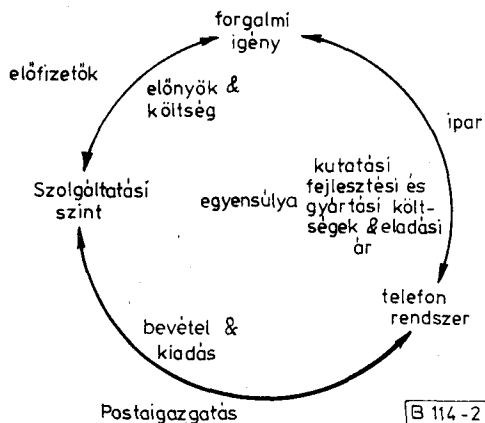


1. ábra

a Postaigazgatóságok és a gyártó cégek mind érdekeltek a forgalomlebonylító képességben, de fő szempontjaik különböznek (2. ábra).

Az előfizetők jó szolgáltatási szintet szeretnének kapni a teljes forgalmi szándékukhoz. A Postaigazgatóságok „a berendezések és erőforrások maximális kihasználását kívánják megvalósítani minden időpontban, azért, hogy annyi üzenetet bonyolítsanak le, amennyit csak lehet” [1], ugyanakkor persze gondoskodniuk kell az elfogadható szolgáltatási szintről.

\* Előadás az ITU Forgalmi-méretezési szemináriumán, Istanbul, 1980. május 5–17.



2. ábra

Az ipar olyan berendezéseket fejleszt ki, amelyeket egy előírt forgalom lebonyolítására terveztek. Minden esetben egy bizonyos egyensúlyra való törekvés valósul meg.

A szolgáltatási szempontokat röviden az alábbiak szerint lehet összefoglalni [2]:

- nyilvánvalóan az a cél, hogy a telefon szolgáltatások felhasználói jó szolgáltatást kapjanak;
- a telefon berendezések hatalmas beruházást képviselnek: jelentős pénzügyi kihatása van annak, hogy ezeket a berendezéseket mennyire hatékonyan használják fel az igények kielégítésére;
- a távközlési eszközök — vagy berendezések — egy adott országban rendes körülmények között arányosak az illető ország gazdasági fejlettségével és nehézségek léphetnek fel, ha ez az egyensúly hiányzik.

A Postaigazgatásoknak a szolgáltatásokra és költségvetési kérdésekre vonatkozó nézeteit és ezek kapcsolatát [2] tárgyalja, ezért részletezésükre most nem kerül sor.

## 2. A SZOLGÁLTATÁS MINŐSÉGE ÉS A HATÉKONYSÁGI ARÁNY

Az előfizetőtől-előfizetőhöz irányuló híváskísérletek sok ok miatt lehetnek sikertelenek. A fontos sikertelenségi okok az alábbiak:

- a hívó (A) előfizető hibásan kezeli a rendszert;
- a beszédhálózatban torlódás lép fel;
- közös vezérlés túlterhelése miatt hosszú várakozási idők állnak elő;
- a hívott (B) előfizető foglalt;
- a hívott előfizető nem válaszol;
- műszaki hiba fordul elő.

Első lépésben el lehet tekinteni a sikertelenségi okok viszonylagos súlyától, ez ugyanis országonként, forgalmi viszonylatonként stb. változik. A hívó előfizető híváskísérlete az összes fenti esetben sikertelen.

A szolgáltatás minőségéről alkotott véleményt a siker valószínűségével, azaz a hatékonysági aránnyal lehet kifejezni.

A hatékonysági arány (amelyet hívásfelépítési aránynak vagy válasz-jelzési gyakoriságnak is neveznek) a sikeres híváskísérletek darabszámának és az összes híváskísérlet darabszámának hányadosa a hálózat egy adott pontján ( $0 \leq r \leq 1$ ). Gyakorlati esetekben a hatékonysági arányt a híváskísérletek egy adott csoportjára vonatkoztatják, pl. azokra, amelyeket egy adott központban kezdeményeztek, vagy azokra, amelyek egy bizonyos cél (központ, körzet, ország) felé irányulnak.

Korábbi és újabb mérések jelentős ingadozásokat mutatnak  $r$  értékében. Az I. táblázat (a KDD Japán) 1977-ben elvégzett méréseinek összefoglalását mutatja [3]. Összesen 11 526 híváskísérletet figyeltek meg, a hívások különböző országokba irányultak. 1978-ban az ATT (USA) hasonló mérést végzett [4]. Húsz különböző országba irányuló híváskísérletet figyeltek meg és a nemzetközi központ volt a kiindulási pont. Ennek a mérésnek a terjedelme 67 240 híváskísérlet volt. Az átlagos, a legkisebb és legnagyobb sikerességi arány rendre:  $\bar{r} = 0,325$ ,  $r_{\min} = 0,196$ ,  $r_{\max} = 0,641$  voltak.

1. táblázat

A hatékonysági arány megfigyelt értékei

	$r < 0,3$	$0,3 \leq r < 0,45$	$0,45 \leq r \leq 0,6$	$0,6 < r$
Híváskísérletek megoszlása %	4,3	38,5	36,8	20,4
Irányok darabszáma	2	5	6	5

Mivel a hatékonysági arányt viszonylag könnyen meg lehet határozni, a CCITT elhatározta, hogy eligazítást ad  $r$  kívánatos értékére vonatkozóan. Az új E 426 Ajánlás három hatékonysági arány szintet jelöl meg. A hatékonysági arány alacsony, ha  $r < 0,3$ , közepes, ha  $0,3 \leq r \leq 0,6$  és magas, ha  $0,6 < r$ . Megfelelő intézkedéseket kell tenni annak érdekében, hogy a hatékonysági arány jó legyen és meg kell akadályozni annak csökkenését.

A hatékonysági arány tehát a szolgáltatás minőségének jelzőszáma, mivel a lebonyolított hívások százalékos aránya kicsi a túlterhelt, rosszul karbantartott vagy forgalmilag helytelenül méretezett hálózatokban. Példákat [5] és [6] közül.

## 3. SZOLGÁLTATÁSI SZINT

Amikor az előfizető összeköttetést kíván felépíteni, akkor a lehetséges sikertelenségi okok között szembeállíthatja magát olyan helyzettel is, amikor a hálózat forgalom-lebonyolító képessége nem megfelelő és így torlódás keletkezik. A torlódás okozta korlátozások befolyásolják az előfizetőknek nyújtott szolgáltatást és a korlátozás mértékét egy vagy több alkalmas szolgáltatási szint paraméterrel lehet kifejezni. A szolgáltatási szint tehát a szolgáltatás minőségének forgalmi oldaláról ad felvilágosítást [2].

A szolgáltatás minőségének és a szolgáltatási szintnek pontos kapcsolatát itt nem részletezzük. A lehetséges összefüggés vázlatát megtalálható pl. [2]-ben és [7]-ben. A továbbiakban a szolgáltatási szint mindig mint a szolgáltatás minőségnek összetevője szerepel.

A szolgáltatási szint pontos értelmezése azonban fontos a félreértések elkerülése érdekében. Ezért a szolgáltatási szint meghatározásának rövid magyarázata következik. Ez a meghatározás a CCITT II Tanulmányi Bizottságának egyik munkacsoportja által készített „Értelmező szótárban” található (és a CCITT színes könyv 2. kötetének függeléke).

**Szolgáltatás szintje:** Forgalmi méretezési paraméterek egy csoportja, amely a létesítmény megfelelő voltának mértékét szolgáltatja specifikált körülmények esetében; forgalmi méretezési paraméter lehet pl. a veszteség valószínűsége, a várakozás valószínűsége stb.

A szolgáltatási szint paraméterekhez rendelt számértékeket szolgáltatási szint szabványnak nevezik.

A szolgáltatási szint paramétereknek a tényleges körülmények között kialakult értékét szolgáltatási szint teljesítménynek nevezik.

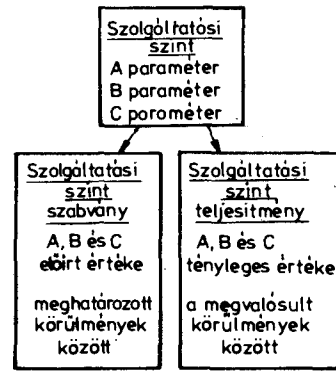
**M e g j e g y z é s :** Ha a félreértés nem valószínű, akkor a szolgáltatási szint kifejezést a szolgáltatási szint teljesítmény megjelölésére lehet használni.

Amint a 3. ábrán látható, különbséget kell tenni a szolgáltatás szintjének fogalma (alkalmas paraméterek egy csoportja), a szolgáltatási szint szabvány (előírt értékek) és a szolgáltatási szint teljesítmény (ugyanezen paraméterek megvalósult értékei) között. A szolgáltatási szintet a sokdimenziós tér vektorának is lehet tekinteni (4. ábra), annyi dimenziós a tér, ahány paraméter van. A gyakorlatban a szolgáltatási szint szabvány és a szolgáltatási szint teljesítmény pontokat jelöl ki ebben a többdimenziós térben. Egy adott létesítmény esetében (pl. hálózat, központ, stb.) ezek a pontok többnyire különböznek egymástól. Példa látható az 5. ábrán.

Az előfizetőtől-előfizetőig terjedő összeköttetés szolgáltatási szintjének jellemzésére sajnos nincs olyan paraméter, mint a hatékonysági arány a szolgáltatás minőségének esetében. Vannak ugyan veszteségi valószínűség értékek a (nemzetközi) hálózat éleinél ( $B \leq 0,01$ ) és csomópontjainak ( $0,001 \leq B \leq 0,01$ ) számára CCITT ajánlásokban, de elméleti és gyakorlati okok miatt a ponttól pontig esetre nincsenek értékek. A problémáról többet [2, 8] tartalmaz.

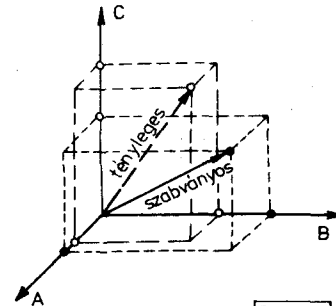
#### 4. A MEGISMÉTELT TELEFONHÍVÁS-KÍSÉRLETEK

A hívás megismétlése nem más, mint a hívó előfizető reakciója arra, hogy nehézségekkel találta magát szemben az összeköttetés létrehozása során. Számos fontos jellemző, mint pl. az ismétlésekben megnyilvánuló kitartás, a két egymás utáni híváskísérlet között eltelt idő a sikertelenségi okok értelmezése, stb. emberi tényezőknél múlik és nemcsak forgalmi mérnökök, hanem pszichológusok is tanulmányozhatnák ezeket. Ennek következtében a méréseknek



B 114-3

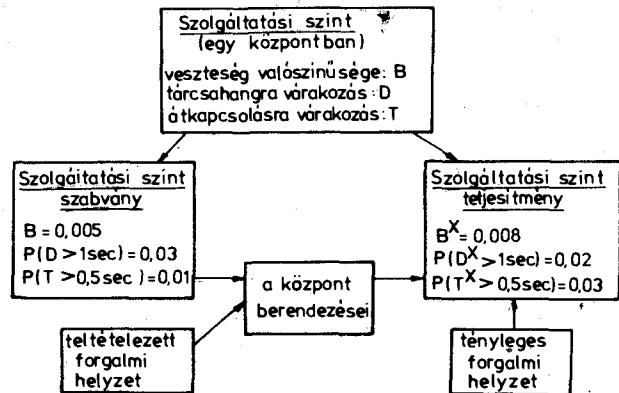
3. ábra. A szolgáltatási szint



B 114-4

4. ábra. A szolgáltatási szint térben ábrázolása

alapvető szerepük van a megismételt híváskísérletek vizsgálatában. Sajnos a szükséges mérések fáradságosak és, ha részletes adatokra van szükség, akkor különleges berendezéseket kell alkalmazni.

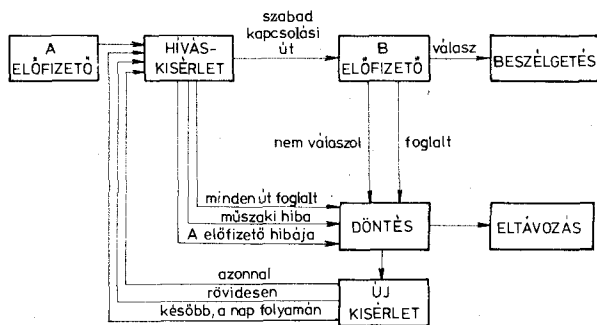


B 114-5

5. ábra. Szolgáltatási szint a gyakorlatban

#### 4.1. Alapvető leírás

A megismételt hívások jelenségének folyamatát a 6. ábra mutatja [9]. Az ismétlés okozta kényelmetlenséget az előfizető szempontjából vagy a már korábban leírt hatékonysági aránnyal, vagy az ismétlési tényezővel (B) lehet jellemezni. Ez utóbbi a híváskísérletek



B114-6

6. ábra. A megismételt hívások jelensége: visszacsatolós folyamat

átlagos darabszáma osztva a hívásszándékok darabszámával. (A hívásszándék összeköttetés létrehozására irányuló szándékot jelent és egy vagy több híváskísérlet fejezi ki. Az egyetlen hívásszándékhoz tartozó híváskísérletek egy hívás-sorozatot alkotnak.) A sikertelen híváskísérletek a forgalmi terhelésnek azt a részét adják, amely nem számlázható. Ezért a Postaigazgatóságokat a jövedelmezőség érdekli, amely a hatékony (számlázható) forgalom és a teljes átvitt forgalom hányadosa.

#### 4.2. Mérések

A hívásismétlés fontosságát már a manuális kapcsolat idején felismerték, még 1908-ban [10]. Az első rendszeres megfigyelést ezen a területen valószínűleg CLOS végezte [11].

Néhány újabb mérés adatait a 2. táblázat foglalja össze. (Hasonló korábbi adatokat tartalmaz [12].)

A fenti nagy terjedelmű méréseket közepesen vagy erősen fejlett hálózatokban végezték. Csak kevés vizsgálat vonatkozik olyan hálózatokra, amelyekben a szolgáltatás minősége rossz és ezért a hívásismétlés mértéke nagy [6].

#### 4.3. Jellemző paraméterek

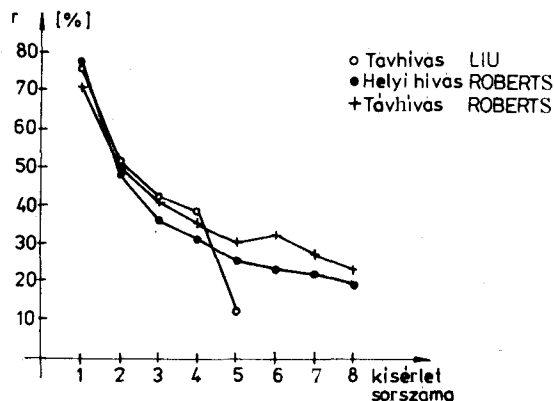
Az alábbi rövid áttekintés a jellemző paraméterek fő vonásaira és a paraméterek összefüggésére, kapcsolataira fordítja a fő figyelmet.

A már korábban ismertetett *hatékonysági arány* átlagértéket jelent és az összes híváskísérletre vonatkozik. A hívássorozat  $i$ -dik kísérletére is lehet a hatékonysági arányt vonatkoztatni  $r_i = N_{i,s}/N_i$  összefüggéssel. ( $N_i$  az  $i$ -dik híváskísérletek darabszámát jelenti,  $N_{i,s}$  adja meg azok — darabszámát amelyek sikeresek voltak.) Amint a 7. ábrán látható,  $r_i$  csökken  $i$  függvényében. Mivel  $1 - r_i = F_i$  az  $i$ -dik híváskísérletek sikertelenségének valószínűségét adja, az előbbi megállapítás azt is jelenti, hogy  $F_i$  növekszik  $i$  függvényében.

Mind az átlagos *sikertelenségi valószínűség*,  $F = 1 - r$ , mind pedig a most definiált  $F_i$  részre bontható a sikertelenségi okok szerint. A sikertelenségi okok eloszlása függ az érintett országtól, a híváskísérlet típu-

Megismételt hívásokra vonatkozó mérések

Szerző	Év	Ország	Megfigyelt hívásszándékok	Megfigyelt híváskísérletek
EVERS	1974	NSZK	21,800	?
DUFFY-MERCER	1974	USA	?	11,146
MYSKJA-AAGENSEN	1974—75	Norvégia	119,460	?
HAUSSCHILDT-IVERSEN	1974—75	Dánia	?	200,000
LIU	1976	USA	10,672	13,738
ROBERTS	1977—78	Franciaország	?	372,000



B114-7

7. ábra. A sikerességi arány függése a kísérlet sorszámtól

sától, stb. (3. táblázat). Az eloszlásra hatással van a napszak és a két előfizető közötti földrajzi távolság is.

3. táblázat

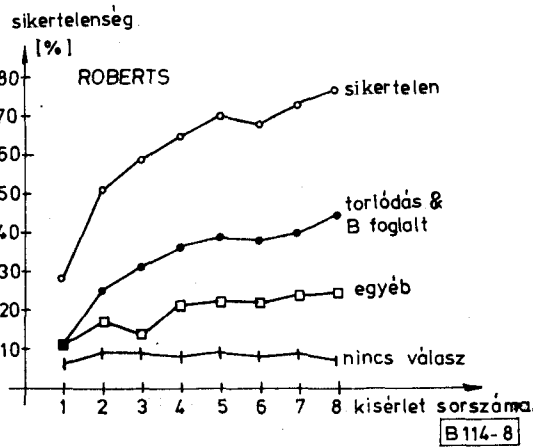
Sikertelenségi okok átlagos eloszlása (\* a műszaki hibákat is magában foglalja)

Sikertelenség oka	%			
Torlódás	1,0	19,0	1,9*	16,4
Hívott foglalt	17,0	11,0	10,1	
Nincs válasz	18,0	14,0	12,7	6,8
Hívó hibája	9,0	3,0	1,6	
Egyéb	3,0	7,0	3,0	12,9
Hívás típusa	helyi	táv	táv	táv
Forrás	EVERS	EVERS	DUFFY-MERCER	ROBERTS

A sikertelenségi okok eloszlása változik a híváskísérlet sorszámanak függvényében, lásd a 8. ábrát. A példa a III. táblázat utolsó oszlopára vonatkozik.

Kitartás az első sikertelen híváskísérlet után [14]

Sikertelenség oka	H(1)				
Torlódás	—	,95	,94	,95	,99
Hívott foglalt	,72	,72	,79	,88	,87
Nincs válasz	,33	,35	,37	,34	,60
Hívó hibája	,73	,85	,94	,86	,90
Átlag	,47	,61	,76	,78	,93
Hívás típusa	belső	belső	helyi	helyi	táv
Mérés időpontja	1970	1971	1970	1971	1971



8. ábra. A sikertelenség okonkénti megoszlása a kísérlet sorszáma függvényében

Az ismétlési tényező is átlagérték. Ha a hálózatban a szolgáltatás minősége jó, akkor  $\beta$  értéke 1,2–1,5 között van. Ezzel ellentétben pl. [6]-ban 1,9–2,8 közötti  $\beta$  értékeket lehet találni. Lehet az ismétlési tényezőt az  $i$ -dik és azt követő híváskísérletekre is vonatkoztatni az alábbi összefüggéssel:

$$i = \frac{\sum_{j=1}^{\infty} N_j}{N_i}$$

Néhány adat a IV. táblázatban található.  $\beta$  a nap folyamán jelentősen ingadozhat.

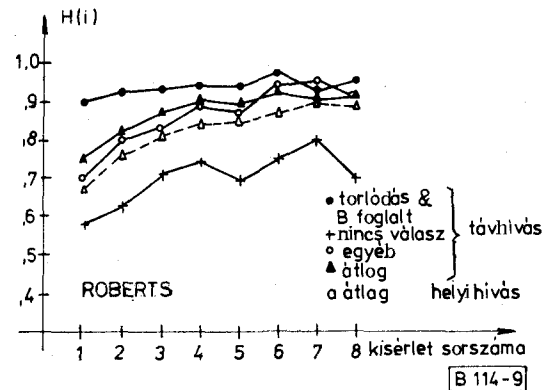
 $\beta_1 = \text{értékek}$ 

4. táblázat

$\beta = \beta_1$	1,30	1,40	1,29
$\beta_2$	1,89	1,92	1,75
$\beta_3$	2,23	2,20	2,07
$\beta_4$	2,38	2,33	2,31
Hívás típus	helyi	táv	táv
Forrás	ROBERTS		LIU

A kitaratásfüggvény  $H(i)$  annak valószínűsége, hogy a hívást az  $i$ -dik sikertelen híváskísérlet után megismétlik. Ez a valószínűség függ a kísérlet sorszámtól, a sikertelenség okától, a hívás típusától stb. lásd az V. táblázatot és a 9. ábrát. További  $H(i)$  sorozatokat tartalmaz [2].

A sikertelenség okától függő kitaratásfüggvények a 9. ábrán ugyancsak a III. táblázat utolsó oszlopára vonatkoznak. Az átlagos  $H$  (vagyis az átlagos kitaratás) ebben az esetben 0,78 noha a sorozat későbbi híváskísérleteire 0,9 körüli kitaratásokat is lehet találni. Ez azt jelenti, hogy amennyiben  $r$  eléggé nagy — példánkban  $r = 63,6\%$  és  $r_1 = 75,0\%$  — akkor az átlagos  $H$  közel megegyezik  $H(1)$ -gyel. Kisebb hatékonysági arány esetében az átlagos  $H$  értéke növekszik.



9. ábra. Átlagos és a sikertelenség okától függő kitaratási függvények

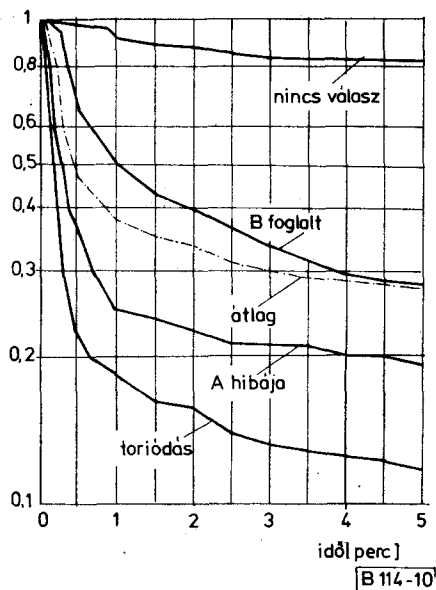
Az ismétlési időköz az az időtartam, amely ugyanannak a hívássorozatnak két egymást követő híváskísérlete között eltelik. Az időtartam értelmezhető mint a kézbeselő két felemelése közti idő (így a sikertelen híváskísérlet időtartama is benne van), vagy mint az az idő amely a kézbeselő letévése és felvétele között telik el. A további megfontolások az utóbbi változatra vonatkoznak.

Az átlagos ismétlési időköz folyamatosan csökken az éjszaka közeledtével. A kísérlet sorszámtól való függést nem lehetett egyértelműen, kimutatni, csak a rövid időtartamok tartományában volt némi hosszabbodás tapasztalható.

Nagyon fontos, hogy az ismétlési időköz nagymértékben függ a sikertelenség okától (10. ábra). A torlódás és a hívó előfizető hibája elsősorban a rövid ismétlési időközökért felelősek, amely időközöknek jelentős hatásuk van a szolgáltatási szint csökkenésére, vagyis pozitív visszacsatolás keletkezik. Néhány országban (pl. Franciaország, Magyarország) a torlódást és a hívott foglaltságát a hívó előfizető nem tudja egymástól megkülönböztetni. Ezért az előbb említett visszacsatolás fontossága megnövekszik.

A hívásismétlés jelenségének jellemző paraméterei szoros összefüggésben vannak egymással. Változások pl. a sikertelenségi okok eloszlásában mindenre viselkedhetnek, megváltozik az átlagos  $r$  és  $\beta$ , az átlagos  $H(i)$  függvény és az ismétlési időköz átlagos eloszlása is.

Mérésből származó átlagos értékek csak a mérés adott körülményei között érvényesek. Ez az előző



10. ábra. Ismétlési időközök [14]

meggondolásokból nyilvánvaló. A forgalmi méretezési számítások céljára ezért meg kell találni azokat az *alapvető paramétereket* (az adott esetre vonatkoztatva) amelyek várhatóan vagy kevésbé vagy egyáltalán nem változnak. Jelenlegi ismereteink szerint a sikertelenség okától függő kitartási függvények és ismétlési időközök (8. ábra és 10. ábra) ilyen természetűek. Ami pedig a különböző sikertelenségi okok előfordulását illeti: a torlódás és a hívott foglaltsága változik a hálózat által lebonyolítandó forgalom mennyiségének függvényében. Más sikertelenségi okok előfordulása nem érzékeny közvetlenül a forgalom ingadozására azonban pl. a forgalom eredetének megváltozása (pl. délutánoként hivataliról magán forgalomra) hatással van a hívott válaszadására [16]. Forgalmi méretezési számításokban vagy utánzásos vizsgálatokban a megismételt hívások káros hatása alábecsülhető, ha az alapvető paraméterek helyett átlagos paramétereket használnak [15]. Ezt a tényt mindig figyelembe kell venni.

## 5. HATÁSOK ÉS MEGELŐZŐ INTÉZKEDÉSEK

A megismételt híváskísérleteknek különböző hatásai vannak:

- a hívásismétlés többlet munkát és szükségtelen várakozásokat okoz, felesleges költségek keletkeznek;
- a beszédhálózatban növekszik a nem-számlázható forgalom, a Postaigazgatások bevétele csökken;
- többlet híváskísérletek túlterhelik a vezérlő berendezéseket és a túlterhelés hajlamos a szétterjedésre;
- a szűk keresztmetszetek azonosítása nehéz;
- a szolgáltatás minősége romlik;
- az előfizetők elégedetlenek a kapott szolgáltatással.

A fent felsorolt hatások az egész hálózatra vonatkoznak, amelyben előfizetőtől—előfizetőig terjedő hívásokat kívánunk felépíteni. Nemzetközi hívások esetében mindenesetre különböző Postaigazgatások és/vagy elismert Magán Üzemeltető Társaságok felelősek a szóban forgó ponttól—pontig összeköttetés különböző szakaszaiért. A helyzet jobbá tételéhez elengedhetetlen a felelős szervek együttműködése.

A fenti hatások befolyásának szemléltetésére néhány számpéldát adunk.

- a) A Bell System (USA) hálózatában naponta mintegy 16 millió sikertelen hívás van, noha a sikerességi arány elég magas (~70%) [16].
- b) Durva becslés azt mutatta, hogy a Bell System esetében a teljes bevételre vonatkoztatott bevételi veszteség 8,1%, 2,2%, és 0,7% nincs válasz, hívott foglalt és torlódás+műszaki hiba esetében [16].
- c) Az Angol Posta 1972-ből származó becslése 26 millió font évi felesleges kiadást mutatott ki [17].

A nemzetközi híváskísérletek hatékonyságát főleg a hálózat nemzeti részei határozzák meg, mivel a nemzetközi rész az esetek döntő többségében csak egyetlen vonalnyalábból áll a nemzetközi kicserélő központok között [18] (és 6. táblázat). Ezért az említett hatásokat elsősorban a nemzeti hálózatokban kell kiküszöbölni.

A megismételt híváskísérletek hatása úgy háritható el ill. úgy csökkenthető, ha a sikertelenségi okokat megszüntetik. Az alábbi táblázatban néhány lehetséges módszer van feltüntetve, amelyek a cél elérésére szolgálhatnak. Részletes magyarázatot nem adtunk, a sorrend nem tükrözi a módszer fontosságát.

Világosan kell látni, hogy a sikertelenség legfontosabb oka a hívott előfizető, aki lehet, hogy foglalt, vagy esetleg nem válaszol. Ezt a fajta sikertelenséget a jövőben is el kell még viselni egy ideig. Nem szabad elfelejteni, hogy a megismételt híváskísérletek kiküszöbölésében talán a legfontosabb a józan ész, amely a helyzetet értelmezi.

## 6. A FORGALMI MÉRETEZÉS SZEMPONTJAI

Ha a hatékonysági arány bármilyen okból kifolyólag, csökken, akkor a híváskísérletek darabszámában növekedés tapasztalható és a lebonyolított forgalom közel állandó lesz (néhány különleges esetben még csökkenhet is). A  $\beta$  ismétlési tényező növekedése hatással van a közös vezérlő berendezésekre vagy a TPV telefonközpontok vezérlő számítógépeire és könnyen állhat elő túlterhelés. Annak ellenére, hogy a forgalom állandó, a hálózatban (pl. egy vizsgált vonalnyaláb esetében) mégis növekszik a torlódás valószínűsége. Ennek következtében a szolgáltatás szintje rosszabbá válhat, noha a forgalmi szándék ugyanaz marad és a kisebb hatékonysági arányt valami olyan sikertelenségi ok hozta létre, amely messze távol van az összeköttetési úton. Ha ugyanakkor a forgalmi szándék is növekszik, akkor ezek a hatások felerősödhetnek.

Csatlakozó vonalak darabszámának százalékos megoszlása nemzetközi összeköttetésekben

N	HK-NK	NK-NC	NC-HC	HK-HC
1	33,9	95,2	33,0	—
2	38,9	4,5	39,5	—
3	20,2	0,3	20,4	10,6
4	6,0	·	6,1	25,4
5	1,0	·	1,0	28,8
6	·	·	·	20,4
7	·	·	·	10,1
8	·	·	·	3,6
·	·	·	·	·

CCITT Narancs könyv, II, kötet, 7. kiegészítés

Jelölések:

- N — egymáshoz csatlakozó vonalak darabszáma az oszlopok tetején jelzett központok között,  
 HK — helyi kiindulási — központ,  
 HC — helyi cél — központ,  
 NK — nemzetközi kiindulási — központ,  
 NC — nemzetközi cél — központ.

7. táblázat

Híváskísérletek sikertelenségének okai és a megfelelő megelőző intézkedések

Sikertelenség oka	Megelőzés
A hívó előfizető hibája	— érthető használati utasítások az előfizetőknek — egyértelmű és (lehetőleg) egyforma hangjelzések (Mindkét esetben lásd a CCITT E sorozatának ajánlásait)
Torlódás (az éleken és a csomópontokban, a beszédhálózatban, és a vezérlésben)	— ár-politika a napi forgalomeloszlás elsímitására — bővítések alkalmas ütemezése — megbízható forgalmi méretezés — a vonatkozó CCITT ajánlások alkalmazása az országos hálózatban — hálózat irányítás — túlterhelés elleni védelem a központokban — veszteséges üzemmód átállítása várakozásos üzemmóddá
A hívott előfizető foglalt	— a megengedett előfizetői forgalom korlátozása — hívás továbbirányítás — automatikus visszajelzés — külön vonalnaláb a bejövő hívások számára (alközpontokban) — megfelelő darabszámú kezelő (alközpontokban)
Nem válaszol a hívott	— hívás továbbirányítás — üzenet rögzítés — fővonalai hívás fogadása minden mellékállomáson (alközpontokban)
Műszaki hiba	— előzetesen ellenőrzött minőség és megbízható szállító cég — korszerű karbantartási szervezet — visszajelzés a szállító felé

A torlódás (pontosabban a lezárás) valószínűségének említett növekedését a bemeneti folyamatnak a véletlenszerű (Poisson) folyamathoz képesti növekvő torzulása okozza. A torzulást a 6. ábrán bemutatott visszacsatolás okozza és elsősorban a gyors ismétlések váltják ki [19].

Ennek a torzulásnak következtében a hagyományos forgalmi méretezési modellek, amelyek a Poisson bemeneti folyamaton alapulnak, nem érvényesek többé. Méretezési célokra valamilyen más olyan módszert kell alkalmazni, amely figyelembe veszi a megismételt híváskísérleteket. Ebben a cikkben nem kerül sor különböző módszerek elemzésére. Van jelenleg néhány olyan eljárás, amellyel egyszerű elrendezéseket pl. egyfokozatú rendszereket lehet méretezni. Csak közelítő módszerek ismereteseik bonyolult elrendezések esetére. Az olvasó további felvilágosítást az irodalomban találhat [12, 15, 19, 20].

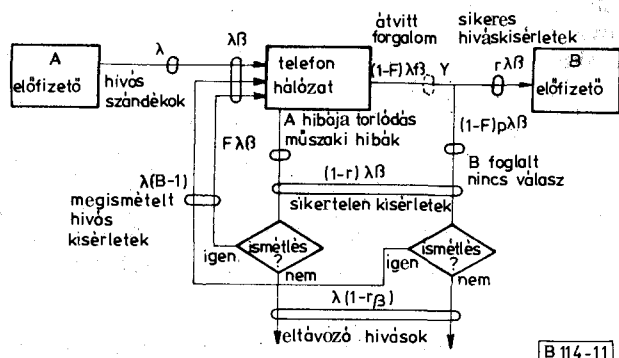
A megfelelő módszer ismerve:

- meghatározható vele az előfizetők tényleges forgalmi szándéka;
- kiértékelhető vele egy adott sikertelenségi ok kiküszöbölésének következményei;
- alkalmas a szűk keresztmetszetek azonosítására;
- meghatározható vele pl. az az optimális ismétlési tényező ( $\beta$ ), amely elérhető egy adott irányba a szóban forgó Postaigazgatás rendelkezésre álló eszközeivel.

### 6.1. Egyszerű becslési eljárás

A 11. ábrán a híváskísérletek áramlása és az egyes áramok egymáshoz való aránya látható. A lehetséges sikertelenségi okok két csoportra vannak bontva. F jelenti annak valószínűségét, hogy a híváskísérlet a hívó előfizető hibája, torlódás vagy műszaki hiba miatt sikertelen. p annak a valószínűsége, hogy a B előfizető foglalt vagy nem válaszol. Az ábrán a híváskísérletekhez az egyes útvonalakon feltüntettük a megfelelő képletet a darabszám kiszámítására.

A rendelkezésre álló információ függvényében különböző lehetőségek vannak arra, hogy a képletek felhasználásával *durva becslést* végezhessünk. Az aláb-



11. ábra. A híváskísérletek áramlása

a) A  $H$  közelítés

A 4.3. fejezetben néhány megjegyzés található az átlagos kintartásra,  $H$ -ra vonatkozóan és arra, hogy ez hogyan viszonylik a  $H(i)$  függvényhez. A vizsgált esetet megfontolva (hívás típusa, sikertelenségi okok viszonylagos súlya,  $r$  tényleges értéke stb.) meg lehet becsülni  $H$  értékét. Ezt követően  $\beta$  kiszámítható az alábbi összefüggéssel:

$$H = \frac{\beta - 1}{(1 - r)\beta},$$

amiből adódik

$$\beta = \frac{1}{1 - (1 - r)H}.$$

( $H$  a megismételt híváskísérletek darabszámának és a sikertelen híváskísérletek darabszámának hányadosa.  $H$  fenti képlete általánosan érvényes [15].)

b) A  $\beta = f(r)$  közelítés [21]

Részletes mérések alapján kapták az alábbi formájú összefüggést:

$$\beta = \frac{1}{r^\alpha}, \quad 0 \leq \alpha \leq 1.$$

Franciaországban  $\alpha = 0,72$  értéket találtak távhívások esetében, Norvégiában a mérések kisebb értéket mutattak,  $\alpha = 0,58$  volt helyi hívásokra és  $\alpha = 0,62$  volt távhívásokra. Ha nem állnak rendelkezésre alkalmas mérési eredmények, akkor  $\alpha$  értékét valamilyen módszerrel meg kell becsülni.

Az eredmény mindkét esetben  $\beta$  értéke, amely lehetővé teszi, hogy  $\lambda$ -t, azaz a hívásszándékok hívásgyakoriságát ki lehessen számítani. Kiindulva az alábbi összefüggésből

$$\frac{\lambda_s}{\lambda\beta} = r$$

azt kapjuk, hogy: a)  $\lambda = \lambda_s \frac{r}{1 - (1 - r)H}$ ,

$$b) \lambda = \lambda_s \frac{r^\alpha}{r},$$

ahol  $\lambda_s$  a sikeres híváskísérletek gyakorisága. Egy további lépésben ki lehet számítani  $\lambda\beta$ -t vagyis a híváskísérletek érkezési gyakoriságát a vizsgált rendszer bementén stb.\* (A hívásismétlés általános elméletét lásd az irodalomban [9, 15, 20, 24].)

A fenti közelítések pontossága  $H$  illetve  $\alpha$  becslésének pontosságától függ. Ha  $r$  és  $\beta$  értékét rögzítjük, akkor megfelelő  $H, \alpha$  párokhoz jutunk, lásd a 8. táblázatot.  $H$  lehetséges változásai megfelelő  $\alpha$  változásokat jelentenek. (Lásd a 4.3. fejezetet is.)

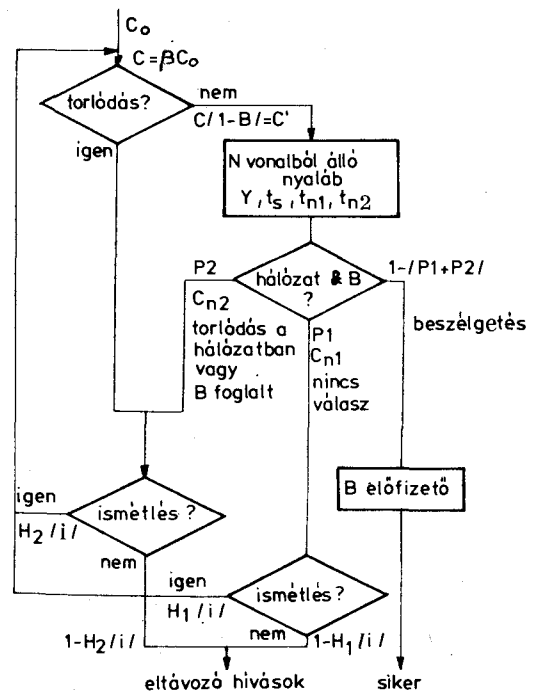
\* A közelítő számításban a hívásgyakoriságok lehetnek pl. a megfelelő híváskísérletek darabszámai a forgalmas órára vonatkoztatva.

	0,55						
$r$							
$H$	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$\alpha$	0,33	0,43	0,53	0,63	0,75	0,87	1,0
$\beta$	1,22	1,29	1,37	1,46	1,56	1,68	1,82

6.2. Számítási módszerek

Bonyolult számítási eljárás alkalmazásához vagy alkalmas számítógépi programra vagy megfelelő táblázatokra és/vagy görbékre van szükség. Tudomásunk szerint ezideig csak a JONIN és SEDOL — féle Táblázatok adták ki 1970-ben [22]. (Az elméleti háttérrel lásd [23].) Számítógép algoritmusok legalábbis saját használatra bizonyára megtalálhatók olyan intézmények birtokában, akik végeztek vizsgálatokat ezen a területen.

A hetvenes évek kezdetétől a Posta Kísérleti Intézet és a BHG Híradástechnikai Vállalat közös kutatásokat végzett azzal a céllal, hogy forgalmi méretezési segédletet állítsanak össze a megismételt hívások számításához. A matematikai modell azon a feltevésen alapszik, hogy a híváskísérletek bemeneti folyamata (beleértve mind a hívás szándékokat mind a megismételt híváskísérleteket) Poisson jellegű. Ennek a Poisson bemenetnek a paramétereit egy iterációs eljárással lehet meghatározni (Ezt az alapfeltevést alkalmazta pl. LE GALL első, elég bonyolult eljárásához [13], és más vizsgálatoknak is ez a kiindulópontja.).

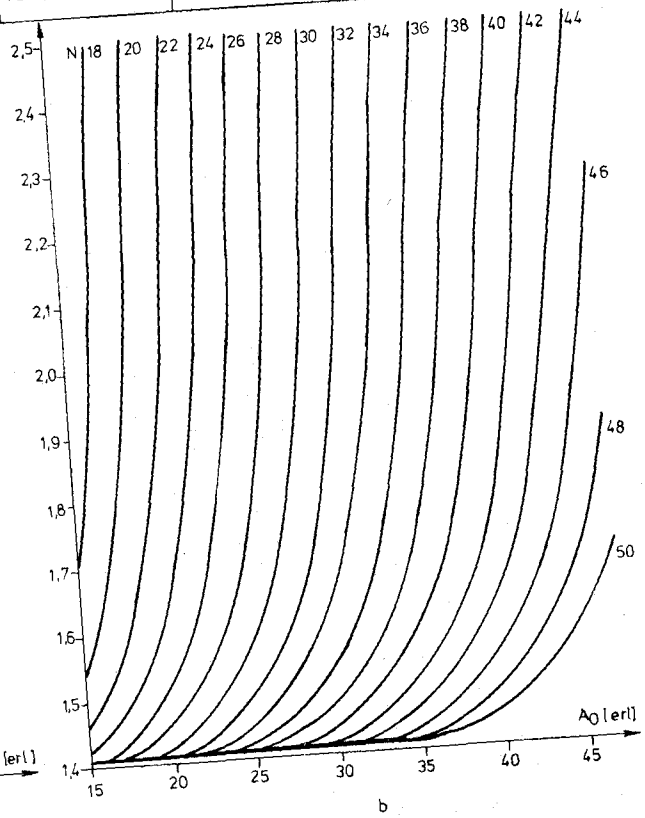
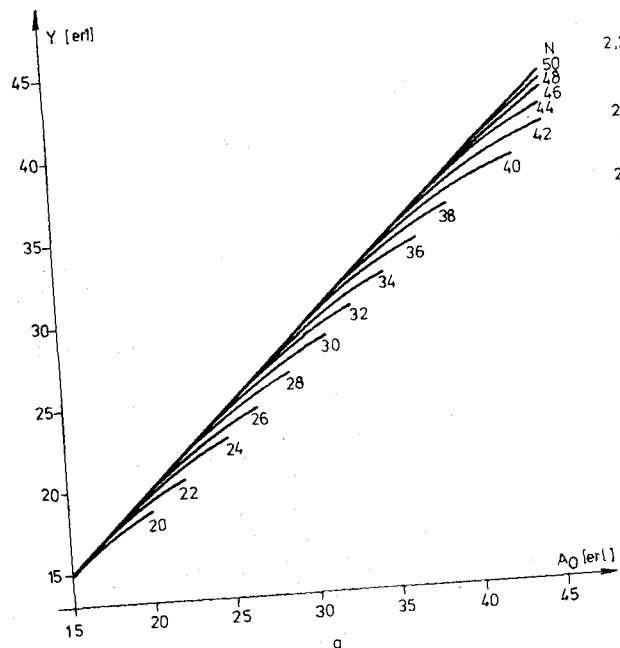


B114-12

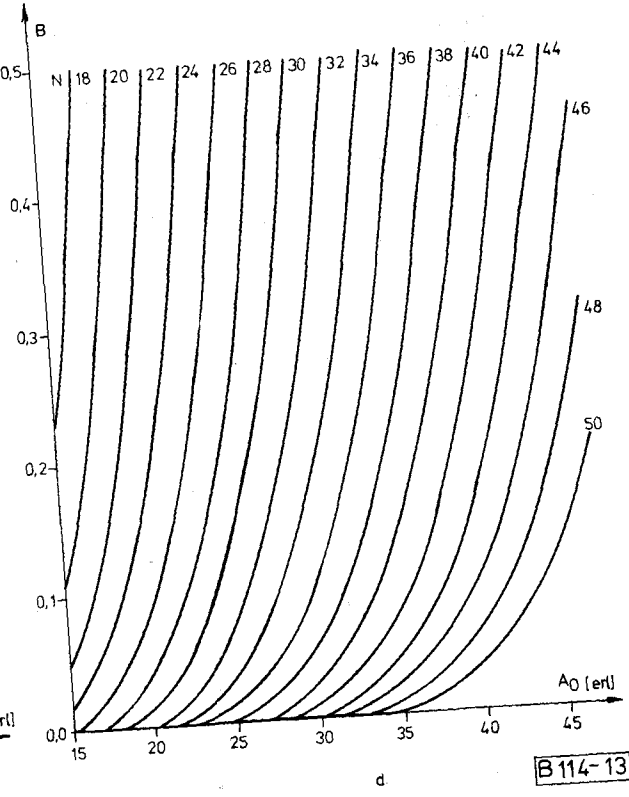
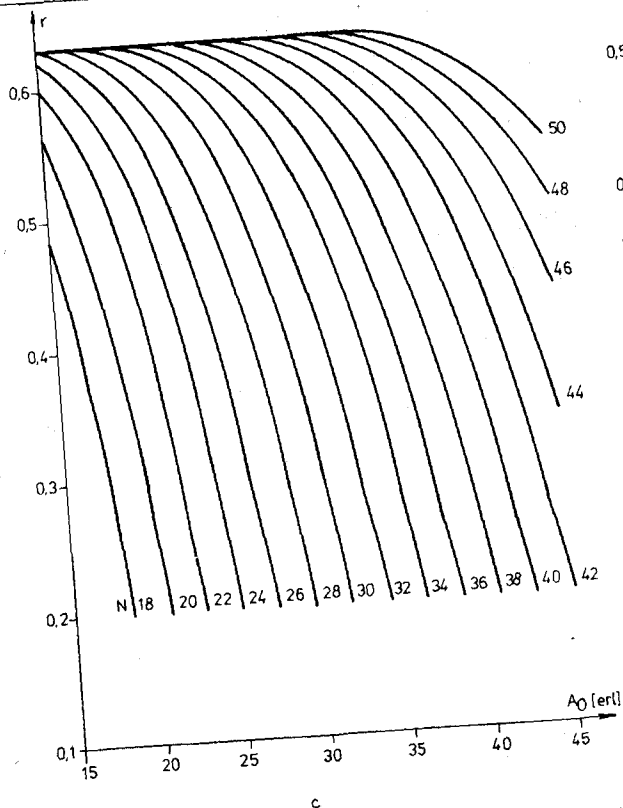
12. ábra. A Táblázatok matematikai modelljének folyamatábrája



$P1=0,07$ $\theta1=0,30$ $P2=0,30$ $\theta2=0,15$	NAGY KITARTÁS ÁTVITT FORGALOM HIGH PERSEVERANCE TRAFFIC CARRIED	Y	$P1=0,07$ $\theta1=0,30$ $P2=0,30$ $\theta2=0,15$	NAGY KITARTÁS ISMÉTLÉSI TÉNYEZŐ HIGH PERSEVERANCE REPETITION COEFFICIENT	$\beta$
--	--	---	--	---	---------



$P1=0,07$ $\theta1=0,30$ $P2=0,30$ $\theta2=0,15$	NAGY KITARTÁS SIKERESSÉGI ARÁNY HIGH PERSEVERANCE EFFICIENCY RATE	r	$P1=0,07$ $\theta1=0,30$ $P2=0,30$ $\theta2=0,15$	NAGY KITARTÁS VESZTESEG VALÓSZÍNŰSÉGE HIGH PERSEVERANCE BLOCKING PROBABILITY	B
--	--	---	--	---	---



B 114-13

13. ábra. a, b, c, d. Grafikus kivonat a Táblázatok tartalmából

Az elvégzett vizsgálatok első részét és magát a modellt [24, 15] tartalmazzák. Mivel a modellben nem jelenik meg az ismétlési időköz, ezért a rövid időközök okozta torzítást nem lehet követni. Így a számítások eredményét módosítani kellett az utánzással kapott eredmények alapján [25]. Végül 1979-ben táblázatok készültek, ezek rövid ismertetése található a következő fejezetben.

## 7. TÁBLÁZATOK MEGISMÉTELTELT HÍVÁSOS SZÁMÍTÁSOKHOZ

Az említett forgalmi-méretezési segédletet teljes elérhetőségű vonalnyalábok méretezéséhez lehet alkalmazni. A matematika modell folyamatábrája a 12. ábrán található. Az alkalmazott jelölések magyarázatát lásd alább. A kitartási függvények kivételével az összes többi szükséges paraméter a vizsgált vonalnyalábra vonatkozó egyszerű méréssel kapható meg. A modell nem veszi figyelembe az előfizető hibáját és a vonalnyalábon fellépő esetleges műszaki hibákat.

A mérendő mennyiségek az alábbiak:

- Y — a vonalnyaláb által lebonyolított forgalom,  
 C — a híváskísérletek darabszáma a vonalnyaláb bemenetén,  
 C' — a híváskísérletek darabszáma a vonalnyaláb kimenetén,  
 C<sub>n1</sub> — a válasz hiánya miatt sikertelen híváskísérletek darabszáma,  
 C<sub>n2</sub> — a hálózat további részében fellépő torlódás és a hívott foglaltsága miatt sikertelen híváskísérletek darabszáma,  
 t<sub>s</sub> — a sikeres híváskísérletek átlagos teljes tartásideje,  
 t<sub>n1</sub> — átlagos teljes tartásidő, ha nincs válasz,  
 t<sub>n2</sub> — átlagos teljes tartásidő, ha a hálózat további részében torlódás van, ill. ha a hívott foglalt.

A származtatott paraméterek a következők:

$$P1 = \frac{C_{n1}}{C'}, \quad \text{THETA } 1 = \frac{t_{n1}}{t_s}$$

$$P2 = \frac{C_{n2}}{C'}, \quad \text{THETA } 2 = \frac{t_{n2}}{t_s}$$

$$r = \frac{C' - C_{n1} - C_{n2}}{C}$$

A táblázatok fejlécében a P1, P2, THETA 1, THETA 2 és vagy KISKITARTÁS vagy pedig NAGYKITARTÁS jelenik meg. Az előbbi esetben H<sub>1</sub>(i) és H<sub>2K</sub>(i), az utóbbi esetben H<sub>1</sub>(i) és H<sub>2N</sub>(i) szerepel a számításokban. A megfelelő kitartást úgy kell kiválasztani, hogy a mért r értéket összehasonlítsuk a Táblázatból kiolvasható r értékkel.

Kitartás függvények:

i	H <sub>1</sub> (i)	H <sub>2K</sub> (i)	H <sub>2N</sub> (i)
1	0,35	0,6	0,87
2	0,43	0,645	0,9
3	0,51	0,685	0,92
4	0,58	0,72	0,94
5	0,63	0,75	0,95
6	0,66	0,775	0,96
7	0,68	0,79	0,965
8	0,7	0,8	0,97

A táblázat megfelelő lapjainak kiválasztása után a túlterhelt vonalnyaláb bővítése az alábbi lépésekben történik:

1. A vonalnyaláb vonalainak darabszámából, N, és Y-ból meghatározzuk a forgalmi szándékot A<sub>0</sub> = C<sub>0</sub>t<sub>s</sub> - t. (C<sub>0</sub> a hívásszándék darabszáma.)
2. Ellenőrizzük β és B (torlódási valószínűség) tényleges értékét.
3. Meghatározzuk a torlódási valószínűség: B<sup>x</sup> új értékét.
4. Ha, bármilyen ok miatt, változások következnek be, a fejlődésc-paraméterekben, akkor a táblázatnak új lapjait kell kiválasztani.
5. A<sub>0</sub> és B<sup>x</sup> alapján meghatározzuk a nyáláb vonalainak szükséges darabszámát N<sup>x</sup>-et.
6. Ellenőrizzük az új β<sup>x</sup> és r<sup>x</sup> értékeket.

A táblázat a 2 ≤ N ≤ 100 tartományt fogja át megfelelő lépésközzel. A mellékelt 13a—d ábrák a Táblázatok néhány lapját szemléltetik grafikus formában.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönet illeti Dr. Frajka Bélát a BHG Fejlesztési Intézet igazgatóját és Dr. Lajtha Györgyöt a Posta Kísérleti Intézet igazgatóhelyettesét, hogy engedélyezték az anyag közzétételét.

## I R O D A L O M

- [1] Esrey, R. A.: Network management — Presentation to CCITT Working Party II/4. 1978. Sept.
- [2] Gosztony, G., Rahko, K., Chapuis, R.: The grade of service in the world-wide telephone network — Telecom. J. 46. 1979. 9. 556—565, and 10. 627—633.
- [3] KDD: Observation results of international telephone service quality — CCITT COM II-No. 115, 1978.
- [4] ATT: Results of observations of international call attempts... — CCITT COM II-No. 137, 1978.
- [5] Ellán, A.: Traffic engineering in developing countries. Some observations from the ESCAP regions — Telecom. J. 44. 1977. 9. 427—437.
- [6] Roy Choudhury, P. K.: Some observations on subscribers' behaviour in the Indian telephone network — ITU Seminar on Traffic Engineering and Network Planning, New Delhi, 1975. 231—246.
- [7] Strandberg, K.: Measures of effectiveness performance applied to telecommunications — 9. ITC. Torremolinos, 1979. Paper 318. 1—6.
- [8] Horn, R. W.: End-to-end connection probability — the next major engineering issue? — 9. ITC. Torremolinos, 1979. Paper 627. 1—8.

- [9] *Elldin, A.*: Approach to the theoretical description of repeated call attempts — *Ericsson Techn.* 23. 1967. 3. 345—407.
- [10] *Johannson, F. R.*: "Busy" .The frequency of reporting "busy" and the cost caused thereby — *Copenhagen Telephone Comp.* 1908. p. 4.
- [11] *Clos, C.*: An aspect of the dialling behaviour of subscribers and its effects on the trunk plant — *BSTJ*, 27. 1948. 3. 424—445.
- [12] *Gosztony, G.*: Repeated call attempts and their effect on traffic engineering — *Budavox Rev.* 1976. 2. 16—26.
- [13] *Le Gall, P.*: Sur une theorie des répétitions des appels téléphoniques — *Annales de Télécom.* 24. 1969. 7—8. 261—281.
- [14] *Evers, A.*: A survey of subscriber behaviour including repeated call attempts — results of measurements in two PABX's — 6. *Int. Symp. on Human Factors in Telecom.*, Stockholm, 1972. Preprint Book, IV. 4. 1—12.
- [15] *Gosztony, G.*: Comparasion of calculated and simulated results for trunk groups with repeated attempts — 8. *ITC, Melbourne, 1976.* Paper 321. 1—11; *Budavox Telecom, Rev.* 1977. 1. 1—18.
- [16] *Liu, K. S.*: Direct-distance-dialling call completion and customer retrial behaviour — 9. *ITC, Torremolinos, 1979.* Paper 144. 1—7.
- [17] *Ryan, F. A., Johnson, T. C.*: The cost of getting engaged — *Post Office Telecom J.*, 24. 1972. 1. 2—2
- [18] *List of international telephone routes* — *ITU, Geneva, 1978.* (18th edition).
- [19] *Le Gall, P.*: La notion de qualité de service en telephonie et les répétitions d'appels — *Commutation et Electronique*, No. 59., 1977. Oct. 85—98.
- [20] *Myskja, A., Aagesen, F. A.*: On the inretraction between subscribers and a telephone system — 8. *ITC, Melbourne, 1976.* Paper 322. 1—8.
- [21] *Pellieux, G. Guérineau, J. P.*: Observation du comportement de l'abonné en aval d'un goulet d'étranglement — *Commutation et Electronique* No. 47. 1974. Oct. 26—33.
- [22] *Jonin, G. L., Sedol, J. J.*: Tables of the probability characteristics of full available trunk groups with repeated calls (in Russian) — *Nauka, Moscow, 1970.* p. 155.
- [23] *Jonin, G. L., Sedol, J. J.*: Full availability groups with repeated calls and time of advanced service — 7. *ITC, Stockholm, 1973.* Paper 137. 1—4.
- [24] *Honi, G., Gosztony, G.*: Some practical problems of the traffic engineering of overloaded telephone networks — 8. *ITC, Melbourne, 1976.* Paper 141. 1—8.
- [25] *Ágostházi, M., Gosztony, G., Honi, G., Nagy, R.*: Méretezési segédlet megismételt telefonhívásokhoz — 8. *Magyar Op. Kut. Konf. Szeged, 1978.* Paper C2/2. 117—122.