

A megismételt telefonhívások jellemző vonásai

ETO 654.15.027

A telefonforgalom-elméletben az elmúlt évekig — és a gyakorlati méretezések alkalmával a mai napig is — kétféle alapvető feltételezés volt szokásos arra az esetre, ha a hívó valamilyen okból nem tudott a hívott féllel kapcsolatba kerülni. Az egyik feltételezés szerint a hívó azonnal abbahagyja a kísérletezést (veszteséges rendszer), a másik szerint viszont passzívan várakozik, amíg ki nem szolgálják (várakozásos rendszer).

Ezekkel ellentétben mindennapos tapasztalat, hogy egy megvalósult telefonösszeköttetést esetleg több sikertelen kísérlet előz meg. Az ismétlések közötti idő a hívó türelmétől és attól függ, hogy a kapott jelzések megfelelő információt nyújtanak-e a sikertelenség okáról.

A sikertelen híváskísérletek károsan befolyásolják a hálózat hatékony működését, hiszen a kapcsolóberendezéseket, vonalakat más hívások rovására veszik igénybe. Mivel általában csak a beszélgetési idők számlázhatók, ezért a telefonrendszereket fenntartó postaigazgatóságok jelentős gazdasági kárt szenvednek, nyilvánvalóan annál nagyobb, minél nagyobb távolságok hidalhatók át automatikus üzemmódban. Ebben az esetben ugyanis az előfizetők igen kényelmesen „ostromolhatják” hibás, hiányos vagy felesleges hívásaikkal a telefonrendszert. Ez utóbbiak közé sorolható a távollevő hívott vagy a tartósan foglalt állomás sorozatos hívása. Egy svéd kimutatás szerint [1] az országon belüli forgalom 3,5%-át, sőt a nemzetközi forgalom még nagyobb részét alkotják az ilyen felesleges hívások. Egy angol cikk [2] szerint pedig a mintegy 9 milliányi brit előfizető által kezdeményezett sikertelen és „szükségtelen” hívások okozta évi felesleges kiadás kb. 26 millió angol fontot tesz ki. A legfontosabb tétel: a hívott nem válaszol, kb. évi 10 millió angol font.

Mégha ez a becslés bizonytalan is, a keletkező veszteségek nagyságrendjét jól mutatja, és bizonyosan hasonló a helyzet más országokban is.

A távhívás világméretű elterjedése miatt a megismételt telefonhívások gazdasági hatása egyre jelentősebb. Ezért erősödik az a törekvés, hogy az ismétlés mértékét a lehető legkisebbre szorítsák. Ugyanakkor tény, hogy a hívott előfizető foglaltságát, illetve távollétét teljesen kiküszöbölni gyakorlatilag nem lehet, tehát a forgalmi méretezésben olyan eljárást kell alkalmazni, amely a valóságos helyzetnek megfelelően figyelembe veszi a megismételt hívások hatását.

Az elméleti vizsgálatok, amelyekre részletesebben kitérni jelenleg nem szándékozunk, hamarabb megindultak, mintsem hogy a jelenségről elegendő gya-

korlati tapasztalat állt volna rendelkezésre. 1956-ban Cohen [3], majd 1967-ben Elldin [4] vizsgálatai a kérdést teljesen felölelték, azonban a jelenséggel kapcsolatos minden időtartamot exponenciális eloszlásúnak tekintettek. A feltevés tarthatatlanságát már az első részletes vizsgálat kimutatta (Wilkinson és Radnik [5]), és ez elméleti vizsgálatok és mérések egész sorozatát indította meg. Említést érdemel Le Gall munkássága, aki első számítási modelljét 1969-ben tette közzé [6], és azóta is számos közleménye jelent meg a témában. Mind a 6., mind a 7. International Teletraffic Congress sok előadást szentelt a megismételt hívásoknak, 1969 óta pedig a CCITT is foglalkozik a kérdéssel. Jelenleg a tárgykör megnevezés-rendszerének összeállítására, a nemzetközi forgalmat lebonyolító vonalnyalábok forgalmi méretezési módszerének kidolgozása és megfelelő forgalom-mérési eljárás kiválasztása van soron.

Hazánkban az ismételt híváskísérletekhez Horváth Gy. dolgozott ki közelítő számítási eljárást 1951-ben [7].

Jelenleg a Posta Kísérleti Intézet és a BHG közös kutatást folytat a megismételt hívásokkal kapcsolatban. Ez a munka Honi vizsgálataival [8] indult, további eredményeiről beszámolni még korai volna.

A helyzetkép vázlatos, csak néhány jellegzetes adat említésére törekedtünk. A bevezetésben szándékosan nem tértünk ki az elmúlt néhány évben közlött mérési eredményekre — ezek képezik ugyanis a jelen cikk tárgyát. Célunk az, hogy összefoglaljuk ezeknek a közleményeknek adatait, és jelenlegi ismereteink szintjén átfogó képet alakítsunk ki. Amint a részletes adatokból látható lesz, napjainkban a forgalmi megfigyelések jelentős változáson mentek át. A megfigyelt hívások száma egy-egy esetben sok tízezerre rúg, új mérőberendezések, kisszámítógéppel irányított mérési folyamatok és számítógépes adatfeldolgozás jellemzik a változásokat.

Mint minden összefoglaló ismertetés, a jelenlegi sem adja vissza a teljes anyagot a maga gazdag részletességében. Ezt terjedelmi kötöttségek is indokolják, de nem is lett volna célszerű aprólékos vizsgálati eredmények felsorolásával elfedni a lényeges vonásokat. A finom részleteket az érdeklődő megtalálhatja az irodalomban.

Az első részben a hívásismétlés jelenségének vázlatos leírásával és a megismételt hívások hatásával foglalkozunk. A második részben a feldolgozott mérések lényeges adatait foglaljuk össze. A megismételt hívások jellemző vonásait a harmadik rész tartalmazza, törekedtünk a különböző szerzők eredményeinek összehasonlítására és az alapvető vonások kiemelésére. Végül a negyedik részben néhány következtetés és a további tennivalók találhatók.

1. A hívásismétlés jelensége

1.1 Általános leírás

A megismételt hívás olyan hívás, amit az A előfizető kezdeményez a B előfizető elérésére, miután ugyanazon a naptári napon előzőleg már sikertelenül kísérelte meg B felhívását. Egy hívássorozat két vagy több hívásból, más szóval híváskísérletből áll. Az első hívás megkülönböztető neve friss hívás, a továbbiaké ismétlés. Az utolsó híváskísérlet lehet sikeres vagy sikertelen.

Egy bizonyos híváskísérlet sikertelen lehet a következő okok miatt:

- a kapcsolóhálózatban kialakult torlódás,
- a hívott előfizető foglalt vagy nem válaszol,
- a hívó előfizető rosszul vagy hiányosan tárcsáz,
- a közös egységek valamelyike túlterhelt (a hívó bont a hosszas várakozás miatt vagy időzítés után foglaltsági hangot hall és letesz),
- műszaki hiba.

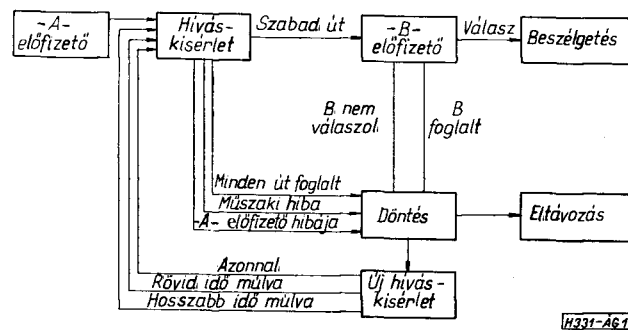
Az első és negyedik sikertelenségi okot összefoglalva torlódásnak tekintjük. Az előfizetők tárcsázási hibáiból fakadó ismétléseket nehéz osztályozni, mert B azonosítása gyakran megoldhatatlan, hibátlanul tárcsázott hívás sikertelenségének oka pedig csak különleges mérőberendezéssel állapítható meg. Ezért a második és harmadik sikertelenségi okkal kapcsolatban az ismertetésre kerülő mérések során különböző megoldásokat és megfontolásokat alkalmaztak.

A hívó minden egyes sikertelen kísérlet után dönteni kényszerül: folytatja-e a próbálkozást, vagy abbahagyja. Az újabb kísérlet időpontjának megválasztását befolyásolhatja a sikertelenség oka. Ha például a hívott nem jelentkezett, akkor csak huzamosabb idő elteltével érdemes újra hívni, míg például félbeszakadt tárcsázás után a következő kísérlet akár másodpercek múlva következhet.

Az elmondottakat az 1. ábra szemlélteti [4].

Bevezetve néhány jellemző mennyiséget, számszerűen is követhetjük a hívások áramlását. Legyen

- λ — az eredeti hívások beérkezésének gyakorisága,
- β — ismétlési tényező, a híváskísérletek átlagos száma eredeti hívásonként,
- F — annak valószínűsége, hogy a híváskísérlet a telefonrendszerben elakad, de nem a B előfizető miatt.

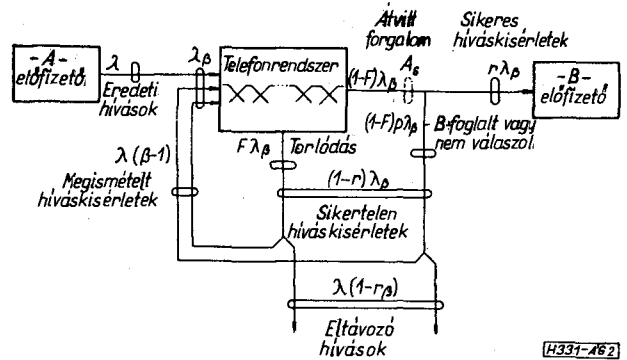


1. ábra. Hívásfelépítés A és B előfizetők között

- p — annak valószínűsége, hogy a híváskísérlet a (foglalt vagy távollevő) B előfizető miatt akad el,
- r — hatékonyság, annak valószínűsége, hogy a híváskísérlet beszélgetésben végződik,
- $r = (1 - F)(1 - p)$,

A_s — lebonyolított forgalom.

A felsorolt mennyiségek pontos meghatározásait néhány további meghatározással együtt a Függelék tartalmazza. Ez a megnevezésrendszer néhány változtatástól eltekintve megegyezik a CCITT XIII/1 Forgalmi méretezési munkacsoportjában 1973 novemberében megfogalmazott és vitára bocsátott megnevezésekkel [9].



2. ábra. Híváskísérletek áramlása és arányai

A 2. ábrán az A és B előfizetők, az őket összekötő telefonrendszer és a híváskísérletek áramlása látható. A telefonrendszer miatt sikertelen híváskísérletek további felosztása csak a rendszer részletes ismeretének birtokában oldható meg.

1.2 A hívásismétlés hatása

1.2.1 A közös áramkörök túlterhelése [9]

A sikertelen híváskísérlet csak rövid időre veszi igénybe a beszédutakat, de a közös áramköröket ugyanannyi időre foglalja le, mint a sikeres. Ha pl. a vezérlőegységben ideiglenes túlterhelés keletkezik, ami a beérkező igények várakozását okozza, akkor ez egy, a kapcsolási útban előbb levő vezérlőegység tartásidejének megnövekedését okozhatja, és így annak terhelése is nagyobb lesz. Láncreakció indul meg: növekszik az ismétlések gyakorisága, ami tovább fokozza a vezérlők túlterhelését. Pl. közös jelzéseket fogadó és továbbító adó-vevő egységeken központról központra terjedhet a túlterhelés anélkül, hogy hasonló túlterhelés alakulna ki a regisztereken vagy a beszédutakon. Az adó-vevők forgalma ezért sokkal jobban ingadozik, mint a beszédutakon átvitt forgalom. A túl hosszú várakozási idők kiküszöbölésére időzítést alkalmaznak. Megfigyelték, hogy sokkal gyakrabban észlelhető foglaltsági hang időzítés, miatt, mint beszédútbeli torlódás következtében. A közös berendezések gondos méretezése tehát csak az ismételt hívásokat figyelembe véve lehetséges.

1.2.2 Távolsági hatás [9]

Ha egy bizonyos központban hiba vagy torlódás lép fel, akkor ennek hatása csak az összeköttetések szempontjából előző központokban észlelhető, egészen vissza a hívást kezdeményező központig. A sikertelen hívások be sem jutnak a szűk keresztmetszetbe, de terhelik az előző központokat, amelyeken áthaladnak. A megisméltelt hívásokat ezért ott észlelik, ahol a kiváltó ok nem hárrítható el.

Így előfordulhat, hogy a végződő központban elégedettek a forgalom-lebonyolítás hatékonyságával, míg a megelőzőkben elégedetlenek — egyformán indokolatlanul.

A kiváltó októl távol kialakult ismétlések kiküszöbölésére az egész hálózatra kiterjedő rendszeres megfigyelés és jól átgondolt beavatkozás szükséges.

1.2.3 A hatásos és a lebonyolított forgalom (Vö. Függelékkel)

A hatásos vagy számlázható forgalom (A_c) nem tartalmazza a sikertelen híváskísérleteket és a sikeres híváskísérletek hívásfelépítési forgalmát. A hatásos forgalmat tehát csak a beszélgetések alkotják. A teljes lebonyolított forgalom:

$$A_s = A_c + A_i,$$

ahol A_i a meddő forgalom, A_s és A_c a beszédutakon mérhető.

A hálózat kihasználásának mértékét nem a lebonyolított forgalom, hanem a jövedelmezőségi tényező

$$K = \frac{A_c}{A_s}$$

jellemzi igazán. Azonos lebonyolított forgalom ugyanis tartalmazhat kisebb vagy nagyobb meddő részt (pl. kevés vagy sok bontás hosszú időzítéssel a vezérlő áramkörre való eredménytelen várakozás miatt).

A lebonyolított forgalom kis változása alig befolyásolja pl. a kapcsolómezőben kialakuló torlódás mértékét, ugyanakkor a közös áramkörökben jelentős túlterhelés következhet be. A példából látható, hogy a forgalom mérés önmagában nem elég a közös vezérlő áramkörök terhelésének becsléséhez. Ehhez ismerni kell az r hatékonysági tényezőt is, amely megadja a sikeres és sikertelen híváskísérletek arányát. Tehát mind a jövedelmezőség, mind a forgalom-lebonyolítás jósága csak az ismételt hívások hatásának figyelembevételével jellemezhető.

1.2.4 Csökkenthető-e az ismétlések aránya?

A híváskísérletek sikertelenségét kiváltó okok egy része megszüntethető, más része viszont a dolog természetéből következően elkerülhetetlen. A műszaki hibák és a túlterhelés elhárítása az üzemeltető állandó ellenőrző tevékenységét és megfelelő beavatkozását igényli. Jól átgondolt intézkedésekre van szükség, hogy az eredmény valóban a szűk keresztmetszetek megszüntetése legyen.

A hívott előfizető a körülményektől függően 5—30% valószínűséggel nem válaszol. Ezen nemigen lehet változtatni, pedig ez okozza a leghosszabb tartású idejű sikertelen híváskísérleteket, továbbá ezek a hívások az egész, hívótól hívottig felépített kapcsolási

utat lefoglalva tartják. A hosszú tartásidők némileg csökkenthetők az alközpontba kötött állomások esetén a beválasztás bevezetésével.

A hibásan hívó előfizetők aránya is csak igen csekély mértékben befolyásolható. Legtöbb javulást az ismétlési sűrűség csökkenése hozhatja, ami talán elérhető az előfizetők megfelelő tájékoztatásával (pl. a hibaokokat megkülönböztető hangjelzések), illetve meggyőzésével (pl. arról, hogy foglalt előfizetőt azonnal újrahívni nem érdemes).

2. Mérések

2.1 Alapvető feladatok

Az 1. táblázatban a feldolgozott mérések leglényesebb adatait foglaltuk össze. Tudomásunk szerint a tárgykörben nem jelent meg más közlemény, Cloz korai vizsgálataitól [18] eltekintve. Egyes szerzők két, egymást kiegészítő tartalmú közleményben számoltak be egy méréssorozat eredményéről, a táblázatban ezek neve mellett két irodalmi utalás található, a nagyobb sorszámú a későbbi. A megállapíthatatlan adatok helyén kérdőjel van. Az utolsó oszlopban található „csoportos fő”-vonal típus megjelölés arra utal, hogy a megfigyelt vonalak alközpontok ún. fővonalcsoportjai voltak.

Figyelmet érdemel, hogy az összes megfigyelt híváskísérlet száma három esetben volt több 10^5 -nél. Ekkora megfigyelési anyag, mint látni fogjuk, csak korszerű eszközökkel gyűjthető össze és dolgozható fel.

Az anyag feldolgozása és összeállítása után került kezünkbe Guérineau és Pellieux közleménye [20], valamint Henneberg munkája [21]. Előbbinek eredményeit munkánk nem tartalmazza, utóbbi össze-foglaló jellegű újabb mérési adatok nélkül.

2.2 Megfigyelt jellemzők

A különböző vizsgálatok lehetőségei, célja, tartalma jelentősen eltérőek. Részletes ismertetés helyett a megfigyelt jellemzők felsorolását adjuk a 2. táblázatban, megjelölve a vonatkozó vizsgálatokat. A 3. részben kerül sor ezeknek a mérési adatoknak részletes összehasonlító elemzésére.

2.3 Mérés módszerek, mérőberendezések

A hagyományos forgalom mérések általában a forgalom nagyságának meghatározására irányultak, a méretezési eljárások igényeinek megfelelően. Új módszerekre volt szükség, amikor a forgalom elemi alkotórészeit, az egyes hívásokat kezdték megfigyelni. Ezekben a mérésekben pl. különbséget kellett tenni a híváskísérlet egyes szakaszai között (időmérés, hangok kiértékelése), meg kellett figyelni a hívott számot a forgalom irány szerinti összetételének meghatározásához stb. Az egyes híváskísérleteket azonban egymástól függetlenül lehetett kezelni, a hívó azonosítására nem került sor.

A hívásisméltlés jelenségének megfigyelésében az előbb említett méréseket kell elvégezni a többlettel, hogy a hívó előfizetőt is számon kell tartani.

Mérések alapvető adatai

			RASMUSSEN [10]	WILKINSON - RADNIK [5]	KEEBEEL - I. [11]	KEEBEEL - II. [12]	EVERS [13] [14]		MYSKA - WALMANN [15] [16]	PELLEUK [17]
A mérés ideje			1958—1967	1963, 1965, 1966	1966	1966 1969	1970—71		1972	1972
A mérés helye			Dánia	USA	Franciaország.	Franciaország.	NSZK		Norvégia	Franciaország.
A vizsgált előfizetői vonalak típusa			fő	fő	fő	fő	1. PABX	2. PABX	PABX	csoportos fő
Megfigyelt hívások száma	belső	első	—	—	—	—	2 401	2 178	—	—
		összes	—	—	—	—	3 260	3 055	—	—
	helyi	első	2 546	—	17 164		1 813	1 226	89 000	72 184
		összes	~ 3 500	—	25 220		3 840	2 306	110 414	125 834
	távolsági	első	1 296	108 524	1 647	2 163	261	—	17 740	—
		összes	~ 2 000	?	3 327	3 935	930	—	29 101	—
A megfigyelés időszaka	normális forgalmú		+	+	+	+	+		+	+
	rendkívül nagy forg.			+						
	munkanap		+	+	+	+	+		+	+
	vasárnap			+						
	ünnepnep			+						
Naponta megfigyelt órák száma			?	24	?	?	≈ 7	> 12		7,5
Külön adatok a nagy forgalmú			{	napszakra	+	+	+		+	+
				időszakra	+					

Az ismétlés legfontosabb jellemzőit ugyanis csak egy-egy ismétlési sorozaton belül lehet értelmezni.

Emiatt a mérésekhez vagy a díjelszámolási berendezést alkalmazták kiegészítésekkel, így pl. az AMA-t (Automatic Message Accounting) [5], amely minden esetben rögzítette a hívót, vagy egyenesen az egyes előfizetőkre csatlakoztak. Az előfizetőkre kötött berendezések hatalmas változáson mentek át. Kezdetben az egy előfizető — egy mérőberendezés elvet tudták csak megvalósítani (Abonak [10], Girard gép [11, 12]). Napjainkban a programvezérelt berendezések időszakát éljük, az egyidejűleg megfigyelhető előfizetők száma lehet pl. 24 [13, 14], 38 [15, 16] vagy 192 (Octopus [17]), a mérési adatokat számítógéppel feldolgozható formában (pl. mágnesszalagon [15, 16]) stb. rögzítik.

A kiértékelést [10] kivételével számítógép végezte, ekkora adathalmazok kezelése más módszerekkel aligha lehetséges. A mérési módszerek és eszközök részleteire vonatkozóan az eredeti közleményekre utalunk.

A hívásismétlés jelenségének megismeréséhez tehát nagy tömegű adatot kell mérni és feldolgozni, hogy statisztikailag megbízható eredményekhez jussunk.

Ennek feltétele a miniszámítógép jellegű mérőberendezés és a számítógépes kiértékelés. Nem tévedünk talán, ha megállapítjuk, hogy a hívásismétlésre vonatkozó ismereteink azért voltak eddig hézagosak, mert hiányoztak a jelenség megismerésének műszaki feltételei.

3. A hívásismétlés jellemzői

Az ismételt híváskísérleteknek az az oka, hogy az első híváskísérlet a tapasztalat szerint általában jelentős valószínűséggel nem sikerül: nem jön létre a kívánt összeköttetés a hívó és hívott között. Az ismételt híváskísérletek száma függ a rendszer állapotától, forgalmas időszakokban jóval több az ismétlés. A 3. ábrán szélsőséges eset látható, anyák napi forgalom egy amerikai kisvárosban [5] (a késő esti csúcsot részben az este 9 óra utáni jelentős tarifakedvezmény magyarázza).

3.1 Sikertelenségi arány

A sikertelenségi arány annak valószínűsége, hogy egy híváskísérlet sikertelen: $P = 1 - r$. Értéke válto-

Megfigyelt jellemzők összefoglalása

	RASMUSSEN [10]	WILKINSON — RADNIK[9]	KEREBEL—I. [11]	KEREBEL—II. [12]	EYERS [13] [14]	MYSKJA—WALDMANN [15] [16]	PELLIEUK [17]
Forgalom napi eloszlása = híváskísérletek száma/friss hív. száma — átlag — idő-függvény	+	+			+	+	
Sikertelenség valószínűsége — átlag — 1., 2. és összes kísérlet — kísérlet sorszám függvény — idő-függvény		+	+	+	+	+	+
Sikertelenség valószínűsége okok szerint — torlódás — hívott foglalt — nem válaszol — hibás tárcsázás miatt		+			+		+
Sikertelen eltávozás valószínűsége — átlag — kísérlet sorszám függvény — trónktorlódás után — 1. kísérlet után idő-függvény		+	+	+		+	
Kitartásfüggvény		+	+	+	+	+	+
Híváskísérletek közötti intervallumok — átlaga — eloszlása — általában — torlódás után — hívott nem válaszol — félbeszakadt beszélgetés — eloszlás hibaokok szerint — átlagok időfüggvénye	+	+	+	+	+	+	+
Eloszlások közelítése analitikus függvényekkel			+		+		+
Gyors és lassú ismétlők jellemzői							+
Tartásidők — sikertelen hívások — közép — eloszlás — sikeres hívásfelépítés — közép — eloszlás — beszélgetési idők — közép — eloszlás	+			+	+		+

zik egy hívássorozatban, $P(x)$ az x -edik kísérlethez tartozó sikertelenségi arány:

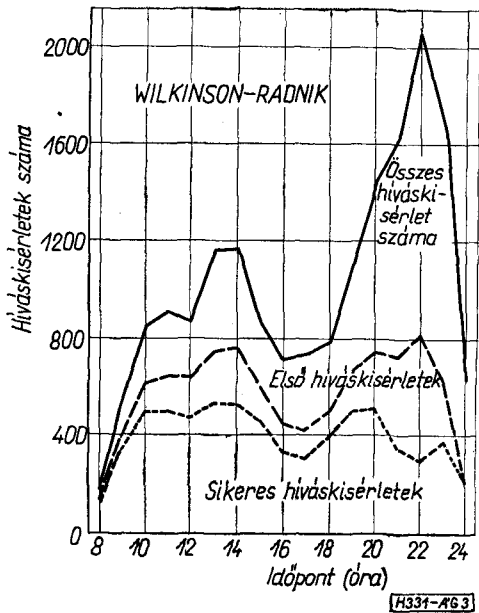
$$P(x) = 1 - r(x) =$$

$$= \frac{\text{az } x\text{-edik kísérlet során sikertelen hívások száma}}{\text{az összes } x\text{-edik kísérletet tevő hívások száma}}$$

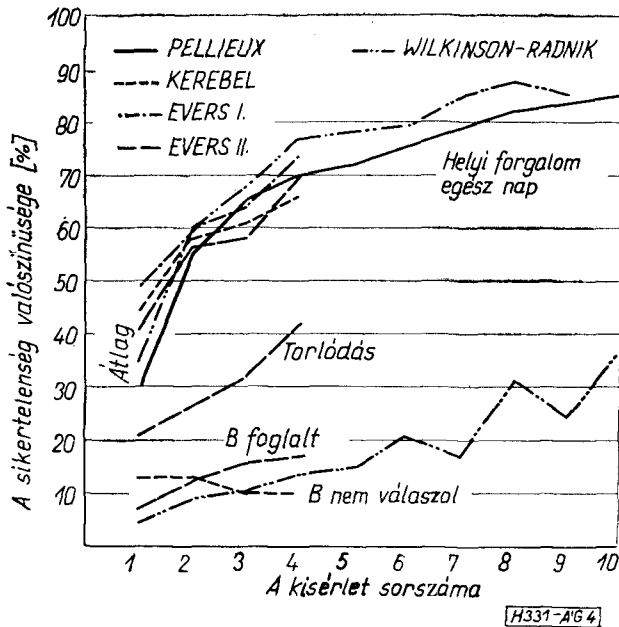
A 4. ábrán a sikertelenségi arány látható különböző mérésorozatok alapján, a kísérlet sorszáma függvényében. Az egyes sikertelenségi értékek ugyan különbözőek, de a görbék jellege megegyezik; mindegyik monoton nő. Ez arra mutat, hogy hosszabb sorozatok kialakulásakor a hívott elérésének valami alapvető

akadálya van: a hívások sikerességét tartós trónktorlódás, a hívott távolléte vagy tartós foglaltsága okozza.

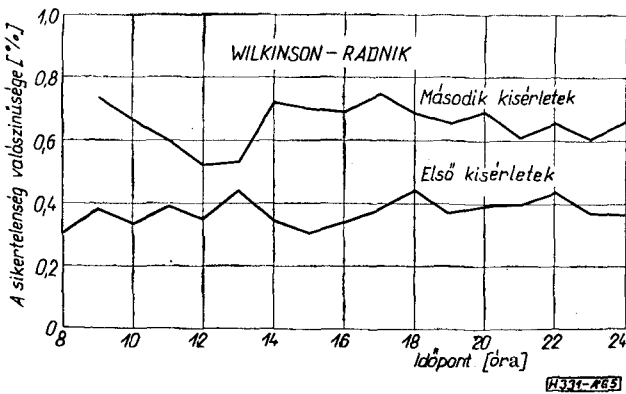
A sikertelenséget okozó fontosabb összetevők alakulását az Evers I. jelű görbéhez külön is feltüntetjük. (Evers adataiból az A előfizető hibája miatt sikertelen híváskísérleteket az összehasonlíthatóság érdekében kirekesztettük.) Ebből is látszik, hogy az alközponti állomások nagyobb sikertelenségi arányát az alközponti trónknyalábok nagy vesztesége okozza. Ugyancsak látható az ábra alján a trónktorlódás szerepe a sikertelenségben Wilkinson és Radnik szerint. A 4. ábrán középértékek láthatók.



3. ábra. Híváskísérletek száma a nap folyamán



4. ábra. A sikertelenség valószínűsége a kísérletsorszám függvényében



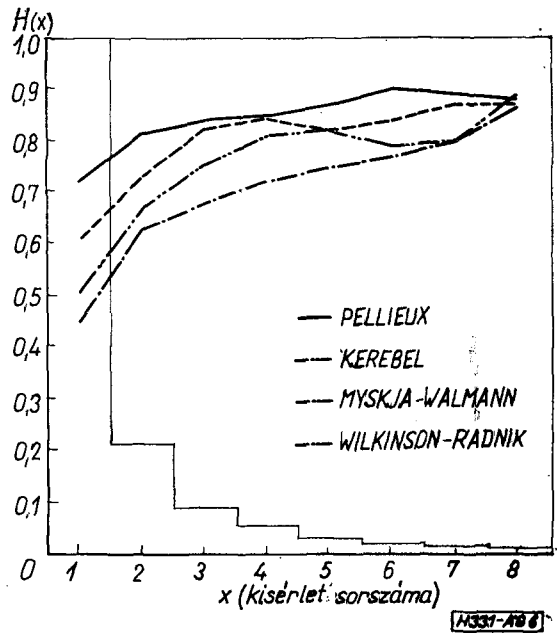
5. ábra. A sikertelenség valószínűsége a nap folyamán

A sikertelenségi arány azonban nem csak a kísérlet sorszámanak, hanem a napszaknak is függvénye. Az 5. ábrán ezt tüntettük fel [5] alapján.

3.2 Kitartásfüggvény

Az előfizetők kitartását, makacsságát felületesen a β tényező is jellemzi, amely az összes híváskísérlet és az első híváskísérletek aránya. Jobb képet ad azonban a $H(x)$, az ún. kitartásfüggvény.

$H(x)$ az $(x + 1)$ -edik alkalommal is kísérletező hívások és az egymás után x -szer sikertelen hívások aránya. A 6. ábrán a különböző megfigyelések alapján felvett $H(x)$ függvények láthatók, valamint lépcsős-görbe formájában az első, második, harmadik stb. hívást megkísérlő előfizetők százalékosan, a friss hívásokhoz viszonyítva (ez utóbbi csak a [11]-ben található adatok alapján).



6. ábra. Kitartásfüggvény

A $H(x)$ függvényeket összehasonlítva látható, hogy azonos jellegűek: jól mutatják azt az emberi tulajdonságot, hogy a sorozatos sikertelenség növeli az elszántságot. Szerencsére igen hosszú sorozatokra ritkán kerül sor, mivel minden kísérletnél jelentős valószínűséggel létrejöhethet az összeköttetés, vagy a hívó mégis abbahagyja a kísérletezést (8 sikertelen kísérlet után pl. mintegy 10% valószínűséggel). A hívott távolléte esetén az ismétlési intervallumok hosszabbá válnak, mint az a következő pontban látható. Hosszabb időintervallum alatt pedig nagyobb valószínűséggel következik be kedvező változás a hívott elérhetőségében.

A kitartásfüggvényt befolyásolja a sikertelenség oka, amint az a 3. táblázatból [14] is kitűnik. Sok esetben a torlódás és a hívott foglaltsága nem különböztethető meg a jelzőhangok alapján. Látható, hogy a kitartás akkor a legkisebb, ha a hívott nem vála-

3. táblázat

A kitérés mértéke az első híváskísérlet után különböző hibaokok szerint alközpontokban — Evers [14]

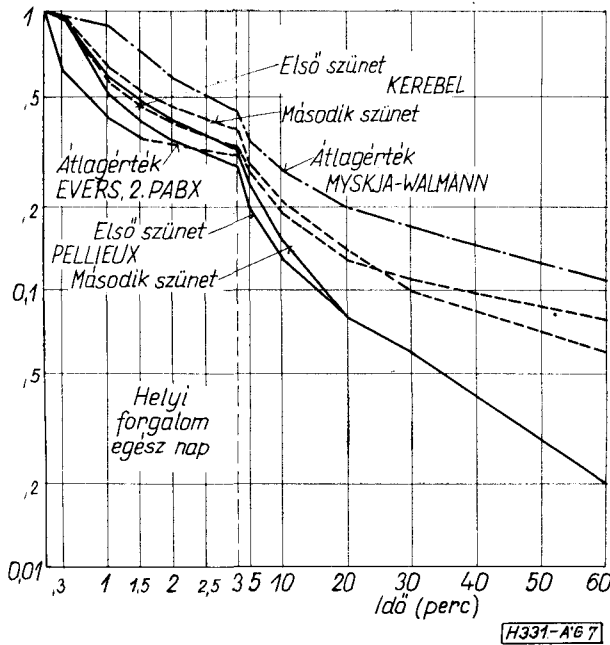
	Az első kísérlet sikertelenségének oka				
	torlódás	B foglalt	A hibája	B nem válaszol	átlag
Helyi hívás 1970.	.94	.79	.94	.37	.76
Helyi hívás 1971.	.95	.88	.86	.34	.78
Távhívás 1971.	.99	.87	.90	.60	.93
Belső hívás 1970.	—	.72	.73	.33	.47
Belső hívás 1971.	.95	.72	.85	.35	.61

szol, és hogy az előfizetők ebben az esetben sokkal gyorsabban abbahagyják a kísérletezést, mint az összes többi esetben.

3.3 Ismétlési időközök

Megismételt híváskísérletek között kétféle időköz mérhető. Híváskísérlet kezdetétől a következő kezdetig, ill. híváskísérlet befejezésétől a következő kezdetig. Az előbbi nyilván tartalmazza a sikertelen híváskísérlet tartásidejét. A továbbiakban a második módon értelmezett időközzel foglalkozunk.

A 7. ábrán helyi és alközponti forgalomból származó ismétlési idők eloszlása látható különböző szer-

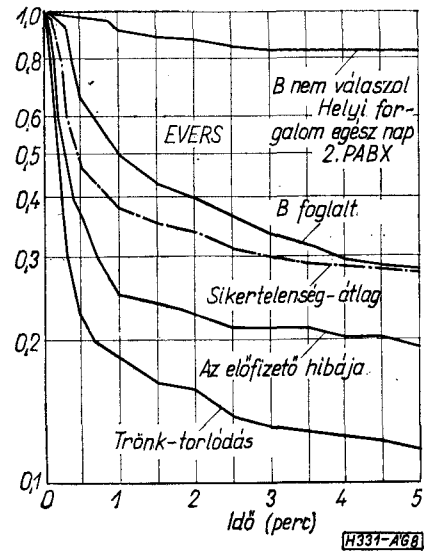


7. ábra. Ismétlési időközök eloszlása

zők szerint. A görbék jellege egyezik, kitűnik, hogy a későbbi szünetek hosszabbak.

A logaritmikus léptékben ábrázolt eloszlások egyikére sem fektethető egyenes, tehát az eloszlás nem exponenciális.

Az első szünetek eloszlását Pellieux [17] a kö-



8. ábra. Ismétlési időközök eloszlása a sikertelenség oka szerint

vetkező analitikus függvényekkel próbálta közelíteni:

$$\text{Cauchy-eloszlás: } F(t) = 1 - \frac{2}{\pi} \arctg [\alpha(t - \eta)].$$

Lognormális eloszlás:

$$G(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{\eta}^t \exp \left[-\frac{[\log(u - \eta) - \mu]^2}{2\sigma^2} \right] \frac{du}{u}.$$

$$\text{Exponenciális eloszlás: } H(t) = \exp [-\alpha(t - \eta)].$$

A mért és számított eloszlásfüggvények értékeit néhány pontban a 4. táblázat tartalmazza. A közelítés hibáját [17] alapján az

$$I_2 = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - Y_i)^2}$$

képlettel lehet meghatározni, I_2 -t a táblázatban szintén feltüntettük. A szemléltetés érdekében a táblázatban a paraméterek értékei is megtalálhatók, az idő másodperchen értendő.

A 7. ábrán látható eloszlások is igazolják azt a megfigyelést, hogy vannak gyors és lassú ismétlők: természetűl, a telefonálnivaló sürgősségétől, az előző kísérlet sikertelenségének esetleg ismert okától függően vagy rögtön (az ismétlések 47%-a 20 másodpercnél rövidebb időközzel történik!), vagy csak jelentős idő elmúltával kísérleteznek újabb hívással (1%-uk több, mint egy óra múlva).

A gyors és lassú ismétlést egyes szerzők [10, 17] nem egészen indokoltan teljesen azonosítják a sikertelenségi okok hatásával. Szerintük az előfizető csak hosszabb idő múlva ismételi, ha a hívott nem válaszol, és azonnal ismételi minden más esetben. Ez a valószínűsíthető elképzelés nincs még annyira igazolva, hogy az ismétlési időkből egyértelműen következtethessünk a sikertelenség okára.

A sikertelenség oka nagymértékben befolyásolja az ismétlési időköz eloszlását. A 8. ábrából megállapít-

ható, hogy pl. trónktorlódás esetében az ismétlések több mint 80%-a egy percen belül következik be, de pl. ha a hívott nem válaszol, akkor az ismétlések több mint 80%-a csak öt perc elteltével kísérletezik újra. A 8. ábra átlagérték-görbéje jelenik meg a 7. ábrán a többi átlagérték társaságában. Ha a siker-

4. táblázat

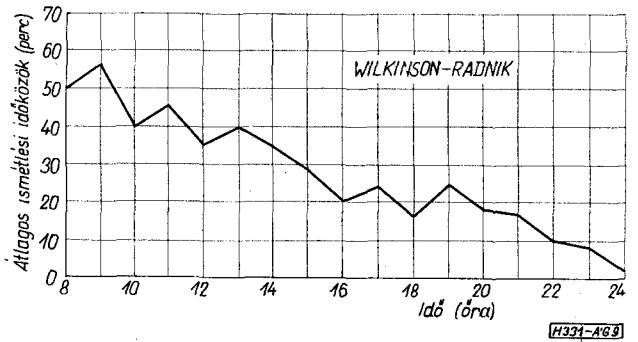
Megfigyelt és közelítő eloszlások

Idő (s)	Megfigyelt eloszlás	Közelítések		
		Cauchy	Lognormális	Exponenciális
2	0,91	0,97	0,86	0,97
3	0,84	0,95	0,83	0,96
4	0,79	0,93	0,80	0,95
6	0,70	0,90	0,75	0,92
10	0,62	0,83	0,68	0,87
20	0,53	0,67	0,57	0,76
60	0,39	0,34	0,40	0,44
90	0,33	0,24	0,34	0,29
120	0,30	0,19	0,30	0,20
150	0,27	0,15	0,27	0,13
180	0,25	0,13	0,24	0,08
300	0,19	0,08	0,18	0,01
600	0,13	0,04	0,12	0,00
1200	0,08	0,02	0,07	0,00
1800	0,05	0,01	0,05	0,00
3600	0,02	0,01	0,03	0,00
A közelítés I_2 hibája		0,11	0,03	0,14
A paraméterek		$\alpha = 35$	$\mu = 3,44$	$\alpha = 0,0135$
		$\eta = 0$	$\sigma = 2,48$	$\eta = 0$
			$\eta = 0$	

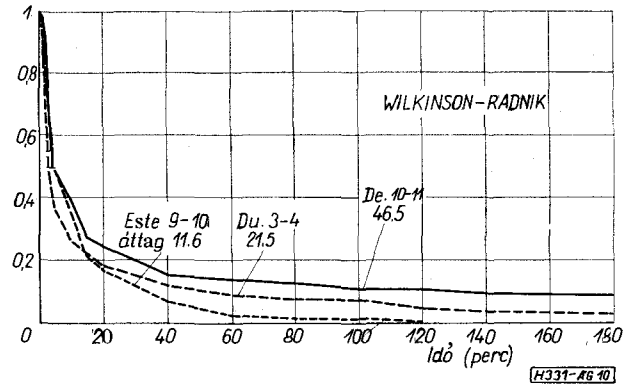
telenségi okok megoszlása megváltozik, várhatóan módosul az ismétlési időköz eloszlása is.

Kimutatták továbbá, hogy az ismétlési időköz átlagértéke és eloszlása egyaránt változik a napszak függvényében [5]. A 9. és 10. ábrán az első hívás-kísérlet időpontja szerinti csoportosítást alkalmaztuk. Legráérősebben a reggel indított hívás-kísérleteket ismétlik, éjjel felé a hosszú ismétlések érhető okokból gyakorlatilag megszűnnek.

Pellieux [17] vizsgálta egy ismétlési sorozat időközeinek kapcsolatát. Megállapította, hogy statisztikailag pl. az első és második időköz nem tekinthető egymástól függetlennek. Ilyen jellegű eredmény pillanatnyilag még nagyon kevés van, következtetésekhez ismereteink elégtelenek.



9. ábra. Átlagos ismétlési időközök



10. ábra. Ismétlési időközök eloszlása napszakok szerint

3.4 Tartásidők

Különböző hívásfajták átlagos tartásidejét [14] alapján az 5. táblázat mutatja. Minden esetben a teljes időtartam van megadva a kézibeszélő felemelésétől a bontásig.

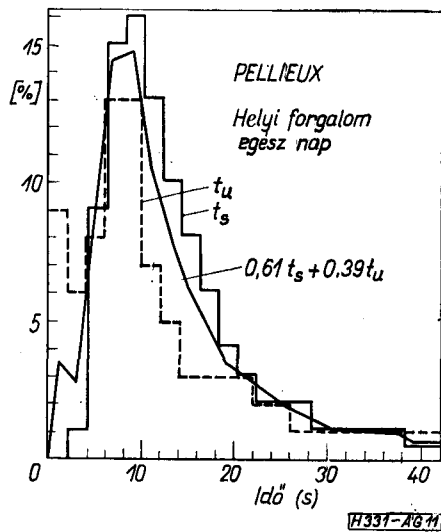
Jól látható, hogy a sikertelen hívások jelentős időre veszik igénybe az áramköröket. Különösen szembe-tűnő a hívott foglaltsága vagy nem válaszolása következtében fellépő hosszú tartásidő. Nagyobb távolságú összeköttetéseknel a távolsággal nagyjából arányosan hosszabbak ezek az időtartamok; távolsági hí-

5. táblázat

Tartásidők átlagértékei [s], Evers szerint [14]

A hívás sorsa	típusa	házi	helyi	távolsági
Trónktorlódás		5,1	10,0	10,8
B foglalt		8,0	23,3	28,1
A hibája		7,0	16,1	13,4
B nem válaszol		28,1	48,8	62,6
Sikertelen		12,9	19,7	15,5
Sikeres		91,0	223,4	223,8
Összes hívás-kísérlet	napi átlag	57,6	110,6	68,6
	forgalmas időszak átlaga	53,1	97,0	49,2

vás esetén a hívó esetleg csak több mint egy perc elteltével bont. A forgalmas időszakban a sikertelen híváskísérletek egyes fajtáinak tartásideje nem változik lényegesen, de a részarányok eltolódnak. Emiatt a sikertelen híváskísérlet átlagos tartásideje rövidebb lesz. Hasonló okokra vezethető vissza a napi átlag és a forgalmas időszaki átlag eltérése is.



11. ábra. Sikeres és sikertelen hívásfelépítési idők sűrűségfüggvénye

A 11. ábrán a sikeres híváskísérletek hívásfelépítési időinek és a sikertelen híváskísérletek átlagos tartásidejének a sűrűségfüggvényei láthatók t_s , illetve t_u jelöléssel [17]. A hívásonkénti meddő, nem számlázható idők eloszlását a nem lépcsős görbe mutatja, amelyet a két eloszlásnak a hívások darabszámával súlyozott átlagából határoztuk meg.

3.5 A híváskísérletek érkezése

A távközlés forgalomelméletben általánosan elfogadott az a matematikai feltevés, hogy az előfizetők véletlenszerűen kezdeményeznek hívásokat, azaz a beérkező híváskísérletek száma Poisson-eloszlást követ.

Átgondolva a hívásismétlés jelenségét, különösen a rövid ismétlésközi időtartamokat látva, a szemlélőben az az érzés támad, hogy a hívássorozatok miatt véletlenszerűségről aligha beszélhetünk.

A beérkezési folyamatot Myskja és Walmann [15], [16] szintén vizsgálta, mégpedig egy alközpont fővonalai nyálábján, és arra a következtetésre jutottak, hogy a beérkezési folyamat a statisztikai hibahatáron belül Poisson-jellegű, noha tetemes mennyiségű megismételt híváskísérletet észleltek.

Kifejezetten ezzel a kérdéssel foglalkozott Iversen [19] is, aki egy tranzit központban miniszámítógéppel vezérelt mérésorozatokat végzett. Célja volt többek között, hogy a vezérlőegységhez beérkező igények folyamatát is pontosan tanulmányozza. Eredményeire részletesen nem térhetünk ki, de a nagy pontosságú mérés alapján szintén azt állapította meg, hogy a bemeneti folyamat még egészen rövid időközöket tekintve is Poisson-jellegű.

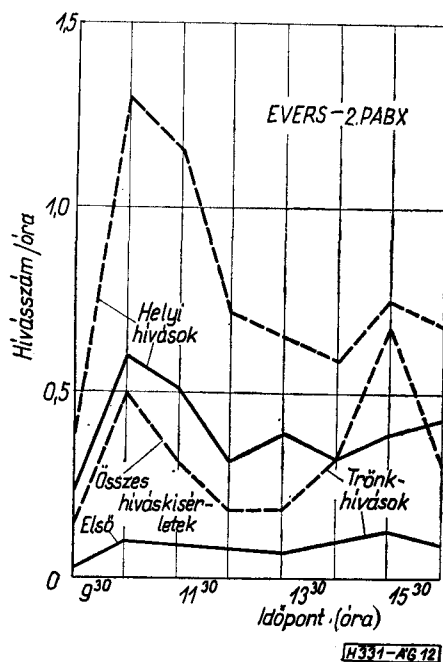
A beérkezési folyamat tehát egészében véletlenszerű, ugyanakkor az egyes előfizető bizonyosan nem kezdeményez hívásokat véletlenszerűen. Ezt támasztja alá az ismétlési sorozat szünetidői között kimutatott függés [17], amit már emítettünk.

4. Következtetések, tennivalók

Az eddig összegyűjtött mérési adatok alapján kép alakulhatott ki a felsorolt jellemzőkről: a sikertelenségi arányról, a kitartás-függvényről, az ismétlési időközökről, valamint a sikeres és sikertelen hívások tartásidőiről. Számos részlet található még az eredeti közleményekben, amelyek a képet árnyaltabbá tehetik.

A tényleges forgalomigény meghatározásához vagy megfelelő forgalmi-méretezési eljárás kidolgozásához azonban a szereplő mennyiségek összefüggéseit pontosabban kell ismerni. Jelenleg pl. eltérő nézetek alakultak ki a β ismétlési tényező forgalom-függéséről. A francia mérések [11, 12, 17] szerint a nap forgalmasabb időszakában az ismétlési tényező gyakorlatilag állandó — eltéréseket a harmadik értékes jegyben tapasztaltak. Ezzel szemben pl. a norvég [15, 16] és német [13, 14] mérések szerint β a forgalom nagyságától függően erősen ingadozik (12. ábra). Az eredmények összehasonlítását sok körülmény nehezíti, a kérdés tisztázásra szorul.

Az 1. részben említett hatékonysági tényezőben szerepel p , azaz annak valószínűsége, hogy a híváskísérlet a foglalt vagy távollevő B előfizető miatt akad el. Ez a sikertelenségi ok műszakilag legfeljebb költségesen befolyásolható (sok vonal egyenként kis forgalommal, automatikus bementés a távollét adataival stb.). Ugyanakkor pl. sehol nem végeztek egyidejű méréseket a (hívott) előfizetők foglaltsági eloszlásáról, pedig óhatatlanul kialakulnak túlterhelt



12. ábra. A hívásintenzitás alakulása a nap folyamán

előfizetők, akik a megismételt híváskísérletek jóval nagyobb hányadéért felelősek, mint amennyit számárányuk indokolna

Ugyancsak nincs adat pl. a hívott előfizető „otthon találhatósági” valószínűségének alakulásáról. Evers [13] mérései szerint pedig a B előfizető okozta sikertelenség jelentős, lásd a 6. táblázatot.

6. táblázat

A sikertelenség okának megoszlása és a hívott hatása a sikertelenségre Evers szerint [13]

A sikertelenség oka	A hívás típusa		
	házi	helyi	távolsági
Trónktorlódás	0,04	0,25	0,56
B foglalt	0,25	0,14	0,10
B nem válaszol	0,11	0,07	0,03
Hívó hibája	0,02	0,06	0,06
Sikertelenség valószínűsége	0,43	0,55	0,75
B szerepe a sikertelenségben	84%	38%	17%

Gondos mérésekkel igazolták, hogy a híváskísérletek érkezése Poisson-folyamatot alkot függetlenül az ismétlésektől. Felbontva a folyamatot akár a hívó, akár a hívott oldalon, a kis csoportokból érkező vagy feléjük irányuló híváskísérletek nagy valószínűséggel nem alkotnak véletlenszerű folyamatot. Pillanatnyilag nincs kialakult elképzelés arról, hogy milyen esetekben indokolt Poisson-folyamat feltételezése.

A felsorolt tisztázatlan kérdések és még számos említett nehézség miatt a megismételt híváskísérletekre vonatkozó elméleti vizsgálatok kezdeti állapotban vannak. A bevezetésben felsorolt néhány szerzőnél jóval többen foglalkoztak már a tárgykörrel. A jelen összefoglalás szerzőinek szándékában áll a különböző számítási módszerekről is ismertetést készíteni egy későbbi időpontban.

Köszönetnyilvánítás

Az ismételt híváskísérletekre vonatkozó mérési eredmények feldolgozását és összefoglalását a BHG és PKI közti kutatási-fejlesztési-együttműködési szerződés tette lehetővé. Köszönet illeti Dr. Molnár Pált (BHG), Dr. Lajtha Györgyöt (PKI) és Honi Gézát (PKI), akik a munkát támogatták és tanácsaikkal segítették.

FÜGGELÉK

A hívásismétléssel kapcsolatos fogalmak

I. Hívástípusok

Eredeti hívás (primary call)

Annak a szándéknak első kinyilvánítása, hogy egy hívó előfizető kapcsolatba kíván kerülni egy bizo-

nyos hívott előfizetővel. Csak a műszaki berendezések felé elegendően kinyilvánított szándék vehető figyelembe.

Híváskísérlet, híváskezdeményezés (call attempt)

Az a művelet, amelynek során a hívó megpróbálja a kapcsolatot létrehozni; előfordulhat, hogy a hívó kénytelen több híváskísérletet végezni.

Ismétlési tényező: β (repetition coefficient)

Egy eredeti hívásra jutó híváskísérletek átlagos száma, Ha egy N eredeti hívásból álló sorozathoz $N\beta$ számú híváskísérlet tartozik, akkor az ismétlési tényező: β .

Sikertelen híváskísérlet (ineffective call attempt)

Az a híváskísérlet, amely nem végződik számlázható beszélgetésben.

Sikerese híváskísérlet (effective call attempt)

Az a híváskísérlet, amely számlázható beszélgetésben végződik.

Eltávozó hívás (abandoned cal)

Az az eredeti hívás, amely egy vagy több sikertelen kísérlet után többet nem jelentkezik.

II. Eredeti hívások és híváskísérletek arányai

F_s — Annak valószínűsége, hogy egy híváskísérlet a beszédhálózatban kialakult torlódás miatt sikertelen. Ez a mennyiség az ezen torlódás miatt meghiusult híváskísérletek részarányából becsülhető.

F — Annak valószínűsége, hogy egy híváskísérlet meghiusul, de nem a hívott előfizető miatt. Ez a mennyiség azon híváskísérletek részarányából becsülhető, amelyek valamilyen okból nem tudnak átjüni a hálózaton. Ez az ok lehet: torlódás a beszédutakon, hibás műveletek, korai bontás, műszaki hiba, időzítés a közös vezérlő hibája vagy túlterhelése stb. Így $F \cong F_s$.

p — Annak valószínűsége, hogy egy híváskísérlet a hívott előfizető miatt hiúsul meg. Ezt a mennyiséget a hívott előfizető foglaltsága vagy távolléte miatt sikertelen híváskísérletek és az összes, a hálózaton átjutott híváskísérlet arányából lehet megbecsülni.

r — Sikeresség valószínűsége (vagy *hatékonyság*). Ez a mennyiség a beszélgetésben végződő híváskísérletek részarányából becsülhető:

$$r = (1 - p)(1 - F).$$

P — A hiba valószínűsége vagy hibaarány. Ez a mennyiség a beszélgetésben nem végződő híváskísérletek részarányából becsülhető:

$$P = 1 - r = p + (1 - p)F.$$

π — Annak valószínűsége, hogy egy eredeti hívás sikertelenül eltávozik. Ezt a mennyiséget az egy vagy több sikertelen kísérlet után sikertelenül eltávozó eredeti hívások részarányából lehet megbecsülni: $\pi = 1 - r\beta$.

III. Forgalmintenzitások

Forgalomigény: a

Az a hatásos forgalom, amely akkor lenne lebonyolítható, ha minden eredeti hívás sikerülne. A hívásfelépítési időt (beleértve a csengetés idejét is) nem vesszük itt figyelembe. A választott időegység miatt a forgalomigény számértékre meg egyezik az eredeti hívások beérkezési intenzitásával.

Hatásos (számlázott) forgalom: A_e

A beszélgetési időkből összetevődő forgalom:

$$A_e = ar\beta.$$

Meddő (nem számlázott) forgalom: A_i

A sikeres hívások hívásfelépítési időiből (beleértve a csengetési időket is) és a sikertelen híváskísérletek beszédhálózat lefoglalási időiből összetevődő forgalom.

Lebonyolított forgalom: A_s

A hatásos és meddő forgalom összege: $A_s = A_e + A_i$.

A forgalom jövedelmezősége: K

A (jövedelemmel arányos) hatásos forgalom és (F_s rögzítése esetén a befektetéssel arányos) lebonyolított forgalom aránya:

$$K = \frac{A_e}{A_s}.$$

I R O D A L O M

- [1] *Ericsson E. A.*: Man and telephony. *Ericsson Rev.* 49. 1972. 4. pp. 139—150.
- [2] *Ryan, F. A.—Johnson, T. C.*: The cost of getting engaged. *Post Office Telecomm. Journal*, 24.1972.1. pp. 2—3.
- [3] *Cohen, J. W.*: On the fundamental problem of telephone traffic theory and the influence of repeated calls. *Philips Telecomm. Rev.* 18. 1957. pp. 49—100.
- [4] *Eldin, A.*: Approach to the Theoretical Description of Repeated Call Attempts. *Ericsson Technics* 23. 1967. 3. pp. 345—407.
- [5] *Wilkinson, R. I.—Radnik, R. C.*: The character and effect of customer retrials in intertoll circuit operation. 5. ITC 1967. New York.
- [6] *Le Gall*: On a theory of the repetition of telephone calls. Fordítás a következő cikkről: *Annales des Telecommunications*, 24. 1969. 7—8. pp. 261—281.
- [7] *Horváth Gy.*: Sorozatos vonalcsoportok méretezése. *Magyar Híradástechnika*, 2. 1951. 9—10. pp. 10—16.
- [8] *Honi G.*: Ismételt hívások tárgyalásának makromodelljei. *Posta Kísérleti Intézet* 1972. május. Kézirat.
- [9] CCITT, COM XIII—No. 20—E, 1974. Part III. pp. 17—41.
- [10] *Rasmussen, V. E.*: Customer actions where calls are unsuccessful. 5. ITC 1967. New York.
- [11] *Kerebel, R.*: Résultats d'observations des appels téléphoniques inefficaces dans le réseau de Paris. *Commutation & Electronique*, 1969, No. 26. pp. 95—112.
- [12] *Kerebel R.*: Nouveaux résultats d'observations concernant les appels téléphoniques inefficaces. *Commutation & Electronique*, 1970. No. 28. pp. 89—98.
- [13] *Evers, R.*: A survey of subscriber behaviour including repeated call attempts—results of measurement in two PABX's. 6. International Symposium on Human Factors in Telecommunications, Stockholm, 1972. Preprint Book IV. 4. pp. 1—12.
- [14] *Evers, R.*: Measurement of subscriber reaction to unsuccessful call attempts and the influence of reasons of failure. 7. ITC Stockholm, 1973. Preprint Book 544, pp. 1—8.
- [15] *Myskja, A.—Walhnann, O. O.*: An investigation of telephone user habits by means of computer technics. 6. International Symposium on Human Factors in Telecommunications, Stockholm, 1972. Preprint Book IV. 3. pp. 2—12.
- [16] *Myskja, A.—Walmann, O. O.*: A statistical study of telephone traffic data, with emphasis on subscriber behaviour. 7. ITC Stockholm, 1973. Preprint Book 132. pp. 1—7.
- [17] *Pellieux, G.*: Observations sur le comportement de l'abonné au téléphone à fort trafic en cas d'échec. — *Commutation & Electronique*, 1973. No. 42. pp. 20—34.
- [18] *Clos, C.*: Behaviour of DDD Customers on Christmas Day 1958. Contribution to Working Party No. 5. of CCITT Study Group XIII. 1962.
- [19] *Iversen, W. B.*: Analyses of real teletraffic processes based on computerized measurements. *Ericsson Technics*, 29. 1973. 1. pp. 3—64.
- [20] *Guérineau, J. P.—Pellieux, G.*: Nouveaux résultats concernant le comportement de l'abonné du réseau téléphonique de Paris. *Commutation & Electronique*, 1974. No. 45. pp. 53—71.
- [21] *Henneberg, P.*: Die Wiederholung von Anrufversuchen als besondere Form der Wechselwirkung zwischen Fernsprechteilnehmern und Fernmeldenetz. *Der Fernmelde Ingenieur* 28. 1947. 7. pp. 1—38.