

*FEKETE KÁROLY*

# **A KESKENY SÁVÚ ISDN<sup>[1]</sup> PRIMERHOZZÁFÉRÉSÉNEK VIZSGÁLATA KATONAI ALKALMAZÁSI KÖRNYEZETBEN**

A távközlési szolgáltatások fejlődése, az informatika fejlődése mind szorosabb összefonódásuk mellett tovább folytatódik. Az infokommunikációs<sup>[2]</sup> szolgáltatások egyik fő területe a multimédia.

A már meglévő és új termékek, szolgáltatások többek között az alábbiak lehetnek:

- otthonról végzett banktevékenység és vásárlás az Interneten keresztül (teleshopping, illetve telebanking);
- hangtovábbítás az Interneten keresztül;
- e-mail, adat- és World Wide Web hozzáférés a mobiltelefon hálózatokon keresztül, valamint a mobil és stabil katonai kommunikációs rendszerekhez történő vezeték nélküli kapcsolatok felhasználása azoknak a rögzített távközlési hálózatokhoz történő becsatlakoztatása érdekében;
- adatszolgáltatások a digitális közvetítési platformokon keresztül;
- televízióval kombinált on-line szolgáltatások olyan rendszereken keresztül, mint például a Web-tv, valamint szolgáltatás nyújtása digitális műholdakon és kábelmodemeken keresztül;
- hírek, események, videokonferenciák és egyéb audiovizuális szolgáltatások web-en történő közvetítése (webcasting).

Ezek a fejlemények az európai információs társadalom konkrét példáit jelentik [1]. Látható, hogy jelentős változást jelenthetnek a tradicionális távközlési- és médiaszolgáltatások köre és sokfélesége tekintetében is.

---

[1][6] PDH - Plesyochron Digital Hierarchy - Pleziokron digitális hierarchia.

Az új szolgáltatások megjelenésétől és a jelenlegi szolgáltatások fejlesztésétől a katonai vezetési-irányítási információs környezet olyan bővülését várják, amely a hadsereg innovációs képességére és kreatív ambícióira épít, ugyanakkor gerjesztik a katonai műveletek irányítása, vezetése terén az újabb és hatékonyabb kommunikációs szolgáltatások iránti igény kialakulását.

## AZ ISDN PRIMERHOZZÁFÉRÉSE

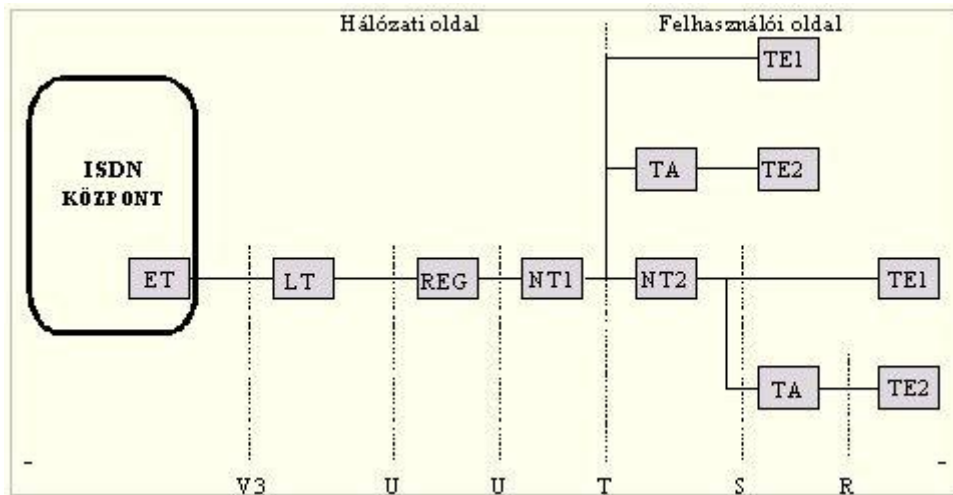
Az ISDN alaphozzáférése által biztosított 2B+1D csatornák átviteli kapacitása az esetek jelentős részében kielégíti a felhasználók forgalmi igényét. Abban az esetben, ha a katonai felhasználók viszonylag kis területen koncentrálnak, vagy azok száma túl nagy, akkor forgalomtorlódás léphet fel. Gyors adatátviteli, képtovábbítási, alközponti és számítógépes alkalmazási igények felmerülése esetén az alaphozzáférés által felkínált kapacitás összességében is kevésnek bizonyulhat.

Szükséges tehát egy lényegesen nagyobb információ átviteli kapacitás igénybevétele. Az ISDN primerhozzáférése harminc darab B típusú, 64 kbit/s sebességű és egy darab D típusú, 64 kbit/s sebességű csatornát (összesen 2048 kbit/s átviteli sebességgel) biztosít egyidejűleg a felhasználónak. A felhasználó—hálózati interfészek vonatkozásában az ISDN primer sebességű hozzáférés elektromos és rétegfunkcióinak sajátosságai a ITU-T<sup>[3]</sup> G.703, G.706 ajánlásai szerintiek [2].

Az ISDN alaphozzáférésehez hasonlóan a primerhozzáférés is duplex, referenciamodellje a 1. sz. ábra szerinti kialakítású.

Az S és T referencia pontokon történhet a felhasználó—hálózati interfészhez a hozzáférés, de a primer sebességű hozzáféréssel kapcsolatos fenntartási követelmények a vonalvégződés és az egyes számú hálózat végződés (NT1) közti digitális vonalszakaszra vonatkoznak. Eltérően az alapsebességű hozzáféréstől, a primerhozzáférés csak pont-pont típusú lehet. Fizikai megvalósítását tekintve, a tápellátás megoldása a primer PCM<sup>[4]</sup> koncepcióját követi.

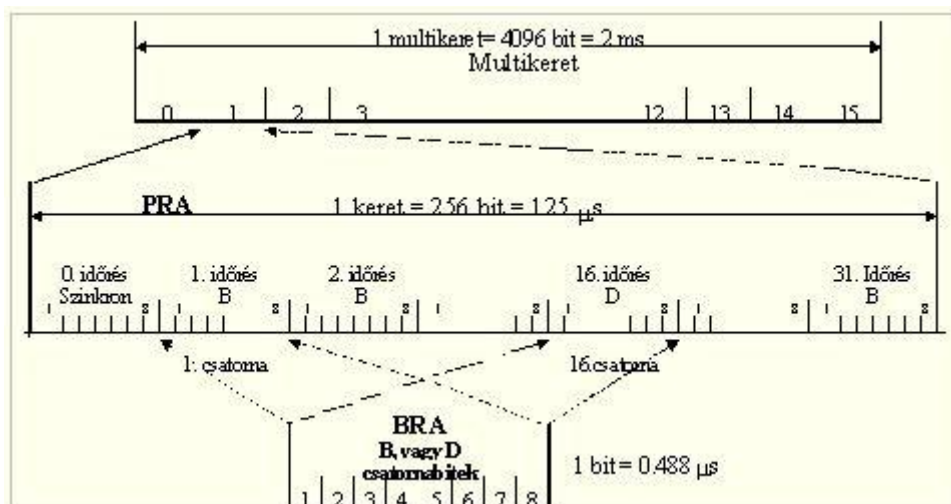
---



1. sz. ábra. Az ISDN primerhozzáférés hivatkozási modellje

## Az ISDN primerhozzáférés keretszervezése

Önmagában a primerhozzáférés keretszervezése a 2 Mbit/s-os jelfolyam csoportokra bontását jelenti. Az időrésben átvitt bitek száma 1—8, ezekből a 0—31 időrés egymás utáni sorozata (2. sz. ábra) alkotja a keretet [3, 108. o.]. A 30x64 kbit/s átviteli sebességű vonalkapcsolt csatornákat a gyakorlatban az 1—15 és 17—31 számozású időrésben, a 64 kbit/s-os csomagmódú csatornát (DSS1 közöscsatornás jelzés átvitel) a 16. időrésben, a keretszinkronizációra vonatkozó időréseket a 0. időrésben továbbítják. Annak érdekében, hogy a fenntartási csatorna ( $S_a$  belső adatátviteli csatorna) és a hibainformációk jelzésének az átvitele megtörténjen, a 0—31 időrésből álló kereteket 16-os csoportokra osztják és 0—15-ig multikeretbe szervezik.



2. sz. ábra. Az ISDN primerhozzáférés keretszervezése

# **A KATONAI KOMMUNIKÁCIÓS RENDSZER ISDN HOZZÁFÉRÉSEINEK FORGALMI VISZONYAI**

A katonai kommunikációs rendszerben a felhasználók információ továbbítási igényeinek a kielégítésére eltérő számú és jellemzőit tekintve különböző típusú eszközt használnak (pl. telefon; G3, G4 fax; multimédiás számítógép). Mind az eszközök által biztosított csatornaszám, mind a csatornák információátviteli kapacitása korlátozott. Ugyanakkor a katonai felhasználói igények kielégítése csak a kommunikációs rendszerben rendelkezésre álló közös erőforrások felhasználásával történhet, ami azzal jár, hogy a meglévő összes csatorna foglaltsága esetén a kommunikációs rendszer képtelen biztosítani az igény szerinti információ átvitelét.

A továbbítható információ ilyen irányú korlátozottsága hatással van a híradó és informatikai szolgálat szolgáltatásainak minőségére, azaz a kommunikációs szolgáltatás szintjére. A szolgáltatás szintje a fellépő kommunikációs igény teljes visszautasítása és a teljes kielégítése között változhat. Nyilvánvaló, hogy az információ átviteli erőforrások korlátozott viszonyai között a szolgáltatások tervszerű méretezésével kell gondoskodni a távközlési forgalmat lebonyolító eszközök, kommunikációs csatornák elégséges mennyiségéről, valamint azok optimális kihasználásáról. Abban az esetben, ha a katonai felhasználók által generált kommunikációs igény kielégítésére a kiszolgáló kapacitás nem elegendő, akkor az igények egy része kielégítetlen marad, vagy a kommunikációs folyamatokat jellemző módon várakozásra, sorbanállásra lesz kényszerítve [4].

Első közelítésben a folyamatosan továbbítandó információtömeg állandó növekedésének kezelésére logikus megoldásként kínálkozik az átviteli csatornák mennyiségi növelése. Változatlan minőségű csatornakihasználás esetén azonban a mennyiségi növekedés bizonyos határon túl a hírközpontban telepített eszközök számát ugrásszerűen megnöveli, a köztük levő kapcsolatrendszer komplexitását a kezelhetetlenségig bonyolíthatja. Mindez az információ időbeni továbbítása, a kapcsolások minősége, gyorsasága és végső soron a vezetés operativitása ellen hat. Megoldást az információtovábbítás hírközponton belüli folyamatainak automatizálása és a híradó csatornák hatékony kihasználása eredményezhet.

Az automatizáltság fokát determinálja a kommunikációs rendszerben található híradó vonalak és hírközpontok automatizáltsága, illetve behatárolják a kommunikációs rendszerben működő technikai eszközök lehetőségei. A vezetés automatizálására szolgáló eszközöknek a vezetési pontok szolgálati munkahelyeire történő telepítésével javul a kellő időben továbbított közlemények aránya, mivel a közlemények időben való továbbítása függ a közleményt feldolgozó szakaszok

számától, valamint a feldolgozási szakaszokban eltöltött feldolgozási időtől. Az automatizált eszközök alkalmazása a feldolgozási szakaszok mennyiségének és a feldolgozási idő tartamának csökkentésre irányul, így statisztikusan nő a közlemények kellő időben történő továbbításának valószínűsége.

## **Az ISDN csoportos hozzáféréseinek forgalmi viszonyai**

A vezetési ponton megjelenő kommunikációs csatornák felhasználása részben a vezetési pont munkahelyein, részben a hírközpont munkahelyein történik. Ennek során a felhasználói vonalak kijelölhetők:

- szolgálati személyek részére személyes használatú egyedi végberendezések formájában;
- törzs, szolgálati ágak, ügyeletek stb. munkahelyein, közös felhasználású csoportos végberendezések formájában.

Ha egyedi végberendezést jelölnek ki, a katonai felhasználó a rendelkezésre álló ISDN vonal alapsebességű, vagy primersebességű kapacitását teljes mértékben kihasználhatja. Nincs forgalmi torlódás, a csatorna rendelkezésre állása 100%-os.

A közös felhasználású végberendezések csoportos kialakítása történhet:

- több ISDN primersebességű és/vagy alapsebességű vonalra csatlakoztatott végberendezés egymáshoz közeli elhelyezésével;
- több végberendezésnek egy ISDN primersebességű és/vagy alapsebességű felhasználói vonalra történő csoportos csatlakozásával;
- az előzőek kombinálásával.

Nyilvánvaló, hogy a katonai hírközpontok kommunikációs lehetőségei végesek, ezért az információ továbbításával kapcsolatos erőforrások felosztásánál törekedni kell a felhasználói vonalak csoportos kijelölésére. Ennek során előnyben kell részesíteni az egy vonalra több felhasználó kijelölésének elvét. Az ISDN kiváló lehetőséget biztosít a szolgáltatások csoportos igénybevételére azonos fizikai hozzáférés esetén. Primersebességű csatornákat vizsgálva, a ISDN alközpont felhasználói oldalán elhelyezkedő felhasználók csoportja, vagy az elsődleges hálózatot tekintve (központ—központ közötti összeköttetés) az azonos prioritású felhasználók csoportja valósíthat meg csoportos hozzáférést.

Elemelve a 2. sz. ábrát, megállapítható, hogy a primersebességű ISDN hozzáférés egyidejűleg többcsatornás felhasználói hozzáférést biztosít. A 2. sz. ábrából levezethető, hogy a kiszolgálási arányszám primersebességű csatornák esetén:

$$\mu_B = \frac{\sum_{s=1}^8 B}{t_{\text{keret}_{\text{prims.}}}}$$

(1)

ami  $\mu_B = 64 \text{ kbit/s}$  forgalmi igény kiszolgálási intenzitást jelent.

Értelmezve 2. sz. ábrát, megállapítható, hogy primersebességű hozzáférés esetén a katonai felhasználók forgalmi igényeinek kielégítését harminc B csatorna ( $m$ ) végzi. Primersebességű hozzáférés esetén a felhasználók száma nincs korlátozva, értéküket adott  $\lambda_k$  átlagos igény intenzitás esetén a forgalmi kiszolgálásuk során megengedhető várakozási valószínűség határoolja.

Az ISDN hozzáféréshez beérkező forgalmi intenzitásra tehát a következő írható fel:

$$\lambda_k = (M/M - k)\lambda, \text{ amikor: } 0 \leq k \leq M.$$

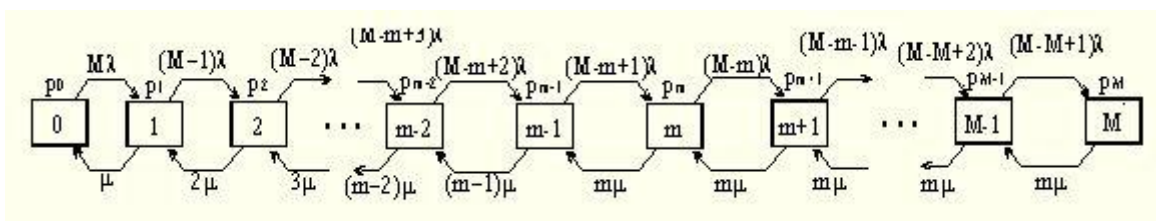
(2)

A kiszolgálási intenzitások nagysága:

$$\mu_k = \begin{cases} k\mu, & \text{ha } 0 \leq k \leq m \\ m\mu, & \text{ha } k \geq m \end{cases}$$

(3)

A (2) és (3)-ban megállapított igénybeérkezési és kiszolgálási intenzitású,  $m$  kiszolgáló csatornával rendelkező,  $M$  katonai felhasználót tartalmazó ISDN hozzáférés állapot átmeneti diagramja a 3. sz. ábrán látható.



3. sz. ábra. Az ISDN hozzáférés általános állapot átmeneti diagramja  $M$  katonai felhasználó jelenléte és

## csoportos hozzáférés esetén

### **M katonai felhasználó jelenléte és csoportos hozzáférés esetén az ISDN hozzáférés 0. állapotának valószínűsége**

Megkülönböztetve  $k$  lehetséges értékének két tartományát, figyelemmel (2) és (3)-ra, a  $k$ . állapot valószínűsége a következők szerint vezethető le:

1.  $0 \leq k \leq m-1$  esetében:

$$p_k = p_0 \prod_{i=0}^{k-1} \frac{(M-i)\lambda}{(i+1)\mu}, \quad \text{majd} \quad p_k = p_0 \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \prod_{i=0}^{k-1} \frac{(M-i)}{(i+1)} \quad (4).$$

Kibontva a produktumot:

$$p_k = p_0 \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \frac{M(M-1)(M-2)\dots(M-k+2)(M-k+1)}{k(k-1)(k-2)\dots 3 \cdot 2 \cdot 1} \quad (5).$$

Az (5) kifejezés nevezőjében  $k!$ -ra ismerve és  $(M-k)!$ -sal bővítve:

$$p_k = p_0 \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \frac{M(M-1)(M-2)\dots(M-k+2)(M-k+1)\dots(M-k)(M-k-1)(M-k-2)\dots 3 \cdot 2 \cdot 1}{k!((M-k)(M-k-1)(M-k-2)\dots 3 \cdot 2 \cdot 1)} \quad (6),$$

majd másképpen felírva:

$$p_k = p_0 \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^k \frac{M!}{k!(M-k)!} \quad (7)$$

Végül felismerve  $M$  elem  $k$ -ad rendű kombinációinak számát:

$$p_k = p_0 \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^k \binom{M}{k} \quad \text{eredmény adódik} \quad (8)$$

2.  $m \leq k \leq M$  esetében, figyelemmel a  $0 \leq k \leq m-1$  tartomány valószínűségeire:

$$p_k = p_0 \prod_{i=0}^{m-1} \frac{(M-i)\lambda}{(i+1)\mu} \prod_{i=m}^{k-1} \frac{(M-i)\lambda}{m\mu} \quad (9)$$

mind

$$p_k = p_0 \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^k \prod_{i=0}^{m-1} \frac{(M-i)}{(i+1)} \prod_{i=m}^{k-1} \frac{(M-i)}{m} \quad (10)$$

Mindkét produktumot elemeiként felírva:

$$p_k = p_0 \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^k \frac{M(M-1)\dots(M-(m-2))(M-(m-1))}{m(m-1)(m-2)\dots 3 \cdot 2 \cdot 1} \cdot \frac{(M-m)(M-(m+1))\dots(M-(k-2))(M-(k-1))}{m^{k-m}} \quad (11)$$

Átrendezve a (11) egyenletet:

$$p_k = p_0 \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^k m^{m-k} \cdot \frac{M(M-1)\dots(M-(k-2))(M-(k-1))}{m(m-1)(m-2)\dots 3 \cdot 2 \cdot 1} \quad (12)$$

A (6) szerint bővítve  $(M-k)!$ -val:

$$p_k = p_0 \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^k m^{m-k} \cdot \frac{M(M-1)\dots(M-(k-2))(M-(k-1))(M-k)(M-(k+1))\dots 3 \cdot 2 \cdot 1}{m!(M-k)(M-(k+1))\dots 3 \cdot 2 \cdot 1} \quad (13)$$

Felismerve, hogy a (13) számlálójában  $M!$  található:

$$p_k = p_0 \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^k m^{m-k} \frac{M!}{(M-k)!} \cdot \frac{1}{m!} \quad (14)$$

Végül  $M$  elem  $k$ -ad rendű kombinációjára kiegészítve:

$$p_k = p_0 \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^k \binom{M}{k} \cdot m^{m-k} \cdot \frac{k!}{m!} \quad (15)$$

Mivel  $p_k$  kifejezésekben (8) és (15) egyaránt szerepel  $p_0$ , ezért viszonylag könnyen meghatározható  $p_0$  értéke:

$$p_0 + \sum_{k=1}^M p_k = 1 \quad (16)$$



innen:

$$1 = p_0 + \sum_{k=1}^{m-1} p_0 \cdot \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \binom{M}{k} + \sum_{k=m}^M p_0 \cdot \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \binom{M}{k} \cdot m^{m-k} \cdot \frac{k!}{m!} \quad (17).$$

Kiemelve  $p_0$ -t, a következő kifejezés adódik:

$$1 = p_0 + p_0 \cdot \sum_{k=1}^{m-1} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \binom{M}{k} + \sum_{k=m}^M \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \binom{M}{k} \cdot m^{m-k} \cdot \frac{k!}{m!} \quad (18),$$

Ezt követően:

$$1 = \frac{1}{p_0 + p_0 \cdot \sum_{k=1}^{m-1} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \binom{M}{k} + \sum_{k=m}^M \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \binom{M}{k} \cdot m^{m-k} \cdot \frac{k!}{m!}}$$

mind

$$1 = \frac{1}{p_0 \cdot \left(1 + \sum_{k=1}^{m-1} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \binom{M}{k} + \sum_{k=m}^M \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \binom{M}{k} \cdot m^{m-k} \cdot \frac{k!}{m!}\right)} \quad (19).$$

Végül  $p_0$ -t kifejezve a következő kifejezés adódik:

$$p_0 = \frac{1}{1 + \sum_{k=1}^{m-1} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \binom{M}{k} + \sum_{k=m}^M \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \binom{M}{k} \cdot m^{m-k} \cdot \frac{k!}{m!}} \quad (20),$$

azaz az ISDN hozzáférés 0. állapotának valószínűségét ( $p_0$ )  $M$  katonai felhasználó jelenléte és csoportos hozzáférés esetén a következő összefüggés határozza meg:

$$p_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^{m-1} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \binom{M}{k} + \sum_{k=m}^M \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \binom{M}{k} \cdot m^{m-k} \cdot \frac{k!}{m!}} \quad (21).$$

## Az ISDN hozzáférés általános állapotátmeneteit jellemző $k$ . állapot valószínűsége $M$ felhasználó jelenléte és csoportos hozzáférés esetén

Ismerve az ISDN hozzáférés kiinduló állapotának valószínűségét, meghatározható a felhasználói igények beérkezési, kiszolgálási és várakozási valószínűségi értékei.

A valószínűségi tartomány két részre oszlik. Az első rész magában foglalja a kiinduló állapotot<sup>[5]</sup>, valamint azokat az eseteket, amikor a beérkező igények kiszolgálására van szabad csatorna. A második résztartomány azokat az eseteket reprezentálja, amikor a beérkező felhasználói kommunikációs igények —szabad kiszolgáló csatorna híján — várakozásra vannak készítelve.

Külön felírva a két tartomány állapotvalószínűségét, majd összegezve azokat, megadható a többfelhasználós ISDN hozzáférések eseteinek az összes valószínűsége.

1.  $0 \leq k \leq m-1$  tartományra (8)-ból és (21)-ből kifejezve:

$$P_k = \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \binom{M}{k}}{\sum_{i=0}^{m-1} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^i \cdot \binom{M}{i} + \sum_{i=m}^M \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^i \cdot \binom{M}{i} \cdot m^{m-i} \cdot \frac{i!}{m!}} \quad (22).$$

2.  $m \leq k \leq M$  előfordulási eseteket tekintve, (15) és (21) figyelembevételével:

Azt az esetet, amikor az ISDN alapsebességű vagy primersebességű csatornáihoz nincs beérkező felhasználói igény.

$$P_k = \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \binom{M}{k} \cdot m^{m-k} \cdot \frac{k!}{m!}}{\sum_{i=0}^{m-1} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^i \cdot \binom{M}{i} + \sum_{i=m}^M \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^i \cdot \binom{M}{i} \cdot m^{m-i} \cdot \frac{i!}{m!}} \quad (23).$$

Összegezve (22)-ben és (23)-ban felírtakat, az ISDN hozzáférés általános állapotátmeneteit jellemző  $k$ . állapot valószínűségét ( $p_k$ ),  $M$  katonai felhasználó jelenléte és csoportos hozzáférés esetén a következő összefüggés határozza meg:

$$P_k = \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \binom{M}{k} \cdot \begin{cases} 1, & \text{ha } 0 \leq k \leq m-1 \\ m^{m-k} \cdot \frac{k!}{m!}, & \text{ha } m \leq k \leq M \end{cases}}{\sum_{i=0}^M \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^i \cdot \binom{M}{i} \cdot \begin{cases} 1, & \text{ha } 0 \leq i \leq m-1 \\ m^{m-i} \cdot \frac{i!}{m!}, & \text{ha } m \leq i \leq M \end{cases}} \quad (24).$$

**Az ISDN hozzáférés csatornáinak a foglaltsági valószínűsége,  
a szabad kiszolgálási csatorna valószínűsége és az ISDN hozzáféréseken levő felhasználók által generált igények várható száma**

Ismerve  $p_k$  értékét, most már könnyen meghatározható az ISDN hozzáférés csatornáinak a foglaltsági valószínűsége, a szabad kiszolgálási csatorna valószínűsége és az ISDN hozzáféréseken levő felhasználók által generált igények várható száma.

A második résztartományra:

$$P(\text{fogl.}) = \sum_{k=m}^M P_k$$

ezért ebbe a (24) szerinti  $p_k$  kifejezést behelyettesítve adódik az ISDN hozzáférés felhasználóinak a sorbanállási valószínűsége.

$$p(\text{sorbanállás}) = \frac{\sum_{k=m}^M \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \binom{M}{k} \cdot m^{m-k} \cdot \frac{k!}{m!}}{\sum_{i=0}^{m-1} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^i \cdot \binom{M}{i} + \sum_{i=m}^M \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^i \cdot \binom{M}{i} \cdot m^{m-i} \cdot \frac{i!}{m!}} \quad (25)$$

Annak a valószínűsége, hogy a beérkező felhasználói igény az ISDN hozzáféréseken szabad kiszolgálási csatornát talál, az első résztartományt vizsgálva:

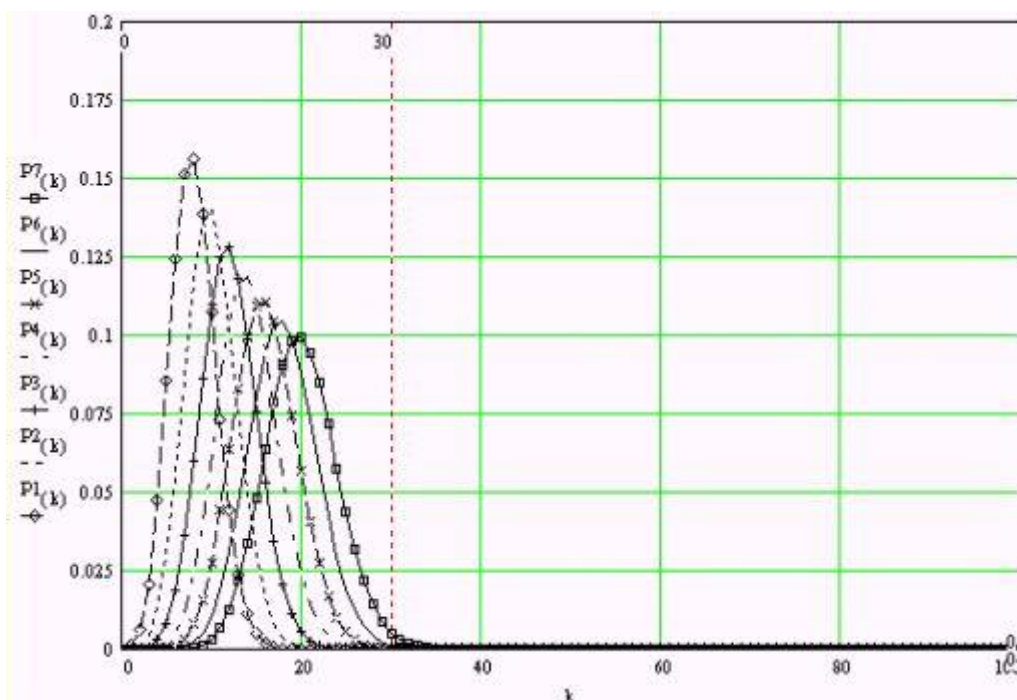
$$N = \sum_{k=0}^M k \cdot p_k$$

és mivel  $0 \leq k \leq M$ , ezért (24) behelyettesítésével:

$$N = \sum_{k=0}^M k \cdot \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \binom{M}{k} \cdot \begin{cases} 1, & \text{ha } 0 \leq k \leq m-1 \\ m^{m-k} \cdot \frac{k!}{m!}, & \text{ha } m \leq k \leq M \end{cases}}{\sum_{i=0}^M \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^i \cdot \binom{M}{i} \cdot \begin{cases} 1, & \text{ha } 0 \leq i \leq m-1 \\ m^{m-i} \cdot \frac{i!}{m!}, & \text{ha } m \leq i \leq M \end{cases}} \quad (27)$$

## AZ ISDN primersebességű hozzáférések szimulációja

Más arányok jellemzik az ISDN primersebességű hozzáférést, hiszen ekkor nagyságrenddel több a rendelkezésre álló csatornaszám és a kiszolgálható felhasználó (4. sz. ábra).



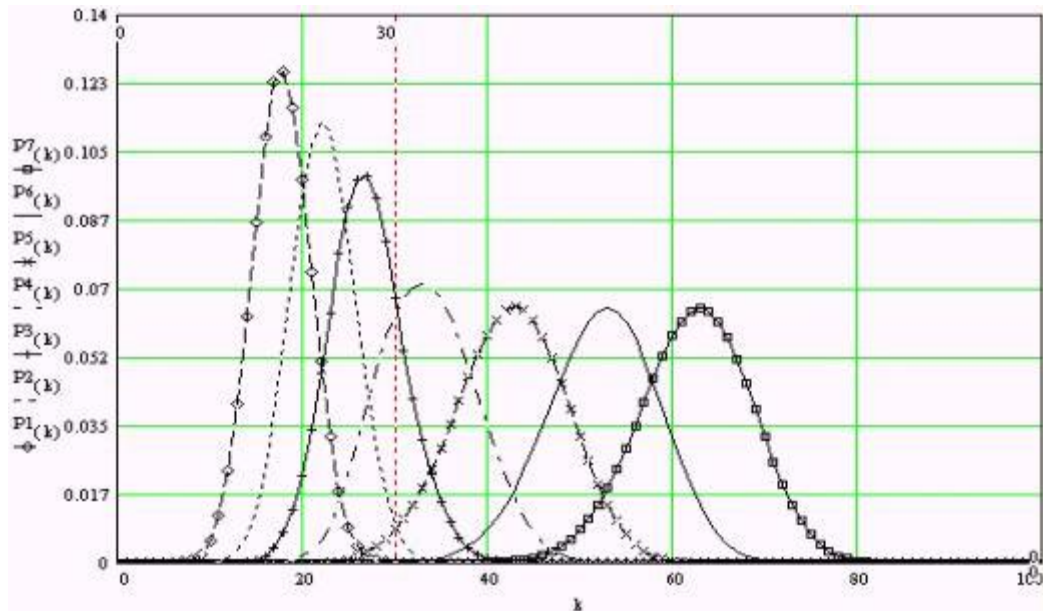
4. sz. ábra. Többfelhasználós ISDN hozzáférések eseteinek a valószínűsége ( $\gamma=0,25$ ; PRA)

1. sz. táblázat

$M$	40	50	60	70	80	90	100
$P_{\text{sorbanállás}}$	$10^{-13}$	$7 \cdot 10^{-10}$	$2 \cdot 10^{-7}$	$10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-4}$	0,002	0,012
$N$	8	10	12	14	16	18	20

**Sorbanállási valószínűség és átlagos forgalmi igény  $\Psi=0,25$ -nél (PRA)**

Relative alacsony forgalmi intenzitás mellett ( $\Psi = 0,25$ ) annak az esélye, hogy az igénylő nem talál szabad csatornát 100 felhasználó egyidejű primersebességű hozzáférésre történő csatlakozása esetén kevesebb, mint 1,5% (1. sz. táblázat). Kisebb felhasználói szám esetén az eredmények még jobbak. 70 főtől lefelé a sorbanállási valószínűség gyakorlatilag elhanyagolható értékű.



**5. sz. ábra. Többfelhasználós ISDN hozzáférések eseteinek a valószínűsége ( $\Psi=0,8$ ;PRA)**

Megnövelve a forgalmi intenzitás értékét  $\Psi = 0,8$ -ra, érzékelhető az ISDN primersebességű hozzáférés tartalékai. Körülbelül 50-55 főig a rendszer úgy viselkedik, mintha a terhelés változatlan maradt volna. Összeomlás 70 felhasználó fölött következik be (5. sz. ábra, 2. sz. táblázat). Megfigyelhető továbbá az a jelenség is a 4. és az 5. sz. ábra alapján, hogy a forgalmi intenzitás növelésével, adott felhasználó számhoz tartozó maximális előfordulási valószínűségű forgalmi esemény magasabb  $k$  értékekhez rendelődik hozzá (modus pont).

2. sz. táblázat

<i>M</i>	40	50	60	70	80	90	100
<i>P<sub>sorbanállás</sub></i>	$8 \cdot 10^{-5}$	0,002	0,26	0,76	0,98	1	1
<i>N</i>	17,7	22,2	27	33,5	42,5	52	62,5

Sorbanállási valószínűség és átlagos forgalmi igény  $Y=0,8$ -nál (PRA)

## KÖVETKEZTETÉSEK

A 2. fejezetből megállapítható, hogy felállítható a katonai kommunikációs rendszer ISDN primersebességű hozzáféréseinek matematikai modellje többfelhasználós környezetben. A modell szimulációjának eredményeképpen az ISDN hozzáférések fontos paramétereit lehet meghatározni.

A kommunikációs rendszer forgalmi viszonyainak tervezése során, kiinduló adatként felhasználva a primersebességű ISDN hozzáféréseket igénybe vevő szolgálati személyek számát, azt követően megbecsülve a béke, készenléti és háborús időszakokra jellemző átlagos forgalmi intenzitás mértékét, majd a (26)-os képletbe behelyettesítve ezeket a kiinduló adatokat, meghatározható az ISDN csatornák szabad hozzáféréseinek a valószínűsége.

A kiinduló adatokkal, a (27)-es kifejezésbe történő behelyettesítéssel, meghatározható az adott ISDN hozzáféréseken levő katonai felhasználók átlagos száma, majd a (25)-ös képlet segítségével az ISDN csatornákra történő várakozás valószínűségének a nagysága. Ismerve ez utóbbi értéket, eldönthető, hogy különböző beosztású szolgálati személyeknek adott forgalmi viszony mellett, elegendő-e az ISDN központ által felkínált csatorna hozzáférési valószínűség, vagy növelni kell a csatornák számát.

A kiinduló adatként használt átlagos forgalmi intenzitások értékét a csapatgyakorlatok tapasztalatai alapján célszerű meghatározni, így az ISDN hozzáférések csoportos felhasználása esetén a (25)—(27) képletek segítségével eredményesen modellezhető a hírközponthoz csatlakozó, különböző beosztású szolgálati személyek által generált kommunikációs igények kiszolgálásának a mértéke. A forgalmi események számítógépes szimulációjával a legfontosabb paraméterek táblázatos és grafikus formában előre kiszámíthatók és megjeleníthetők, így a hírközpont tervezése, üzemeltetése során hatékonyan és szemléletesen méretezhetők az erőforrások leterheltségével kapcsolatos forgalmi viszonyok.

A szimulációk eredményeképpen megállapítható, hogy az ISDN primerhozzáférés által felkínált forgalmi viszonyok az esetek egy részében nem kielégítő

minőségűek. Ebből kiindulva a katonai kommunikációs rendszer korlátozott kommunikációs lehetőségei esetén tehát az ISDN szolgálat-szolgáltatás halmazból a prioritás (elsőbbségi kategória) képző speciális teleszolgálatot kell igénybe venni.

Forgalmi torlódás tehát beszéd- és adat típusú kommunikáció esetén is prognosztizálható. Az egyidőben több 64 kbit/s sebességű ISDN csatorna lefoglalásával járó kommunikáció (például 6xB csatornás — közepes minőségű-videokonferencia) a hagyományos távközlést és informatikai szolgáltatást igénybe venni szándékozó katonai felhasználók “alulkiszolgálásához” vezethet.

A probléma megoldását első megközelítésben a primerhozzáférések számának mennyiségi növelése hozhatja. A Magyar Honvédség jelenlegi PDH<sup>61</sup> típusú mikrohullámú gerinchálózata azonban részben túlterhelt és az ISDN primerhozzáféréshez szükséges 2 Mbit/s-os csatornák számának további növelése nehézkessé és bonyolulttá teszi a hálózatvezérlést.

Teljes megoldást egy elvileg is új kommunikációs lehetőség az Aszinkron Transzfer Módus (ATM) jelenthet, mely a konvergencia jelenlegi irányát figyelembe véve felkínálja az információ típusától független, hatékony kommunikáció lehetőségét.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

"Zöld könyv" az információs társadalom fejlődéséről. <http://www.itb.hu/dokumentumok>, European Commission, DG XIII A4, B-1049 Brussels, Belgium.

CCIR Recommendation: Primary rate User-Network Interface. Layer 1 specification, Recommendation I.431, Recommendations of the CCIR, Helsinki, 1993. Vol. 5.1. (Interface at 2048 kbit/s, Electrical characteristics). 26. o.

GRIFFITHS, John M.-ADAMS, Peter-HOVELL, John: ISDN Explained. 2nd ed. Chapt. 5.1.4.: Binary organization of Layer 1 frame. Chichester, Baffins Lane, 1992, 70. o.

DEVECSERY Lászlóné: Matematika III. Fej. 1.3.: A beérkezési folyamat jellemzése. Jegyzet, ZMKA, Budapest, 1989, 19. o.

BOZSÓKI István-MOLNÁR Béla-FRIGYES István: Híradástechnika. Fej. 18.2.1.: Integrált Szolgáltatású Hálózatok: Hozzáférési késleltetés. GÉHER Károly (szerk). Budapesti Műszaki Egyetem. Műszaki Könyvkiadó, 1993, 219. o.

---