

# THSZ

## Távközlő hálózatok és szolgáltatások

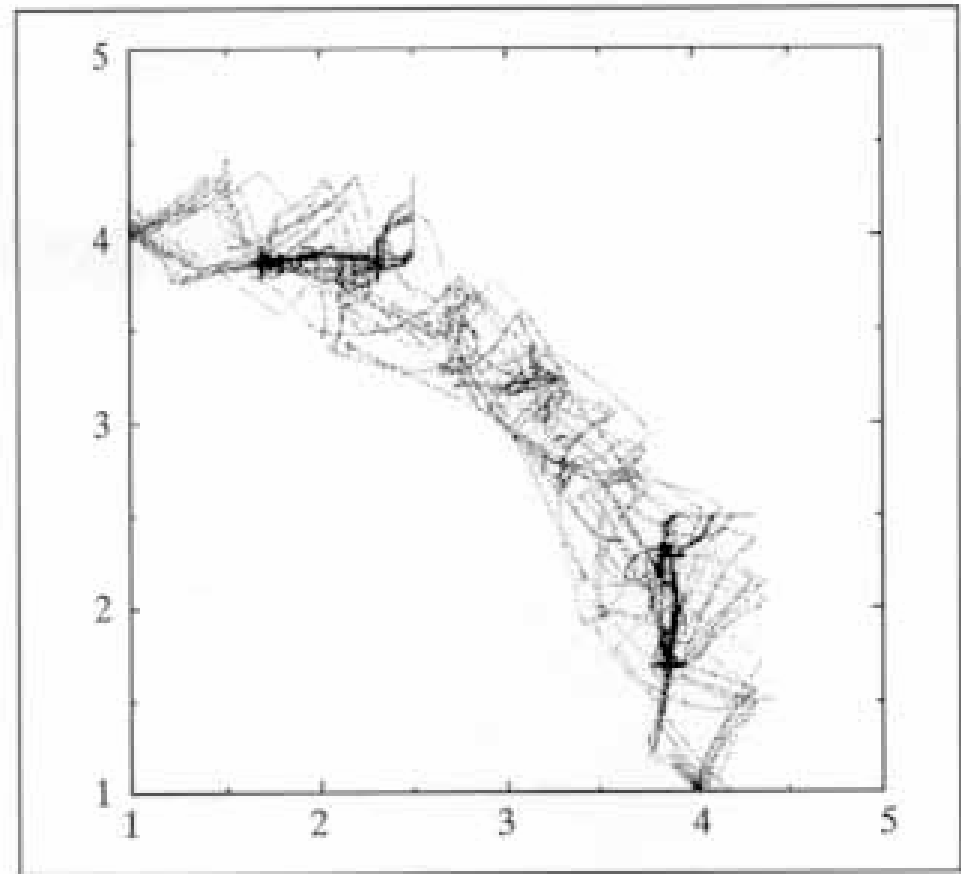
### Hálózati szolgáltatások

*Dr. Henk Tamás*

*BME TMIT*

*2009. dec. 9*

*Kép: kaotikus megoldás*



# A tantárgy felépítése



- 1. Bevezetés
- 2. IP hálózatok elérése távközlő és kábel-TV hálózatokon
- 3. VoIP
- 4. Kapcsolástechnika
- 5. Mobiltelefon-hálózatok
- 6. Jelátviteli követelmények, kodekek
- 7. Forgalmi követelmények, hálózatméretezés
- 8. Jelzésátvitel
- 9. Gerinchálózati technikák
- **10. Hálózati szolgáltatások** 
- 11. Távközlő rendszerek telepítése és üzemeltetése

# Az előadás felépítése

---

## Hálózati szolgáltatások:

### □ Infokommunikációs hálózatok:

szg.-, távközlő és műsorközlő hálózatok  
konvergenciája

### □ QoS / megbízhatóság és kihasználtság:

felhasználói és szolgáltatói érdekek

### □ Hálózati szolgáltatás modellek

### □ Hálózatok összekapcsolása

### □ Szolgáltatás elterjedtségi görbék



# Számítógép-hálózatok főbb jellemzői

---

## 1. Intelligens végberendezés

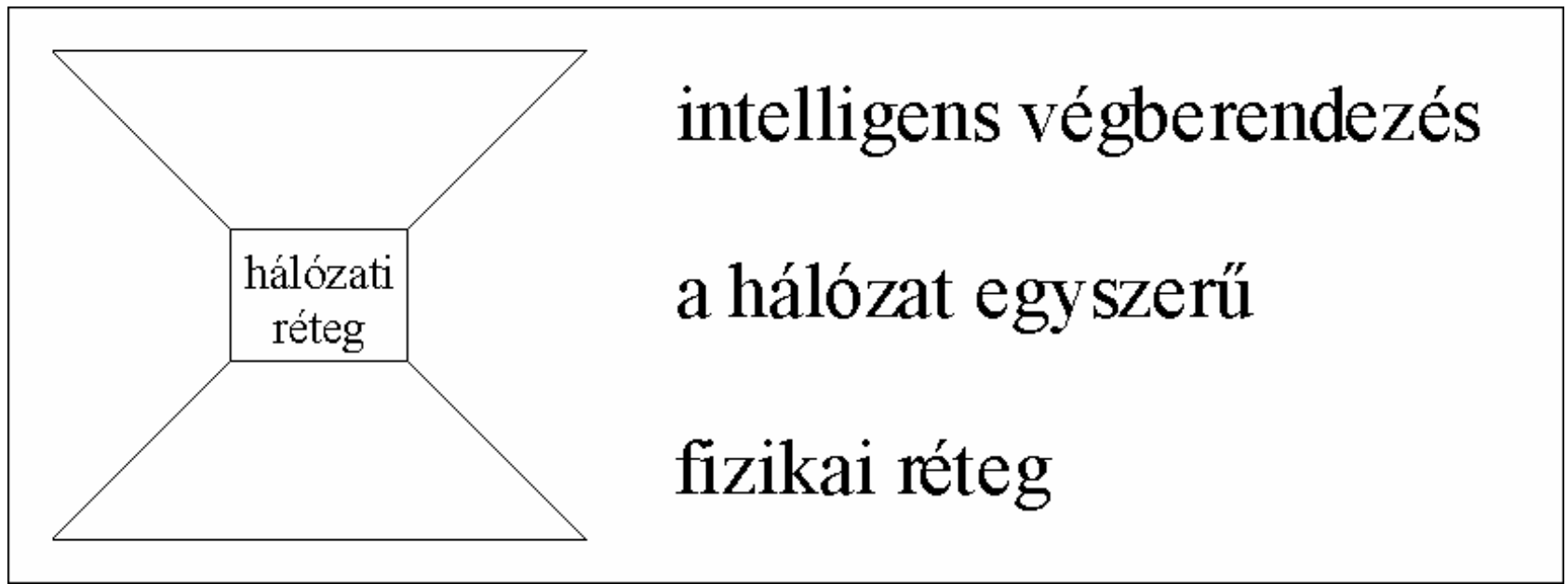
- A végberendezés is ellát olyan funkciót, ami a hálózat működésével függ össze
- TCP torlódásvédelmi funkciója:  
ha az IP hálózat torlódik, akkor a TCP **visszaszabályozza a küldési sebességet**
- **Értelmezés, lásd Szg-hálók tantárgy:**
  - az ok (torlódás) és a beavatkozás szétválik
    - rétegben: IP és TCP
    - helyben: hálózat belseje és széle
    - időben

# TCP/IP hálózat modellje

---

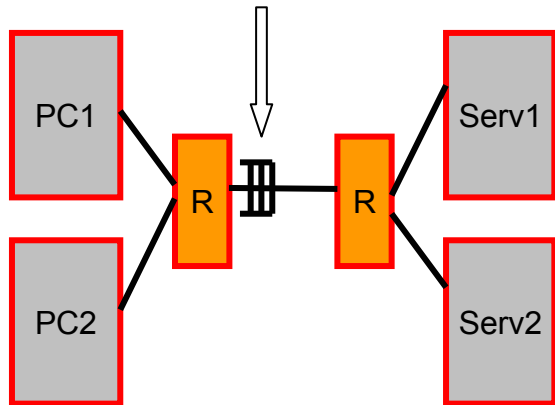
## Következmények:

- Egyszerű IP hálózat: elsősorban csak útválasztás, gyors és olcsó,
- borsztös (csomós) a végpontok forgalma,
- adaptív a végpontok forgalma, az IP hálózatokban ugyanis a TCP/IP forgalom dominál
- a végberendezések rángatják egymást, esetleg kaotikus forgalom

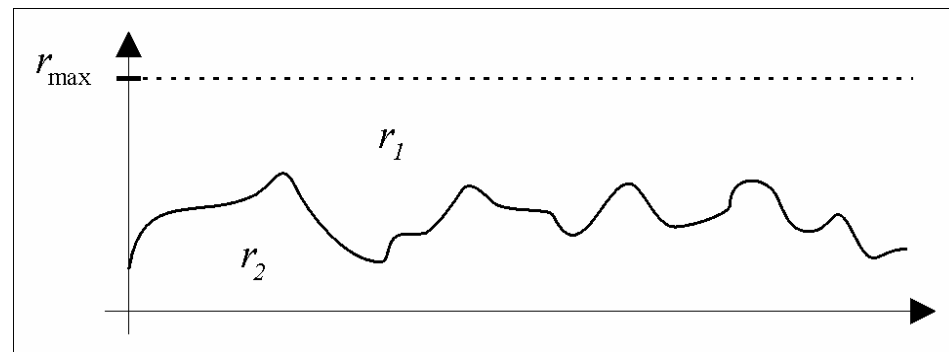
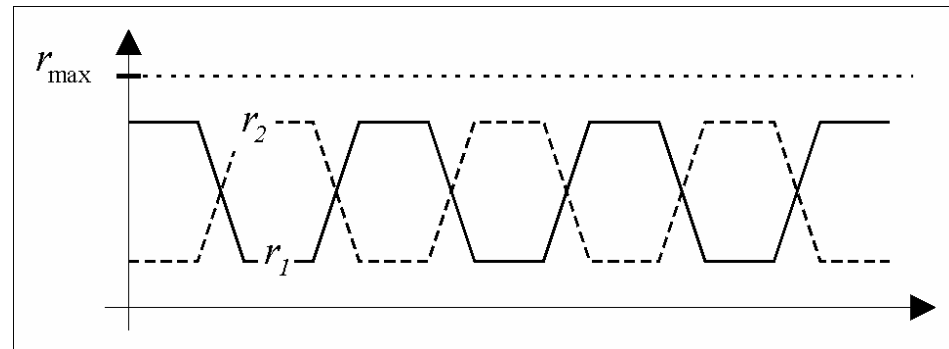
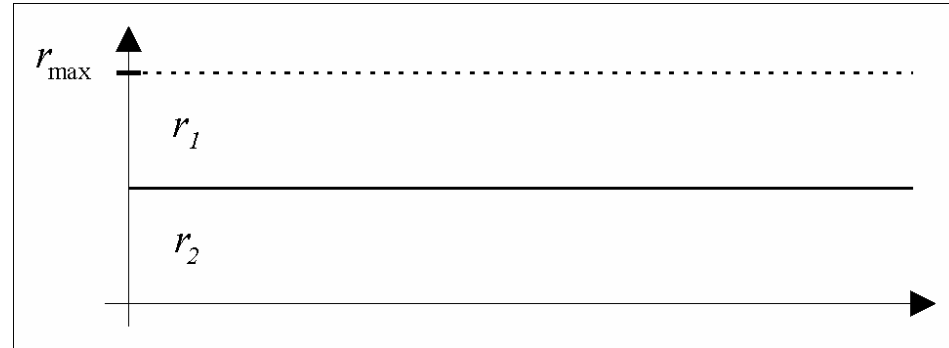


# Kaotikus forgalom lehetősége

nagy és csomós forgalom,  
szűk keresztmetszet

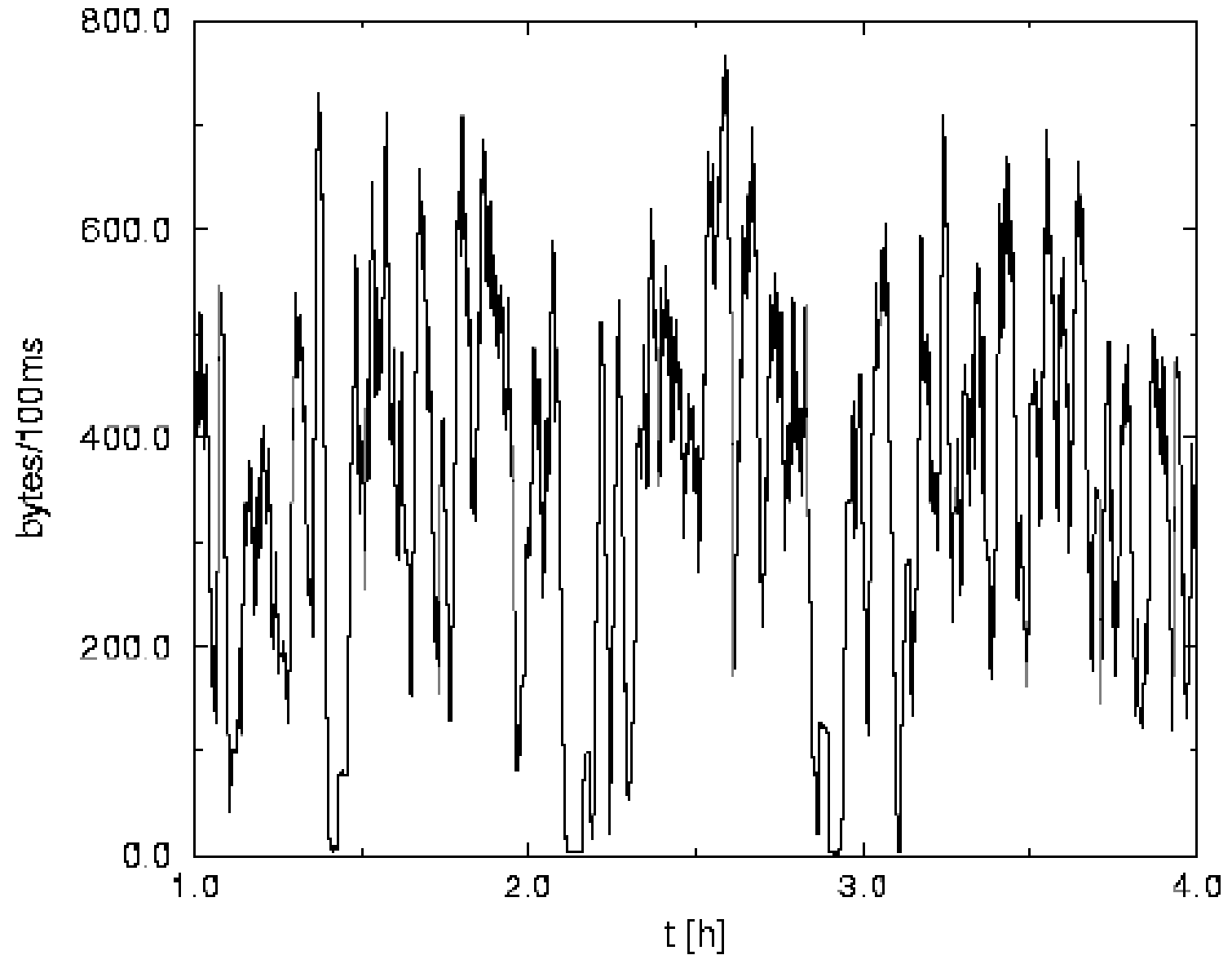


a végberendezések  
rángatják egymást



# Kaotikus forgalom

---



# Kaotikus megoldás jellemzői

---

- nemlineáris diff.egyenlet **lehetséges megoldás típusa**, **függ** a diff.e. **nemlinearitásától, fokszámától, paramétereitől és a kezdeti feltételeitől**
- a **megoldás** önmagába **soha nem tér vissza**, a megoldás időfüggvénye ránézésre **zaj-szerű**
- a **megoldást** a diff.e. és a kezdeti feltételek meghatározzák, ezért a megoldás **determinisztikus**
- az  **$x(t)$  vs  $x'(t)$**  síkon ábrázolt **attraktor** bonyolult, de **struktúrált** kép
- számos természeti, fizikai és műszaki jelenség **modellezésére alkalmas**



# Számítógép-hálózatok főbb jellemzői

---

## 1. Intelligens végberendezés:

a végpontok forgalma összetett

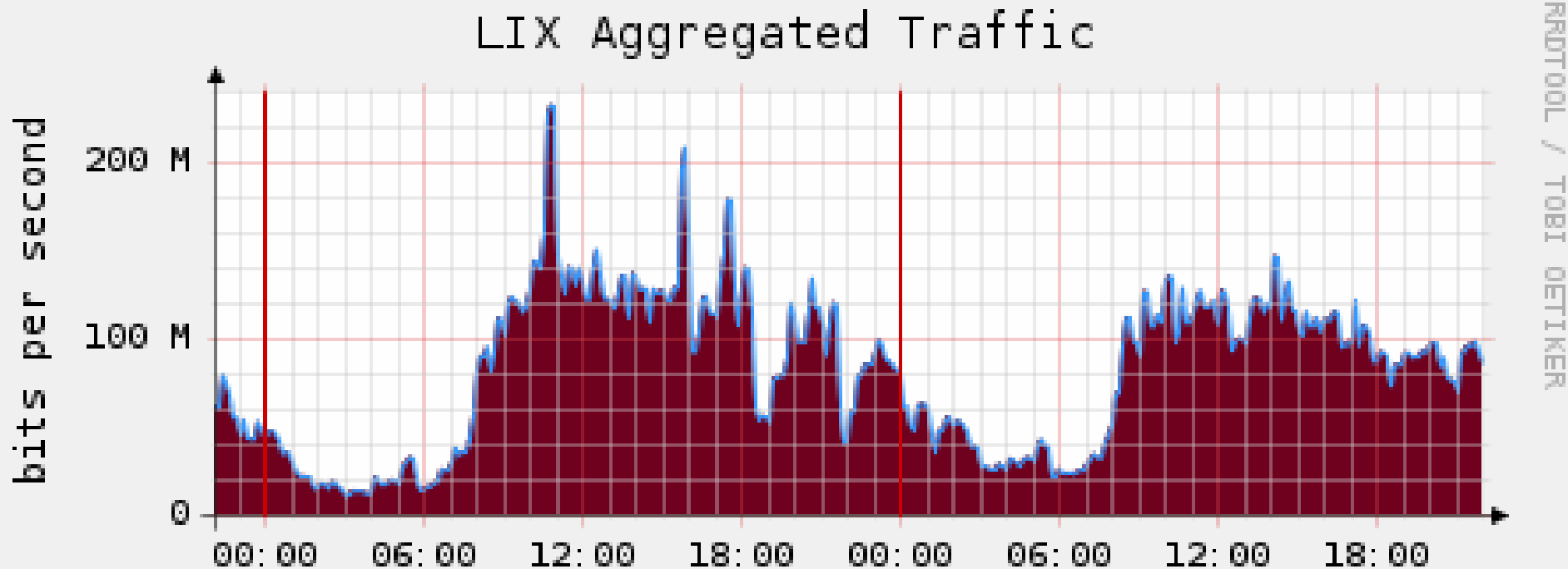
## 2. Az aggregált forgalom nem simul ki

### 1. és 2. következményei:

- Nincs hálózatméretezési lehetőség
- Nincs QoS és megbízhatósági garancia
- További következmények:
  - valós idejű szolgáltatások korlátai
  - megbízható szolgáltatások korlátai
  - ~ csak átalány díjszabás a hozzáférésért

# Luxembourg Internet Exchange statistics

<http://www.lix.lu/>



Last update: Tue Dec 8 22:00:01 CET 2009

■ In	Curr: 86.42 Mb/s	Avg: 81.80 Mb/s	Max: 232.25 Mb/s
■ Out	Curr: 86.46 Mb/s	Avg: 81.80 Mb/s	Max: 232.29 Mb/s

# Távközlő hálózatok főbb jellemzői

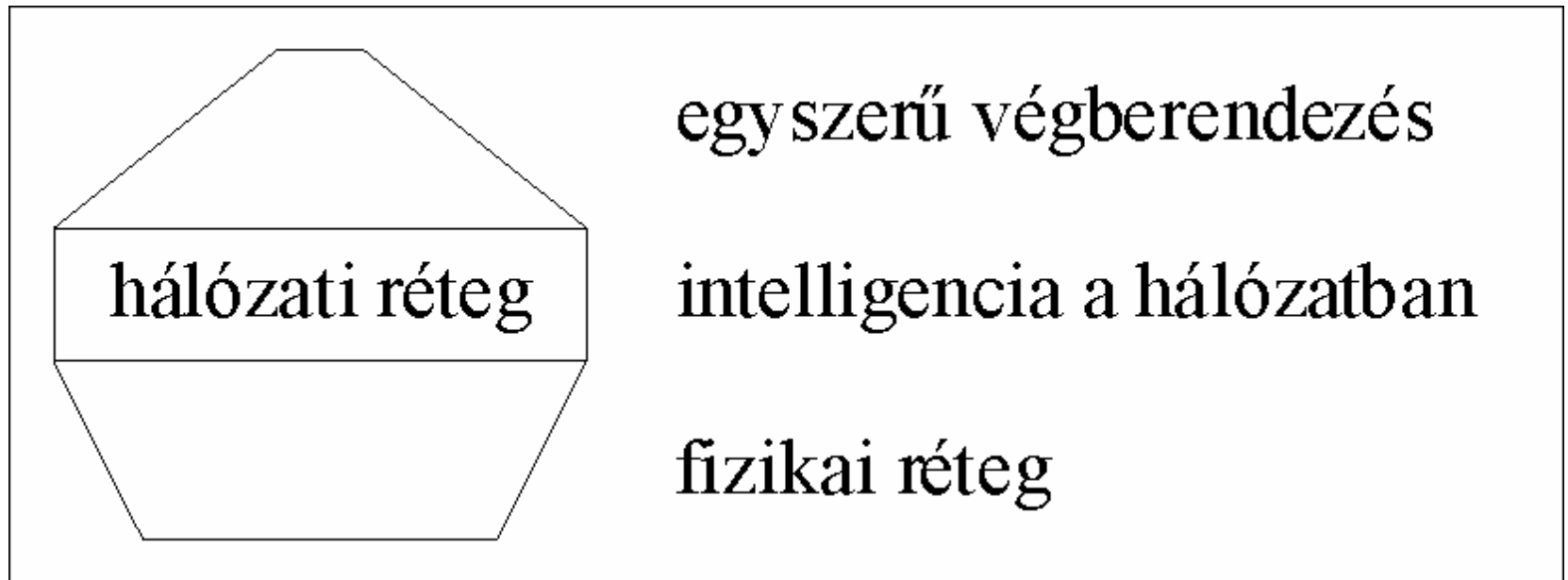
---

## 1. A végberendezés ~ nem intelligens

- A kapcsolat létrejötte után a végberendezés nem lát el olyan funkciót, ami a hálózat működésével függ össze
- Következmények:
  - Bonyolult hálózati (kapcsolási) réteg: a hálózat intelligenciája a kapcsolóközpontokban és a bázisállomásokban van koncentrálnva
  - a forgalom nem adaptív, mobil: FR/HR kodek, de nem a végberendezés dönt!
  - stacioner forgalom, a végberendezések nem rángatják egymást

# Távközlő hálózat modellje

---



# Távközlő hálózatok főbb jellemzői

---

- 1. A végberendezés ~ nem intelligens**
- 2. Az aggregált forgalom tipikusan kisimul**  
**THSZ17, 6.oldal**

## **1. és 2. következményei:**

- Van hálózatméretezési lehetőség**
- Van QoS és megbízhatósági garancia**
- További következmények:**
  - valós idejű szolgáltatásokra alkalmas**
  - megbízható szolgáltatásokra alkalmas**
  - differenciált díjszabás**  
**a távolság, az időzóna, a szolgáltatás fajtája és a szolgáltatás időtartama szerint**

# Összefoglaló összehasonlítás

---

## Számítógép-hálózat:

- számítógépeket köt össze - egyszerű hálózattal
- felhasználó => hálózat

## Távközlő hálózat:

- igényes hálózat telepítése
- szolgáltatás felajánlása előfizetőknek
- hálózat => felhasználó

# Összehasonlítás alkalmazási példán

---

## Mérésadatgyűjtési feladat atomreaktorban:

- QoS és megbízhatóság lényeges szempont
- Megoldás:
  - távközlő jellegű hálózattal, függetlenül attól, hogy adatok átviteléről van szó
  - ATM hálózat !

# Konvergencia: Infokommunikációs hálózat

1. A végberendezés:  
egyre intelligensebb a **távközlő hálózatokban** is,  
bár hálózati funkciója egyelőre nincs
2. A forgalom egyre csomósabb a **távközlő hálózatokon** is, az átvitt IP forgalom miatt



# Konvergencia: Infokommunikációs hálózat

---

## 3. Az **IP hálózatok** megbízhatóságát növelik, pl.

- topológia és forgalomirányítási hierarcha,
- kolokációs vagy kollokációs vagy infrastruktúra központ, Bp-en több is, pl.: <http://www.t-systems.hu/> > Dataplex collocation: „közös elhelyezés”

the act or result of placing or arranging together megbízható üzemeltetési körülmények kisebb IP alapú hálózatoknak

- **BIX: Budapest Internet Exchange, THSZ21**

<http://www.bix.hu/>

budapesti adatkicserélő központ

a magyar internetszolgáltatók (ISP) között

## 4. Kísérletek az **IP hálózatokon** elérhető QoS javítására: Intserv, Diffserv, MPLS, prioritás TOS mezővel

# Műsor-szétosztó és elosztó hálózat

---

- **Hagyományosan:**  
egyirányú kábel-TV vagy műsorszóró hálózat,  
pont-többpont összeköttetés
- **Konvergencia:** kétirányúsítják mindkettőt
- **Következmény:**  
**verseny**
  - a szélessávú hozzáférésért
  - és a távbeszélő szolgáltatásért

# Az előadás felépítése

---

## Hálózati szolgáltatások:

- Infokommunikációs hálózatok:

  - szg.-, távközlő és műsorközlő hálózatok konvergenciája

- **QoS / megbízhatóság és kihasználtság:**





  - felhasználói és szolgáltatói érdekek

- Hálózati szolgáltatás modellek

- Hálózatok összekapcsolása

- Szolgáltatás elterjedtségi görbék

# A QoS/megbízhatóság eszközei

---

## □ **Forgalom irányítás (dinamikus - statikus)**

ára: bonyolult hálózati réteg

## □ **Forgalomkezelés:**

- Beléptetés, pl CAC, szerződés forrásparaméterekre, forgalom mérése a hálózaton és a forráson.

Hálózaton: végberendezés vagy sávszélesség ügynök (Bandwith Broker) méri.

- Rendszabás (policing), a CAC szerződés megsértésének szankcionálása
- Elsőbbség kezelés, pl. osztályozás és ütemezés
- Sebességszabályozás, pl. adaptív forgalom

ára: bonyolult hálózati réteg

# A QoS/megbízhatóság eszközei

---

## □ **Erőforrás kezelés**

- **túlméretezés** (over provisioning, TCP/IP)

ára: túlméretezett hálózati réteg

- **erőforrás foglalás**

**ezt kell megfizetni a felhasználónak!**

áramkörkapcsolás, sáv szélesség foglalás (ATM),  
dinamikus útvonalkezelés (MPLS, Diffserv, Intserv)

ára: bonyolult hálózati réteg

## □ **Megbízhatóság:**

védelem beépítése

ára: túlméretezett hálózati réteg

# Kitérő: Távbeszélő hálózatok megbízhatósága

---

- **Valóban működő rendszer!**
- **Ritka kivételek azért akadnak, pl:**
  - **Magyarország, 1998. december.**  
**„Hirtelen havazás”, GSM hálózatok rövid időre összeomlanak.**  
**(Szilveszterkor nem omlanak össze a rendszerek, csak átmenetileg túlterhelődnek)**
  - **AT&T 1990. jan. 15. SS7 szoftver downgrade segített -- egy fél nap után**

**THSZ08, 16. old.**

# QoS & megbízhatóság: következtetés

---

## Hálózat minősége ⇔

1. Felhasználó érdeke
2. Szolgáltató ezért tud számlázni

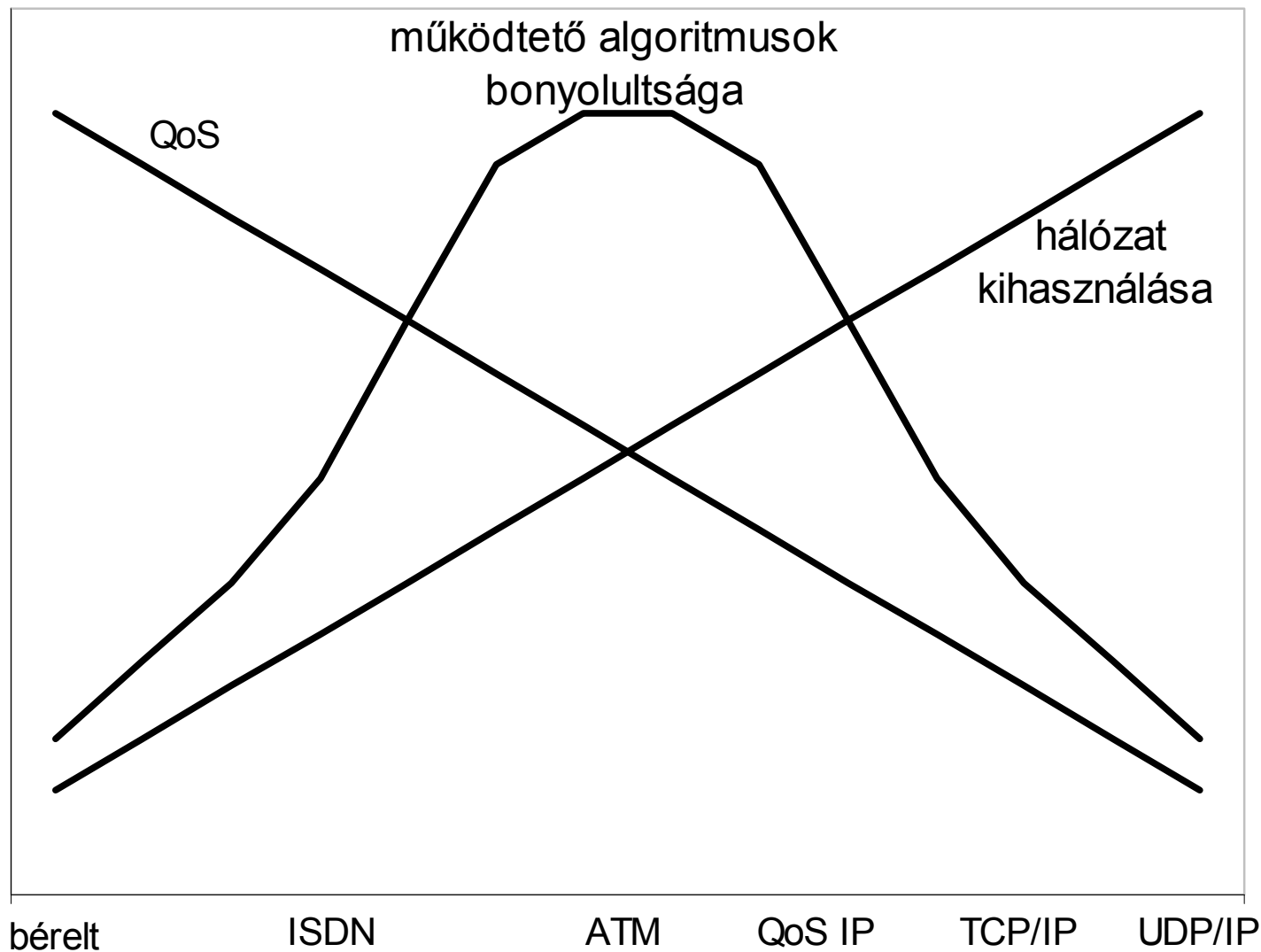
## Hálózat kihasználtsága

1. Szolgáltató érdeke
2. Felhasználónak ezért lehet olcsóbb

## Hálózat megbízhatósága ⇔

1. Felhasználó érdeke
2. Szolgáltató ezért tud számlázni

# A hálózat nyereságát befolyásoló tényezők





# Az előadás felépítése

---

## Hálózati szolgáltatások:

- Infokommunikációs hálózatok:  
szg.-, távközlő és műsorközlő hálózatok  
konvergenciája
- QoS / megbízhatóság és kihasználtság:  
felhasználói és szolgáltatói érdekek
- **Hálózati szolgáltatás modellek**
- Hálózatok összekapcsolása
- Szolgáltatás elterjedtségi görbék



# 1. Bérelt és kapcsolt hálózatok & szolg.-k

---

## □ **THSZ21 is!**

## □ **Bérelt hálózat, Leased Line:**

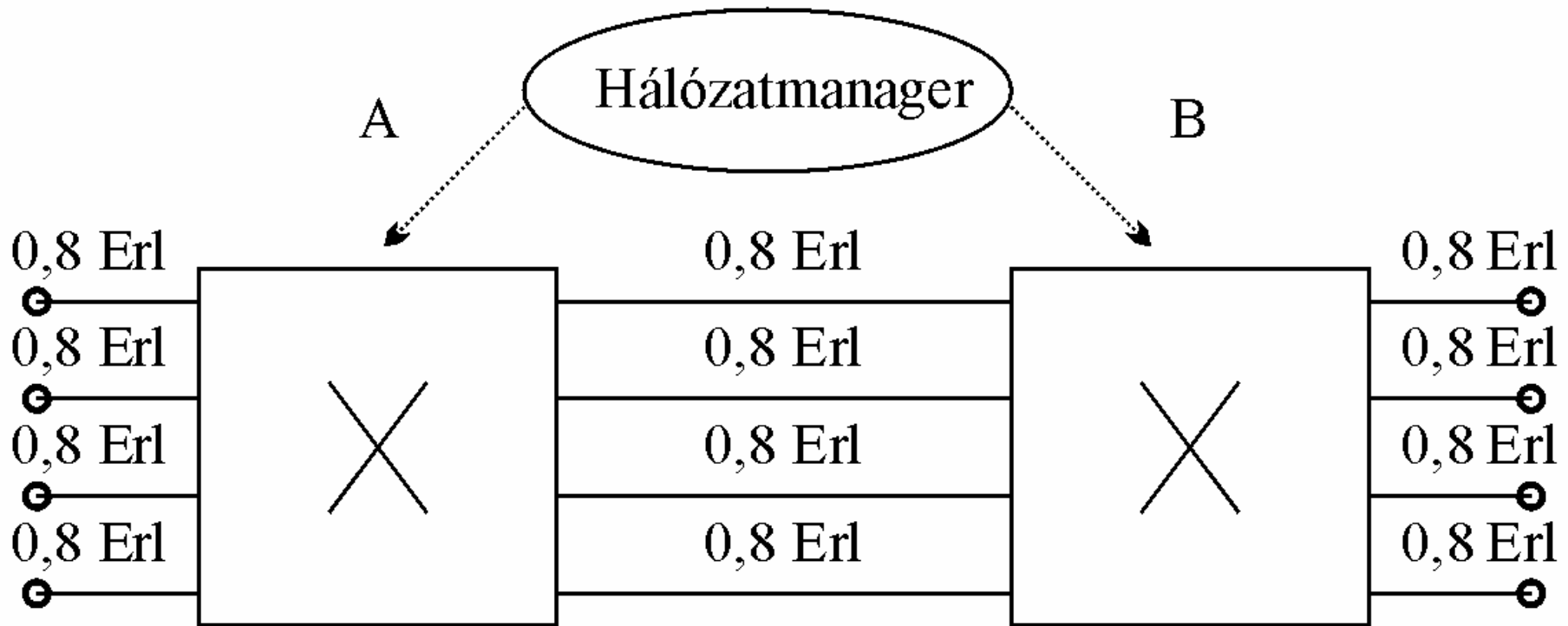
- hosszú időre bérelik
- alapvetően rögzített átviteli utak és transzport hálózati eszközök

## □ **Menedzselt bérelt hálózat**

### **Managed Leased Line, MLL:**

- az igények időnként változnak, érdemes a hálózatot időnként elektronikusan újrakonfigurálni,
- beépített DXC-eket használ a konfigurálásra

## Egyszerű modell:



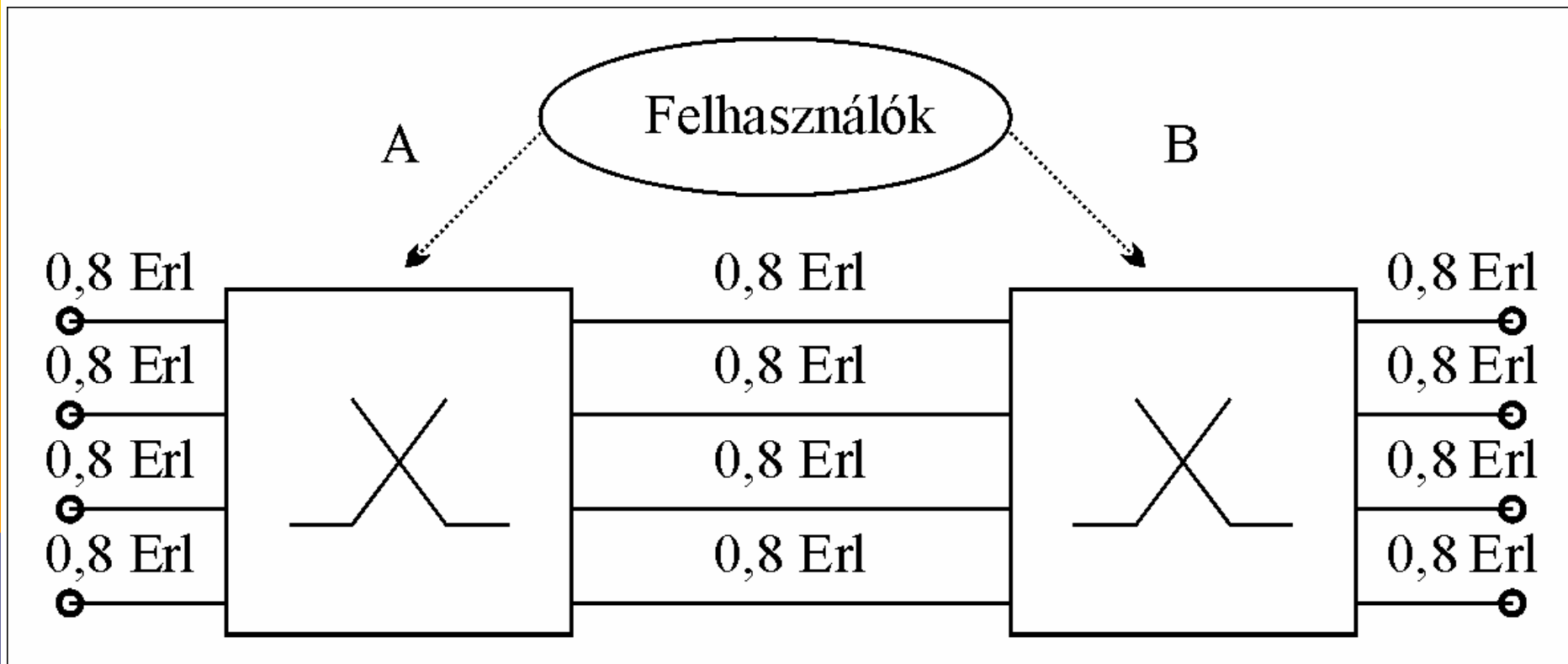
# Bérelt hálózat jellemzői

---

- ❑ Nagy a forgalmi igény a forgalmas órában mérve, nincs lehetőség forgalomsűrítésre.
- ❑ Időszakonként rögzített felhasználó párokat szolgálunk ki, pl. kommunikáció előre meghatározott szerverrel.
- ❑ Igény kiváló minőségre és megbízhatóságra.
- ❑ A rendezőkben a hálózatmenedzser a bérleti szerződés alapján állítja be, hogy ki kivel legyen összekötve (MLL).
- ❑ Nincs jelzés és kapcsolás. A végberendezésen nincs jelzőmű.
- ❑ A bérleti szerződés hosszú időtávú. Akkor is béreljük, amikor nem viszünk át forgalmat.

# Kapcsolt (switched) hálózat

- Nagy előfizetői forgalom esetén:



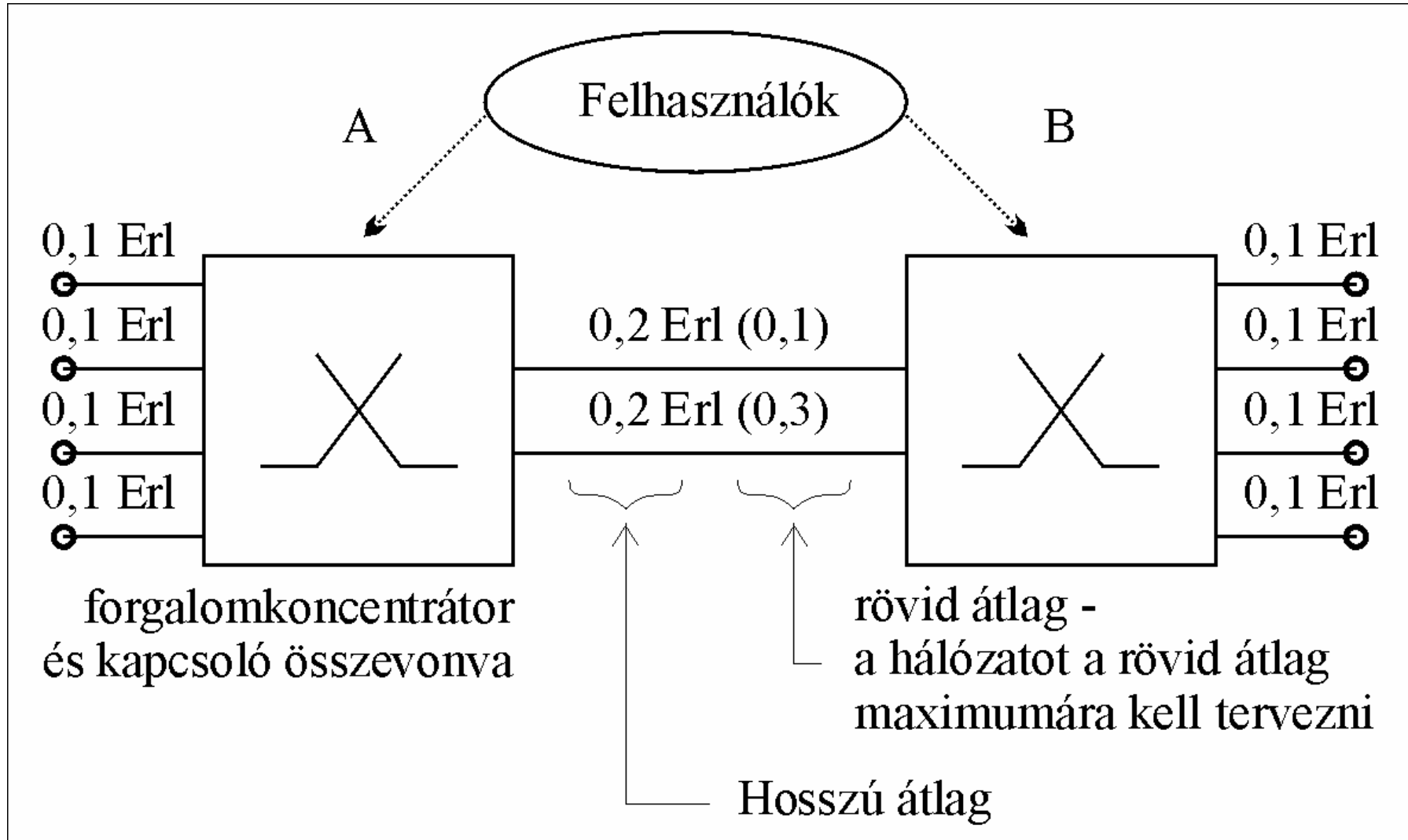
# Jellemzők

---

- ❑ **Nincs forgalomsűrítés, a gerinchálózatban annyi vezeték fut, ahány előfizető van.**
- ❑ **Mivel nincs forgalomsűrítés, nincs hívásblokkolás sem.**
- ❑ **A kapcsolatot jelzésfolyamat építi fel és bontja le.**
- ❑ **Dinamikusan változhatnak a felhasználó párok.**
- ❑ **Bontható a kapcsolat, ha nem viszünk át forgalmat.**
- ❑ **A kapcsolás zajt hoz be (QoS romlás) és rontja a megbízhatóságot.**

# Kapcsolt hálózat

## □ Kis előfizetői forgalom esetén:



# További jellemzők

---

- Felléphet **hívásblokkolás**, hiszen forgalomsűrítést alkalmaztunk.
- A gerinchálózatot kb. 0,3 Erl intenzitásra kell tervezni, hogy kicsi legyen a hívásblokkolás valószínűsége. A 0,3 Erl bármelyik gerinc-hálózati vezetéken előfordulhat mint rövid idejű átlag érték.
- Így a hívásblokkolás csak késlelteti a kapcsolat felépítését.
- Nagy kiterjedésű és forgalmú kapcsolt hálózatokban rendezők **is** vannak: DXC, OXC



## 2. Magán és közcélú hálózatok

---

- **Közcélú vagy nyilvános (public) hálózat:**  
bárhol, bármikor, bárki számára elérhető, ha meg tudja fizetni, akár a „fa tetejére” is.
- **Magán (private) hálózat:**  
intézmények tartják fent, intézményen belül térítésmentes. Pl.: Műszaki Egyetem belső telefonhálózata.

# Lehetséges kombinációk

---

## Hálózatok és hálózati szolgáltatások lehetséges kombinációi:

- nyilvános kapcsolt,
- nyilvános bérelt,
- magán kapcsolt,
- magán bérelt,  
itt magán célú szolgáltatást nyújt, aki szolgáltatja a bérelt vonalat.

**Pl. a BME telefonközpontja:**

**kapcsolt magán hálózat.**

# Bérelt és kapcsolt szolgáltatási modellek

---

## Szolgáltatási modellek bérelt és kapcsolt hálózatokon:

### Bérelt szolgáltatási modellek:

- Bérlés alapján nyújtott szolgáltatás
- Kérés alapján nyújtott szolgáltatás
- Rendszeresen nyújtott szolgáltatás

### Kapcsolt szolgáltatási modell:

- Igény szerint nyújtott szolgáltatás

### További felosztások:

- pont-pont (point-point) szolgáltatás
- pont- több pont (point-multipoint) szolgáltatás
- VPN (Virtual Private Network),  
virtuális magánhálózat
  
- **Kombinációs lehetőségek**

### 3. Rögzített és mozgó szolgáltatások

---

- **Rögzített (fix): a végberendezés nem mozog.**
- **Mozgó (mobile): a végberendezés mozoghat.**
  
- **További kombinációs lehetőségek:**
  - bérelt - kapcsolt,
  - magán - közcélú
  - stb.
  
- **Lehetséges vizsgafeladat, pl:**
  - „kérés alapján nyújtott rögzített pont-pont magánhálózati szolgáltatás” értelmezése**  
(itt magán, aki szolgáltat a kért hálózati kapacitással)

## 4. Hálózatközi szolgáltatások

---

Távközlési szolgáltató nyújtja más szolgáltatóknak, hálózati szerződés alapján:

- **Bérelt vonali**, sávszélesség és QoS specifikáció pl. hálózat kiegészítésére
- **Hordozó hálózati**, pl. IP SDH felett
- **Összekapcsolási**, pl. távbeszélő és GSM
- **Hálózat hozzáférés**, pl. ISP
- **Virtuális magánhálózati**, vállalat több telephellyel  
VPN

# Az előadás felépítése

---

## Hálózati szolgáltatások:

- Infokommunikációs hálózatok:  
szg.-, távközlő és műsorközlő hálózatok  
konvergenciája
- QoS / megbízhatóság és kihasználtság:  
felhasználói és szolgáltatói érdekek
- Hálózati szolgáltatás modellek
- **Hálózatok összekapcsolása**
- Szolgáltatás elterjedtségi görbék



# Hálózatok összekapcsolása

---

- **Hordozó hálózat és szolgáltatás:**
  - bearer network and service
  - átlátszó adatátvitel, végberendezés és alkalmazás nélkül
  - más hálózatokat köt össze adott sebességgel.
  
- **Távszolgáltató hálózat:**
  - teleservice network
  - végberendezés és alkalmazás tartozik hozzá
  - pl. távbeszélő hálózat

**onlinekönyv 5.3.1.ábra**

# Távszolgáltatások

---

## Távszolgáltatás (teleservice):

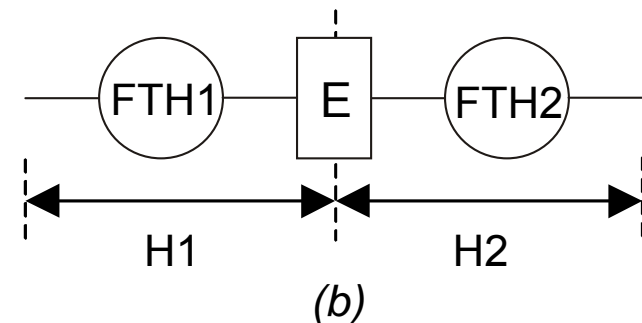
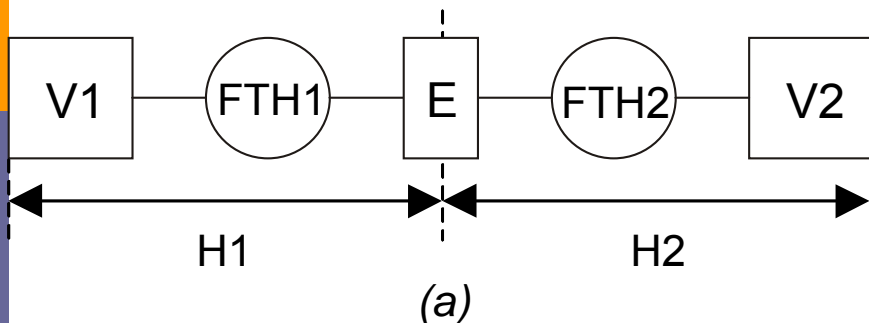
- Infokommunikációs (communication) szolgáltatás két vagy több **távoli** felhasználó között, az üzemeltetők megállapodása szerint :
  - ember- ember között
  - ember - gép között
  - gép - ember között,
  - gép - gép között.
- Összetevői:
  - hordozó hálózat
  - végberendezés
  - alkalmazás
  - szolgáltatás



# Hálózatok egyenrangú összekapcsolása

- (a) két távszolgáltató hálózat együttműködése
- (b) két hordozó hálózat együttműködése

**E: együttműködtető egység**  
(interworking unit, IWU),  
átjáró (gateway)



H1, H2: hálózatok  
V1, V2: végberendezések

FTH1, FTH2: forgalmi törzshálózatok  
E: együttműködtető egység

# Egyszerűsített modell

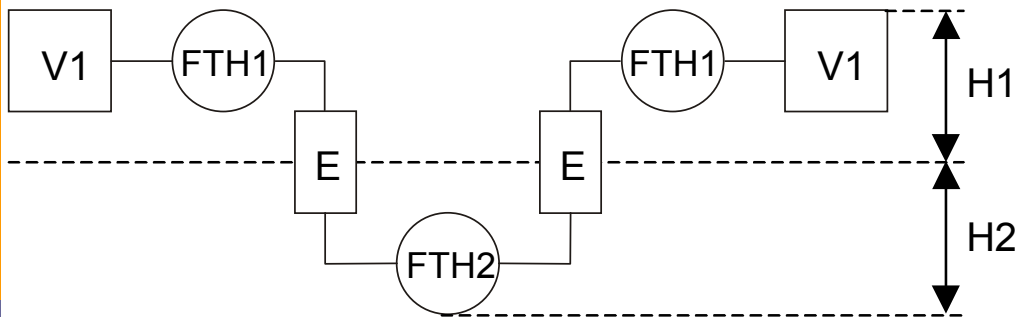
---

**Egyenrangúan együttműködő hálózatok  
egyszerűsített jelölése:**



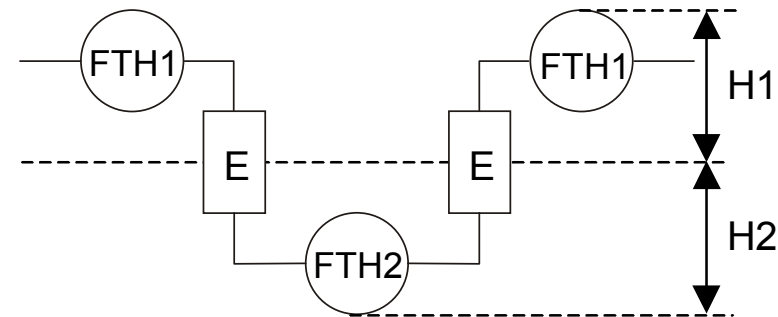
# Hálózatok hierarchikus összekapcsolása

- (a) Egy hordozó és egy távszolgáltató hálózat együttműködése
- (b) két hordozó hálózat együttműködése



(a)

H1, H2: hálózatok  
V1: végberendezés



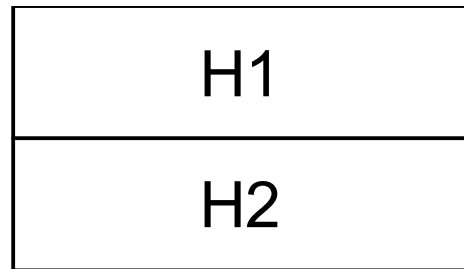
(b)

FTH1, FTH2: forgalmi törzshálózatok  
E: együttműködtető egység

# Egyszerűsített modell

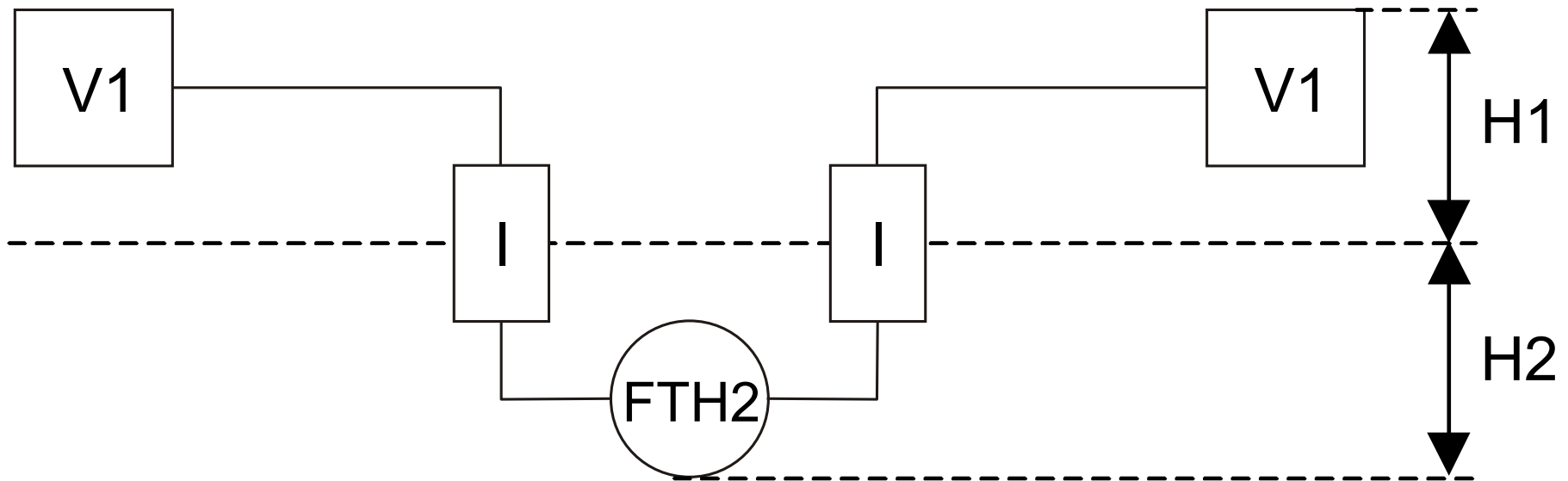
---

**Hierarchikusan együttműködő hálózatok  
egyszerűsített jelölése,  
mint a réteges hálózati felépítés alapja:**



# Elfajuló eset

## Hierarchikus együttműködés elfajuló távszolgáltató hálózattal



H1, H2: hálózatok  
V1: végberendezés

FTH2: forgalmi törzshálózat  
I: illesztő egység

# Az előadás felépítése

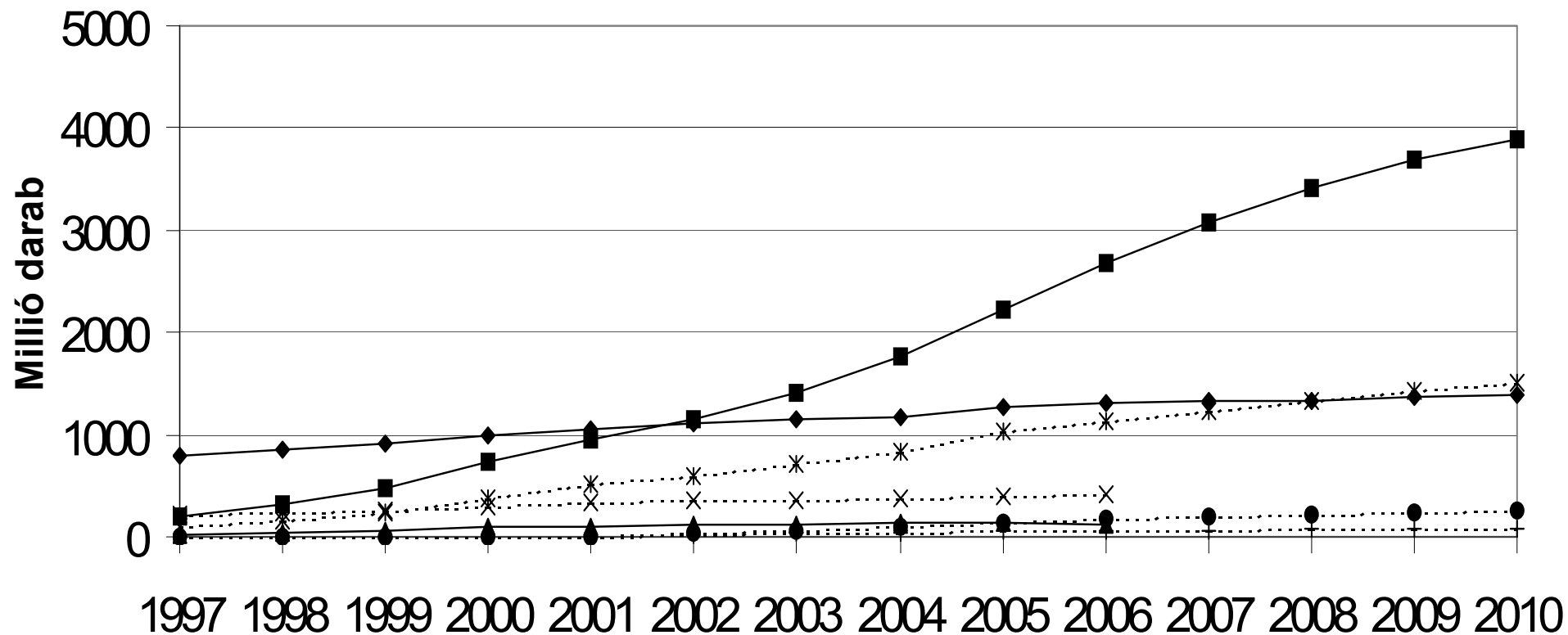
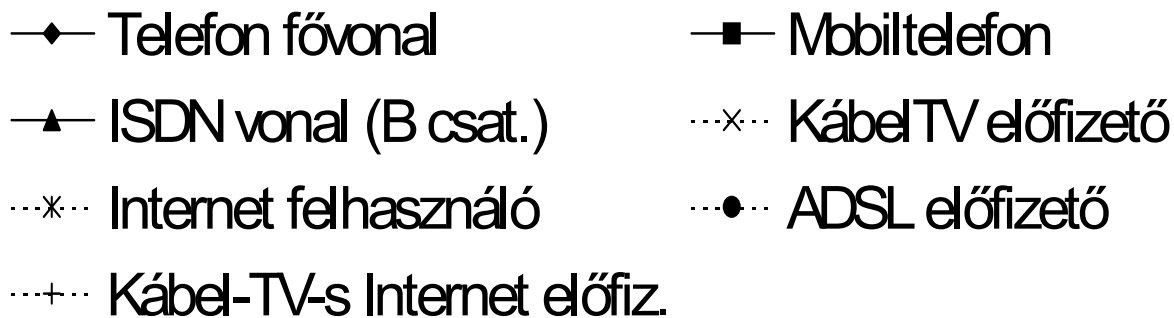
---

## Hálózati szolgáltatások:

- **Infokommunikációs hálózatok:**  
szg.-, távközlő és műsorközlő hálózatok  
konvergenciája
- **QoS / megbízhatóság és kihasználtság:**  
a felhasználói és szolgáltatói érdekek
- **Hálózati szolgáltatás modellek**
- **Hálózatok összekapcsolása**
- **Szolgáltatás elterjedtségi görbék**

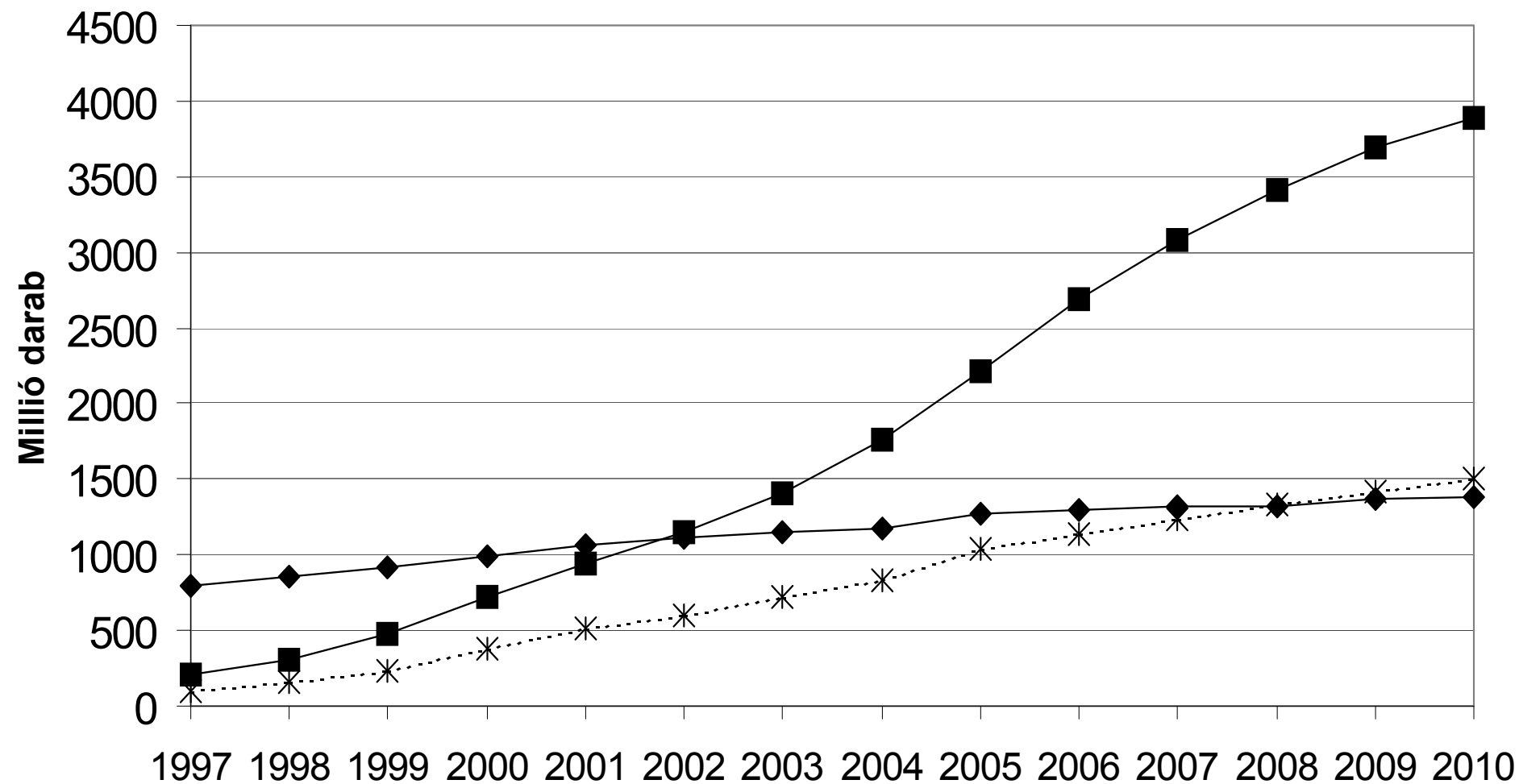


# Elterjedtség: a világ távszolg. trendjei 1.



# Elterjedtség: a világ távszolg. trendjei 2.

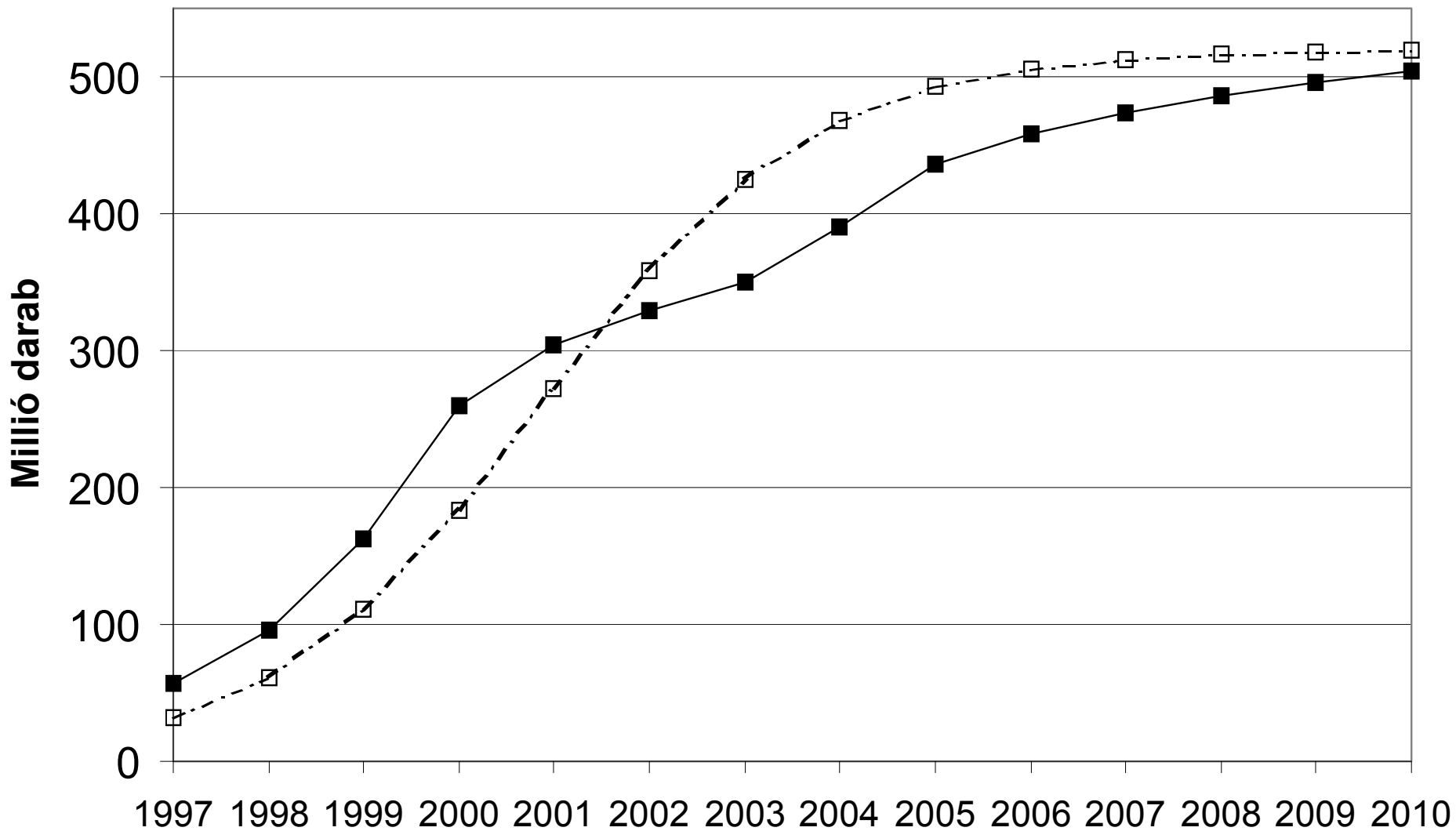
◆ Telefon fővonal ■ Mobiltelefon ...\*... Internet felhasználó





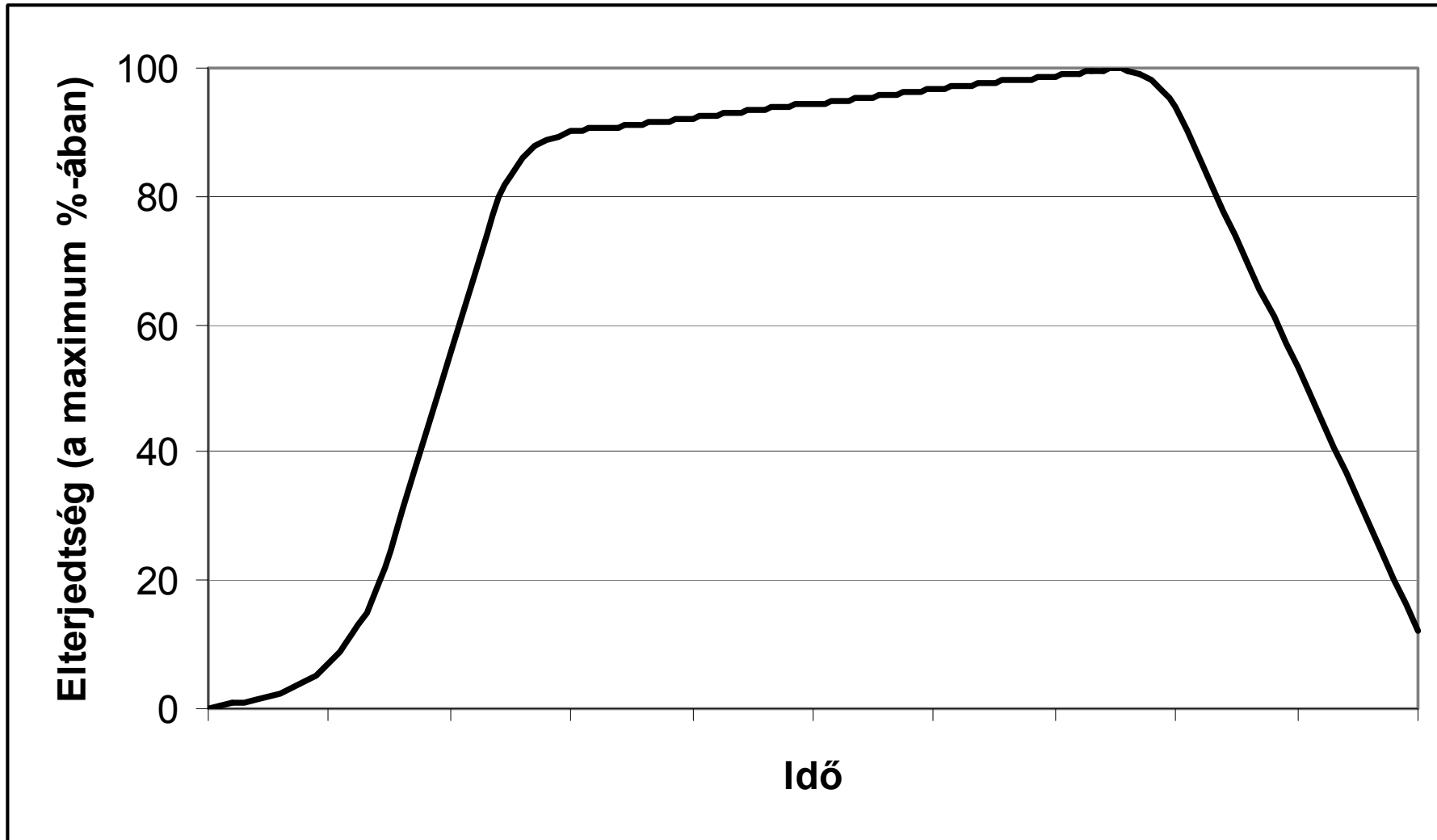
# Ny-Eu. mobiltelefon ellátottsága vs. Logisztikai görbe

■ Ny-Eu. mobiltelefon ellátottsága    -□- Logisztikai görbe

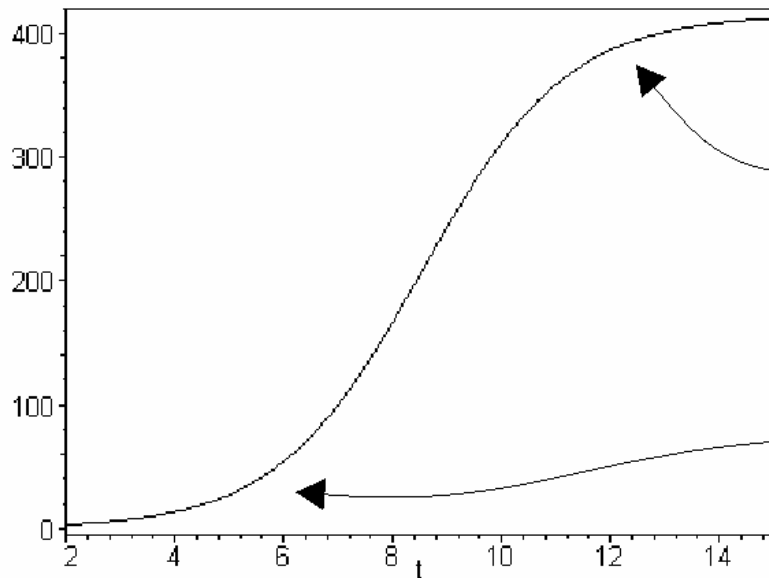


# Egy tipikus életgörbe

---



# Logisztikai görbe 1.



majd csökken, mikor közeledik a maximális populációhoz

$$\frac{dL(t)}{dt} = \frac{\alpha}{k} \cdot L(t) \cdot [k - L(t)]$$

kezdetben egyre nő a meredekség

## Jelölések:

- $L(t)$ : terjedelem az idő függvényében,
- $\alpha$  : meredekségi tényező,
- $k$ : maximális populáció,
- $m$ : kezdeti paraméter

## Logisztikai görbe 2.

---

- A differenciálegyenlet megoldása:

$$L(t) = \frac{k}{1 + m \cdot e^{-\alpha \cdot t}}$$

- A kezdeti paraméter meghatározása:

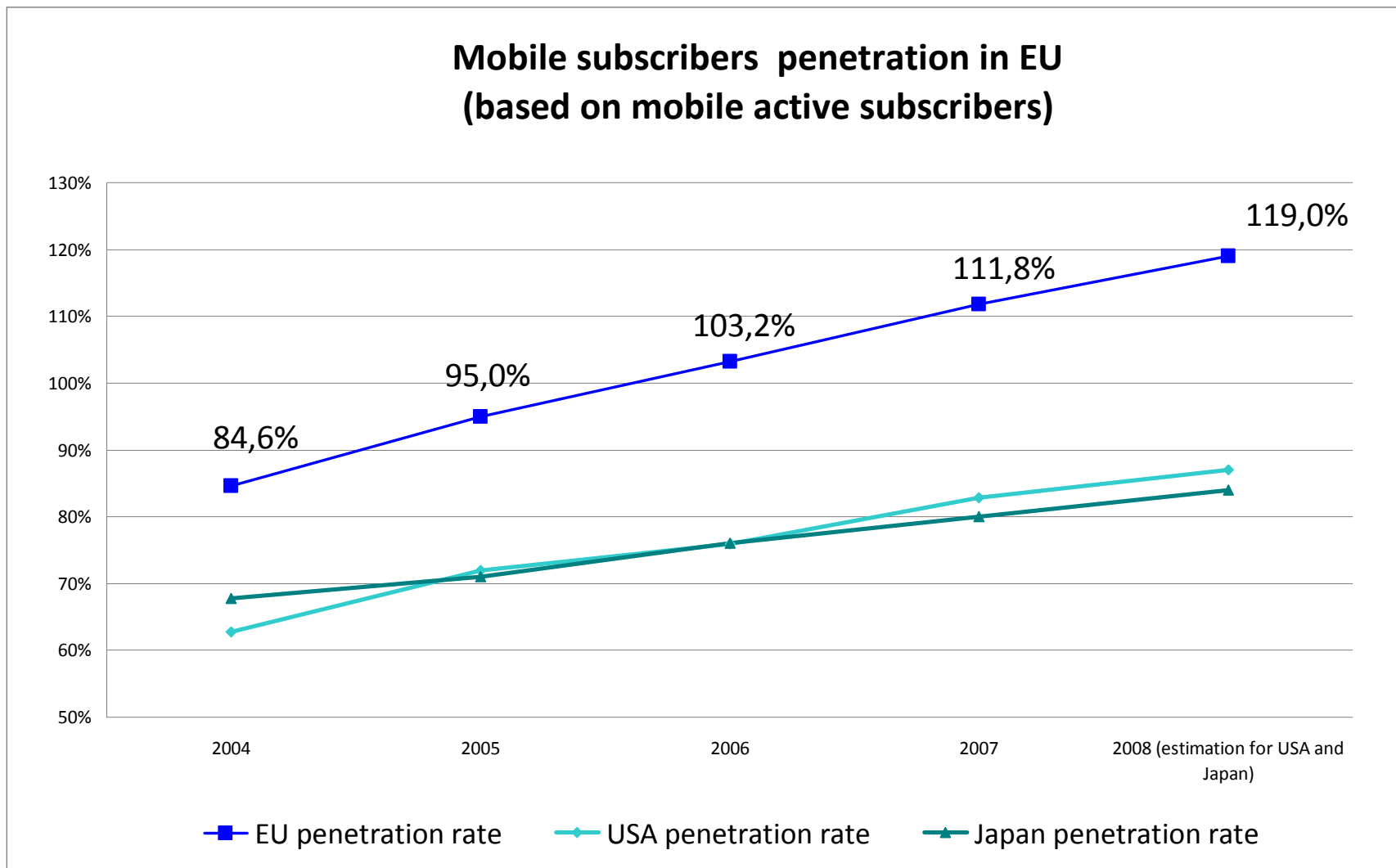
$$L(0) = \frac{k}{1 + m}$$

# A Ny-Eu. mobil logisztikai görbe paraméterei

---

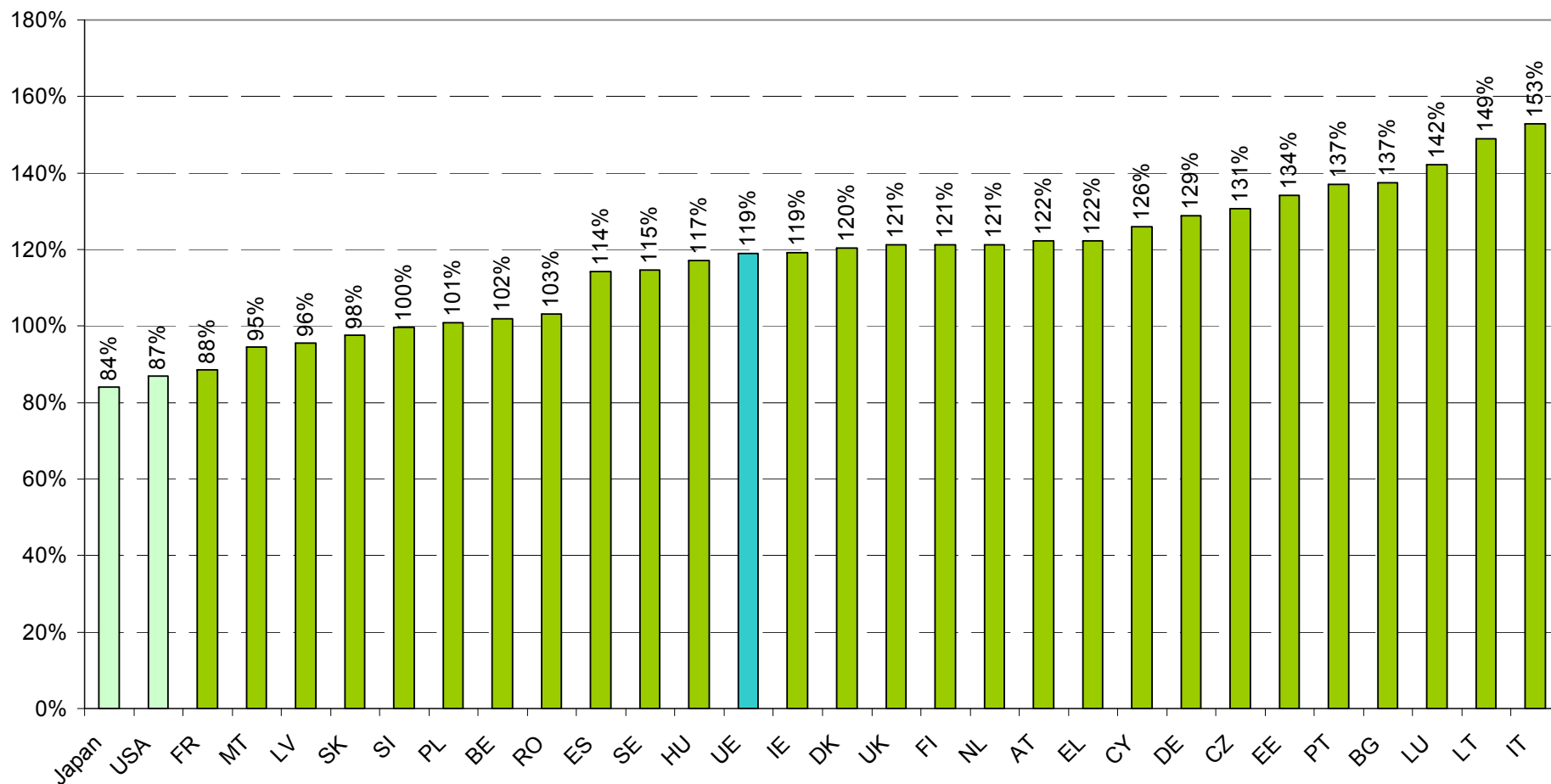
- $\alpha = 0,7$  / év,
- $k = 520$  millió,
- $t_0 = 1991$ ,
- $L(0) = 0,519$  millió
- $m = 1\ 000$

# Mobil előfizetői elterjedtség: EU, US, Japan



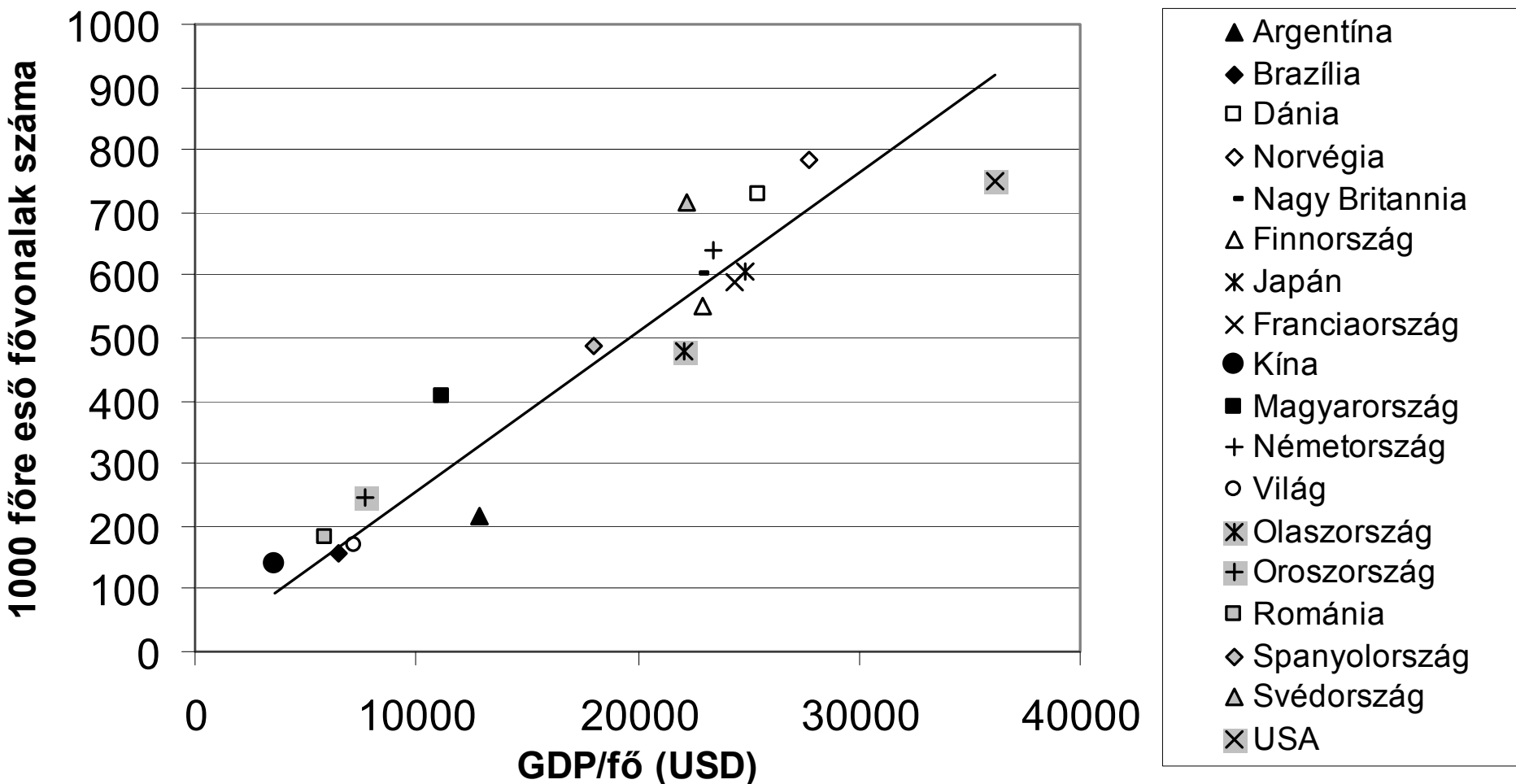
# Mobil előfizetői elterjedtség országonként

Mobile penetration October 2008



Data for USA and Japan comes from OECD, end 2007

# Gazdaság ↔ Penetráció



- 2001-ben
- Telítés körüli szolgáltatásra érvényes makromodell !