

# Távközlő hálózatok és szolgáltatások

## Távközlő rendszerek áttekintése



*Németh Krisztián  
BME TMIT  
2009. szept. 11.*



# A tárgy felépítése



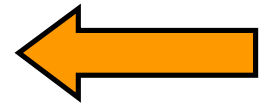
- p 1. Bevezetés
  - n Bemutatkozás, játékszabályok, stb.
  - n Történelmi áttekintés
  - n **Mai távközlő rendszerek architektúrája** ←
  - n Technológiai, fizikai, gazdasági háttérismeretek (Henk Tamás)
- p 2. IP hálózatok elérése távközlő és kábel-TV hálózatokon
- p 3. VoIP
- p 4. Kapcsolástechnika
- p 5. Mobiltelefon-hálózatok
- p 6. Forgalmi követelmények, hálózatméretezés
- p 7. Jelátviteli követelmények, kodekek
- p 8. Jelzésátvitel
- p 9. Hálózati szolgáltatások (Henk Tamás)
- p 10. Gerinchálózati technikák (Cinkler Tibor)
- p 11. Távközlő rendszerek telepítése és üzemeltetése (Cinkler Tibor)

# Áttekintés

---

## p Távközlő hálózati alapok

n Alapfogalmak, analóg és digitális beszédátvitel



n Távbeszélő hálózatok topológiai áttekintése

n Számozás

n ISDN

n Újgenerációs hálózatok



# A kezdetek

---

## p Távíró

n Morse, 1837

n kb. 5-10 bit/s

p szó per perc a szokásos mértékegység (words per minute, WPM)

p egy „szabványos szó” a „PARIS”: \* \_ \_ \* \* \_ \* \_ \* \* \* \*

p 20 – 30 WPM szokásos volt

n párhuzamos légvezeték

n csomópontonként újraadás (store and forward)



# A kezdetek

## p Távgépíró

- n Telex
- n billentyűzet, betűnyomtatás
- n kb. 50 b/s
- n sodrott érpár
- n először újraadás, majd: kézi v. gépi áramkörkapcsolás
  - p gépi: hívószám, hívás. Először: 1932
- n áramkörkapcsolás:
  - p előny: gyorsabb, párbeszéd lehetséges
  - p hátrány: átviteli utak rosszabb kihasználtsága, hívástorlódás
  - p minőség vs. kihasználtság elve



## p A távbeszélő (telefon)

- n Bell, 1876
- n A tárgy itt kezdődik...
- n ...azaz innen vizsgaanyag!



# Távközlő hálózati alapfogalmak

---

Egy távközlő hálózat főbb elemei:

**1. végberendezések**

n pl. telefonkészülék, fax, modem

**2. kapcsolóközpontok**

**3. átviteli utak**

n előfizetőtől az első központig: előfizetői hurok  
(= helyi hurok, local loop)

p tipikusan egy réz érpár

n központok között: trönk (angolul trunk)

p egy vagy néhány átviteli csatornára (pl. koax, fényszál) sok beszédcsatorna összenyalábolva

p Mindez lehet analóg, ill. digitális

# Analóg távbeszélő hálózatok



- p végberendezés: hanghullám  $\leftrightarrow$  analóg elektromos jel
- p kapcsolóközpont: elektromechanikus
  - n hosszú út Strowgertől a kereszttrudas kapcsolókig
- p átviteli utak:
  - n FDM (Frequency Division Multiplexing, frekvenciaosztásos nyalábolás)
  - n Milyen széles legyen egy beszédcsatorna?
  - n Emberi fül kb. 20 Hz – 20 kHz-t hall meg
  - n Ebből a beszédjel maximuma 6-7 kHz
  - n De: cél pusztán az érthetőség (és a gazdaságosság!)
  - n Ehhez elég a 0,3 – 3,4 kHz-es sáv
  - n 3,1 kHz + védősávok = 4 kHz lesz egy beszédcsatorna

# Analóg távbeszélő hálózatok



## p FDM

- n a nyálábolás hierarchikusan történik
- n pl. 10.000 beszédcsatornához 40 MHz kellene, de a hierarchia miatt további védősávok szükségesek
- n így a sávszélesség kb. 60 MHz lesz
- n ez átvihető egyetlen koaxiális kábelben, vagy földfelszíni rádiós átvitelrel

p Ez *valós áramkörkapcsolás* (a nyálábolás ellenére): olyan mintha egy 4 kHz sávszélességű vezetékpár állna rendelkezésünkre

p FDM: fejlett országokban már nem használják. Hazánkban kb. 1990-ig volt üzemben



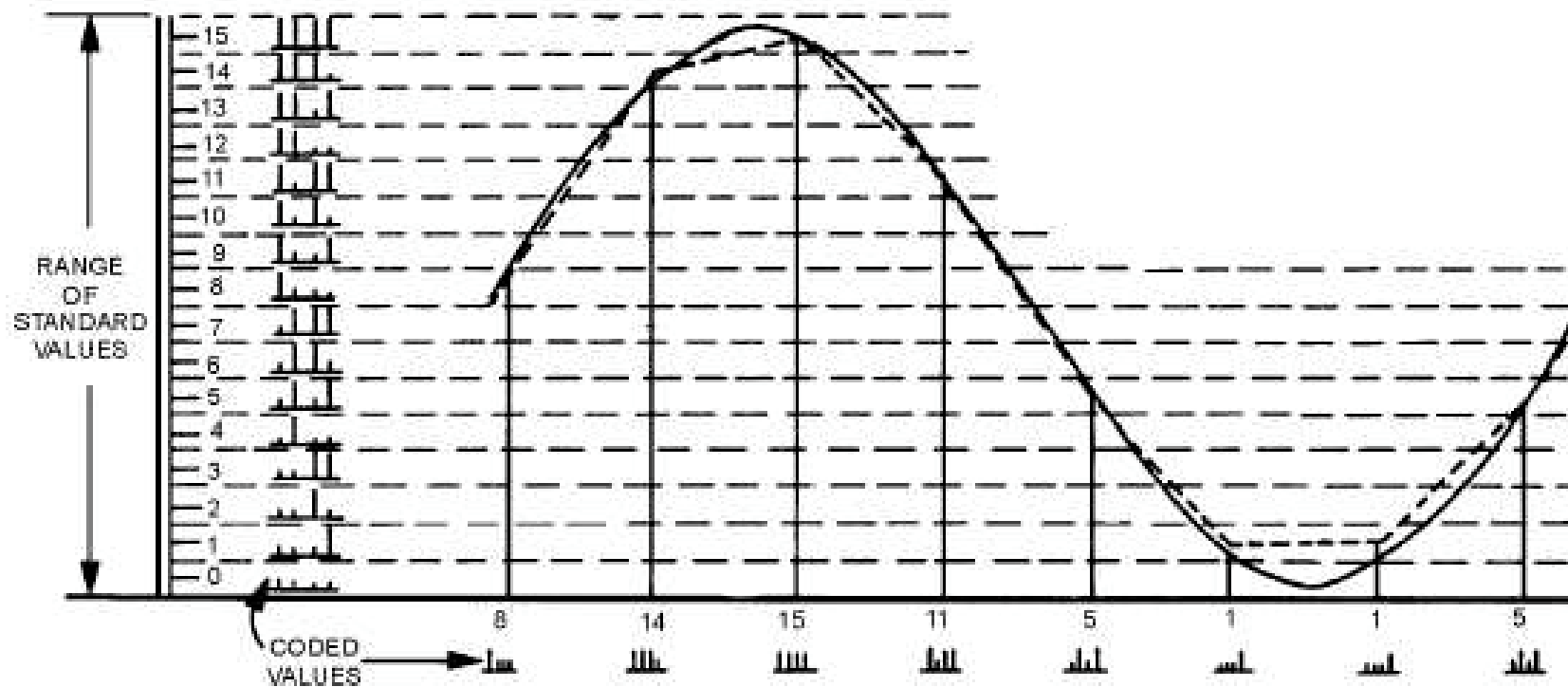
# Digitális távbeszélő hálózatok



- p először az átviteli utakat digitalizálták (USA, 1960-as, '70-es évek)
- p utána hamarosan a központokat is
- p a (vezetékes hálózati) végberendezések nagy része ma is analóg!
  - n ami nem, az ISDN, ld. nemsokára
  - n helyi kapcsolóközpontban történik meg az A/D – D/A átalakítás
  
- p átviteli utak:
  - n TDM (Time Division Multiplexing, időosztásos nyálábolás) rendszerek
  - n általános célú digitális átviteli hálózatok, nem csak telefonhálózatok jeleire
  - n pl. PDH, SDH: lásd néhány előadás múlva
- p kapcsolás: néhány előadás múlva visszatérünk rá

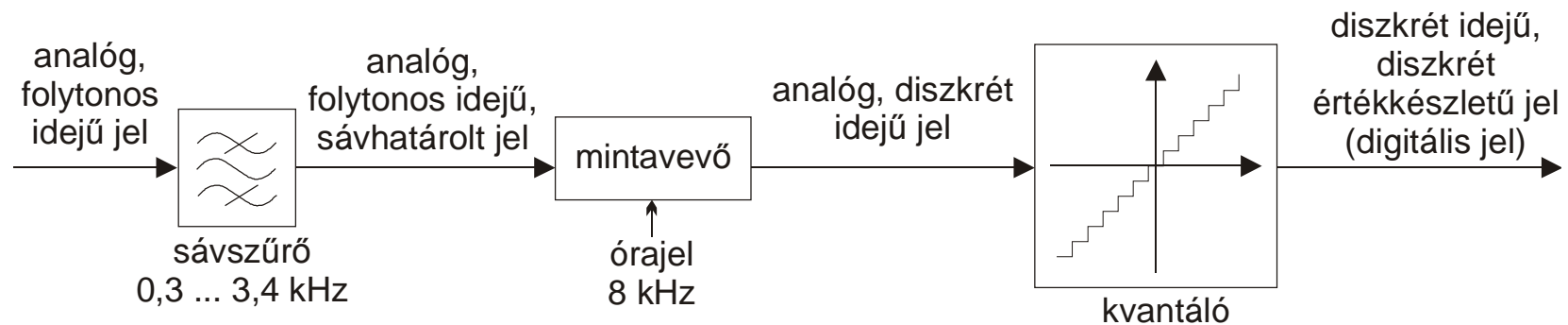
# Kitérő: PCM

- PCM (Pulse Code Modulation, impulzuskód-moduláció) – egy fajta kodek
- A/D átalakítás (kódolás):



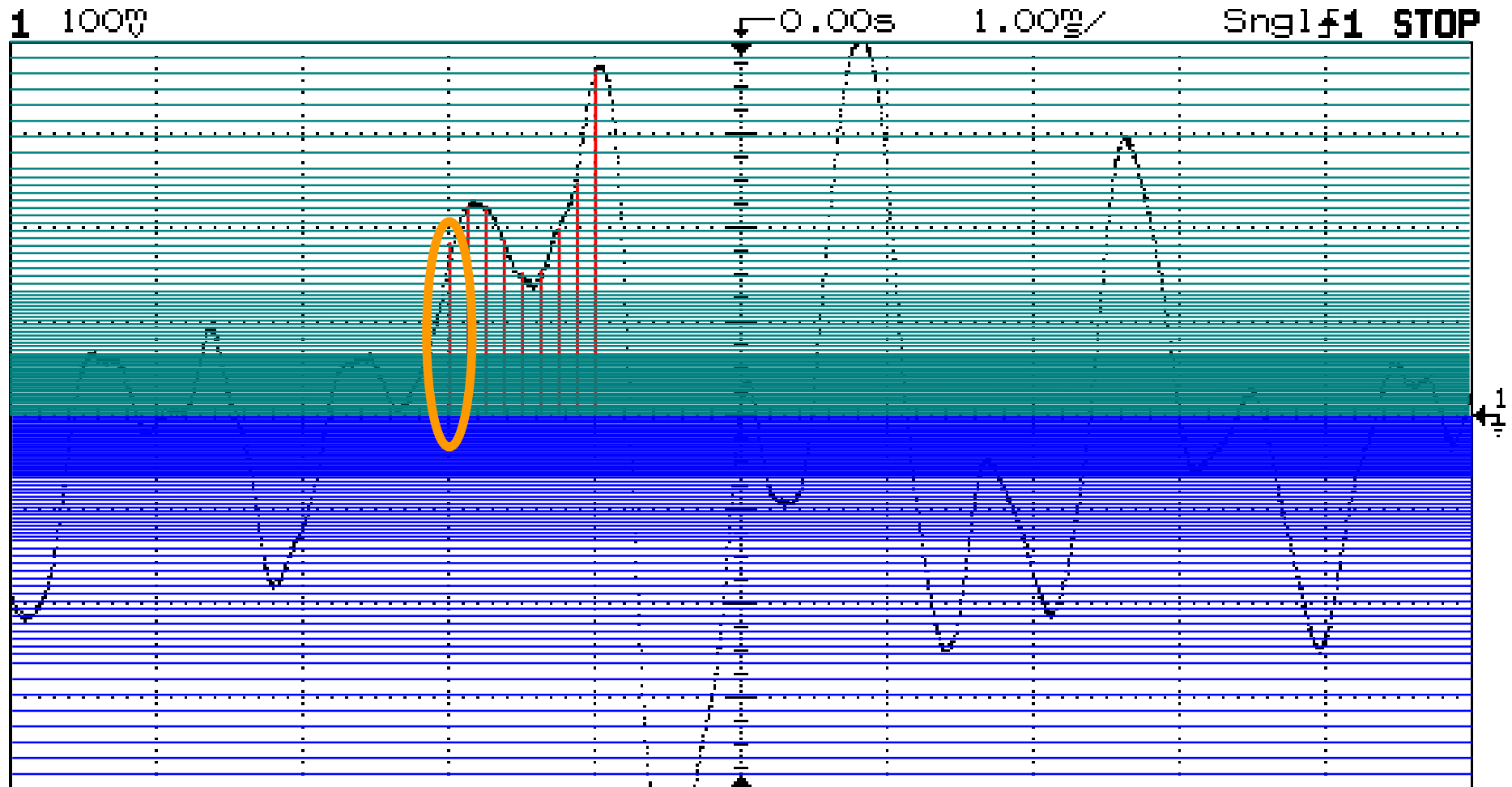
# Kitérő: PCM

- PCM (Pulse Code Modulation, impulzuskód-moduláció) – egy fajta kodek
- A/D átalakítás (kódolás):



- kvantálás: logaritmikus karakterisztikával (az emberi fül is ilyen)
  - USA:  $\mu$  törvényű kvantáló ( $\mu$ -law)
  - Európa: A törvényű kvantáló (A-law)
  - hasonló, de nem kompatibilis, átkódolás kell
- 8 kHz mintavétel
  - a max. frekvencia duplája (Nyquist tétele)
- 8 bitre kvantálás:  $8 \text{ kHz} \cdot 8 \text{ bit} = \mathbf{64 \text{ kb/s}}$
- vannak újabb, sok szempontból jobb kodekek
  - ld. majd a félév második felében

# Kiegészítés: PCM kodek egy valódi(bb) példán

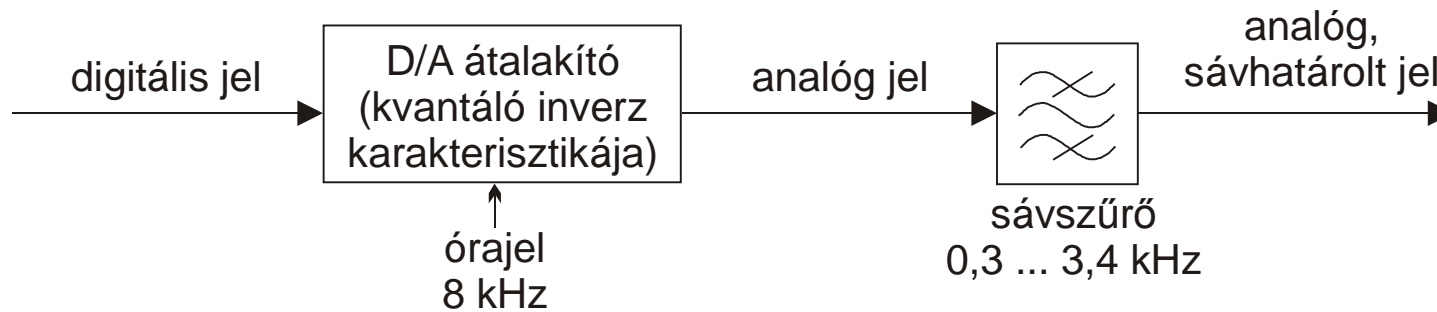


*Beszédhang*

*Vonatkozó bitsorozat (kb.): 00100110 (első bit az előjel)*

# Kitérő: PCM

## p PCM dekódolás:



# Digitális telefónia

---

⌘ Ez is valós áramkörkapcsolás

⌘ TDM ellenére olyan, mintha egy fix 64 kb/s csatornánk lenne

⌘ Mekkora (analóg) sávszélességet igényel ennek az átvitele?

⌘ Távközlő hálózatokban, hosszú távú átvitelnél egy ökölszabály, hogy  $1 \text{ b/s} \approx 1 \text{ Hz}$ .

⌘ Kivételek persze vannak. Pl. beszédsávi modem kb. 30 kb/s 3,1 kHz-en.

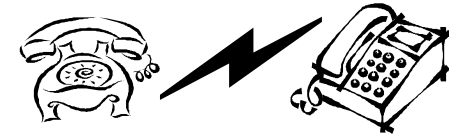
⌘ Függ a modulációtól, jel/zaj viszonytól (ld. Shannon törv., alább). Ezek praktikus értékeire igaz a fenti közelítés.

⌘ Shannon törvénye:  $C = B \cdot \log_2\left(1 + \frac{S}{N}\right)$

§ C: csatornkapacitás (b/s), B: csatorna sávszélessége (Hz), S, N: jel, zaj teljesítménye

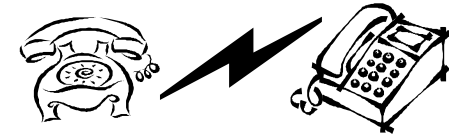
⌘ Azaz  $64 \text{ kb/s} \approx 64 \text{ kHz}$

# Analóg vs. digitális telefónia



- p Analóg: 4 kHz. Digitális: kb. 64 kHz.
- p Akkor miért digitálisat?!
- p Mert:
  - n megvalósítása egyszerűbb és megbízhatóbb
  - n napjainkban már olcsóbb
  - n a jel/zaj viszony független a hálózat méretétől (igaz, a bithibaarány függ)
  - n a digitális berendezések gyártása nem igényel egyenkénti beállítást
  - n kisebb helyigény
  - n alacsonyabb tápigény
  - n magasabb fokú hálózati intelligencia valósítható meg
  - n sokkal kifinomultabb jelzésátvitel lehetséges
  - n adat és beszédjelek egységesen kezelhetőek
  - n egyszerűbb a karbantartás
  - n kapcsolás megvalósítható mozgó alkatrészek nélkül
  - n ráadásul: újabb kodekek: kisebb sáv szélesség
- p Emiatt a központok, az átvitel a fejlettebb országokban tisztán digitálisak

# Analóg vs. digitális telefónia



- p De: a vezetékes végberendezések javarészt analógok
  - n a minőség megfelelő
  - n kevesen fizetnek a plusz funkciókért
  - n ezek nagy része ráadásul már elérhető analóg végberendezéssel:
    - p intelligencia a központban, nem a készülékben!
    - p digitális kiegészítések: hívószámkielzés, SMS
  - n Id. hamarosan az ISDN-nél!

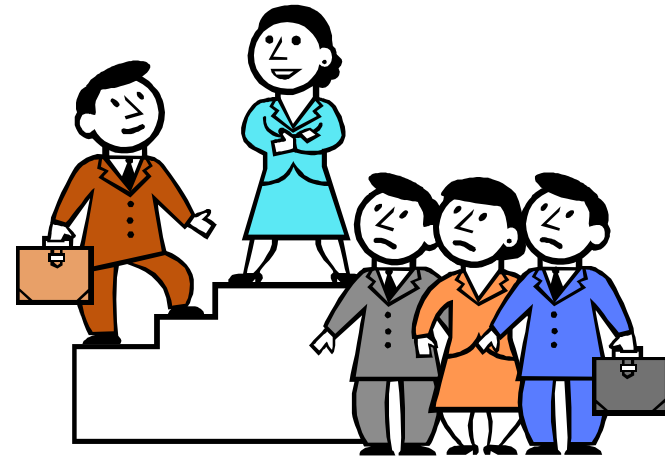


# Áttekintés

---

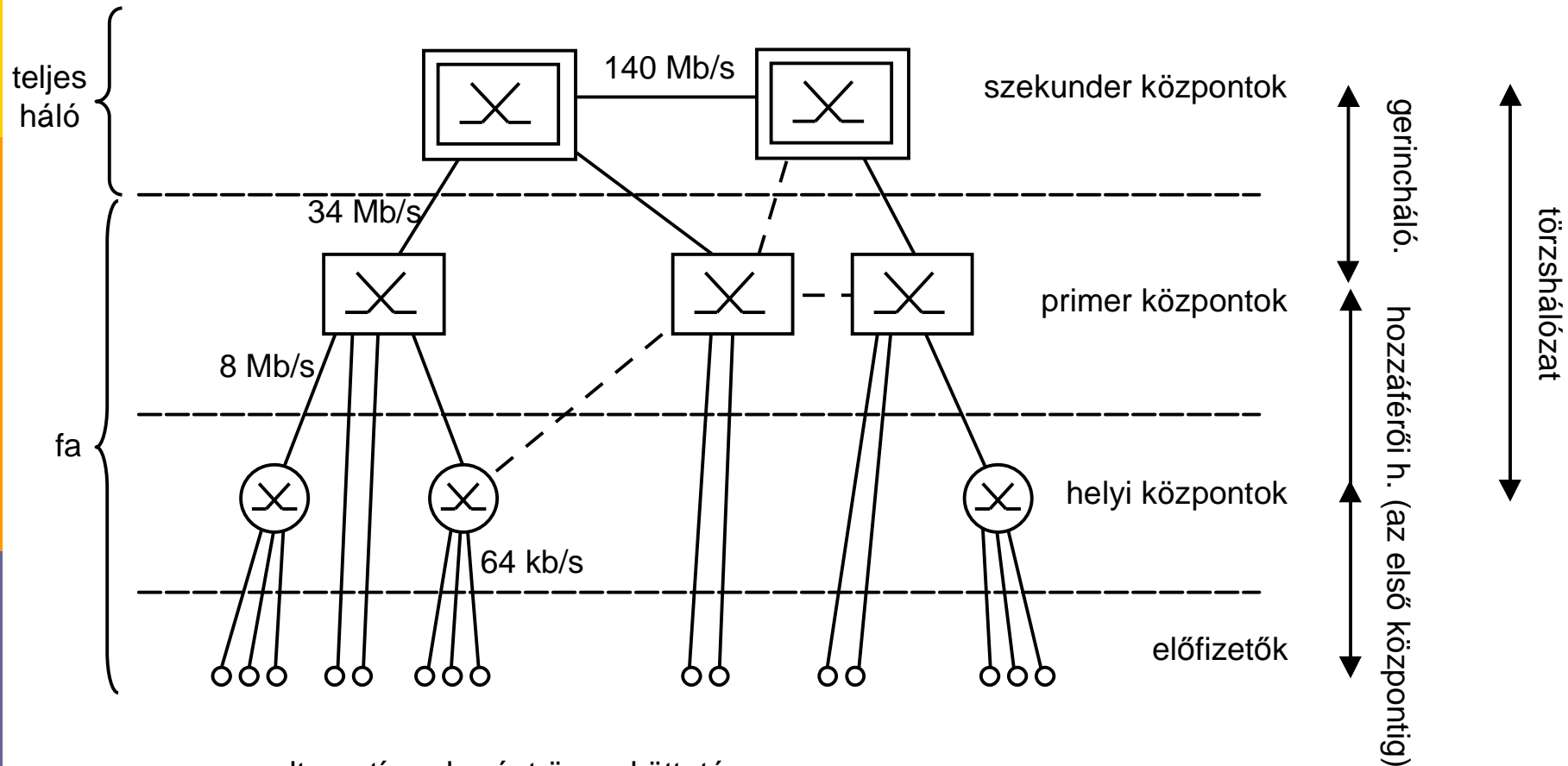
## p Távközlő hálózati alapok

- n Alapfogalmak, analóg és digitális beszédátvitel
- n **Távbeszélő hálózatok topológiai áttekintése** ←
- n Számozás
- n ISDN
- n Újgenerációs hálózatok



# Távbeszélő hálózatok topológiai áttekintése

p Nyilvános kapcsolt távbeszélő hálózat topológiája (Magyarország)

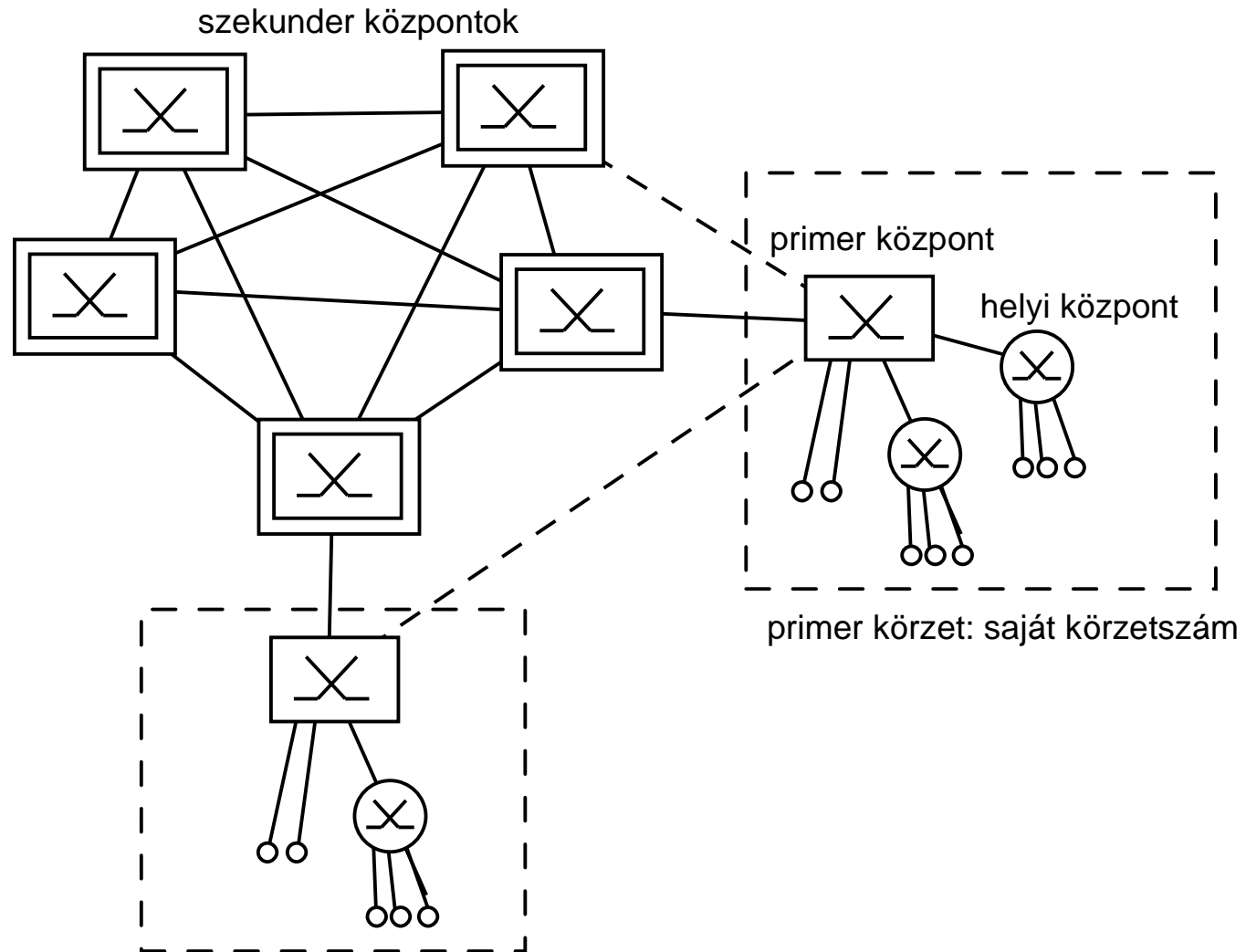


--- : alternatív v. haránt összeköttetés:

cél: hálózat megbízhatóbbá tétele; forgalomelvezetésének optimalizálása

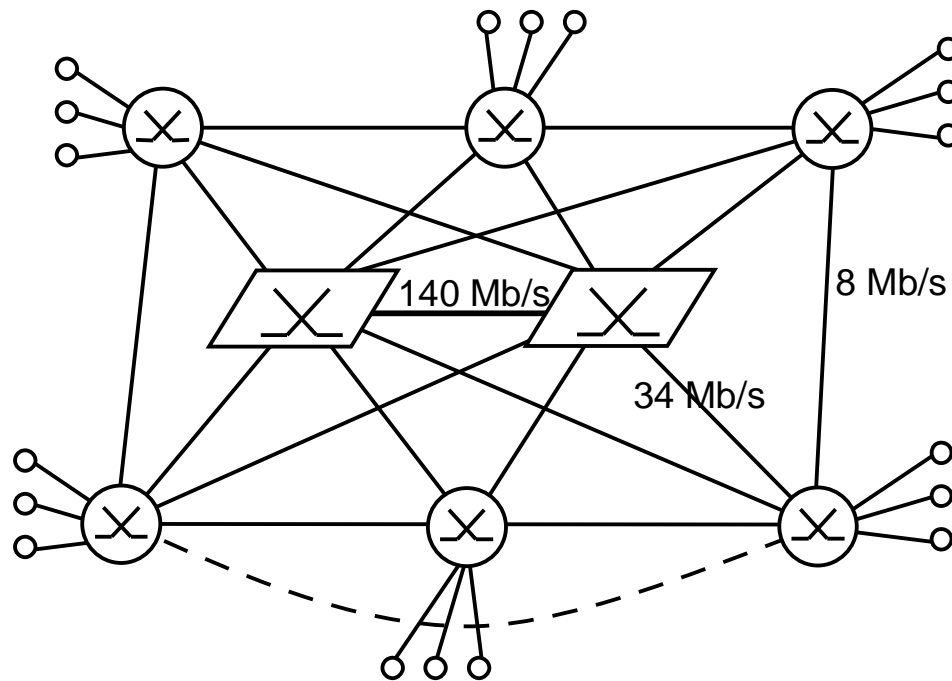
A feltüntetett sebességértékek csak példák, ettől eltérő megvalósítás is elképzelhető

# Példa földrajzi topológia (pont-pont kapcsolatokkal)



--- : alternatív v. haránt összeköttetés

# Nagyvárosi topológia (pont-pont kapcs.)



----- : alternatív v. haránt összeköttetés

p **PI. Budapesti topológia:**

- n kb. 30 helyi központ
- n 2 *tandem központ*
- n kettős csillag  
+ gyűrű pont-pont  
összeköttetésekből  
+ haránt összeköttetések

p **A tandem központok:**

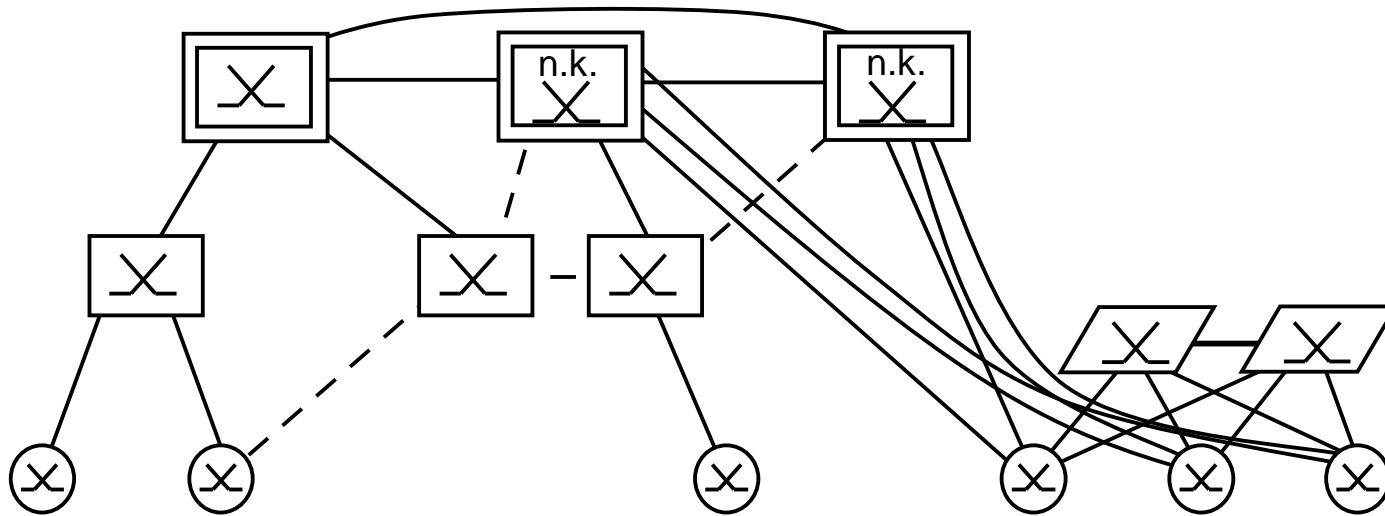
- n logikailag a helyi központok hierarchiaszintjén vannak
- n Bp.: Városmajor, Angyalföld (ezekben van: helyi központ, tandem központ)

p **Speciális helyzet:**

- n a helyi központok és a két tandem központ egy primer körzet (külön primer központ nélkül)

# Országos és nagyvárosi topológia együtt

- p a két budapesti szekunder központ mellett van egy-egy nemzetközi központ is
  - n Kelenföld, Józsefváros (ezekben van: helyi központ, szekunder központ, nemzetközi központ)
- p a közös topológia (kicsit leegyszerűsítve):



n.k. = nemzetközi

# Közcélú távbeszélő központok Magyarországon

---

- p 2 nemzetközi központ
  - n Kelenföld, Józsefváros
- p 2 tandem központ
  - n Városmajor, Angyalföld
- p 10 szekunder (5+5 a Duna két oldalán) központ
  - n Kelenföld, Józsefváros
  - n Győr, Zalaegerszeg, Pécs, Székesfehérvár
  - n Szeged, Szolnok, Debrecen, Miskolc
- p 54 primer központ
- p kb. 400 helyi központ
- p kb. 1300 kihelyezett fokozat

# Nemzetközi telefonhálózat

- ▶ Nagyobb országos szolgáltatók rendelkeznek nemzetközi „kapuközponttal”
- ▶ Több, egymással konkuráló nemzetközi szolgáltató biztosítja ezek összekötését
- ▶ Nem kell minden ország között közvetlen kapcsolat...
- ▶ ... de egy nemzetközi összeköttetés max. 6 trónköt (7 nemzetközi központot) tartalmazhat

