

# Távközlő hálózatok és szolgáltatások

## Optikai hozzáférési hálózatok

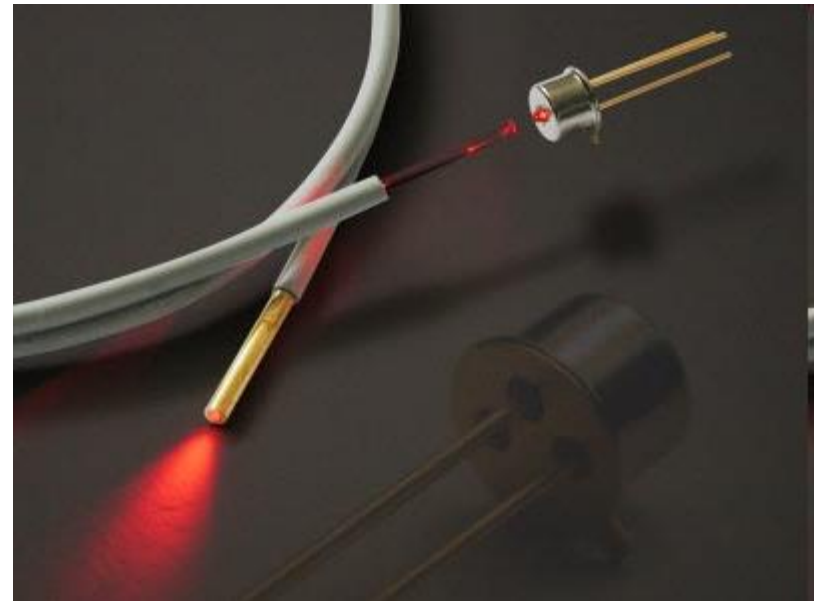
*Németh Krisztián*

*BME TMIT*

*2017. márc. 14.*

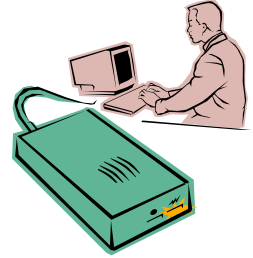
Matild, Tilda, Jarmila, Matilda,  
Méta, Metta, Paulina, Pólika,  
Tikva, Tília, Tilla névnap

Nemzetközi  $\pi$ -nap (kapcsolódó ünnep:  
július 22,  $\pi$  Approximation Day)



# A tárgy felépítése

---



- 1. Bevezetés
- **2. IP hálózatok elérése távközlő, kábel-TV és optikai hálózatokon**
  - 2.1 Telefonvonalali modemek
  - 2.2 ADSL, xDSL
  - 2.3 Kábeltévés Internet-elérés
  - **2.4 Optikai hozzáférési hálózatok** ←
- 3. IPTV, Internet TV
- 4. VoIP, beszédkódolók
- 5. Mobiltelefon-hálózatok
- 6. Jelzésátvitel
- 7. Gerinchálózati technikák

# Áttekintés

---

- 2.1 Telefonvonalai modemek
- 2.2 ADSL, xDSL
- 2.3 Kábeltévés Internet-elérés
- **2.4 Optikai hozzáférési hálózatok** ←



# Optikai hozzáférési hálózatok

## □ Előnyei

- nagy sávszélesség
  - célkitűzés előfiz. hálózatban: 1Gb/s, de lesz ez 10 is...
- kis csillapítás: kis teljesítmény elég
  - kb. 0,2...0,5 dB/km
- kis csillapítás: nagy távolság áthidalható
  - kb. 100 km
- alacsony bithibaarány (Bit Error Rate, BER)
  - pl.  $10^{-9}$
- kis késletetés

Jó az Internetezésnek

Jó a VoIP-nek

Jó az IPTV-nek

## □ Hátránya

- Új infrastruktúra, ezért magas beruházási költségek
  - Főleg a telepítés a drága, nem maga az optikai szál

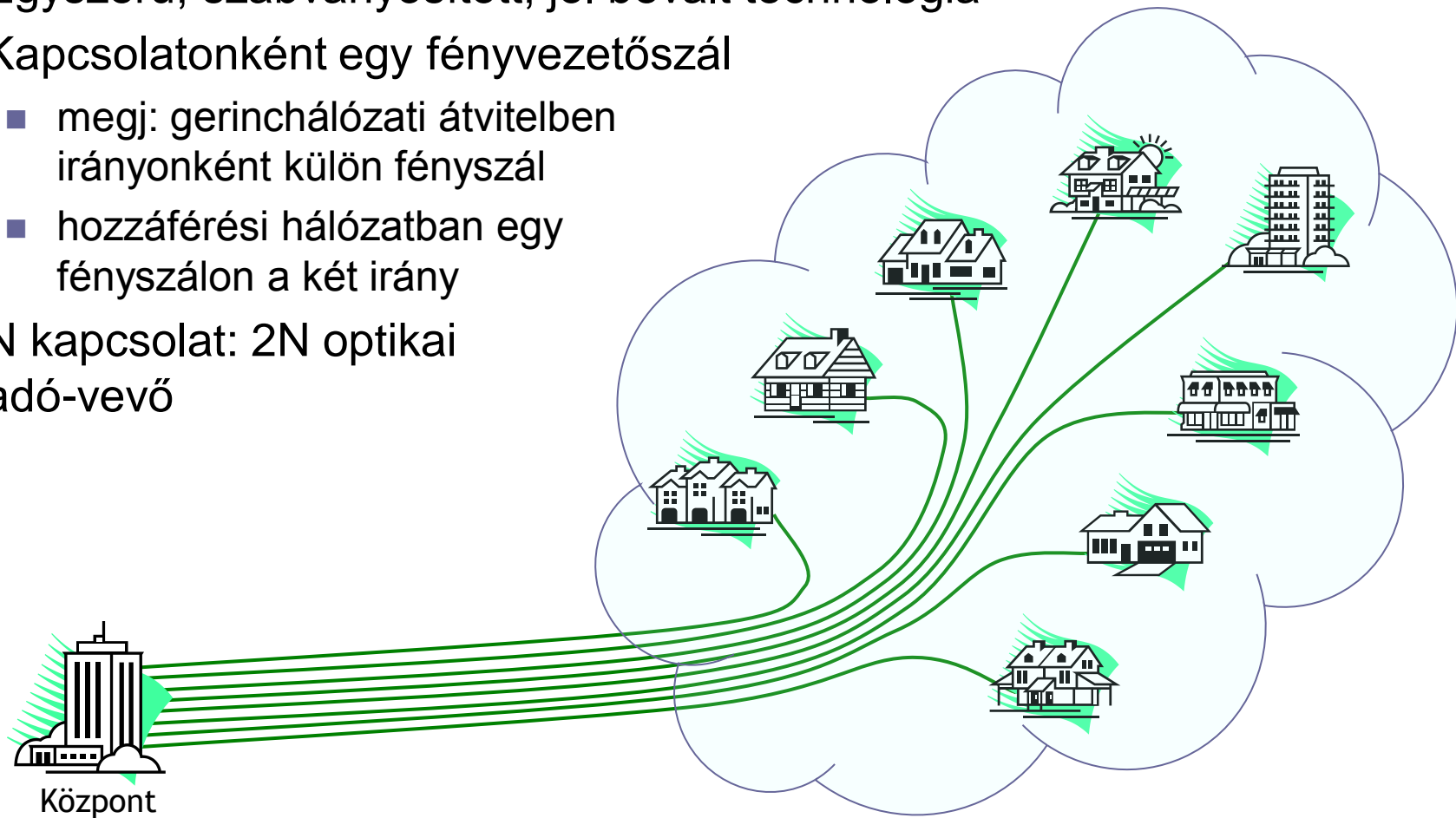
## □ Korábban láttuk: VDSL, HFC kábeltelevízió

- nem teljesen a felhasználóig optikai

# Hálózati architektúrák

## Pont – pont összeköttetések

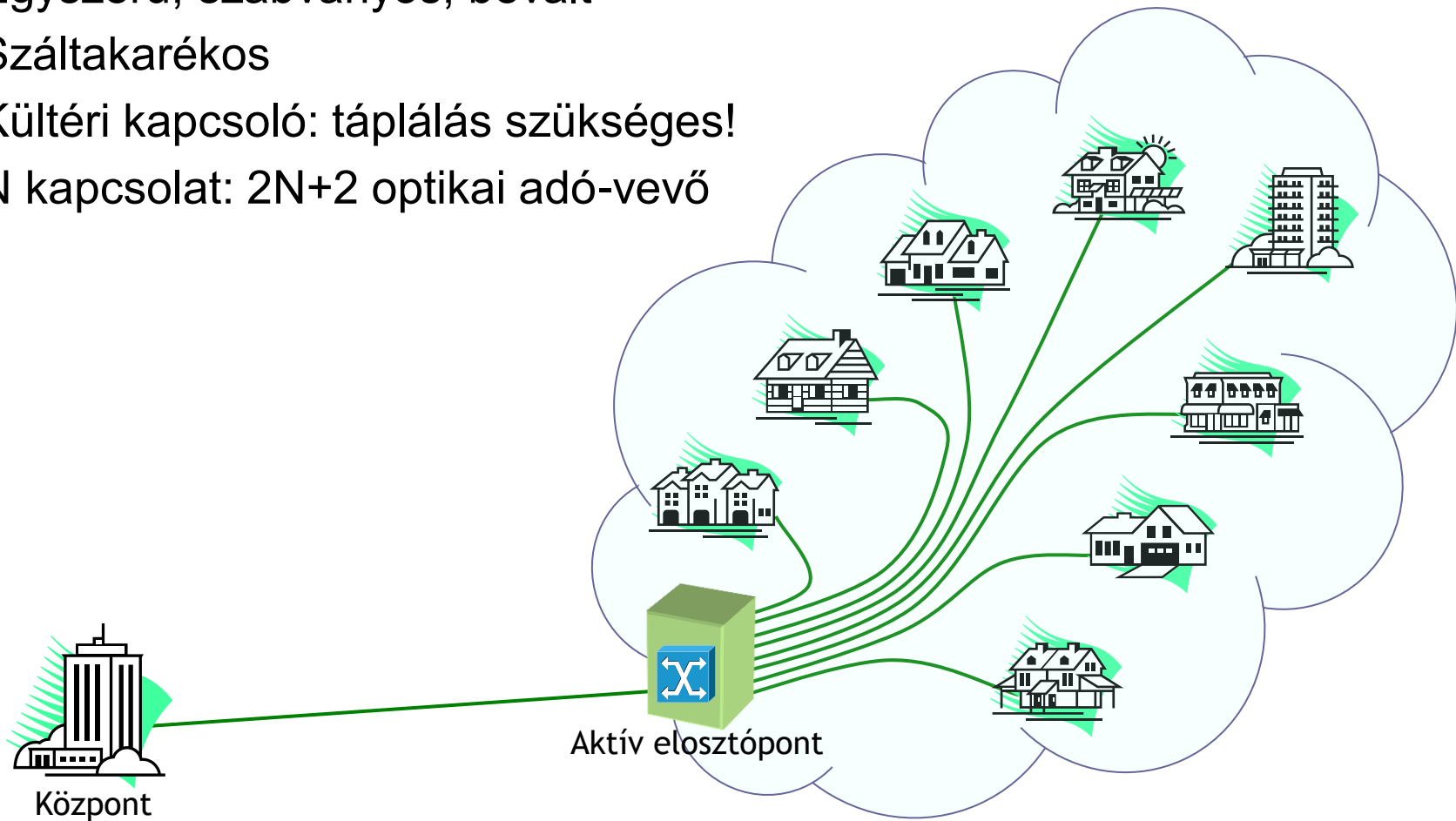
- Egyszerű, szabványosított, jól bevált technológia
- Kapcsolatonként egy fényvezetősál
  - megj: gerinchálózati átvitelben irányonként külön fényszál
  - hozzáférési hálózatban egy fényszálon a két irány
- N kapcsolat:  $2N$  optikai adó-vevő



# Hálózati architektúrák

## Aktív optikai hálózat

- Egyszerű, szabványos, bevált
- Száltakarékos
- Kültéri kapcsoló: táplálás szükséges!
- N kapcsolat:  $2N+2$  optikai adó-vevő



# Hálózati architektúrák

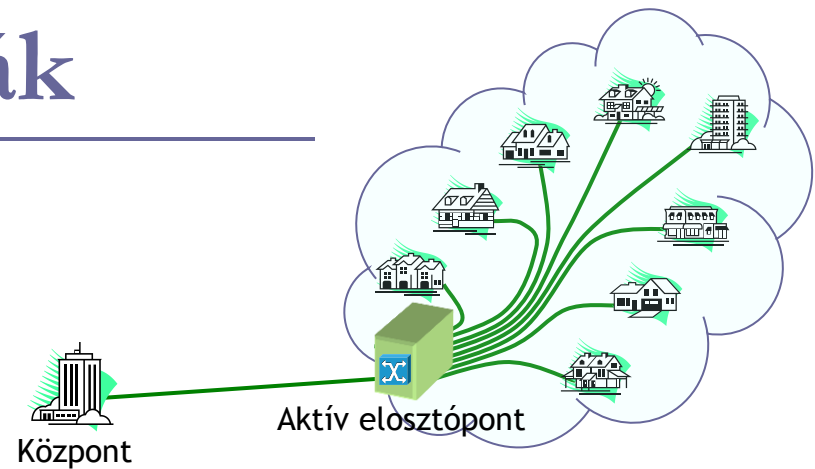
## Aktív optikai hálózat

### □ Megvalósítás: Ethernet

- felhasználók felé tipikusan 100 Mb/s Ethernet
- központ felé gigabit Ethernet
- elosztópont: Ethernet switch

### □ Gyakori megoldás: FTTB (Fiber to the Building)

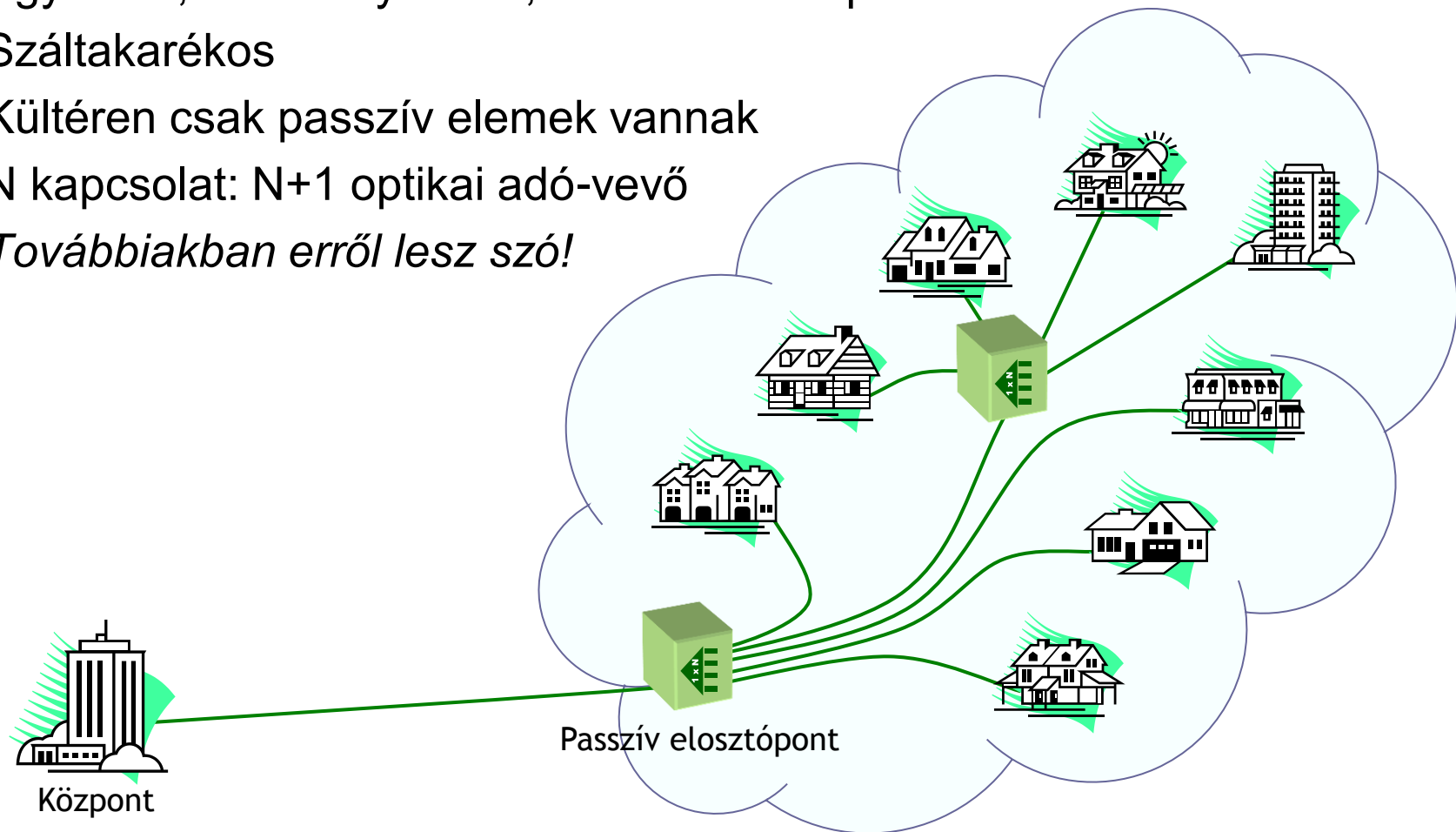
- Azaz az épületen belül csavart érpár (cat5e/cat6)
  - Ok: az optikai szálakat túl kis sugarú ívben meghajlítva túl nagy lesz a vesztesége (bending loss)
    - Bár már vannak ezt kiküszöbölő spec. optikai szálak
  - Kis távolságokra a rézvezeték is tökéletesen megfelel
  - Olcsó eszközökbe közvetlen beköthető



# Hálózati architektúrák

## Passzív optikai hálózat (Passive Optical Network, PON)

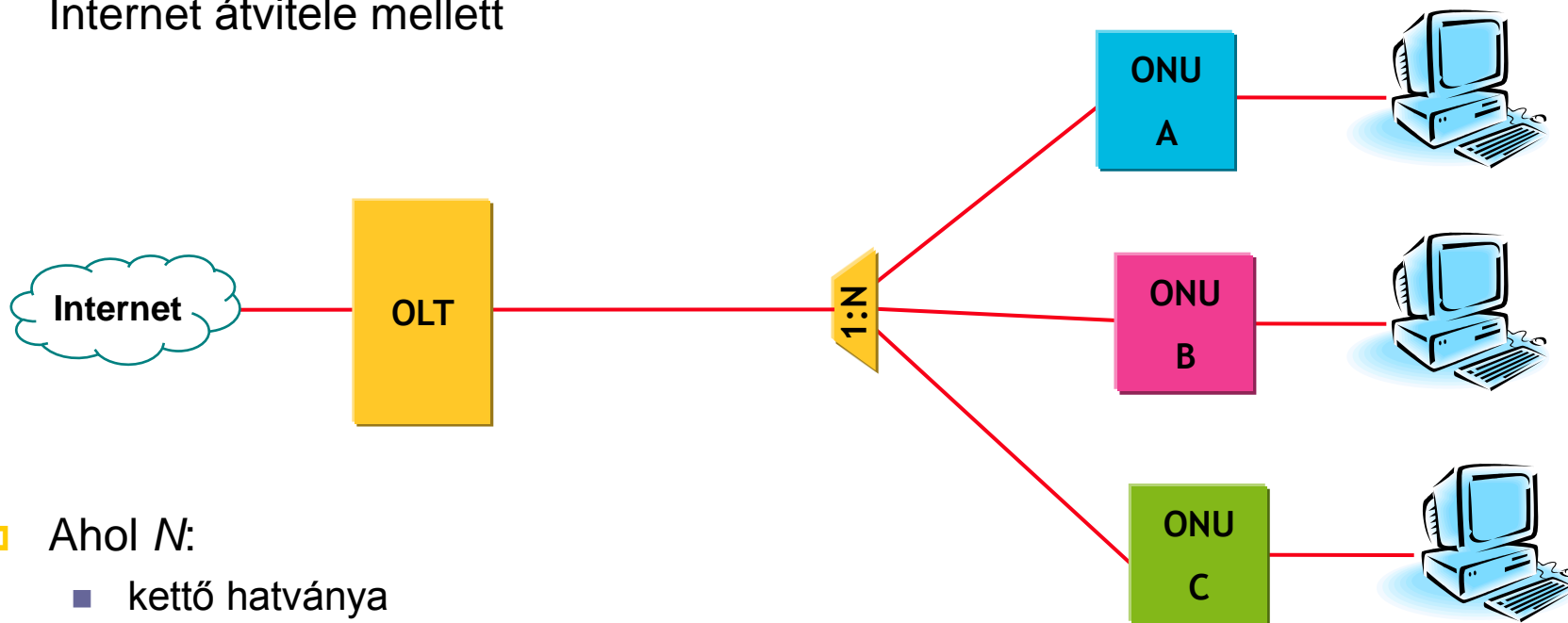
- Egyszerű, szabványosított, túl az első telepítéseken
- Száltakarékos
- Kültéren csak passzív elemek vannak
- N kapcsolat: N+1 optikai adó-vevő
- *Továbbiakban erről lesz szó!*





# PON architektúra (egyszerűsített)

- OLT: Optical Line Termination (optikai vonalvégződés)
- ONT: Optical Network Termination, avagy más néven: ONU: Optical Network Unit (optikai hálózatvégződés/hálózati elem)
- Lehetnek bonyolultabb konfigurációk is: pl. videó, telefon (VoIP) átvitele az Internet átvitele mellett

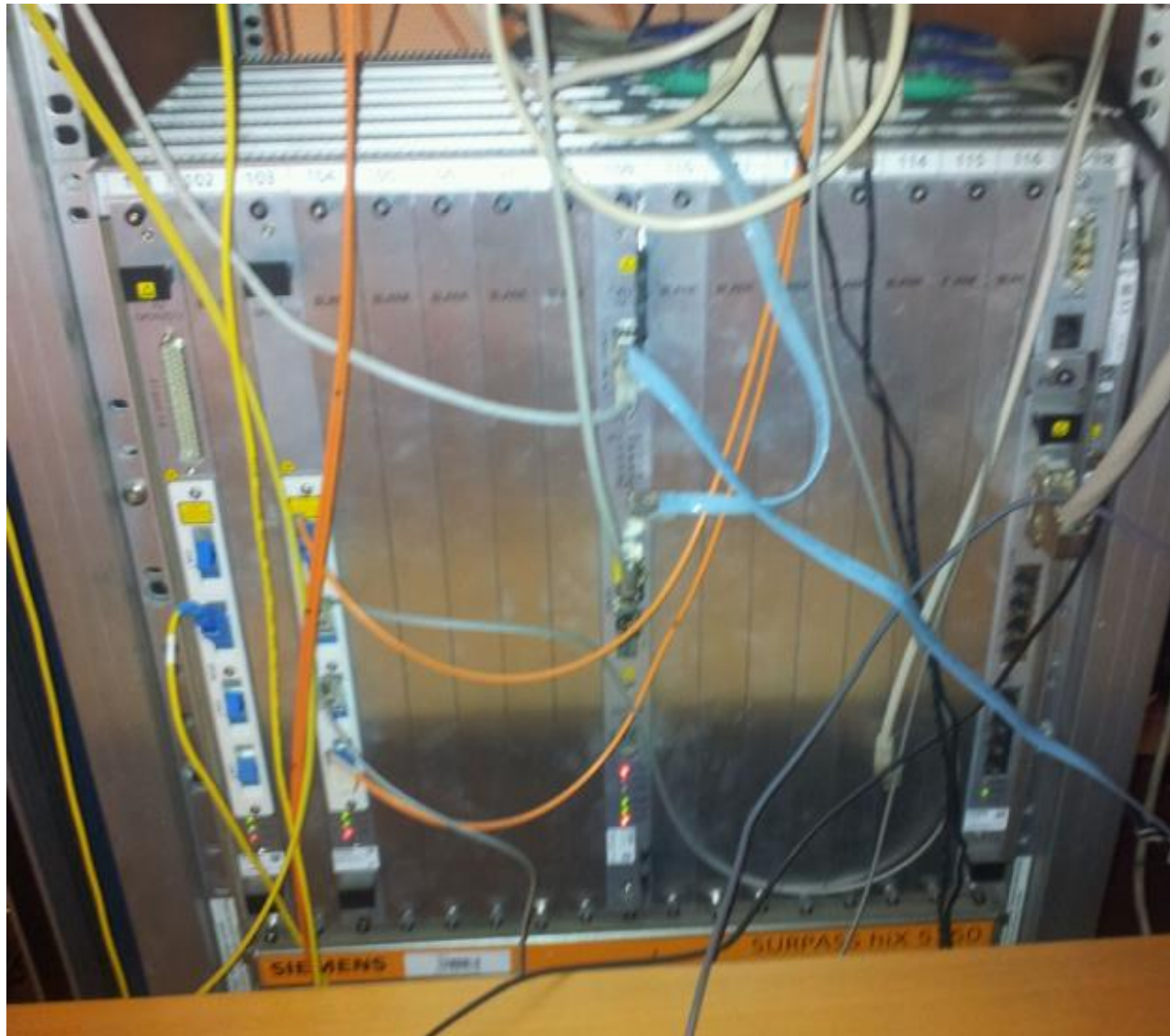


- Ahol  $N$ :
  - kettő hatványa
  - elvi max.: 256
  - gyakorlatban: 32, 64 tipikusan
    - egy vagy több szintből összerakva, pl. 4x8

# TDM alapú PON

---

## □ OLT



# TDM alapú PON

---

- 1:N passzív osztó





# Többszörös hozzáférés

---

- Lefelé irány: pont – multipont hálózat
  - Nincs gond, az OLT kezeli a teljes sáv szélességet
- Felfelé irány: multipont – pont hálózat
  - Az ONU-k csak az OLT irányában kommunikálnak
  - Az ONU-k nem érzékelik egymás forgalmát
  - Az ONU-k adatforgalma ütközhet



\*WDMA = Wavelength Division Multiple Access  $\approx$  FDMA (Frequency D.M.A.)

# Többszörös hozzáférés

---

## □ TDM alapú PON-ok

- Jól szabványosítottak
- Több hullámhosszt használnak (tipikusan 2...3)
- Olcsó és jó minőségű optikai elemek (osztók, lézerek, stb.)
- Limitált áthidalható távolság és osztásarány (kb. 20 km, 1:64)
- Lefelé irányban broadcast (üzenetszórás) jelleg
- Felfelé irány TDMA

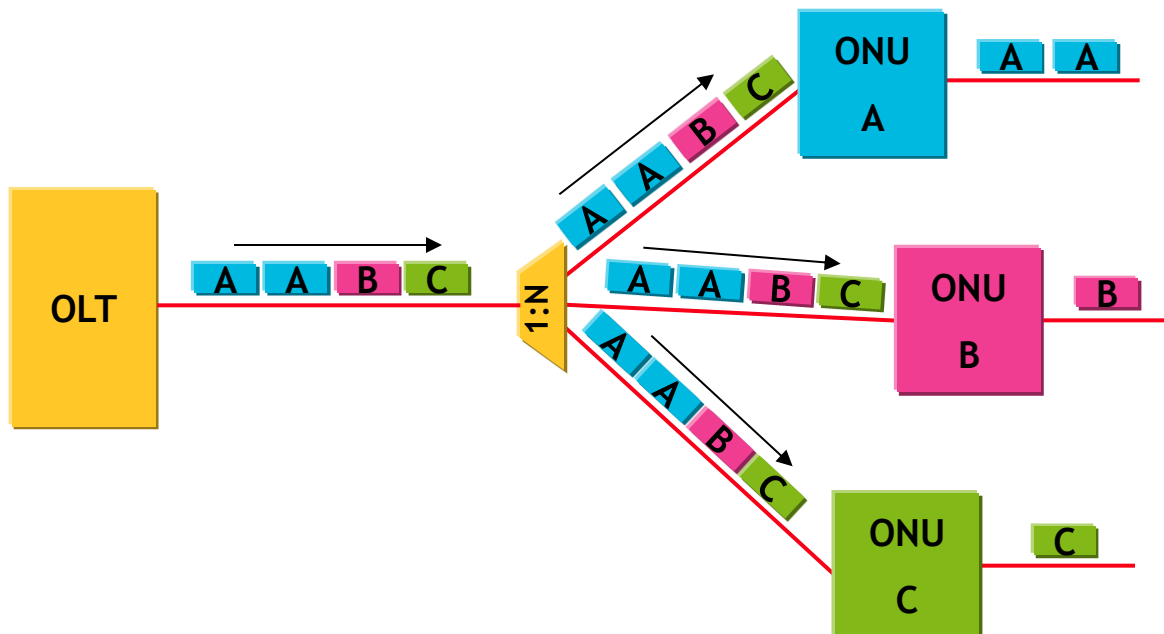
## □ WDM PON-ok

- Egyelőre nincsenek szabványok
- WDM eszközök egyre olcsóbbá válnak
- Több „irányzat”, megvalósított hálózatok vannak
- Nagy sáv szélesség, nagy áthidalható távolság

# TDM alapú PON

Lefele irány:

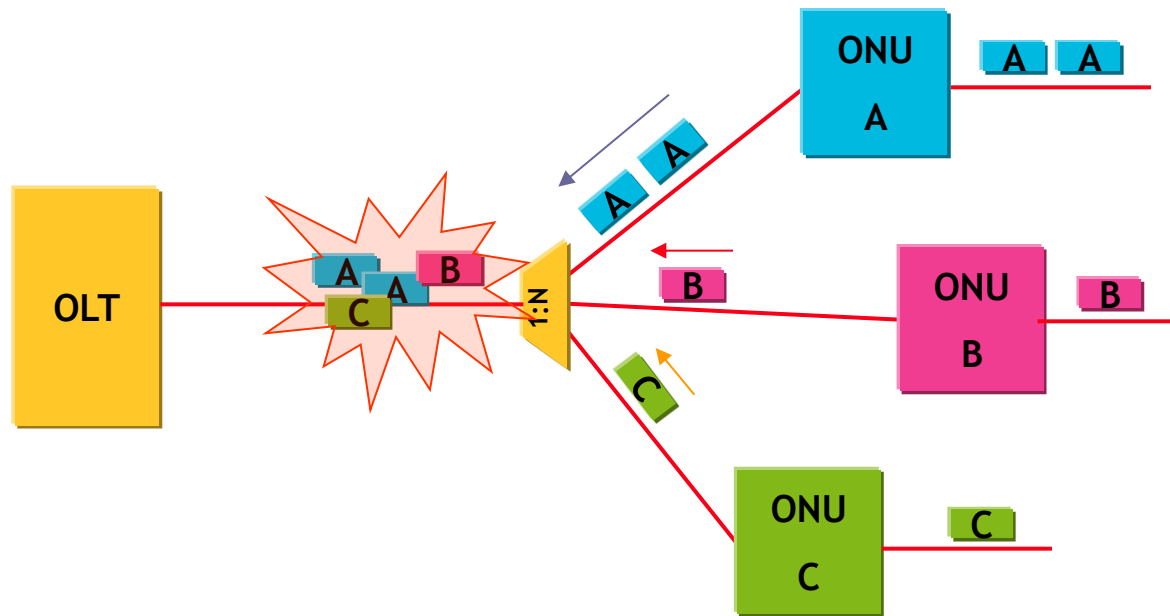
- ❑ Üzenetszórás jelleg: önmagában nem biztonságos, titkosítás kell
- ❑ Időosztásos multiplexálás
- ❑ Az ONU-k csak a nekik szóló forgalmat dolgozzák fel
- ❑ A „címezéseket” a keretszervezésben elhelyezett fejrészek hordozzák



# TDM alapú PON

Felfele irány, a probléma:

- Az összes ONU egy felfelé irányuló csatornán osztozik
- Az ONU-k közötti adatforgalom közvetlenül nem megoldható
- A splitter és az OLT közötti szakaszon ütközés léphet fel
- Az ONU-k nem érzékelik az ütközést

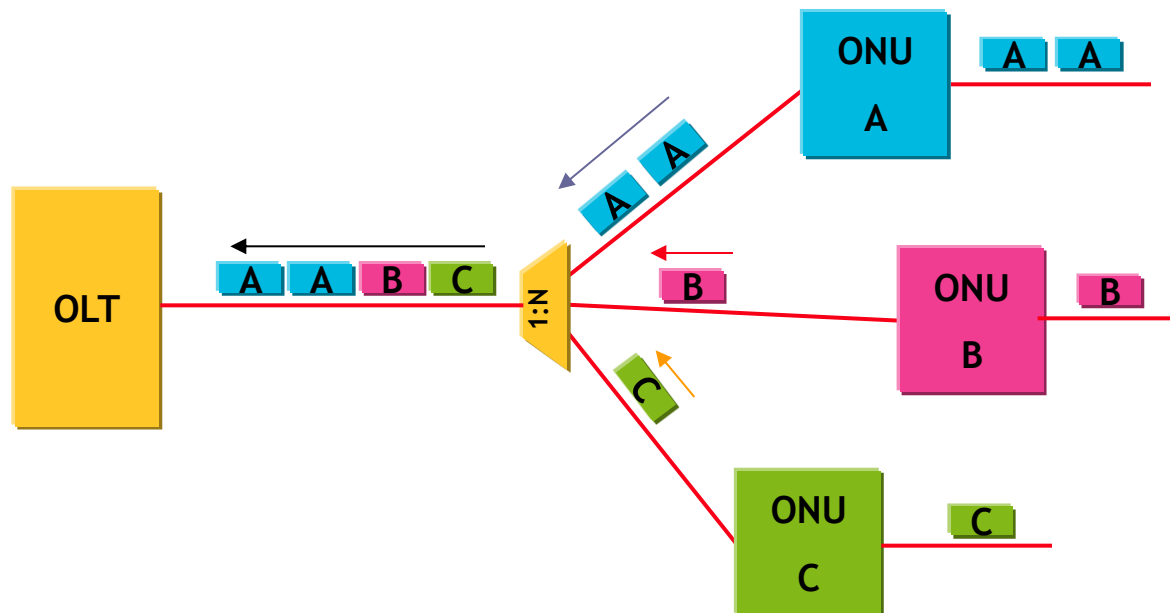




# TDM alapú PON

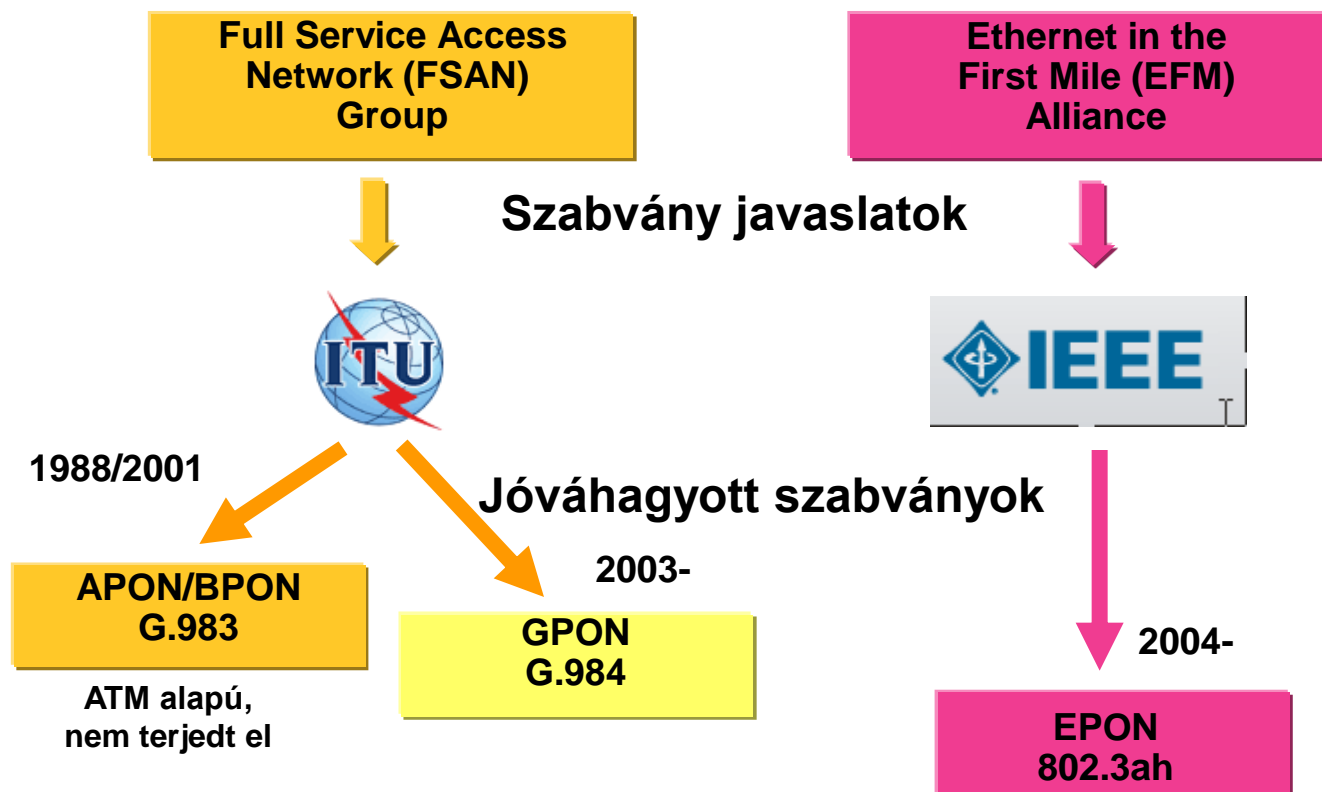
Felfele irány, a megoldás:

- A forgalom meghatározott időszelletekre osztása
- Ranging (távolságmérés) mechanizmus alkalmazása, megfelelő adási időzítéssel
- Az egészet az OLT vezérli



# PON szabványok

Ez a dia nem  
vizsgaanyag



# PON rendszerek összehasonlítása

	Gigabit Passive Optical Network: <b>GPON</b>	Ethernet Passive Optical Network: <b>EPON</b>
Szabványosító szervezet	ITU-T	IEEE
Közeghozzáférés	TDM	Ethernet
Elterjedtség	Európa, USA	Ázsia
Beszédátvitel	Beszédinformációnak fenntartott hely a keretekben	Beszéd az adatok között, QoS-t kell biztosítani
TV jel átvitele	USA-ban analóg módon külön sávon (1550 nm), amúgy IP	IP

# GPON sebességek

---

- Ma használt felfele irányú aggregált sebesség: 1,2 Gb/s
- Ma használt lefele irányú aggr. sebesség: 2,5 Gb/s
- Ez pl. 32 részre osztva felhasználónként:
  - Fel: 37 Mb/s
  - Le: 78 Mb/s
- Már vannak 10 Gb/s rendszerek is...

# PON továbbfejlesztések

---

- XG-PON: 10 Gb/s le, 2,5 fel
  - XG-PON1 (G.987) (közeljövő)
    - új hullámhossz a 10 Gb/s átvitelre
    - GPON kompatibilis, nem kell az optikai hálózatot cserélni
      - sőt, első körben az ONU-t sem, akkor az ott marad GPON
      - sőt, a régi OLT is megmarad, csak beraknak mellé egy újat, az új hullámhosszakra
        - a régi ONU a régi OLT-hez csatlakozik, az új az újhoz (kompatibilitás)
  - XG-PON2 (fejlesztés alatt)
    - új rendszer, nem kompatibilis a GPON hálózattal
    - WDM
- 10G EPON is van: 802.3av

# PON továbbfejlesztések

---

- Reach extension: hatósugár kiterjesztés
  - 20 km fölé
  - vidéken vagy pl. távoli bázisállomásokhoz
  - alapprobléma: optikai jelszint növelése
  - megoldás: aktív splitter, optikai erősítővel
    - kell hozzá elektromos táplálás („PON”, de mégsem passzív!)

# PON továbbfejlesztések

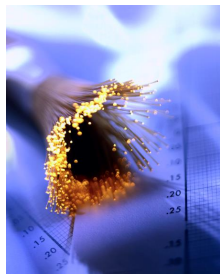
---

## □ WDM PON

- Wavelength Division Multiplexing, hullámhosszosztásos nyalábolás
- (FDM, de optikában inkább hullámhosszokról beszélnek)
- jelenleg is fejlesztés alatt
- nem időben, hanem hullámhosszban különülnek el az egyes ONU-k
- Pár probléma:
  - az ONU-knak nem lehet dedikált hullámhosszuk, mert akkor pl. 64 féle ONU-t kéne raktározni
  - nagyon stabil lézer kellene az ONU-kba, ami az adott hullámhosszon működik, és ez túl drága
  - vannak ügyes, trükkös megoldások, de még nincs szabvány, nincsenek gyártásban

# Összefoglalás

---



- Az optika alkalmazása az előfizetői hálózatokban elkezdődött
- Egymással versengő technológiák: pont-pont, pont-multipont, aktív, passzív
- Különbéféle szabványos megoldások vannak
- Európában beválni látszik: GPON
- Tovább fejlesztési lehetőségek: 10 Gbit/s, WDM PON