

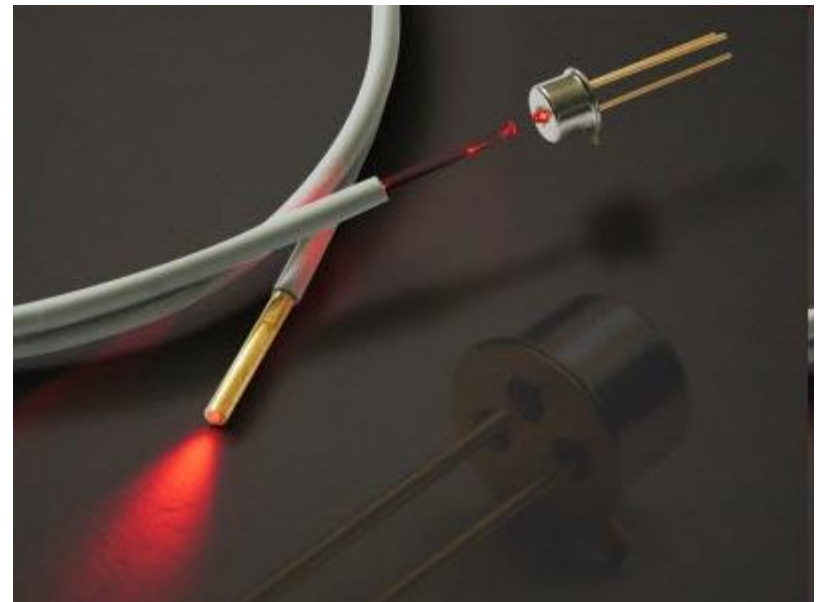
Távközlő hálózatok és szolgáltatások

Optikai hozzáférési hálózatok

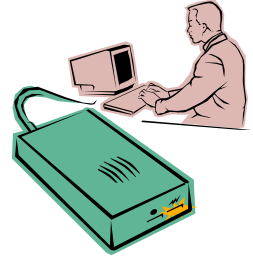
Németh Krisztián

BME TMIT

2014. okt. 6.



A tárgy felépítése



- 1. Bevezetés
- **2. IP hálózatok elérése távközlő és kábel-TV hálózatokon**
- 3. VoIP, beszédkódolók
- 4. Kapcsolástechnika
- 5. Mobiltelefon-hálózatok
- 6. Forgalmi követelmények, hálózatméretezés
- 7. Jelzésátvitel (Csopaki Gyula)
- 8. Gerinchálózati technikák (Cinkler Tibor)



Áttekintés

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



Optikai hozzáférési hálózatok

□ Előnyei

- nagy sáv szélesség
 - 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

□ Hátránya

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

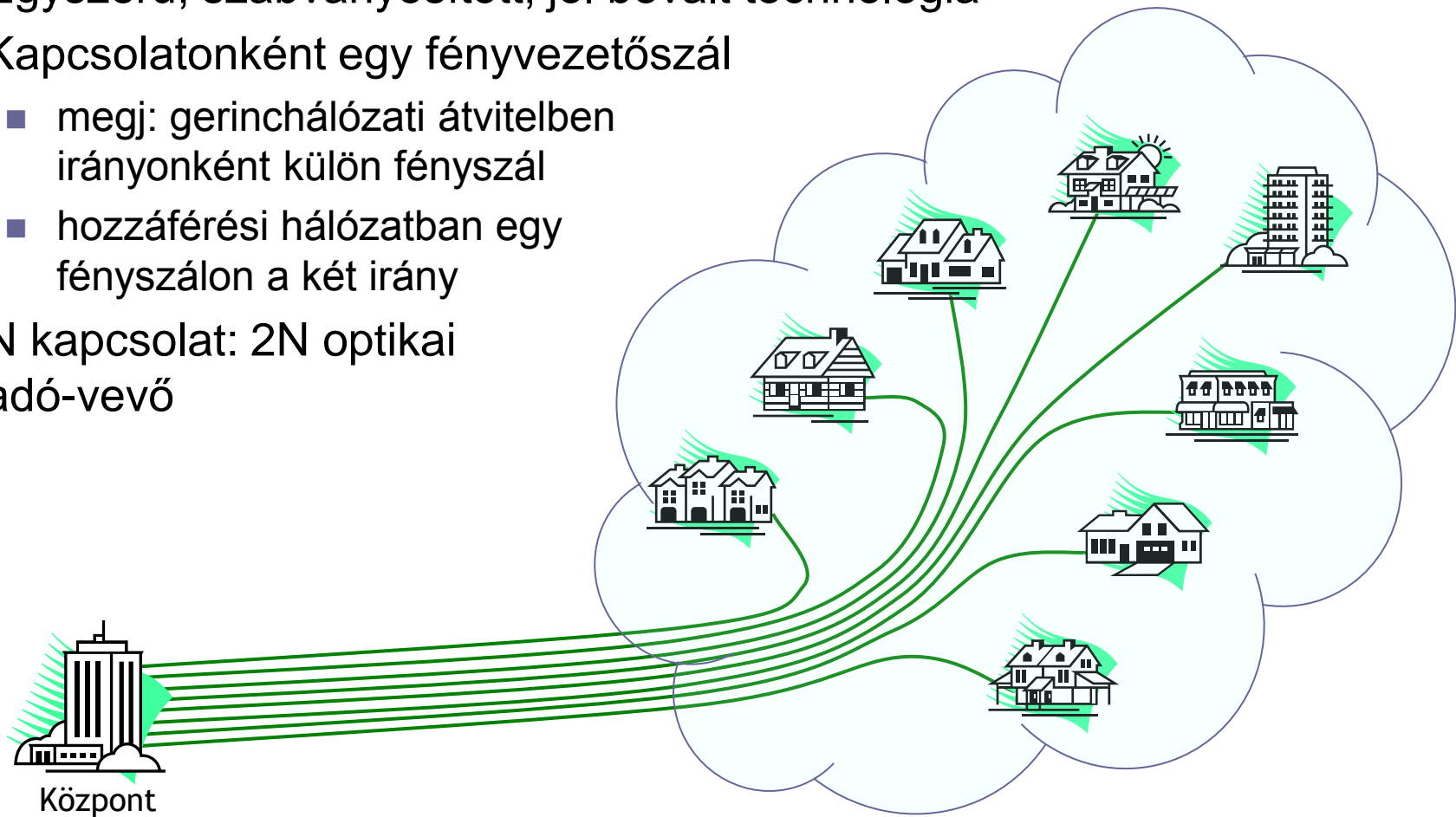
□ Korábban láttuk: VDSL

- nem teljesen a felhasználóig optikai

Hálózati architektúrák

Pont – pont összeköttetések

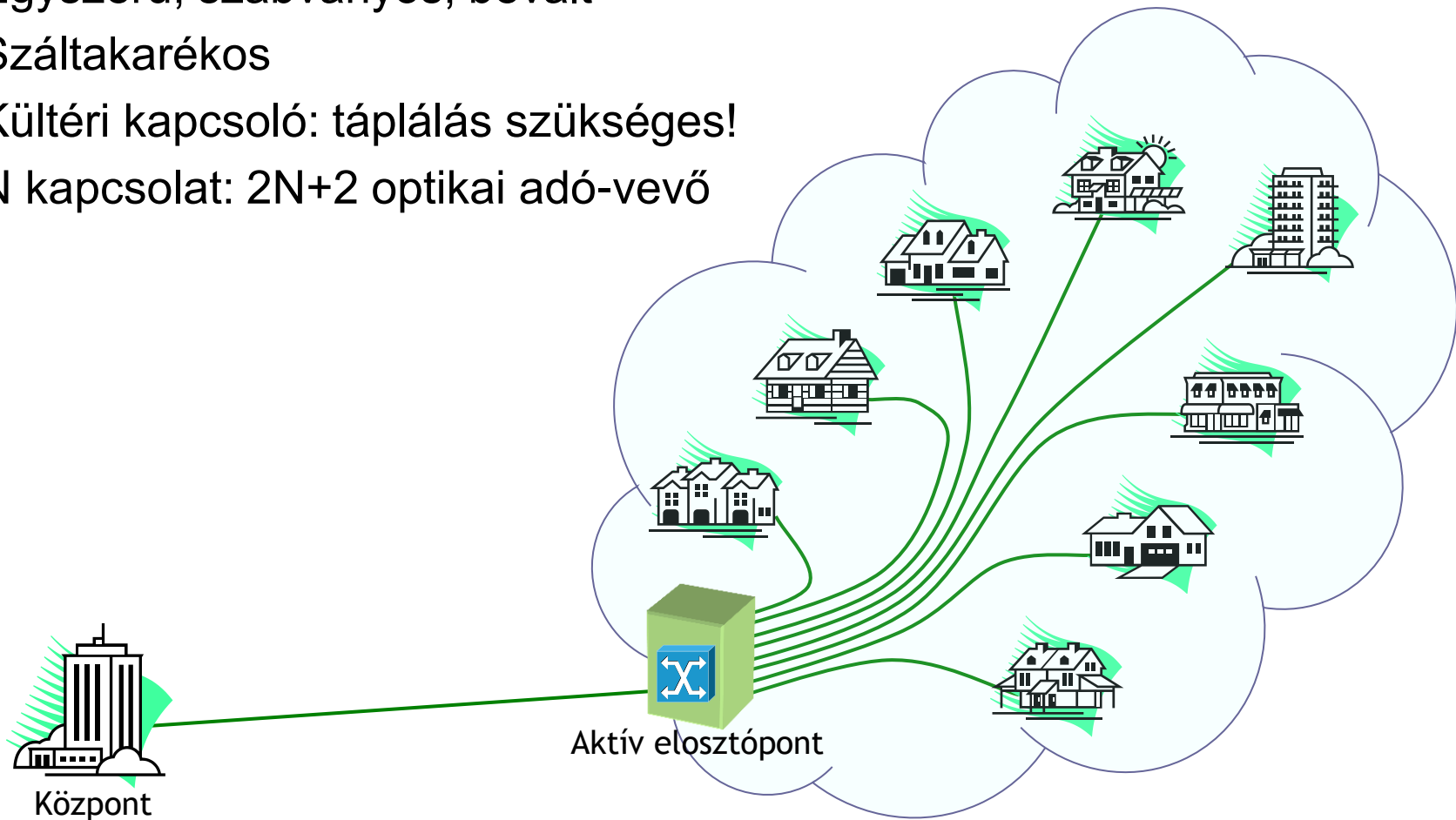
- Egyszerű, szabványosított, jól bevált technológia
- Kapcsolatonként egy fényvezetősál
 - megj: gerinchálózati átvitelben irányonként külön fényszál
 - hozzáférési hálózatban egy fényszálon a két irány
- N kapcsolat: $2N$ optikai adó-vevő



Hálózati architektúrák

Aktív optikai hálózat

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



Hálózati architektúrák

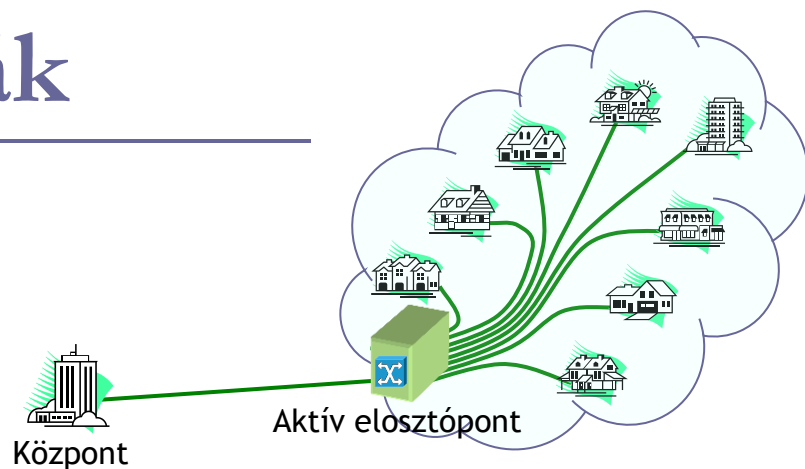
Aktív optikai hálózat

□ Megvalósítás: Ethernet

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

□ Gyakori megoldás: FTTB (Fiber to the Building)

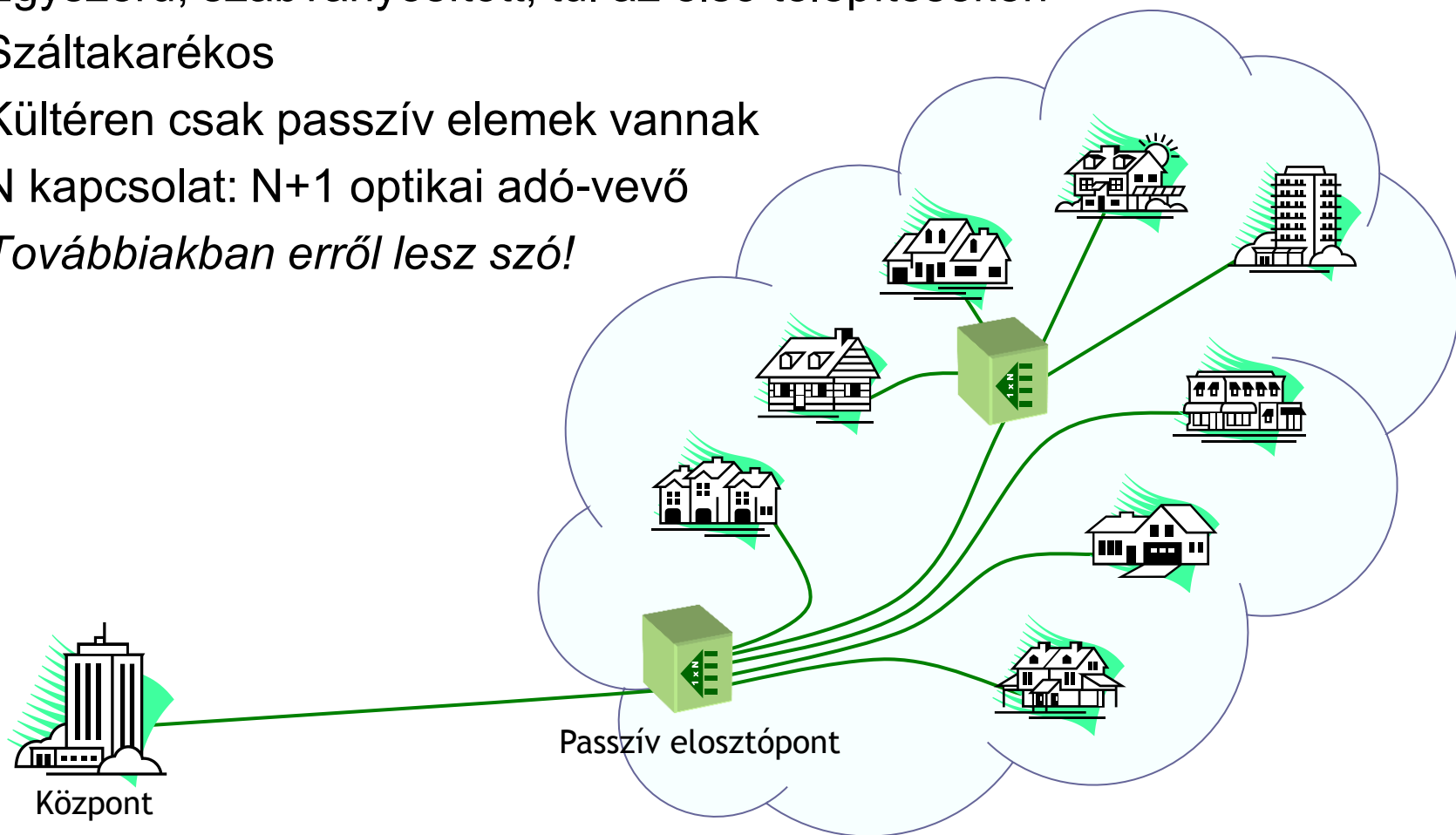
- Azaz az épületen belül csavart érpár (cat5/cat6e)
 - Ok: az optikai szálakat túl kis sugarú ívben meghajlítva túl nagy lesz a vesztesége (bending loss)
 - Bár már vannak ezt kiküszöbölő spec. optikai szálak
 - Kis távolságokra a rézvezeték is tökéletesen megfelel
 - Olcsó eszközökbe közvetlen beköthető



Hálózati architektúrák

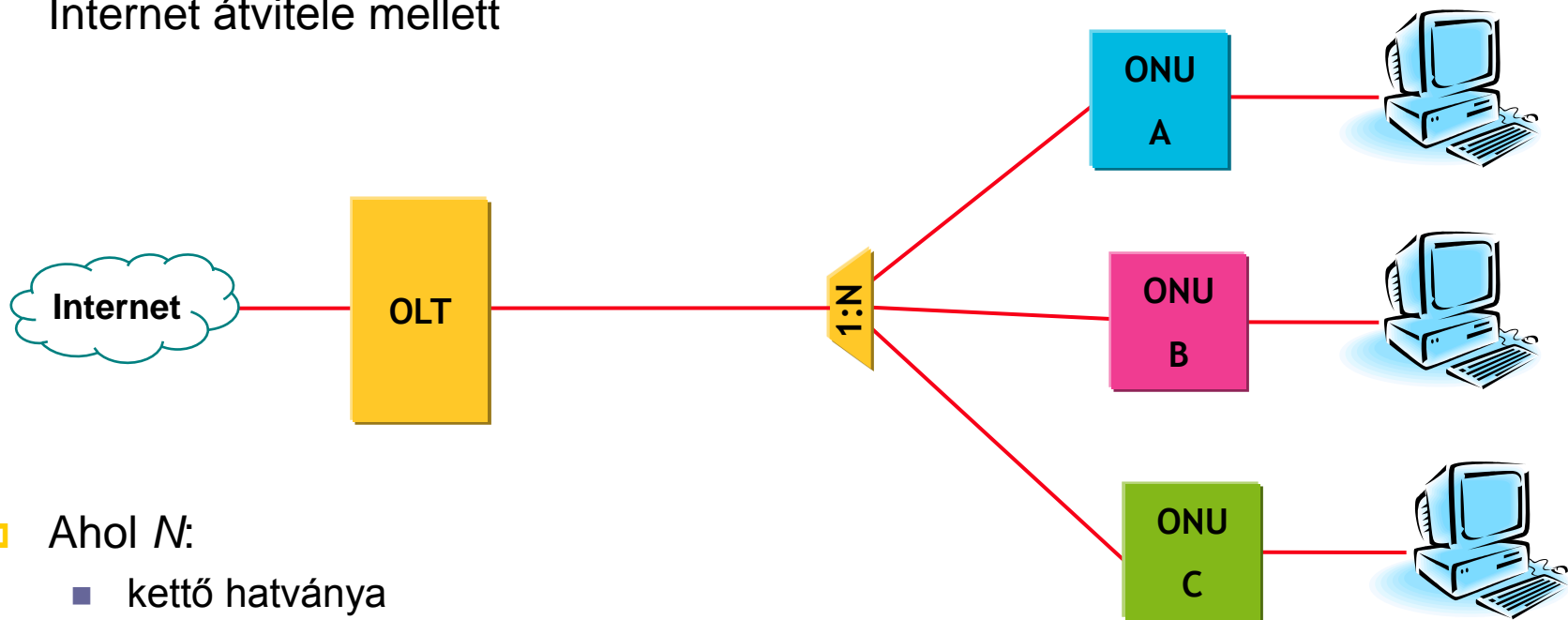
Passzív optikai hálózat (Passive Optical Network, PON)

- 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)

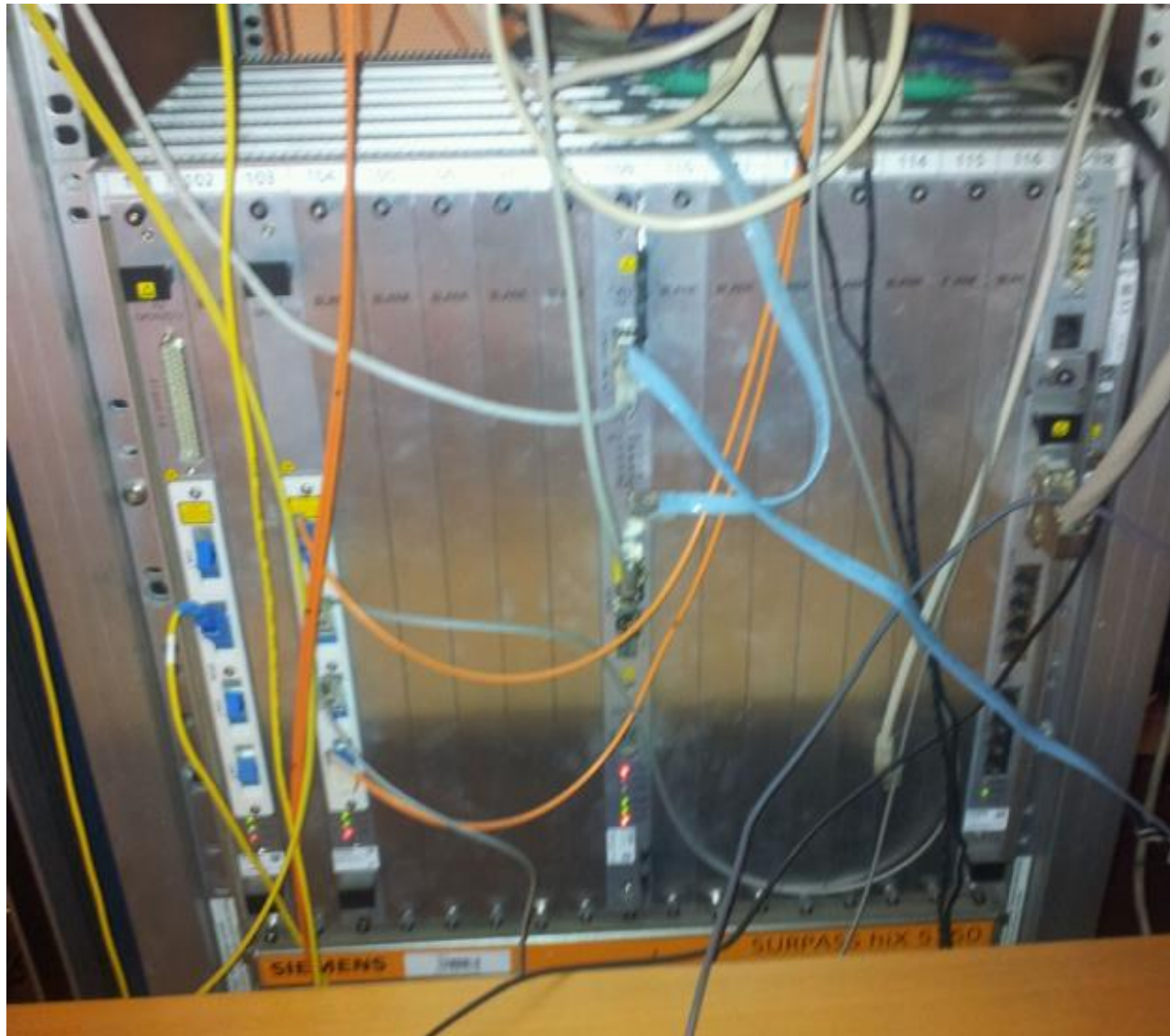
- OLT: Optical Line Termination (optikai vonalvégződés)
- ONT: Optical Network Termination, avagy más néven: ONU: Optical Network Unit (optikai hálózatvégződés/hálózati elem)
- Lehetnek bonyolultabb konfigurációk is: pl. videó, telefon (VoIP) átvitele az Internet átvitele mellett



- 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

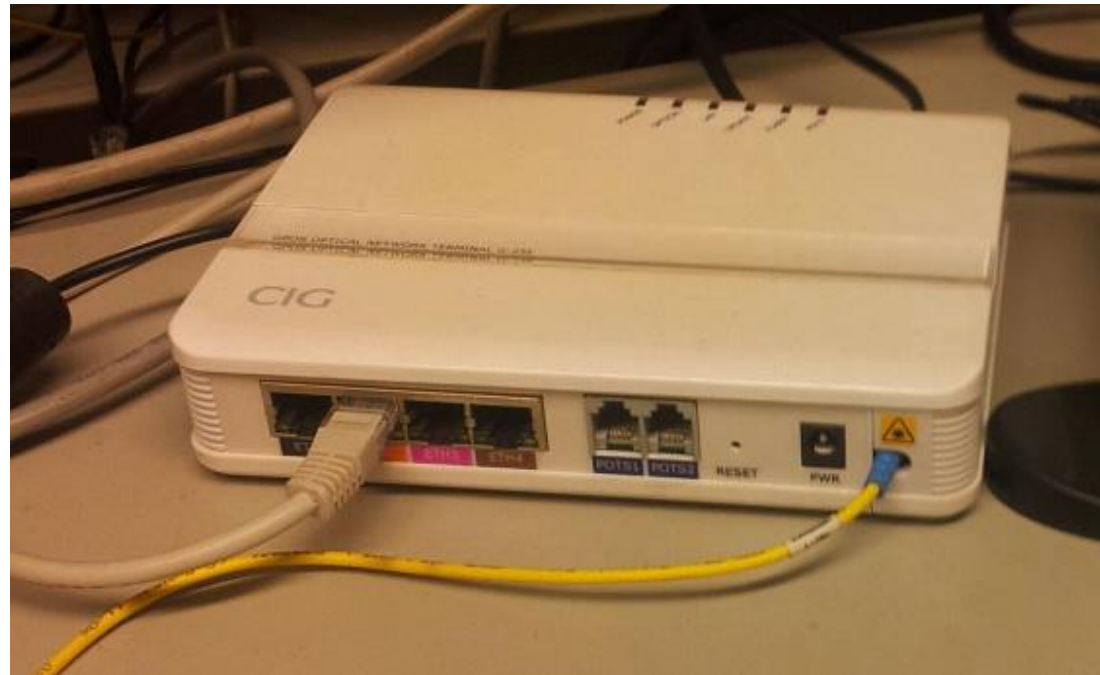
- 1:N passzív osztó



TDM alapú PON

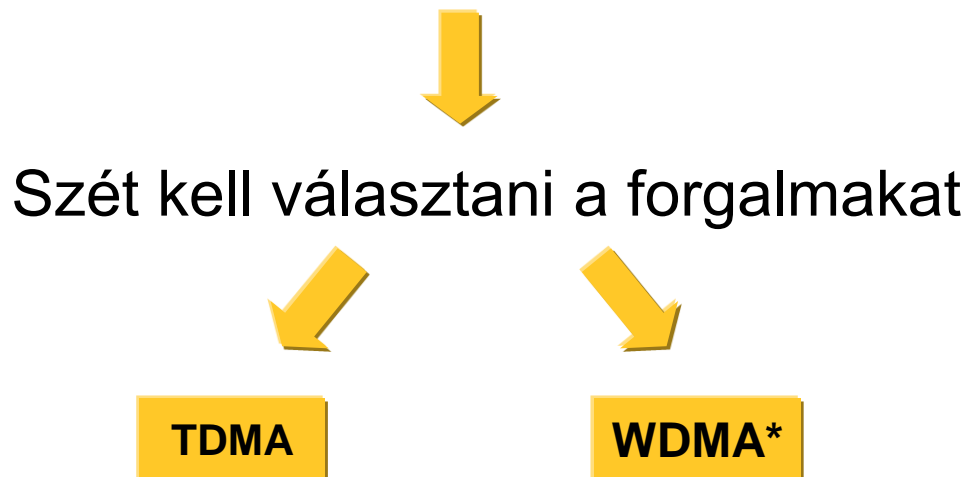


□ ONU/ONT



Többszörös hozzáférés

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

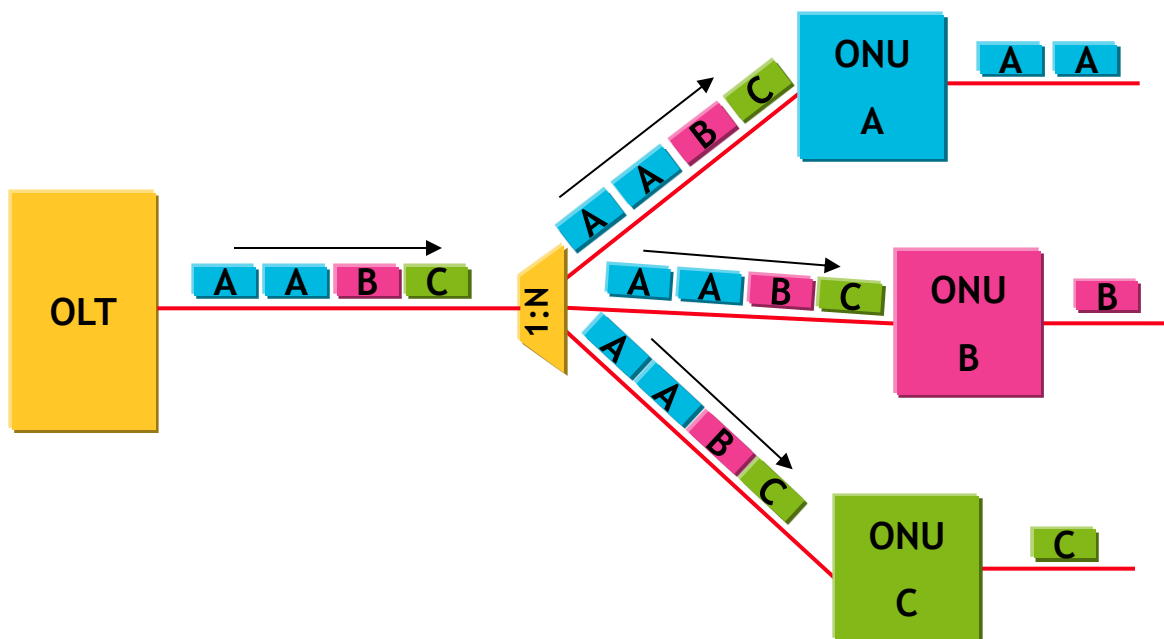
□ WDM PON-ok

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

TDM alapú PON

Lefele irány:

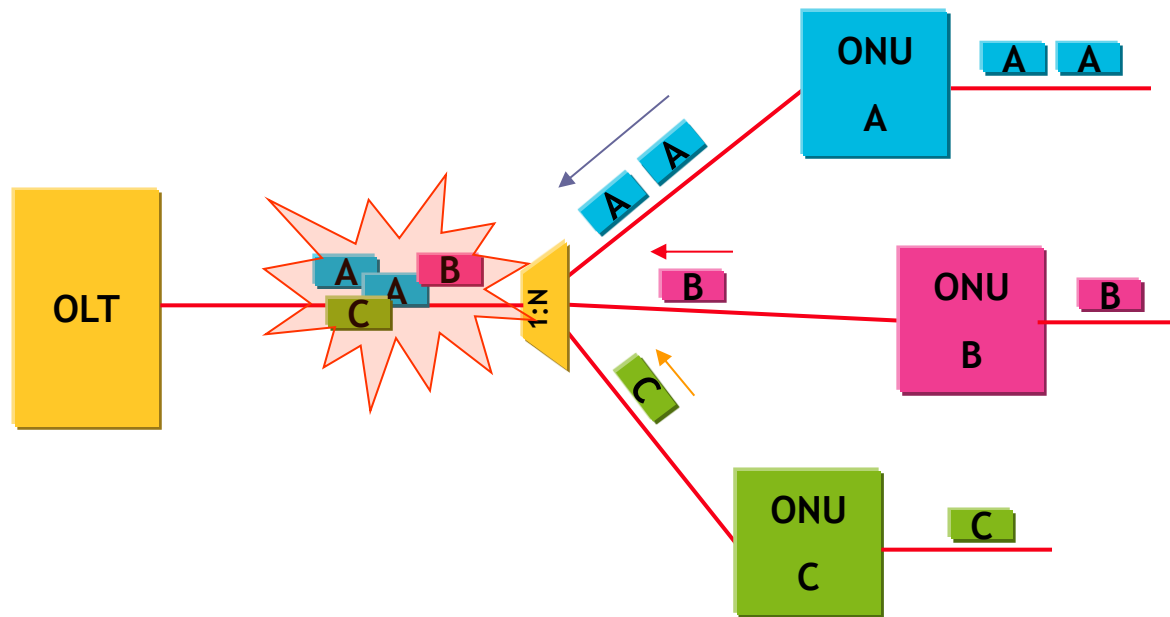
- ❑ Üzenetszórás jelleg: önmagában nem biztonságos, titkosítás kell
- ❑ Időosztásos multiplexálás
- ❑ Az ONU-k csak a nekik szóló forgalmat dolgozzák fel
- ❑ A „címezéseket” a keretszervezésben elhelyezett fejrészek hordozzák



TDM alapú PON

Felfele irány, a probléma:

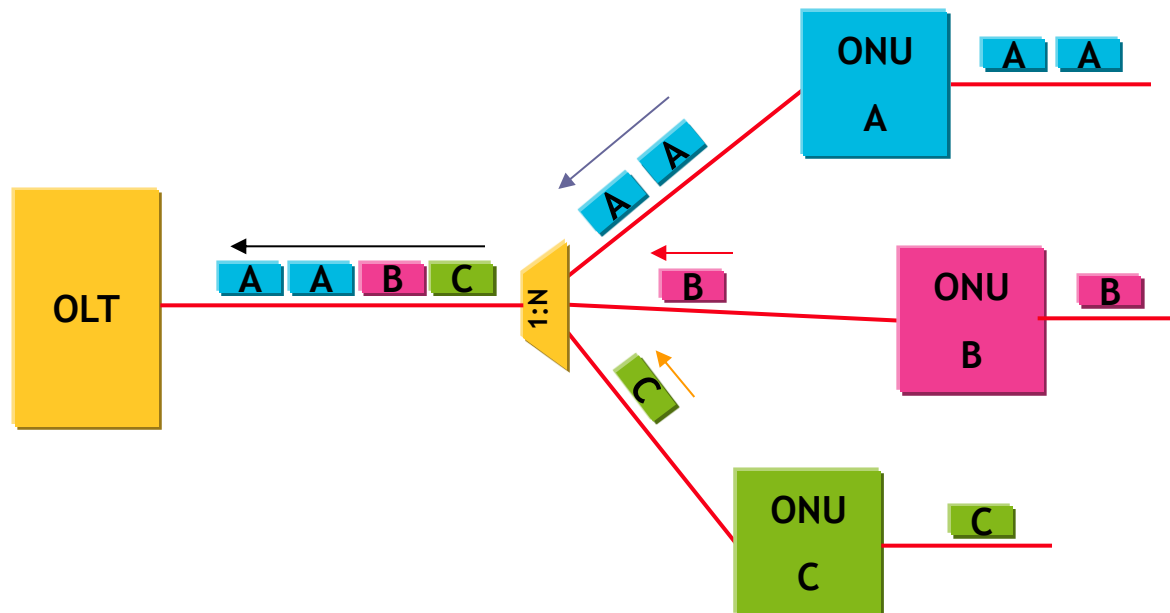
- Az összes ONT egy felfelé irányuló csatornán osztozik
- Az ONU-k közötti adatforgalom közvetlenül nem megoldható
- A splitter és az OLT közötti szakaszon ütközés léphet fel
- Az ONT-k nem érzékelik az ütközést



TDM alapú PON

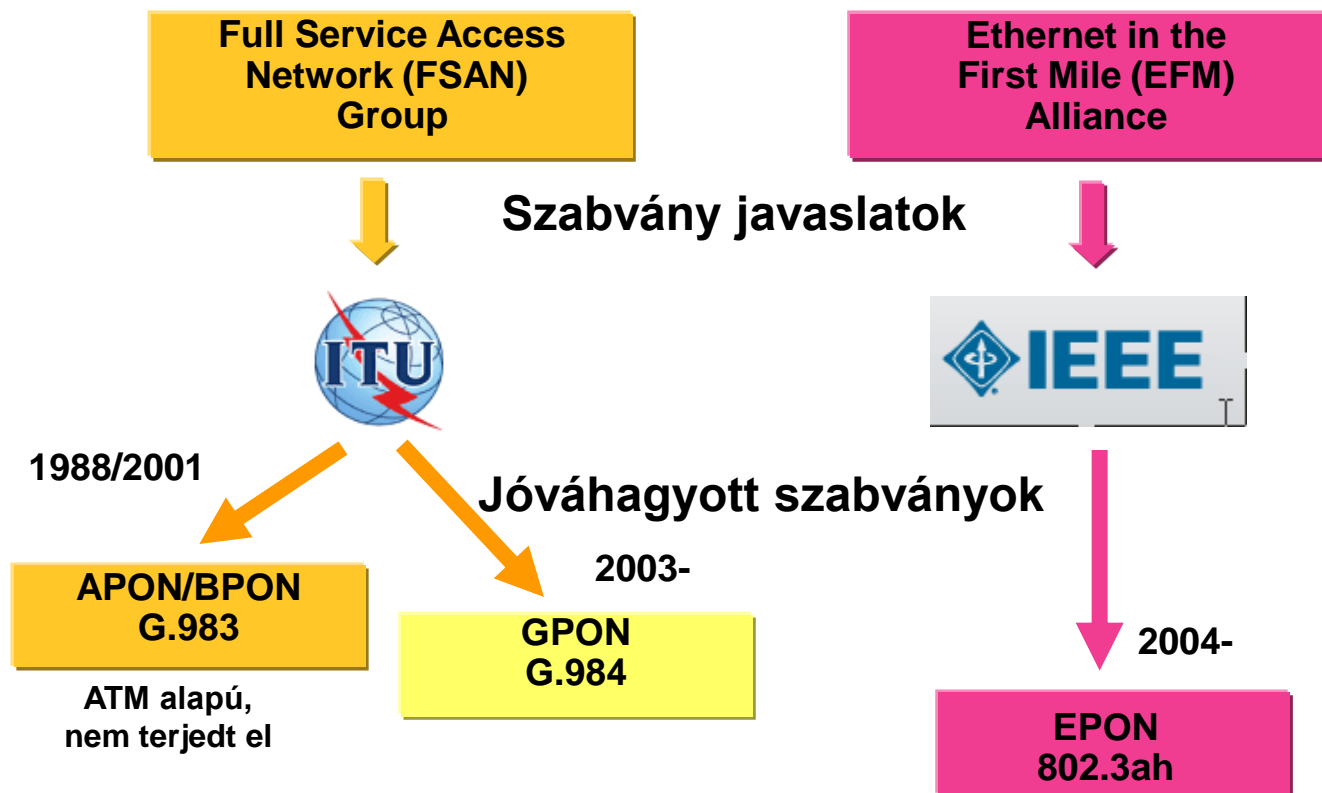
Felfele irány, a megoldás:

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



PON szabványok

(Vizsgára nem kell tudni.)



PON rendszerek összehasonlítása

| | Gigabit Passive Optical Network: GPON | Ethernet Passive Optical Network: EPON |
|-------------------------|--|---|
| 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