

Távközlő Hálózatok

Az előadás kivonat Németh Krisztián(BME TMIT)
diasorozatának felhasználásával készült

Optikai adatátvitel

- ▶ Megnövekedett sávszélesség-igény
 - ▶ Multimédiás szolgáltatások
 - ▶ MPEG-1
 - ▶ 1,5Mbps VHS minőségű kép
 - ▶ MPEG-2
 - ▶ DVD minőség
 - ▶ Jó minőségű anyag esetén 4-8 Mbps
 - ▶ HDTV
 - ▶ MPEG-2 tömörítéssel 15-20 Mbps
 - ▶ MPEG-4 tömörítéssel 10-15 Mbps
- ▶ ADSL sávszélessége ehhez kevés

Optikai hozzáférési hálózatok

▶ Előnyei

- ▶ nagy sáv szélesség
 - ▶ célkötés 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 bithibarány (Bit Error Rate, BER)
 - ▶ Voip
- ▶ kis késleltetés
 - ▶ IPTV

▶ Hátránya

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

▶ VDSL

- ▶ nem teljesen a felhasználókig optika

Optikai adatátvitel

- ▶ Három fő komponens:
 - ▶ Fényforrás
 - ▶ LED (light emitting diode), félvezető lézer
 - ▶ Átviteli közeg
 - ▶ Rendkívül vékony üvegszál
 - ▶ Fényérzékelő (detektor)
 - ▶ Ha van fényimpulzus - logikai 1 bit
 - ▶ Ha nincs - logikai 0 bit
- ▶ A villamos jeleket fényimpulzusokká kell alakítani és vissza
 - ▶ A detektor fény hatására elektromos impulzusokat állít elő
- ▶ Az adatátviteli sebességet az átalakítás sebessége határozza meg
 - ▶ A gyakorlati sebesség egy szálon ma 10-50 Gbps

Optikai adatátvitel

- ▶ Egy egyszerű üvegszál a gyakorlatban használhatatlan
 - ▶ A fény elszivárog
 - ▶ Ha a fény az egyik közegből átlép a másikba (pl. üvegből levegőbe) megtörik
 - ▶ A visszaverődés mértéke függ a közegek fizikai jellemzőitől (törésmutató) és a beesési szögtől
 - ▶ Ha a beesési szög nagyobb egy határértéknél, a fényvisszaverődik az üvegbe



Optikai adatátvitel

- ▶ Többmódusú szál
 - ▶ A fényimpulzusok hosszanti irányban szétszóródnak a szálban□
 - ▶ Egyszerre több, különbözőszögben visszaverődő fénysugár halad
 - ▶ Minden sugárnak más a „módusa”
 - ▶ Olcsó megoldás, de csak kis távolságokra hatékony (500 m)
- ▶ Egymódusú szál
 - ▶ Ha az üvegszál átmérője nagyon kicsi, a fény visszaverődés nélkül, egyenesen terjed
 - ▶ Jóval drágább a szál, és nagyobb kapacitású, jobb lézereket igényel
 - ▶ Nagyobb távolságok áthidalására sokkal jobb
 - ▶ 50 Gbps 100 km távolságba erősítés nélkül

Optikai adatátvitel

- ▶ Fényvezető kábelek
 - ▶ Egy fényvezető kábelben akár 1000 fényvezető szál
 - ▶ 50.000 Gbps átviteli sebesség
 - ▶ Egy optikai szálpáron több mint 2.5 millió párhuzamos telefonhívás
 - ▶ Egy hasonló kapacitású sodrott érpár köteghez képest 1%-os súly és méret

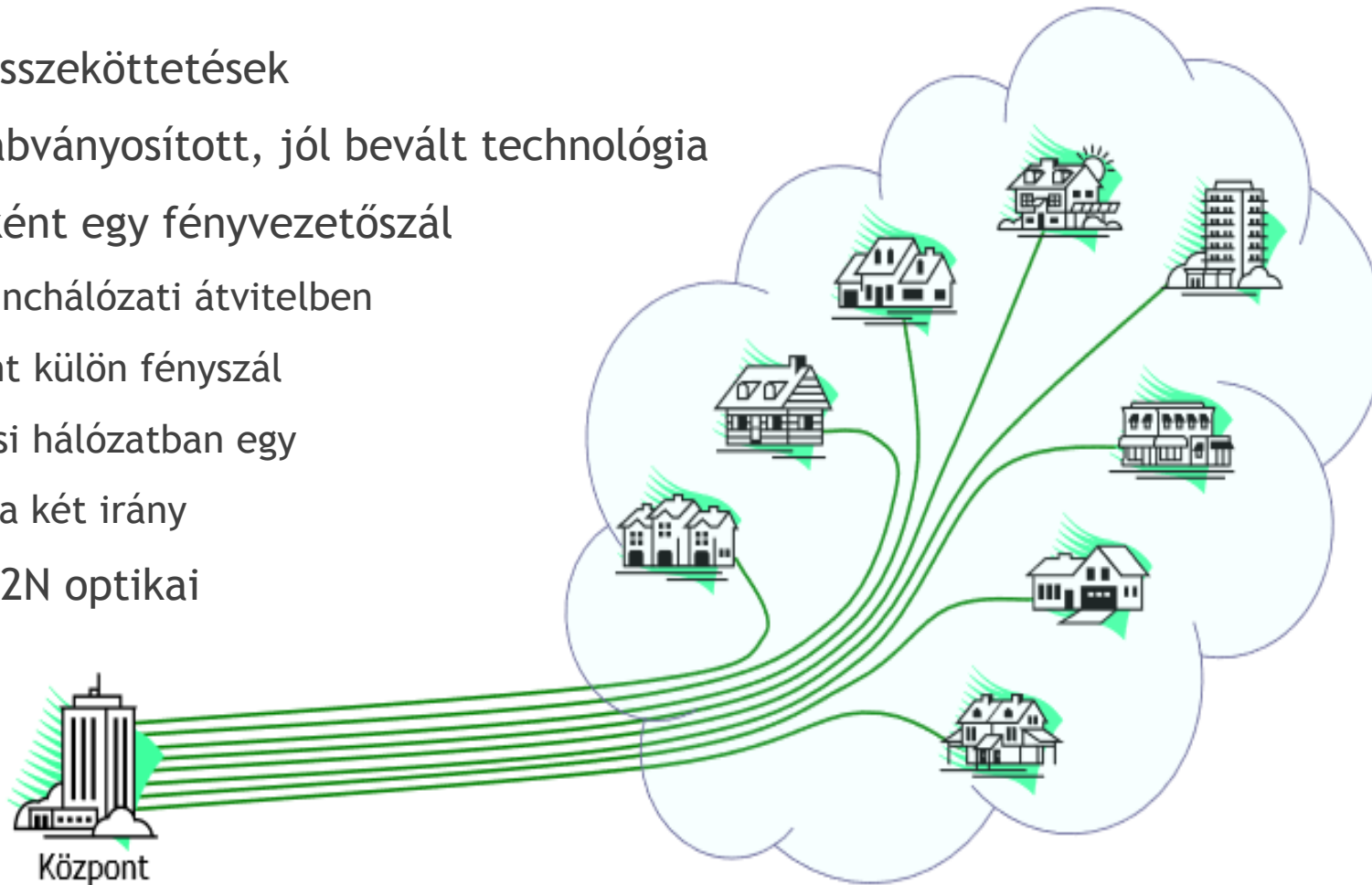


Optikai adatátvitel

Optikai kábel	Réz érpár
➤ Fényjelekkel működik	➤ Elektromos hullámok
➤ Nem érzékeny az elektromágneses interferenciákra	➤ Érzékeny az elektromágneses interferenciákra
➤ Ismétlők kb. 30 km után	➤ Ismétlők kb. 5 km után
➤ Kismértékű hőágulás	➤ Nagymértékű hőágulás
➤ Törékeny, viszonylag merev anyag	➤ Hajlítható anyag ➤ Érzékeny a korrózióra és galvanikus reakciókra
➤ Kémiaailag stabil	➤ Újrahasznosítható

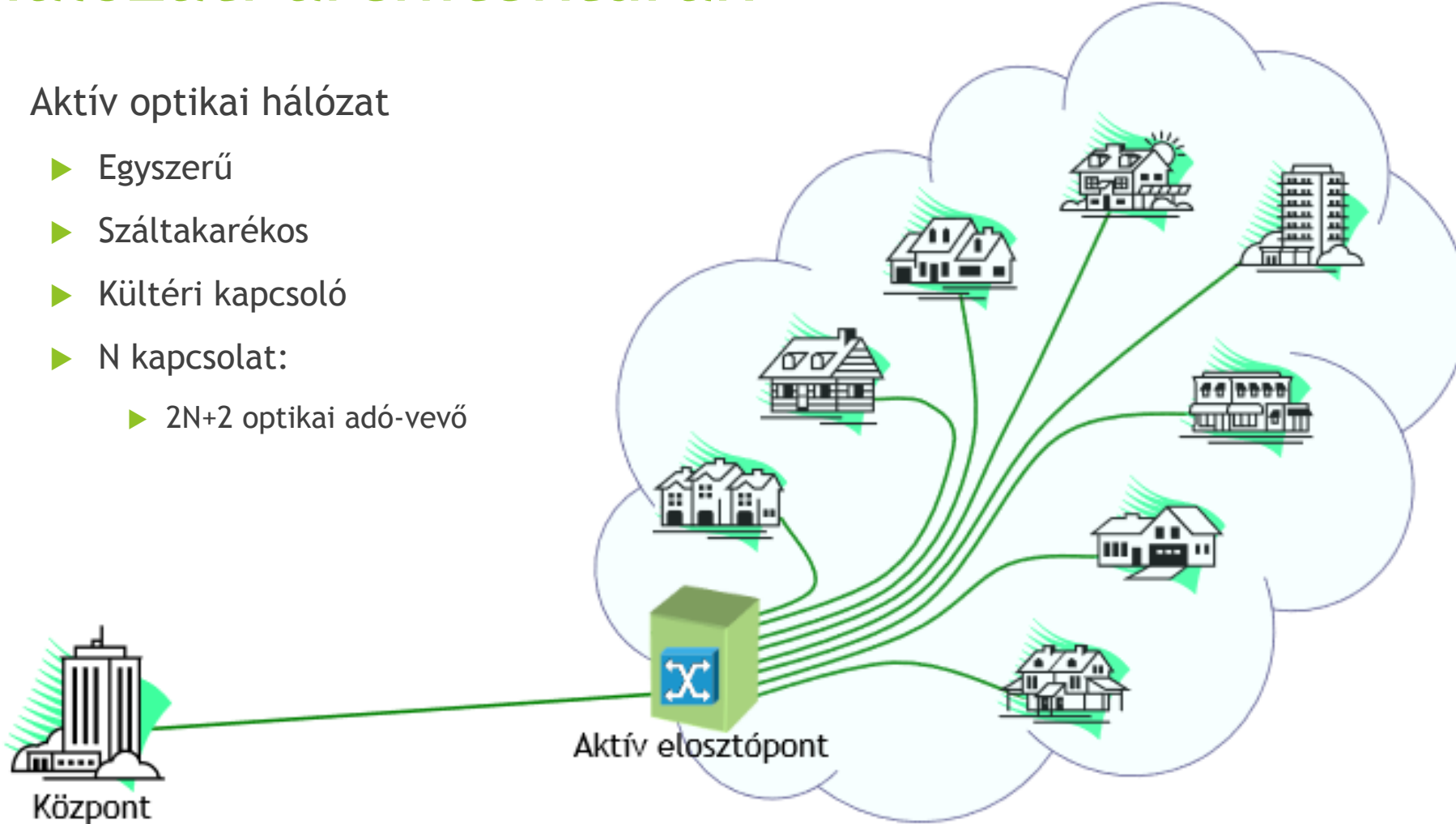
Hálózati architektúrák

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



Hálózati architektúrák

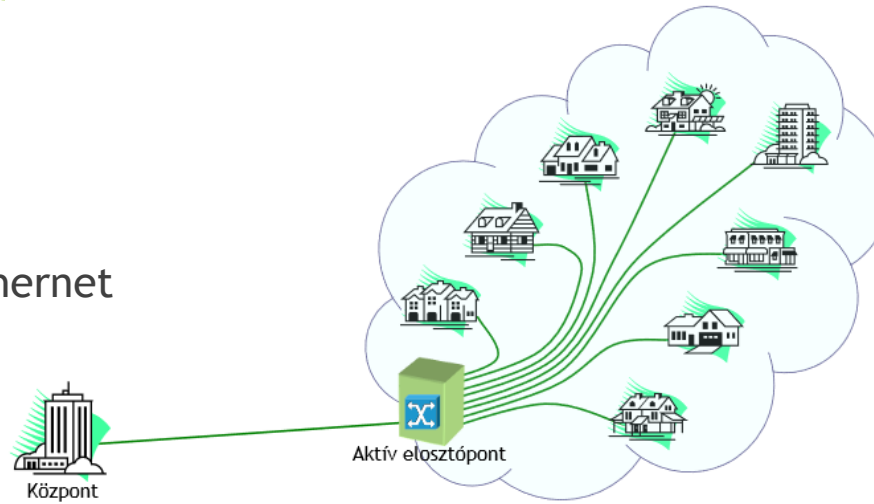
- ▶ Aktív optikai hálózat
 - ▶ Egyszerű
 - ▶ Száltakarékos
 - ▶ Kültéri kapcsoló
 - ▶ N kapcsolat:
 - ▶ $2N+2$ optikai adó-vevő



Hálózati architektúrák

Aktív optikai hálózat

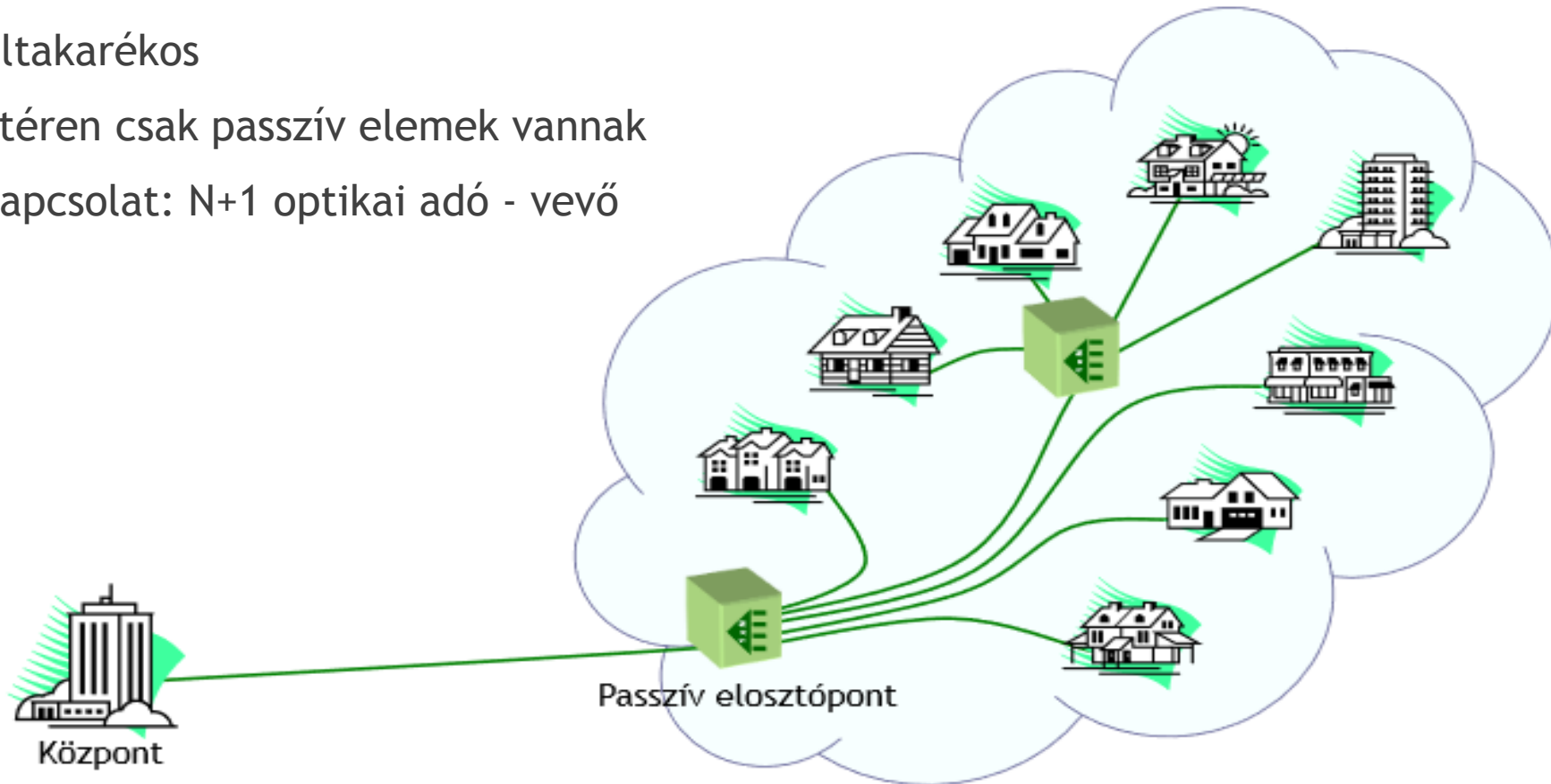
- ▶ Megvalósítás: Ethernet
 - ▶ felhasználók felé tipikusan 100Mb/s Ethernet
 - ▶ központ felé gigabit Ethernet
 - ▶ elosztópont: Ethernet switch
- ▶ Gyakori megoldás: FTTB (Fiber to the Building)
 - ▶ Azaz az épületen belül csavart érpár
 - ▶ Ok: az optikai szálakat túl kis sugarú ívben meghajlítva túl nagy lesz a vesztesége
 - ▶ Kis távolságokra a rézvezeték is tökéletesen megfelel
 - ▶ Olcsó eszközökbe közvetlen beköthető



Hálózati architektúrák

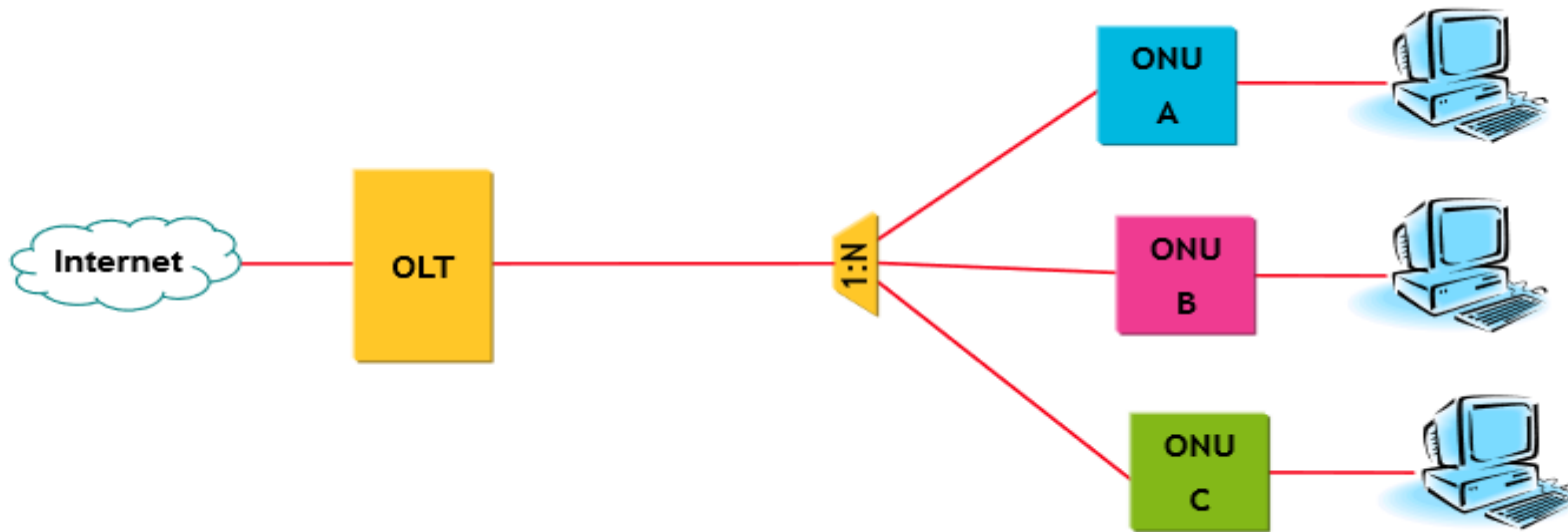
Passzív optikai hálózat (Passive Optical Network, PON)

- ▶ Egyszerű, szabványosított
- ▶ Száltakarékos
- ▶ Kültéren csak passzív elemek vannak
- ▶ N kapcsolat: N+1 optikai adó - vevő



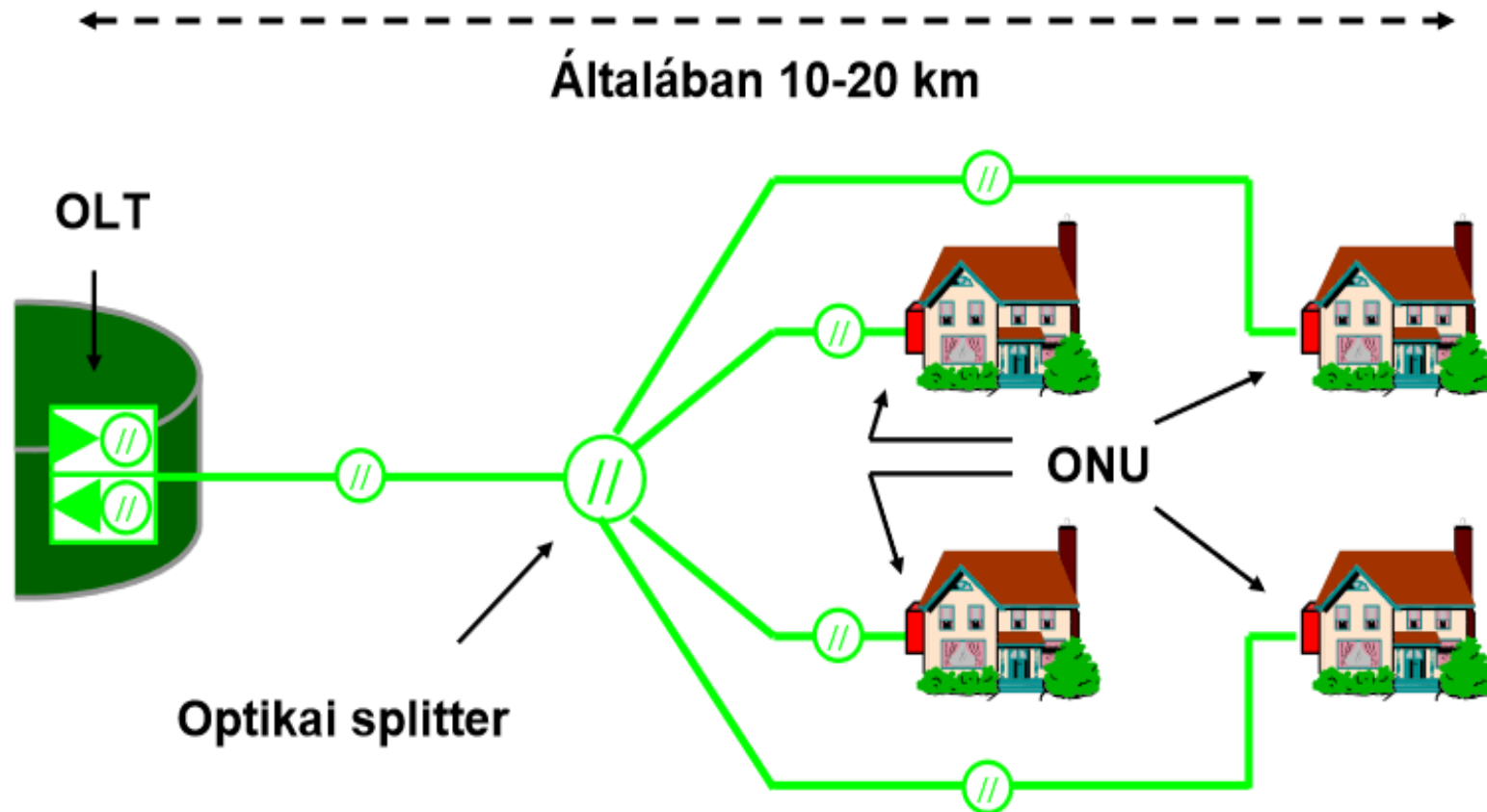
PON architektúra

- ▶ OLT: Optical Line Termination (optikai vonalvégződés)
- ▶ ONU/ONT: Optical Network Unit (optikai hálózatvégződés/hálózati elem)



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

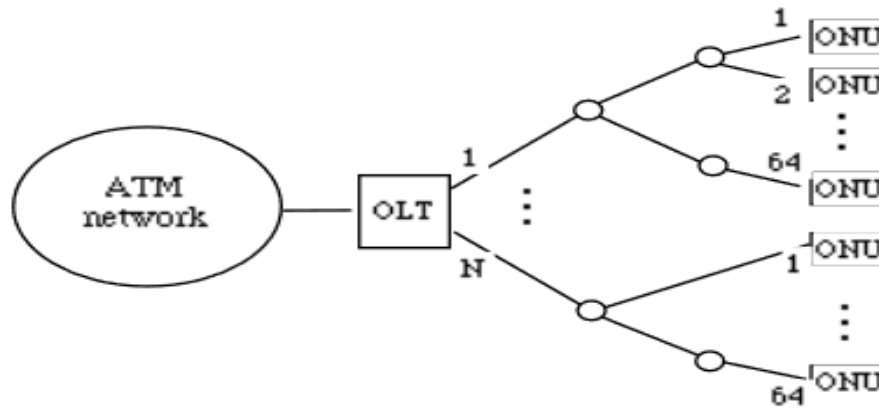
PON architektúra



PON architektúra

A PON elemei:

- OLT -optical line terminator, tipikusan a szolgáltató kapcsolóközpontjában
- ONU-k - optical network units
- ONT -optical network terminal -ez a felhasználói végberendezés



- ▶ Fastruktúrájú optikai elosztó hálózat
- ▶ Több felhasználó (max. 32) megoszt egy fényvezető szálát
- ▶ Az optikai jelet passzív szétosztók (passive splitters) segítségével osztjuk meg több (sok) szál között, amelyek mindegyike egy-egy ONU-t köt össze
- ▶ Passzív elosztó:
 - ▶ több optikai szál összecsatolásával és felmelegítésével készül
 - ▶ a teljesítmény egyenlő arányban oszlik meg a kimeneti szálak között
 - ▶ csillapítást iktat be, ezért a fastruktúra nem lehet tetszőleges mélységű
- ▶ Áramellátás csak a végeknél szükséges

Többszörös hozzáférés

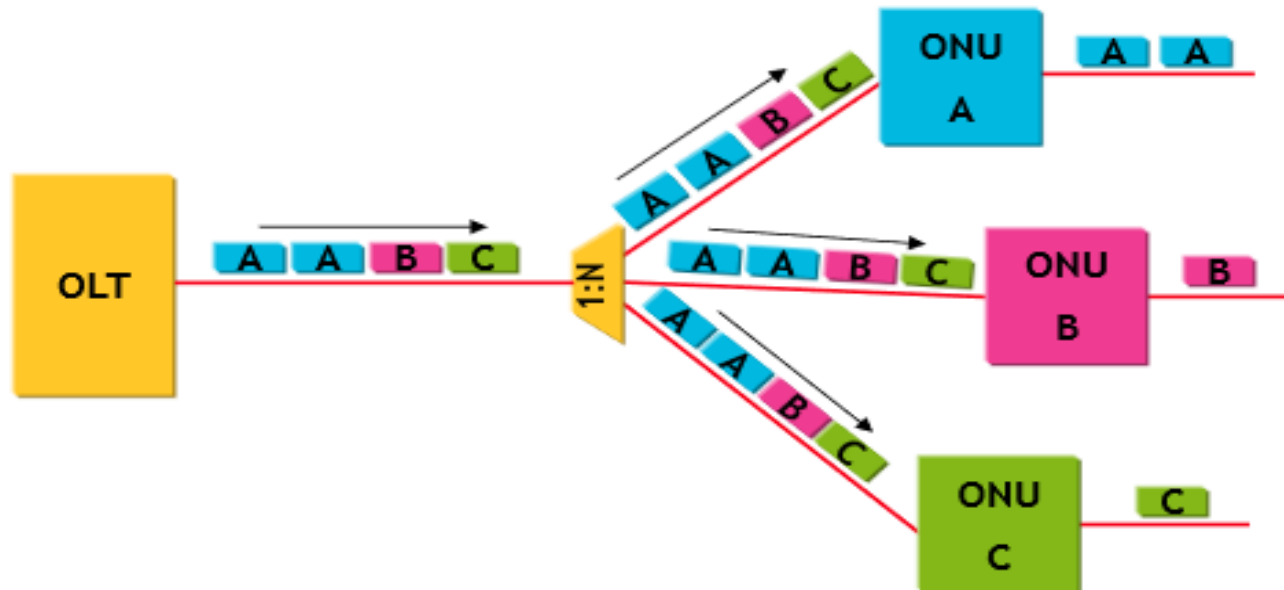
- ▶ Lefelé irány: pont - multipont hálózat
 - ▶ az OLT kezeli a teljes sávszélességet
- ▶ Felfelé irány: multipont -pont hálózat
 - ▶ Az ONT-k csak az OLT irányában kommunikálnak
 - ▶ Az ONT-k nem érzékelik egymás forgalmát
 - ▶ Az ONT-k adatforgalma ütközhet
 - ▶ Szét kell választani a forgalmakat
 - ▶ TDMA
 - ▶ WDMA (Wavelength Division Multiple Access 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

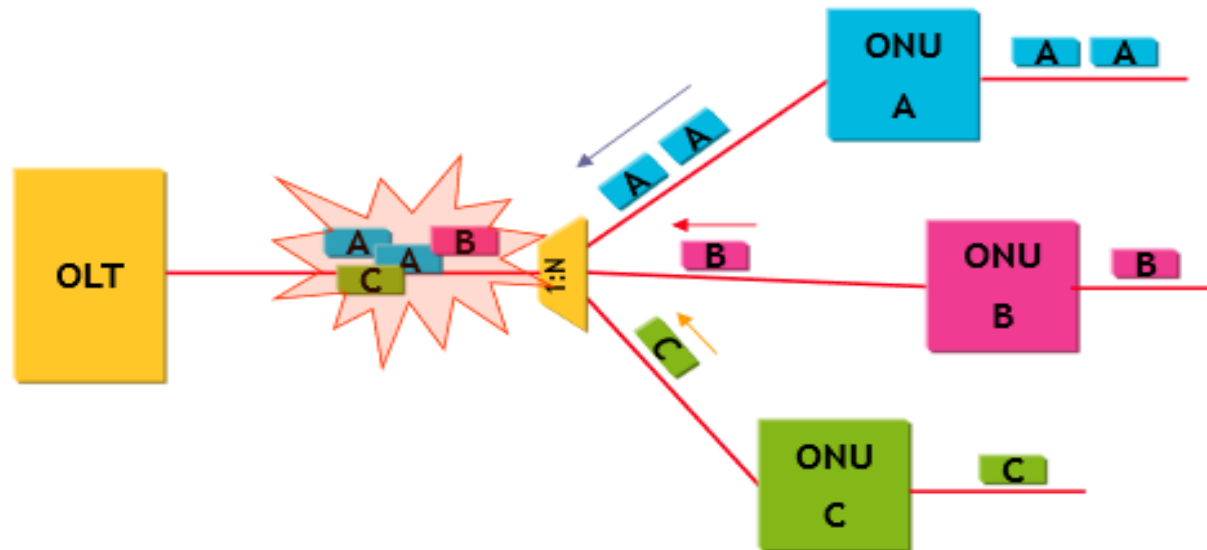
TDM alapú PON-ok

- ▶ 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



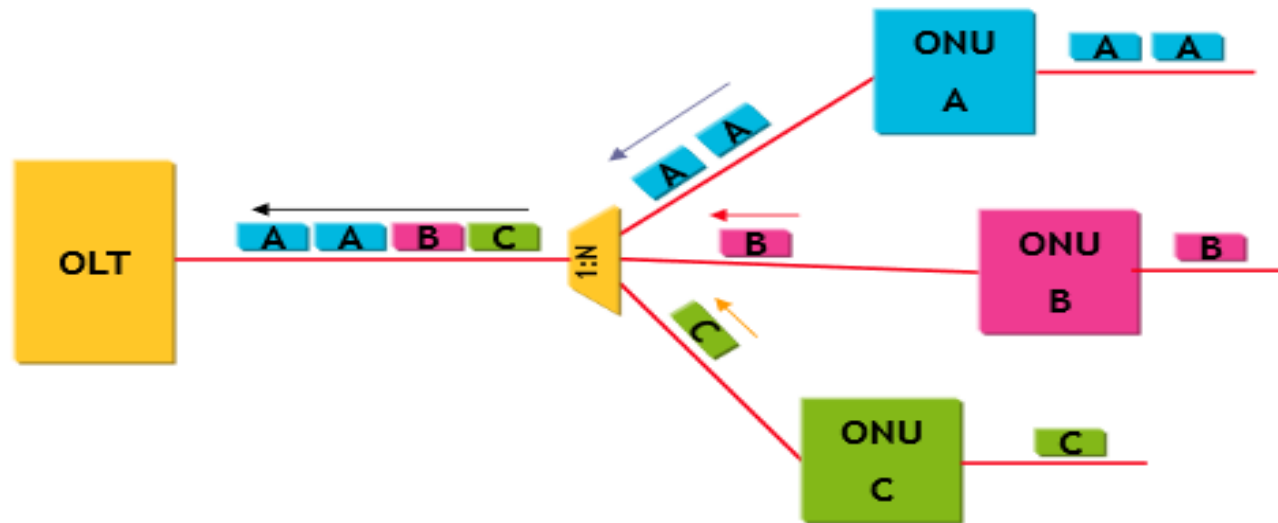
TDM alapú PON-ok

- ▶ 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-ok

- ▶ Felfele irány, a megoldás:
 - ▶ A forgalom meghatározott időszelletekre osztása
 - ▶ Ranging (távolságmérés) mechanizmus alkalmazása, megfelelő adási időzítéssel
 - ▶ Az egészet az OLT vezérli



FTTH/B/C/Cab

- ▶ Az ONU helyétől függően a következő konfigurációk vannak:
- ▶ Fiber to the home (FTTH)
 - ▶ Az ONU a „házban” van, az optika elmegy egészen az előfizetői végberendezésig (az ONU neve itt: optical network terminator (ONT)).
- ▶ Fiber-to-the-basement/curb (FTTB/C)
 - ▶ ONU az épületben (járdaszélen) van. Házon belüli szétosztás rézérpárok ADSL/VDSL alkalmazásával
- ▶ Fiber-to-the Cabinet (FTTCab)
 - ▶ ONU az elosztó-szekrényben van. A házakhoz történő szétosztás réz érpárok ADSL/VDSL alkalmazásával.
 - ▶ Több helyi rézhurok vagy koax csatlakozhat hozzá