

Szélessávú optikai előfizetői hálózat

Összeállította: Szomolányi Tiborné
Jeszenői Péter

– OAN (Optical Access Network)

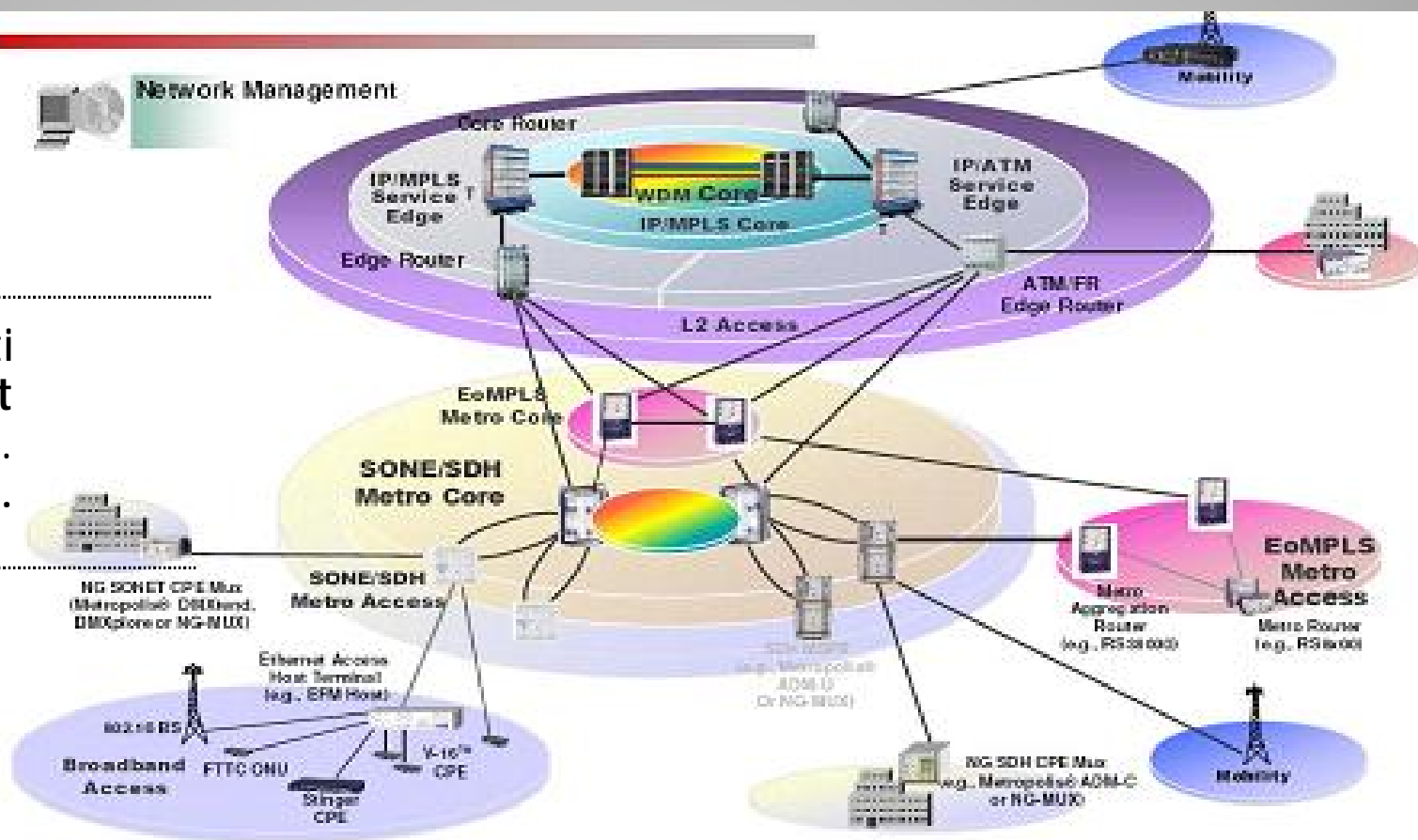
- Az FITL (Fiber In The Loop) műszaki megoldás, a szolgáltatások integrálására és olyan hálózati hozzáférés létesítésére, ahol a rézvezetőt optikai szál helyettesíti, és néhány intelligens berendezés kerül az előfizetőhöz.
- Az optikai vonali rendszerek specifikálása a helyi és hozzáférési hálózatok számára az ITU-T G.981-983 ajánlásaiban található. G.983 a szélessávú OAN-re.
- Az optikai hozzáférési hálózatok szerkezetét az ITU-T G.982 szerinti referencia konfiguráció határozza meg. E referencia konfiguráció szolgáltatás és alkalmazás független.

Optikai hozzáférési hálózatok (OAN)

Felső szint
(Gerinc)
Maghálózat
(WAN)

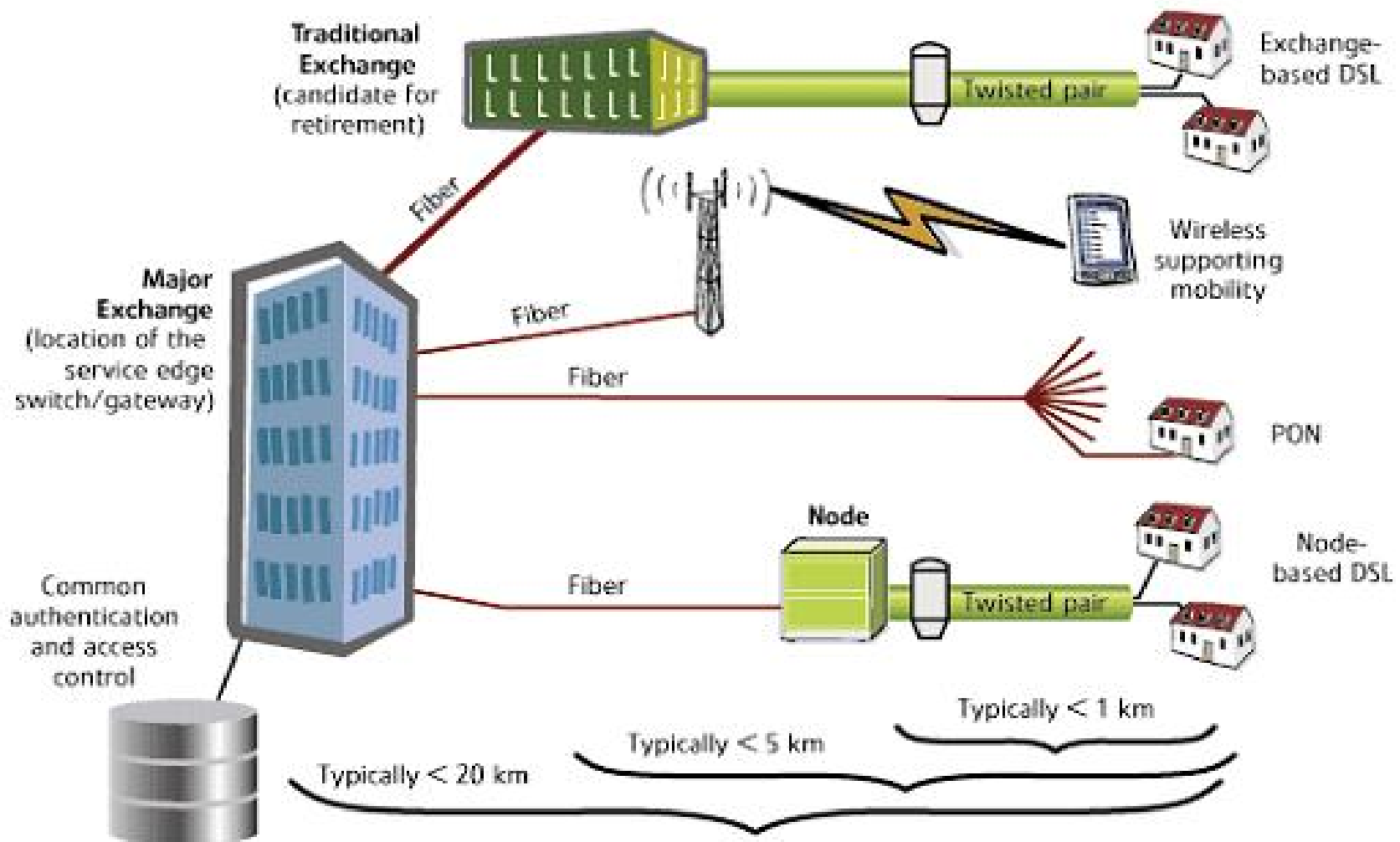
Helyi hálózati
középső szint
METRO – Net.
CITY – Net.
(MAN)

Access hálózat
Hozzáférési
hálózat
(LAN)



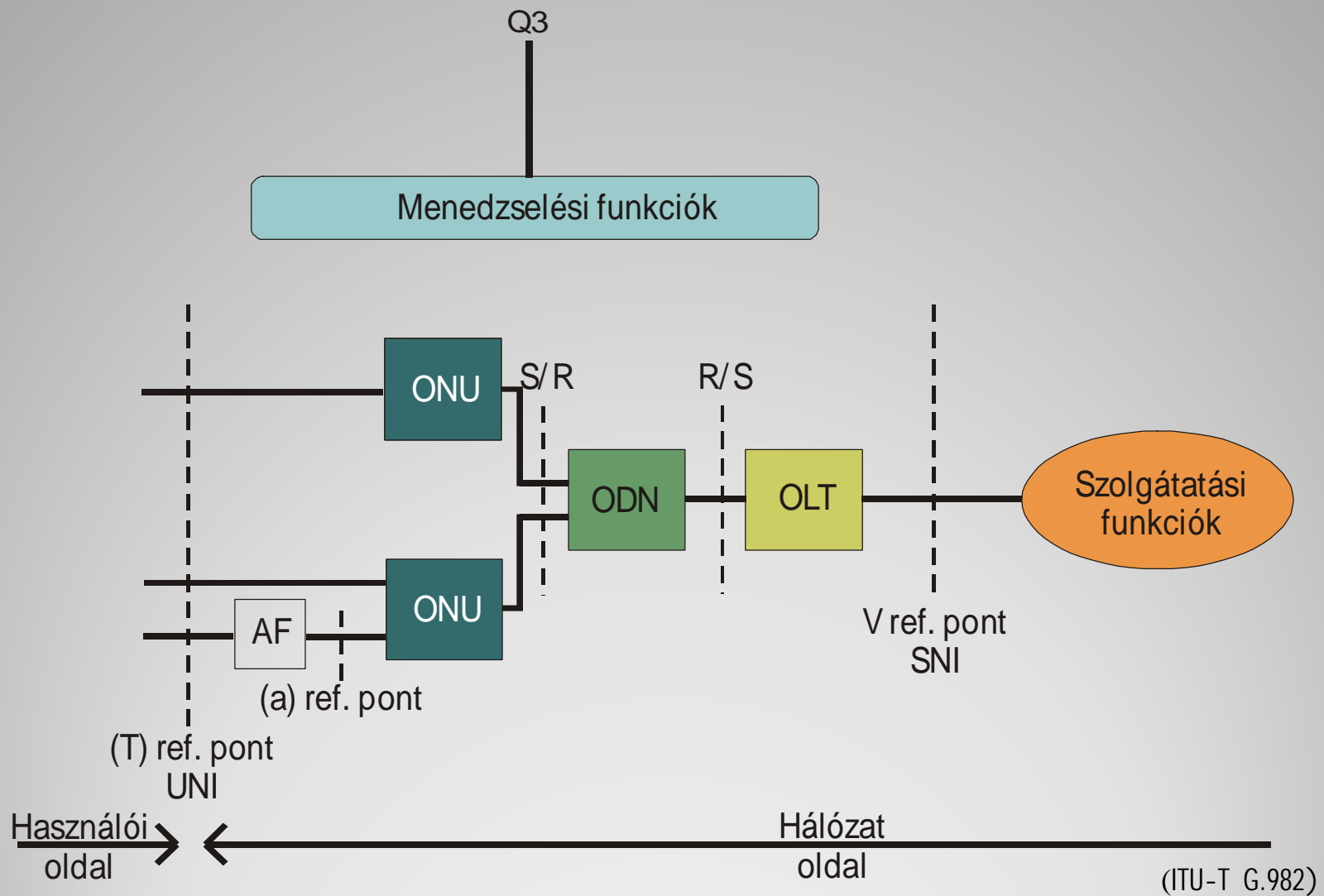
Hálózati struktúra
szélessávú szolgáltatásokhoz

Fényvezető Hozzáférési változatok



- **A szélessávú hozzáférési hálózat** feladata a különböző szolgáltatások elérésének biztosítása igény szerint. Több szolgáltatás egyidejű igénybevétele, illetve Internet alapú szolgáltatások megfelelő minőségű nyújtása a hozzáférési hálózatban sávszélesség (átviteli sebesség) növelést igényel. Ez által a hozzáférési hálózat két szegmense, a felhordó hálózati szegmens (backhaul network), és az elosztó szegmens, vagy utolsó méterek (last or first miles), sávszélessége - függően a felhasználó szolgáltatásától - 1Mbps és 1Gbps között lehet, illetve szimmetrikus, vagy aszimmetrikus összeköttetésen működhet.
- A szélessávú hozzáférési hálózatok felhordó szakasza (aggregációs hálózat része) mindenképpen optikai hálózattal létesül, az elosztó, vagy leágazó szakaszokban pedig a rézalapú nyomvonalakat rövidíteni, illetve optikára cserélve fejlesztik.
- A hozzáférési hálózatokra jellemző: a rövid távolágú sűrűn elhelyezkedő végpontok és a hosszabb távolságú ritkább végponti sűrűség.
- A tisztán optikai hozzáférési hálózat lehet lépcsőzetes kialakítással, vagy egy lépésben.
- A korszerűsítés a meglévő rézhálózati struktúrához (hurokhoz) illetve történik, **aktív**, vagy **passzív optikai rendszerek** alkalmazásával.

Szélessávú hozzáférési hálózatok



Fényvezető előfizetői rendszerek: Referencia ábra

- » **Az (OLT) Optikai vonal végződteő** egység magába foglalja az átvitel-technikai rendszerek alkotóelemeit, az összes aktív elektronikai és optikai elemet.
- Rendelkezik csatorna rendezési funkcióval (CC)
- Tartalmaz, szabványos interfészeket a szolgáltatási egységekhez, optikai adókat és vevőket, valamint azok vezérlő funkcióit, egy vagy több független optikai hálózat számára. Elvégzi a szolgáltatások előkészítését a megfelelő szolgáltatási platformig az indított jel átvitele számára. Ellátja a jelzés és protokoll funkciókat a szabvány előírásoknak megfelelően.
- Általában a Hostnál, vagy HUB-nál van elhelyezve.

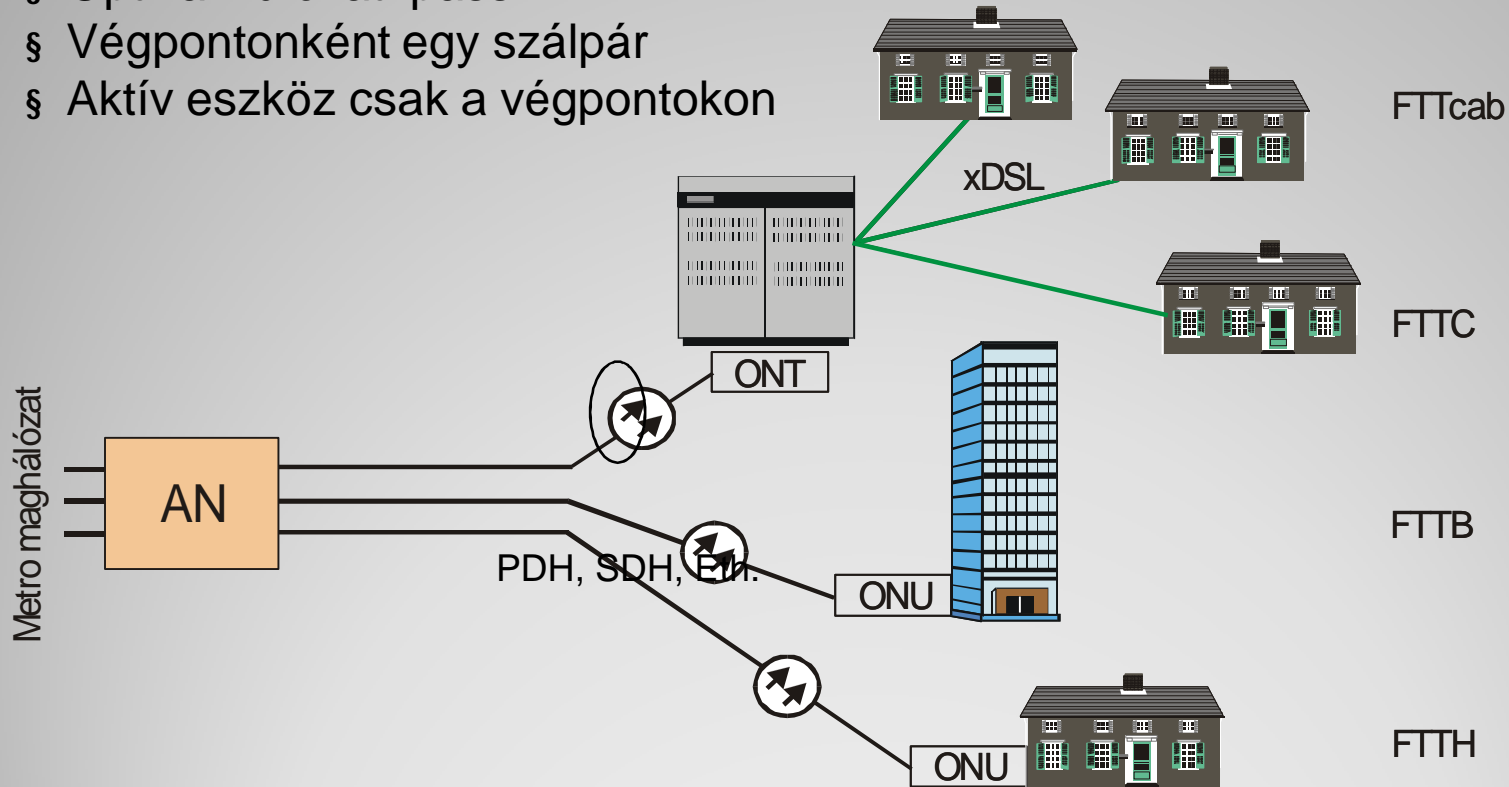
- **Az Optikai elosztó hálózat (ODN)** fényvezető közegen fizikai kapcsolatot létesít az OLT és ONU között
- Passzív összetevői: *Fv.szálak, kábelek, csatlakozók, elágazók, kötőelemek, (opt. csillapító tagok)*
- - **Passzív elosztású**, a vonalon nem alkalmaznak optikai-elektronikai eszközöket, kizárólag un. **passzív osztókat**, az irányok szétválasztásához.
- - **Aktív elosztású**, aktív vonalelosztóval, irányokra illesztés és csatorna elosztás. (Pl.: *PDH, SDH, stb. multiplexerek, kapcsolók,). és hozzáférési hálzsereit az IG.980-G.999 előírásai szabályozzák.*

- **Az optikai hálózati lezáró berendezés (ONT),**
 - - optikai csatornák fogadása és küldése az ODN-en,
 - - az optikai szálak fizikai végződése.
- Az ONT nem alkalmas közvetlen előfizetői kapcsolatra, mert nem tartalmaz szolgáltatási egységeket (SU= Service Unit). Külső rézhálózaton (4 huz. BUSZ) csatlakozik az SUk hoz.
- **Optikai hálózati egység (ONU) = ONT+ SUs**
- A fenti ONT funkciók mellett, a szolgáltatási egységek SU kártyák is be vannak építve egy belső BUSZ rendszeren keresztül.
- Az ONU kimenete, a felhasználóhoz az SU interfészeivel csatlakozik. (pl. 64kbps, LL, ISDN PRA, ISDN BRA. 2Mbps. stb)

- Az optikai elosztóhálózat, funkcionális csillag struktúra, ha
 - csillagpontban a HUB v. OLT van, a végeken az ONU-k.
- Pont-pont *kiépítésben* dedikált szálak és nyalábok kötik össze a *csillagpontot* a *végekkel*. Ebben az esetben az osztó (SP1 splitter) közvetlenül az OLT-nél van elhelyezve, és további elosztás nincs. Topológiailag a csillag kiépítés nyomvonal és távolság függő,
- **Gyűrű topológia** (a HUB és az ONU-k fizikailag egy optikai kábel gyűrűn vannak elhelyezve)
 - funkcionális **gyűrű** (kétirányú meghajtás lehetősége)
 - fa-ág (kettős v többszörös csillag) topológia
- Pont multipont **kiépítésű** struktúra képezhető, ha a nyomvonal SP-khez olyan megoldások kerülnek, amelyek további fényvezető irányok kezelésére képesek. Azaz, ha tovább lesz osztva az OLT-ből kimenő irány (SP1-SP2, stb.)
- A struktúra úgy válik **felfűzőssé**, ha azonos irányon kerülnek telepítésre a leágazások (azaz egy nyaláb kerül leosztásra). Az SP-knél egy-egy irány ágazik el és a továbbmenő ágról kerül kicsatolásra a következő irány.
- Abban a változatban, amikor az osztók és/vagy az ONU fel vannak fűzve egymással, de nincsenek visszahurkolva az OLT-hez, a hálózat **felfűzött**, más néven **BUSZ** konfigurációjú.

Optikai elosztóhálózat struktúrája, topológiája

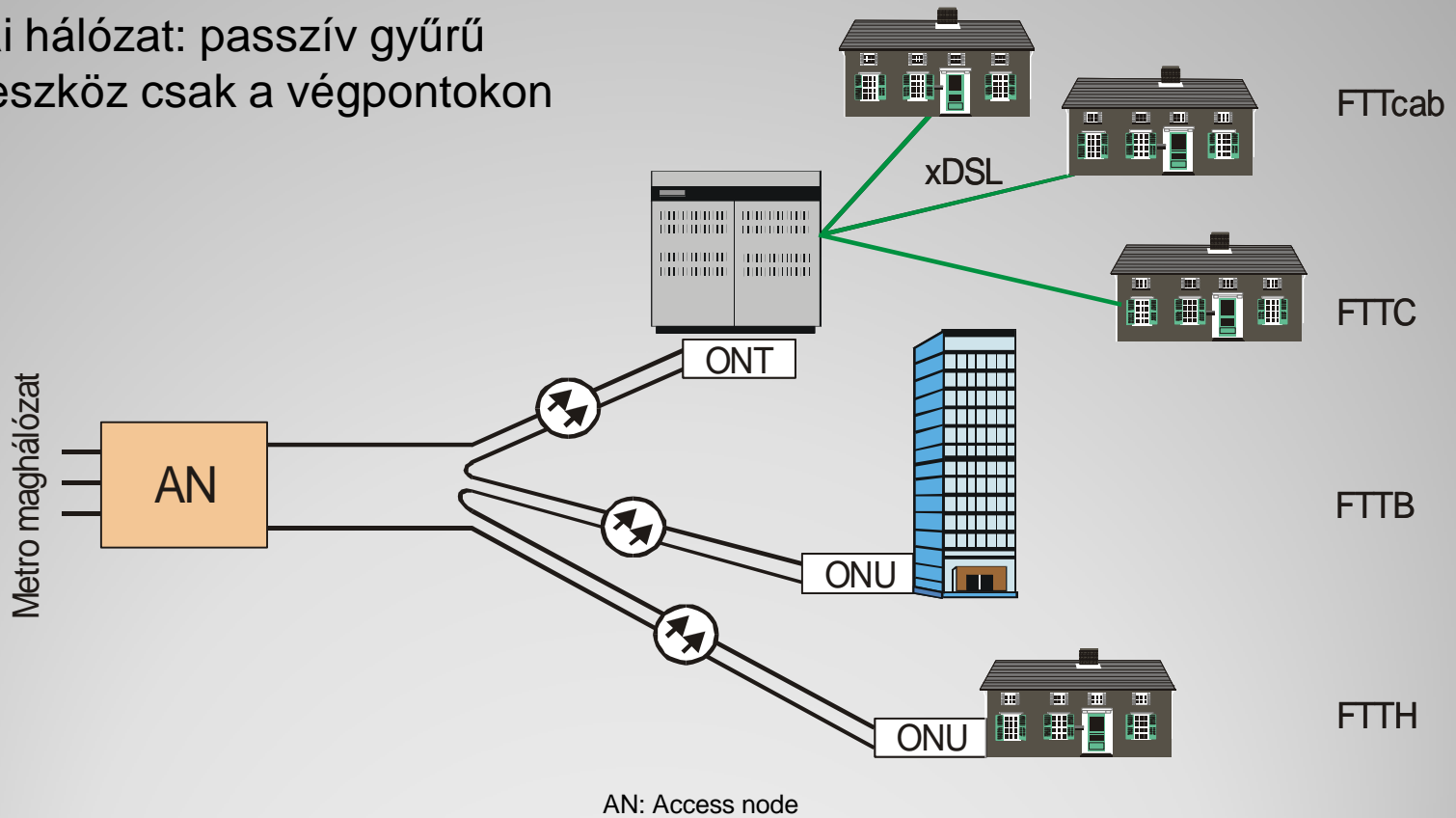
- § Optikai hálózat: passzív
- § Végpontként egy szálpár
- § Aktív eszköz csak a végpontokon



AN: Access node

Pont - pont optikai hozzáférés

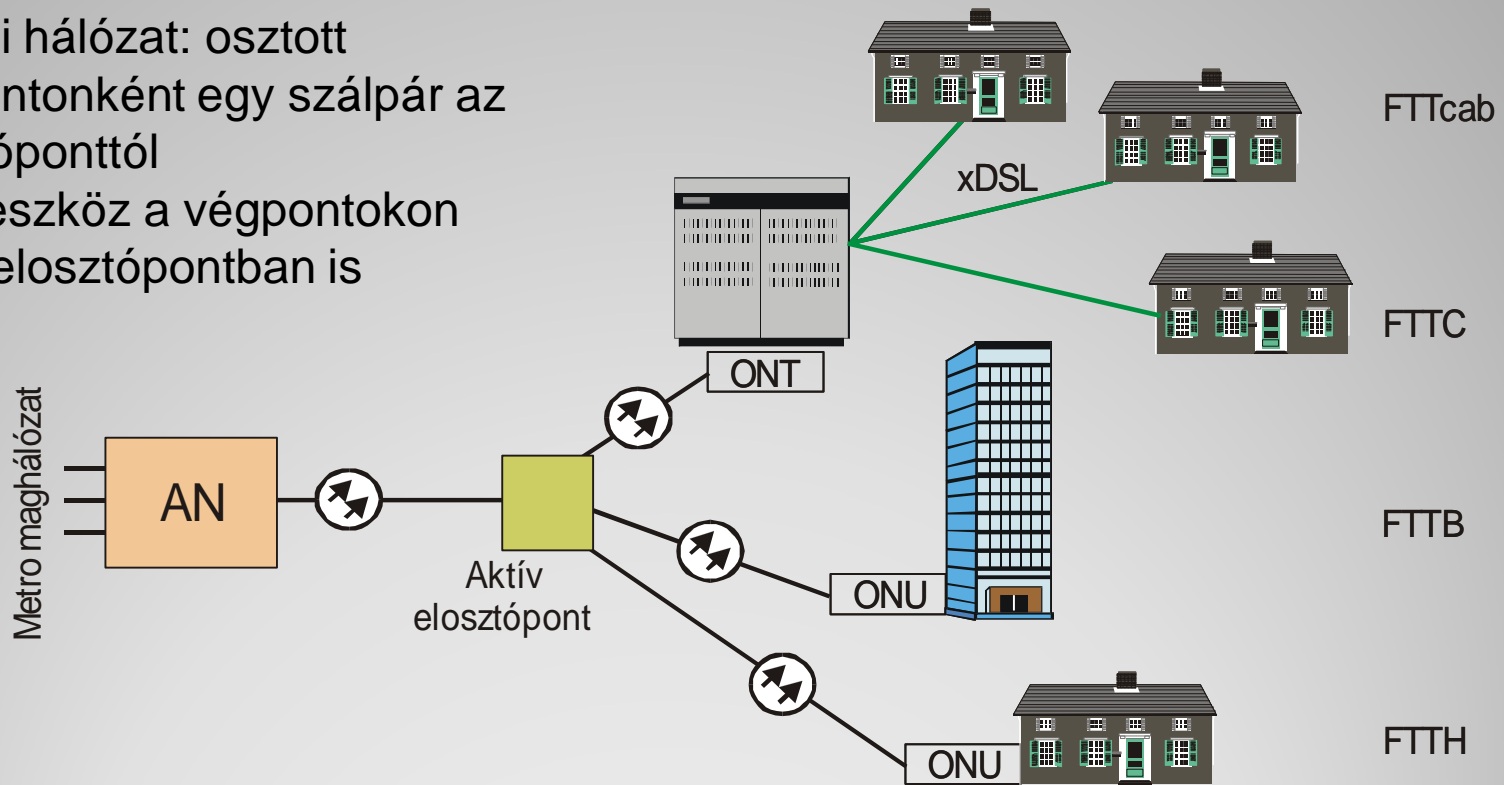
- § Optikai hálózat: passzív gyűrű
- § Aktív eszköz csak a végpontokon



Képzési és tudásmenedzsment igazgatóság
Modul azonosító
TSZ10 004

Optikai gyűrű

- § Optikai hálózat: osztott
- § Végpontként egy szálpár az elosztóponttól
- § Aktív eszköz a végpontokon és az elosztópontban is



AN: Access node

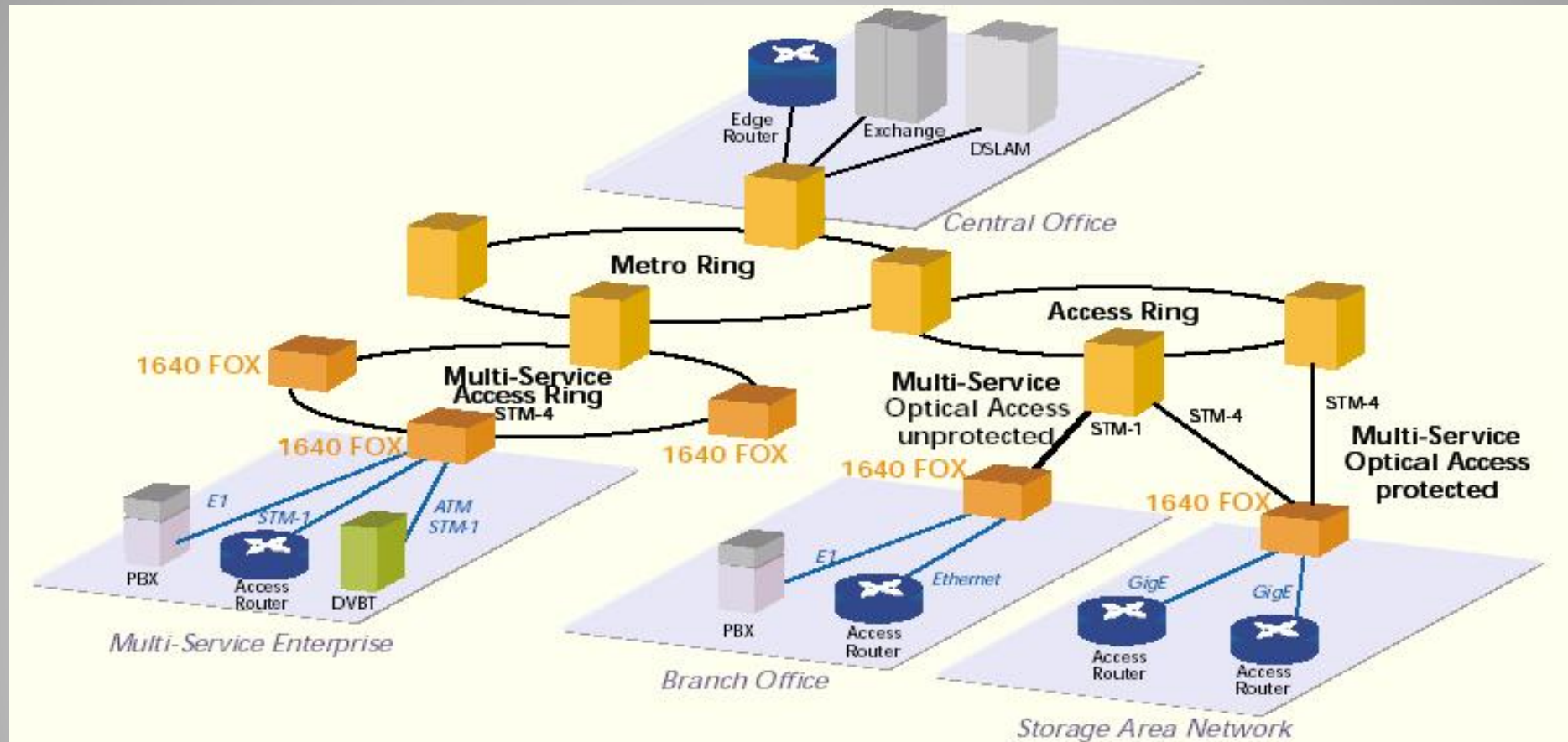
Aktív optikai csillag

- **ngSDH berendezések jellemzői:**
 - » Maradjanak meg az eddigi jó tulajdonságok!
 - » Milyen többlet kell még? További jelformátumok továbbíthatósága
 - § ATM, Ethernet, FDDI, FC, ESCON, FICON, DVB, stb.
 - § A továbbítás legyen: egyszerű, hatékony, szabványos
 - » Nagyobb rugalmasság
 - » Nagyobb áramkörösűrűség: nagyobb kapacitások, kisebb méret
 - » Fokozott megbízhatóság
 - » Alacsonyabb árak
- **ngSDH fő attribútumai:**
 1. Egységes, szabványos keretkezési eljárás adatfolyamok továbbítására: **Generic Framing Procedure** (ITU-T G.7041). LAPS (X.86) helyett
 2. Konténerek összefűzése a hatékony kapacitáskihasználáshoz: **Contiguous and Virtual Concatenation** (ITU-T G.707)
- 3. Dinamikus, a pillanatnyi igényekhez igazodó sáv szélesség allokáció: **Link Capacity Adjustment Scheme** (ITU-T G.7042)

Új generációs SDH (ngSDH)

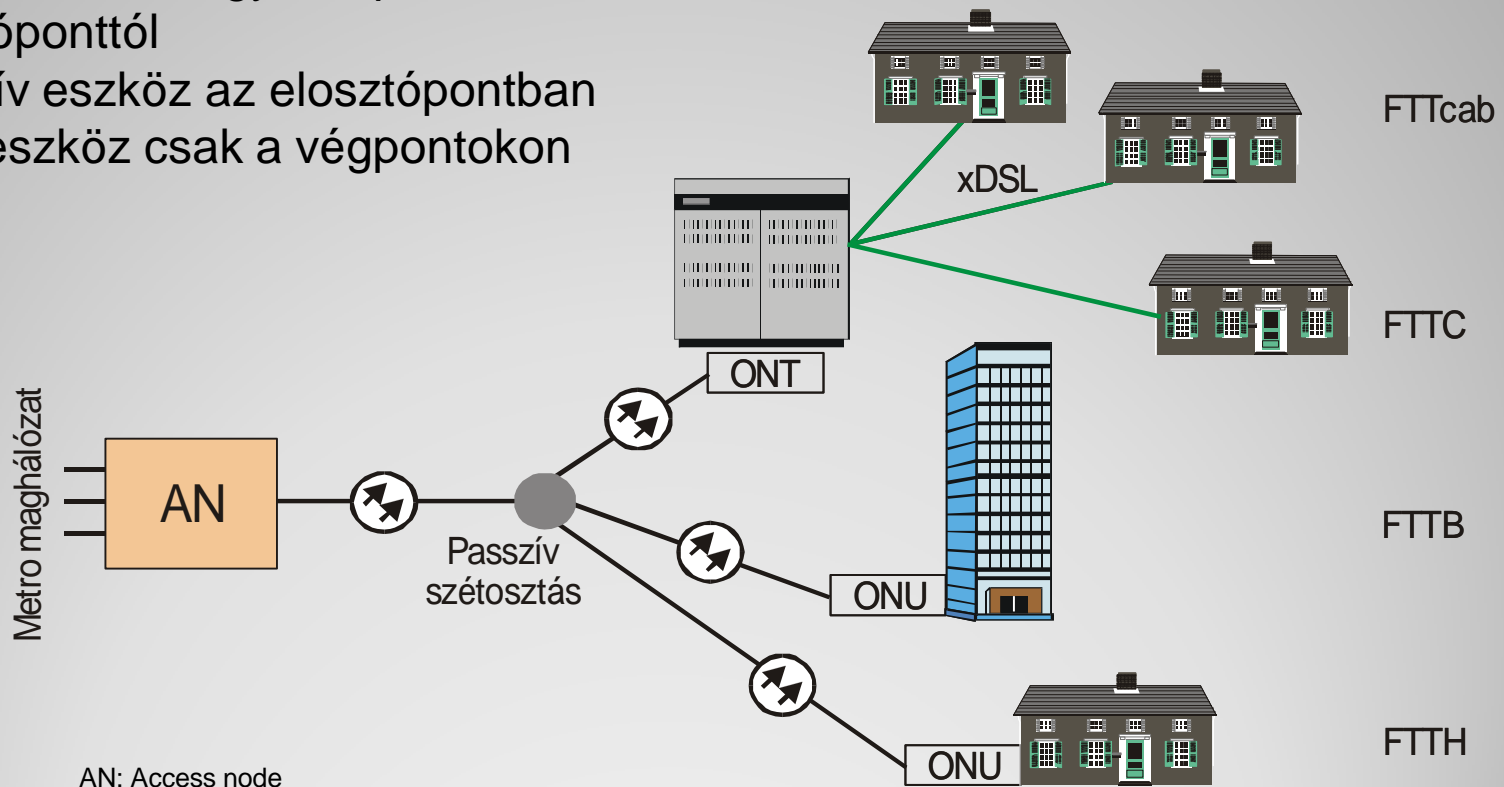
Újgenerációs SDH berendezések alkalmazása városi hálózatokban

- A optikai gyűrűre telepített SDH berendezések (multi szerviz nódok) 2, 34, 140 Mbit/s-os PDH vagy 155 Mbit/s-os SDH forgalmakhoz.
- SDH berendezések Ethernet fizikai interfészein LAN-LAN kapcsolat biztosítható egyéb berendezések alkalmazása nélkül. (transparens Ethernet)
- A VC konténerek virtuális összefűzésének segítségével mindig éppen a szükséges sávszélesség biztosítható. Nem csak transzparens Ethernet kapcsolat, hanem a korábban említett ATM és IP kapcsolatok is biztosíthatók. Például az ATM grooming funkció segítségével tovább javítható az SDH hálózat kihasználtsága.



ALCATEL gyártmányú Új SDH elemekkel kiépített nagyvárosi hálózat

- § Optikai hálózat: osztott
- § Végpontként egy szálpár az elosztóponttól
- § Passzív eszköz az elosztópontban
- § Aktív eszköz csak a végpontokon



Képzési és tudásmentés igazgatóság
Modul azonosító: TSZT/004

17 oldal

Passzív optikai csillag

- A (P-MP), pont-multipont megoldás:
- Az OLT-től az ONU-ig terjedő szakaszon kétféle vivőmódszer használatos az optikai elosztó hálózatban.
- - a szétosztás az un. **passzív optikai osztókkal** történik, (elektronika nélküli szétosztás és összegzés a vonalon.)
- - a szétosztás **aktív multiplexerrel** történik, ez az AON aktív optikai hálózat.
- (a megoldások hozzáférési hálózatokra jellemzők.)

Optikai technikák, átviteli módszerek

–Az NT -> OLT irányú (upstream) forgalom osztott közegen történik (jellemzően PON rendszerek)

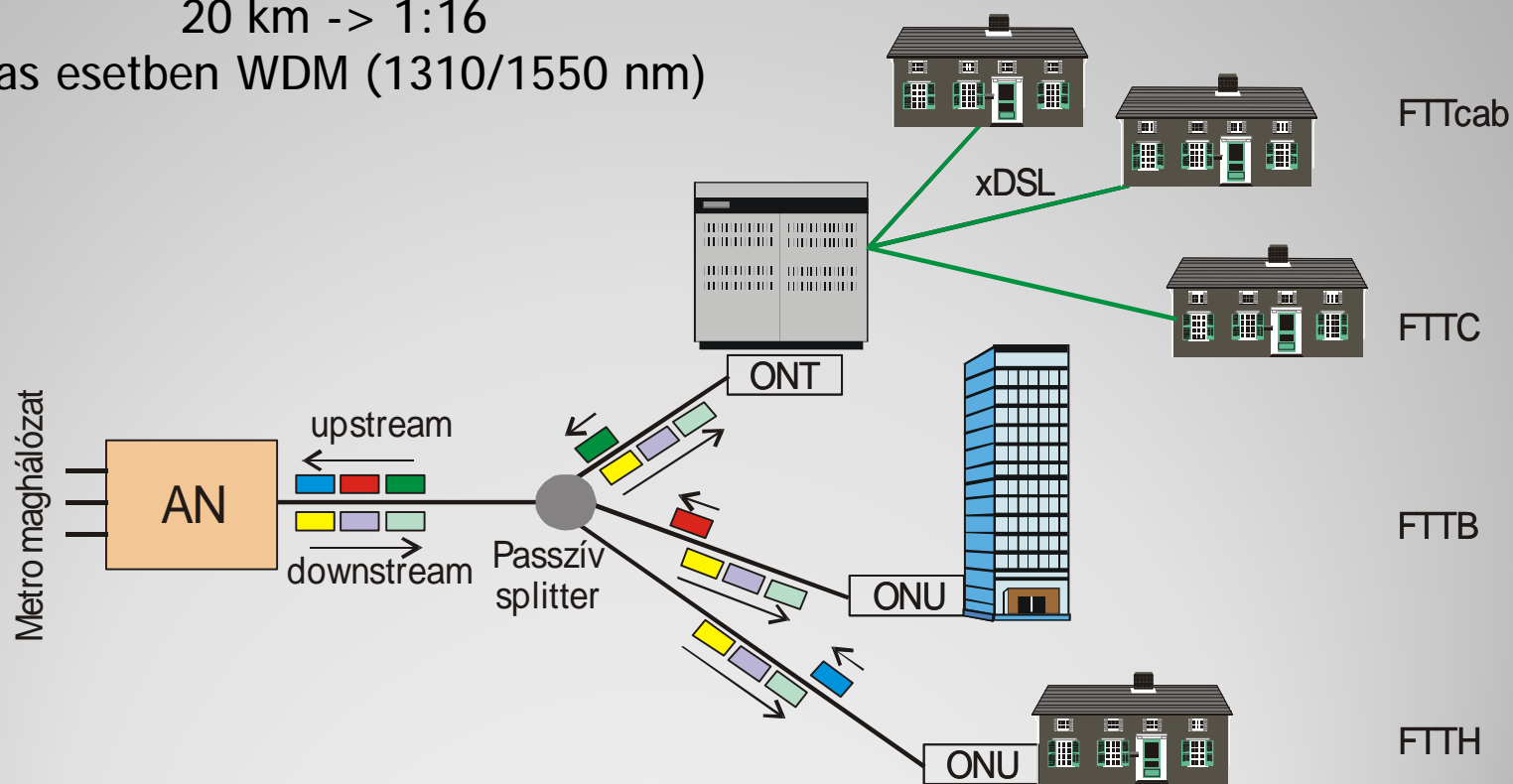
- § Időosztásos többszörös hozzáférés (TDMA)
- § Segédvívős többszörös hozzáférés (SCMA)
- § Hullámhossz osztásos többszörös hozzáférés (WDMA)
- § Optikai kódosztásos többszörös hozzáférés (O-CDMA)
- § Térosztásos többszörös hozzáférés (SDMA)

Ismert TDMA PON rendszerek

- § APON
- § BPON
- § EPON
- § GPON

Többszörös hozzáférési technikák
(Multiple access)

- § Lefelé irány: minden végpont hall mindent
- § Felfelé irány: időosztás, szinkronizálás szükséges
- § Osztásarány: 10 km -> 1:32
20 km -> 1:16
- § Egyszálas esetben WDM (1310/1550 nm)

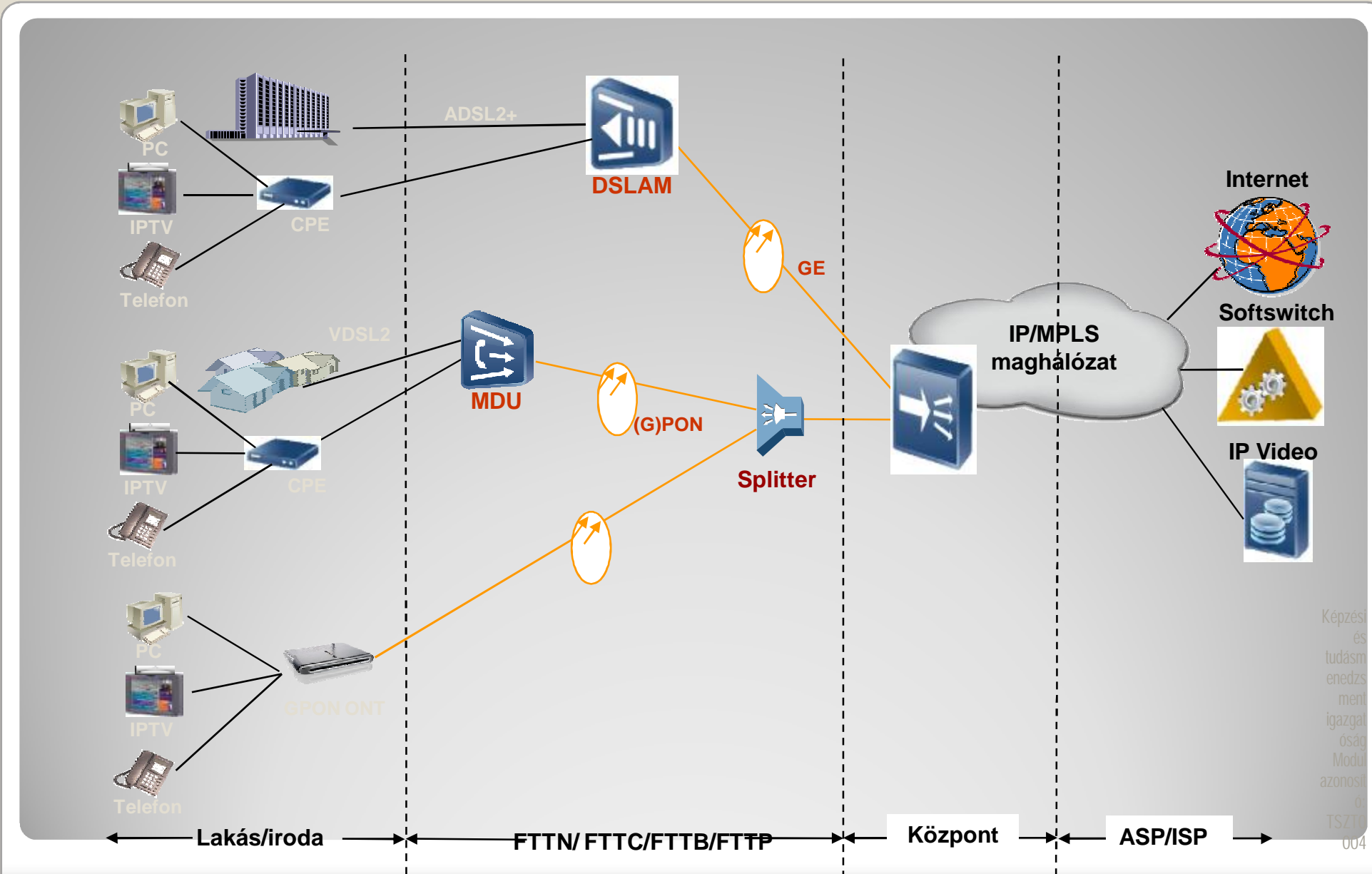


Képzési és tudásmenedzsment igazgatóság
Modul azonosító: TSZT004

20
oldal

TDMA

- **WDM Hullámhossz osztású nyalábolás** (egyszálas, kétirányú átvitel, /diplex/.)
- Elvi lehetősége adott, hogy a levágási hullámhossz felett (~1270 nm) az optikai szálon - mint átviteli közegen - akár több száz átviteli csatornát alakítsunk ki, ~1650 nm-ig. Hagyományosnak mondható bevált módszerek vannak a második és harmadik optikai ablakban külön-külön önálló rendszerek üzemeltetésére.
- A hullámhossz multiplexálás (WDM) klasszikus esete, amikor az egyik átviteli rendszer 1310 nm környezetében, a másik 1550 nm közelében üzemel. A nyalábok szétválasztásához hullámhossz multiplexereket ("frekvenciaváltókat") használnak.
- Hasonlóan oldható meg az egy rendszert egyetlen optikai szálon üzemeltetése is, különböző hullámhosszakat használva az adás és vételirány szétválasztására. Ezt a módszert előszeretettel alkalmazzák a gyakorlatban a passzív optikai hálózatok (PON) esetén, amikor az előfizető irányban 1310 nm hullámhosszon működik a rendszer, a vissza irány pedig 1550 nm-en.



Képzési és tudásmenedzsment igazgatóság
Modul azonosító: TSZT/004

Rugalmas optikai hálózati megoldás

- Csak Ethernet alapú szolgáltatások támogatása
- Kidolgozó: IEEE Ethernet in the First Mile (EFM) csoport, 2000, 64 közreműködő
- Cél: olcsóbb, nagy sávszélességű, Ethernetet támogató rendszer kidolgozása
- Osztásarány: 10 km -> 1:32
20 km -> 1:16
- Downstream: 1244 Mbit/s (hasznos adat: 760...800 Mbit/s)
- Upstream: 1244 Mbit/s (hasznos adat: 760...800 Mbit/s)
- ONU-k adását az OLT vezérli
- Egyszálas átvitel támogatása WDM megoldással

Ethernet PON
EPON

APON/EPON továbbfejlesztés

Kidolgozó: FSAN konzorcium -> ITU-T G.984.1 - 4 ajánlások

Támogatott sebességek: 155/622 Mbit/s és 1,2/2,4 Gbit/s

(Szimmetrikus, aszimmetrikus)

Dinamikus sávszélesség allokáció

Osztásarány 64...128

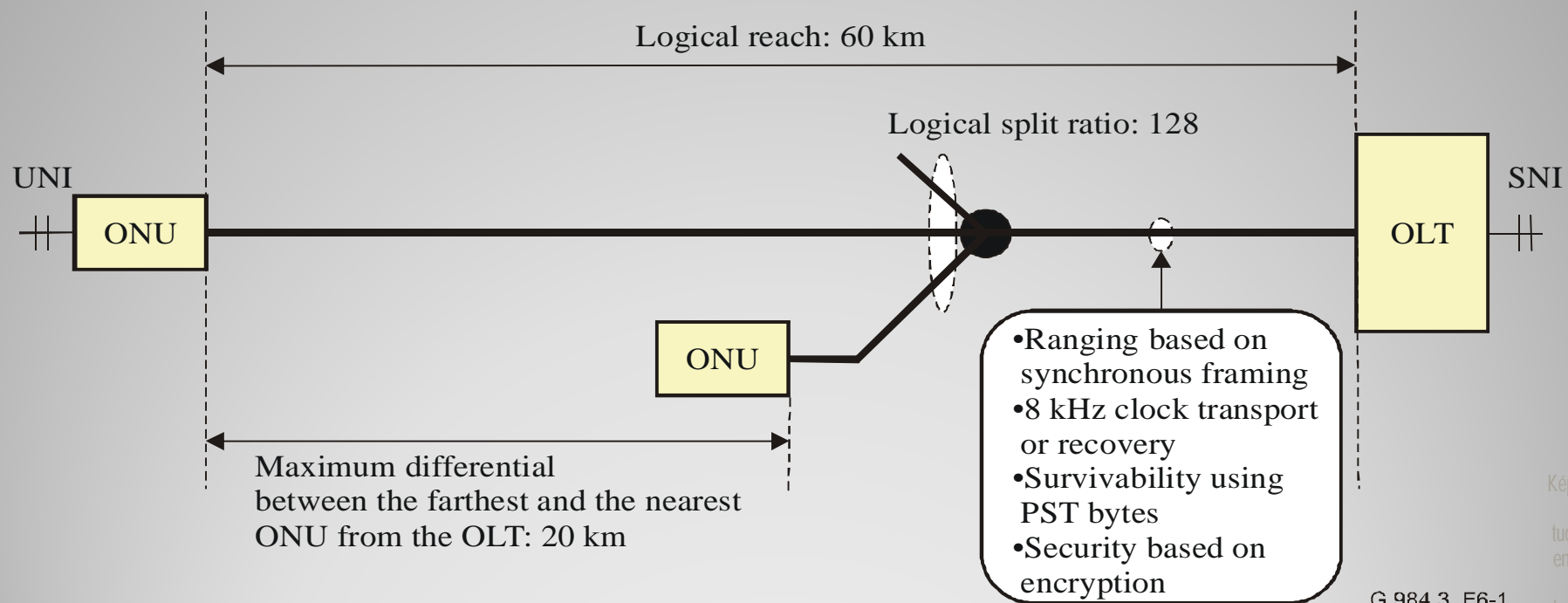
Max. távolság 60 km (távolságkülönbség az ONU-k között max. 20 km)

Kibővített menedzselési képességek

Ethernet és TDM forgalom forgalom támogatása

Egyszálas átvitel támogatása WDM megoldással (1310/1490/1550 nm)

Gigabit PON
GPON



G-PON elvi felépítése

Képzési és tudásmenedzsment igazgatóság Modul azonosító: TSZT/004

G.984.3_F6-1

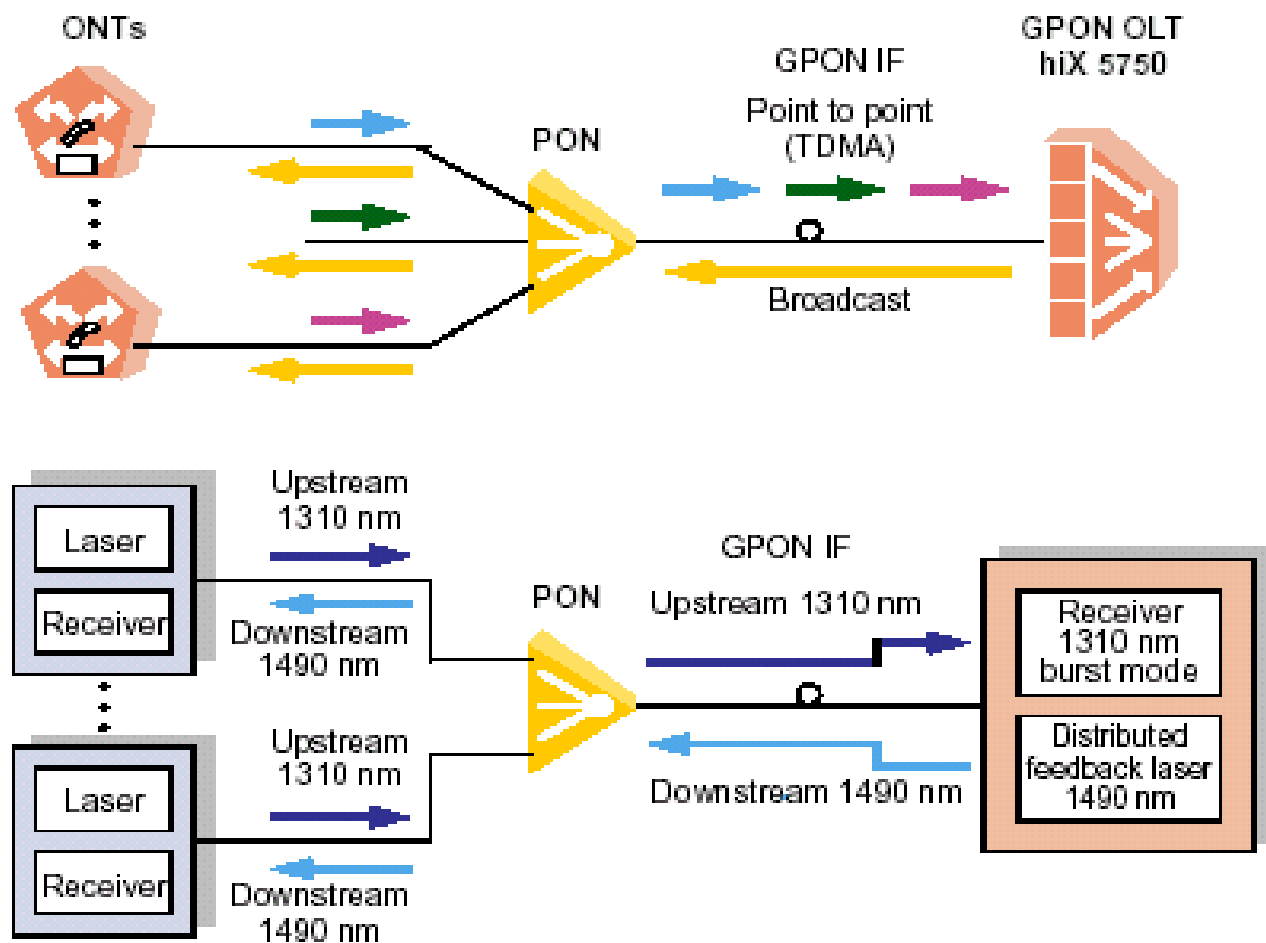
- A G-PON három funkcionális egységet tartalmaz: OLT, ONU/ONT és az ODN
- **OLT funkciói:** - szerviz port funkciók, - cross-connect funkciók, ODN interfész funkciók.
- PON mag fiók: Ez a blokk 2 féle funkciót lát el, az ODN szabványos interfészt és a PON TC funkciót
- Cross-connect fiók: Biztosítja az utat a PON mag fiók és a Szolgáltatási fiók között. Az összeköttetés technológiái, az utak függenek a szolgáltatástól az OLT belső felépítésétől és más faktoroktól. Az OLT a kiválasztott mód (mint pl. a GEM,) alapján nyújtja a cross-connect funkciót.
- Szerviz fiók: Ez a fiók nyújtja az átvitelt a szolgáltatási interfészek és a PON szakasz TC keret interfésze között
- **Az ONU funkciói:** funkcionális felépítése közel azonos az OLT-jével. Amikor az ONU csak egy PON interfésszel, (vagy max. 2 –vel a védelemhez) működik, a cross-connect funkció elhagyható, helyett a forgalom kezelésére a MUX és DEMUX funkció van specifikálva.

G-PON funkcionális egységei

- Egy optikai szálrendszerbenél 1480-1500 nm (down) és 1260-1360 nm (up) / WDM / *ld. ábra*
- **Osztás arány:**
- Maximum 32

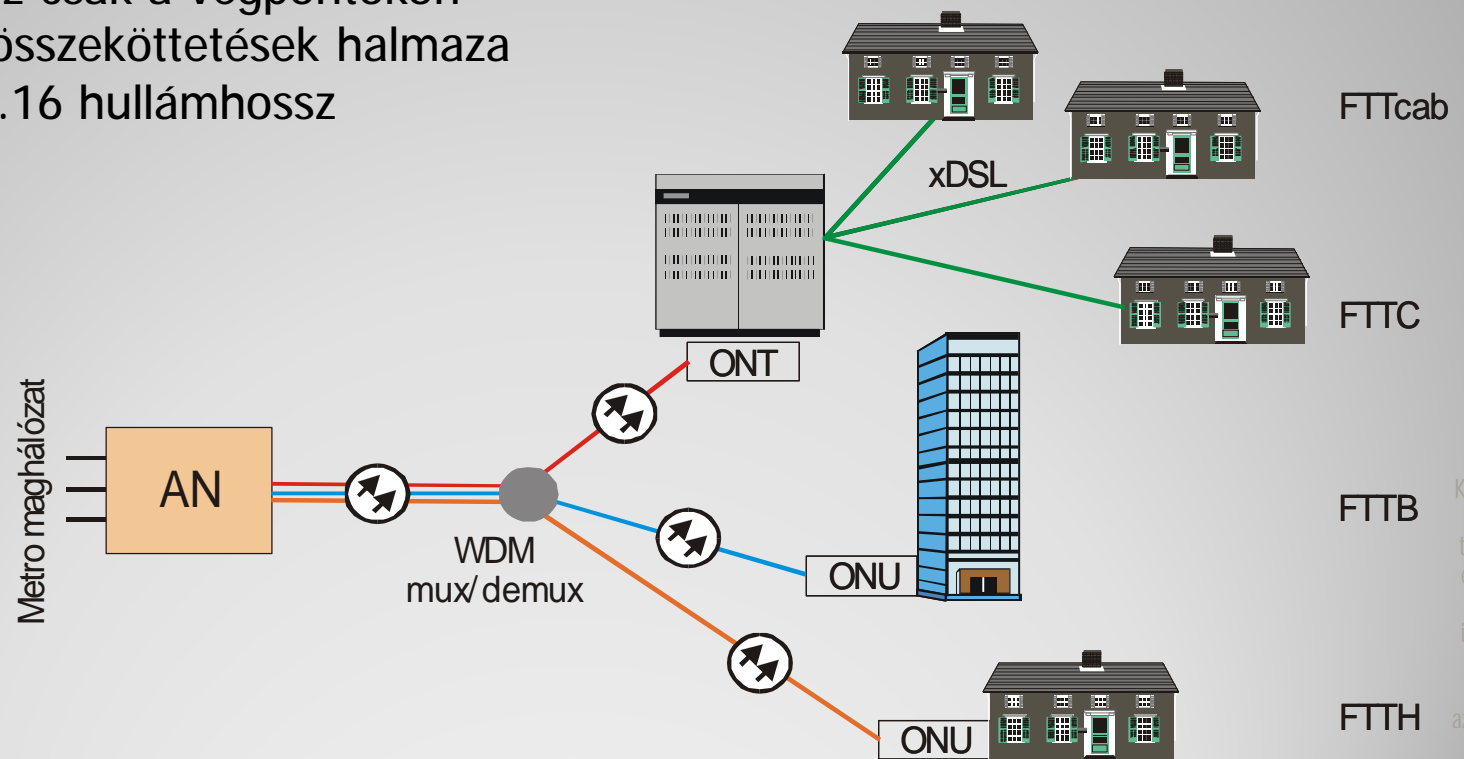
- **Optikai csillapítás tartományok osztályok szerint:**
- A osztály: 5 – 20 dB
- B osztály: 10 – 25 dB
- C osztály: 15 – 35 dB

Hullámhosszak, csillapítások:



működési elve

- § Optikai hálózat: passzív
- § Végpontként egy szálpár
- § Aktív eszköz csak a végpontokon
- § Pont-pont összeköttetések halmaza
- § CWDM: 8...16 hullámhossz

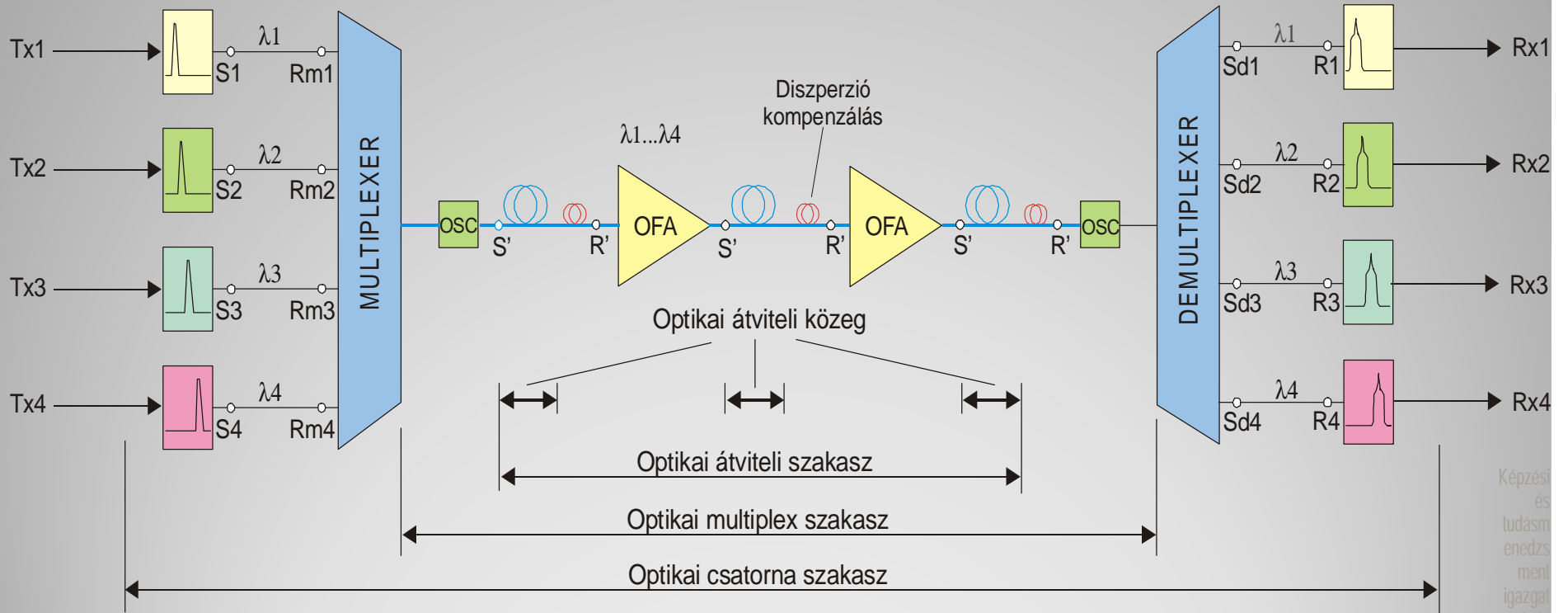


Képzési és tudásmentés igazgatóság
Modul azonosító: TSZT/004

WDM PON

- • **WDM (Wavelength Division Multiplexing – hullámhossz multiplexálás):** Az a multiplexálási technika, melynek segítségével több, egymástól független optikai hullámhosszat visznek át ugyanazon az optikai szálon különböző hullámhosszak segítségével. A WDM technológia segítségével növelheti az optikai szálak átviteli kapacitása.
- • **DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing - nagysűrűségű hullámhossz multiplexálás):** Olyan hullámhossz multiplexáláson alapuló átviteli technológia, mely lehetővé teszi nagyszámú /akár több száz) különböző hullámhosszúságú jel átvitelét.
- • **CWDM (Coarse Wavelength Division Multiplexing)** durva hullámhossz osztásos multiplexelés. , 20nm-es csatornakiosztással a fényvezető szálban elméletileg max.16 hullámhossz üzemelhet.
- • **Hullámhossz multiplexer:** Két vagy több hullámhosszat egy közös, nagyobb sáv szélességű jelfolyamba rendező berendezés. A multiplexált jelfolyam szerkezete lehetővé teszi az egyes hullámhosszak vételi oldalon történő szétválasztását (demultiplexálását).
- • **Demultiplexer:** Az optikai szálon érkező hullámhossz multiplexált jel eredeti összetevőinek szétválasztására szolgáló eszköz.

WDM technikák



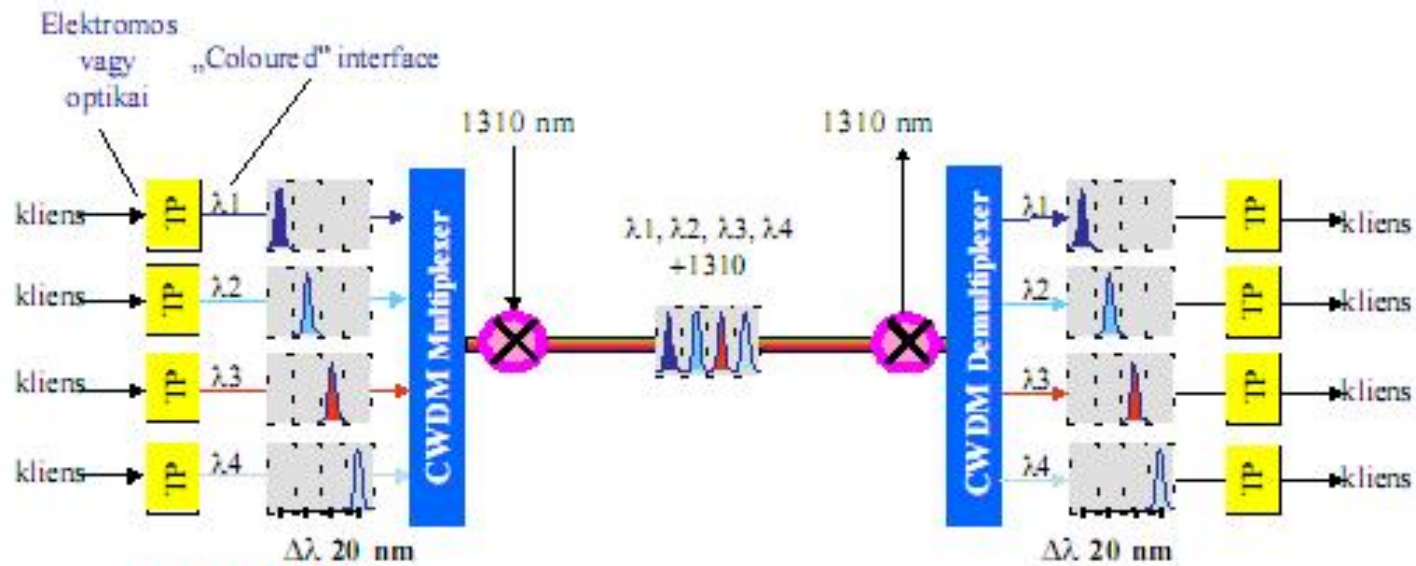
Képzési és tudásmenedzsment igazgatóság
 Modul azonosító: TSZT004

WDM rendszer


4 csatorna (szűkített)	8 csatorna ITU-T 694.2 szerint	16 csatorna ITU-T 694.2 szerint
		1310 nm
		1330 nm
		1350 nm
		1370 nm
		1390 nm
		1410 nm
		1430 nm
		1450 nm
	1470 nm	
	1490 nm	
1510 nm	1510 nm	
1530 nm	1530 nm	
1550 nm	1550 nm	
1570 nm	1570 nm	
	1590 nm	
	1610 nm	

CWDM Hullámhossz kiosztások

4 csatornás CWDM rendszer elvi felépítése



Kulcselemek:

- hullámhossz konverterek, transzponderek: TP
- optikai multiplexerek, demultiplexerek
- összegzők: 

CWDM elvi felépítése

Splitterek, couplerek, WDM szűrők

Reciprok eszközök

Osztásarány: 1:2, 1:4; nagyobb osztás ezek sorba kapcsolásával

Osztásarány: 50%-50%, 90%-10%, 95%-5% és 99%-1%.

Jellemző paraméterek: beiktatási csillapítás, hullámhossz függés

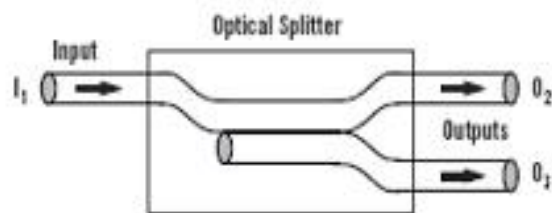
Technológiák: FBT (Fused Biconical Taper)

PLC (Planar Lightwave Circuits)

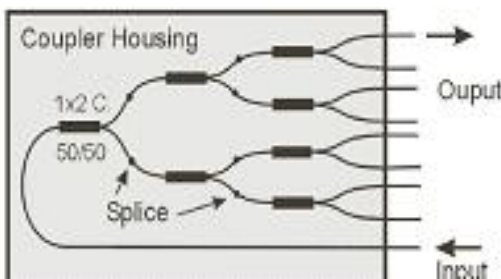
WDM eszközök: 1310nm/1550nm WDM-ek, CWDM mux/demux



Passzív optikai elemek



Fused biconical taper (FBT)



Planar lightwave components (PLCs)

Table 1: Common optical splitter loss and uniformity values

Operating Wavelength Range					
1260-1360 and 1480-1580 nm (or 1650nm)					
Splitting ratio	Max. Insertion Loss ¹ (dB)	Max. Uniformity ¹ (dB)	PDL ^{1,2}	Return Loss ¹	Directivity ¹
1x4	<7.3	<0.5	<0.2 dB	>55 dB	>55 dB
1x8	<10.5	<0.8			
1x16	<13.8	<1.0			
1x32	<17.1	<1.3			

¹: Valid under any polarization, mechanical and environmental conditions

²: Polarization dependent loss

Optikai teljesítmény osztók (splitterek)

pezési és
dász
edzs
ment
azgat
óság
tudul
nosít
o-
SZT
004

35
oldal

- *Üzemi hullámhossz tartomány*
- *Osztási arány, splitting ratio: 1:N, N=2,4,8,16, 32,64,...*
- *Járulékos csillapítás, excess loss: [dB]*
- *Beiktatási csillapítás, insertion loss :osztási csillapítás+járulékos csillapítás [dB]*
- *Egyformaság, uniformity: legnagyobb és a legkisebb beiktatási csillapítás közötti különbség a kicsatoló ágak között*
- *Irányhatás, directivity : egyik csatoló ágba betáplált és ebből egy másik csatoló ágba jutó teljesítmény aránya, „közelvégi áthallási csillapítás” [dB]*
- *Reflexiós csillapítás, return loss: egy csatoló ágba betáplált és az ugyanabba az ágba visszaverődött teljesítmény aránya [dB]*

Splitter jellemző paraméterek

- Vezetékes (rezes) és rádiós elérések korlátai
- FTTx alkalmazási variációk
- Pont-pont és PON rendszerek
- Az optikai elérést közelebb és közelebb kell vinni a felhasználókhhoz
- Jövő: FTTP Fibre To The Premises = FTTO, FTTH

– NGN / Next (New) Generation Networks

– Következő (Új) Generációs Hálózatok:

– Az (NGN) következő (új) generációs hálózat (ITU-T Rec. Y.2001) csomagkapcsoláson alapuló olyan hálózat, amely használóinak távközlési szolgáltatásokat nyújt, és képes a legkülönbözőbb szélessávú, QoS képességű szállítási (transzport) technológia alkalmazására, amelyben ugyanakkor a szolgáltatások nyújtásával összefüggő funkciók függetlenek az azok alárendelt, a szállítással összefüggő technológiáktól, funkcióktól.

– A „Használók” számára felajánlja a kolátozatlan hozzáférést a hálózathoz és az azon versengő szolgáltatóikhoz, valamint a választott szolgáltatásaikhoz. Az NGN támogatja az általánosított mobilitást, amely a használók számára mindenütt elérhető és konzisztens (egynemű) szolgáltatásnyújtást tesz lehetővé.

– ETSI definíciója szerint, az NGN hálózatok definiálására és létesítésére szolgáló fogalom, amely a hálózatoknak rétegekre és síkokra (szintekre) történő szabályszerű szétválasztása és nyílt interfészek alkalmazása által a szolgáltatóknak és hálózatüzemeltetőknek olyan platformot kínál, amely lépésről lépésre tud fejlődni innovatív szolgáltatások létrehozása, telepítése és menedzselése céljából.

Meghatározások: NGN fogalmak