



Távközlési informatikus szakképzés

Távközlési ismeretek / 2

Tanár: Dr. Papp Sándor



6. Optikai átviteli rendszerek

A hosszú-, közép-, rövid-, ultrarövid hullámú és mikrohullámú frekvenciák felhasználása és gyakorlati célokra való felosztása a 20. század első évtizedeiben megtörtént.

Az optikai frekvencia-tartomány felhasználása kommunikációs célokra egy olyan elvi lehetőség volt, amelyet sokáig nem sikerült kiaknázni. A felhasznált vivő nagy frekvenciája (10^{14} Hz) következtében az optikai szál ugyanis hatalmas mennyiségű információ átvitelére alkalmas.

Az optikai átviteli rendszerek megvalósítása azonban csak a lézer feltalálása után vált lehetővé.

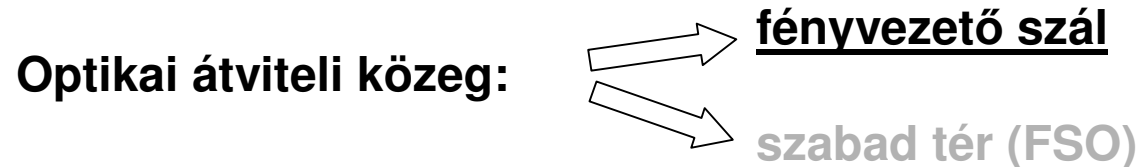
Fény hullámhossz/frekvencia tartományok			
Tartomány	Hullámhossz	Frekvencia	Lézer frekvencia
Ultraibolya	180-400nm	1660THz-750THz	
Látható tartomány	400-700nm	750THz-428THz	
Közeli infravörös	700-1400nm	428THz-214THz	785(850) nm
Közép-infravörös	1400nm-3 μ m	214THz-100THz	1550nm
Távoli infravörös	3 μ m-1mm	100THz-300GHz	

A fény látható és nem látható tartományai



6.1 Az optikai átviteli rendszer három fő eleme:

- *Az optikai átviteli közeg*
- *Az optikai források és modulációs eljárások*
- *Az optikai vevő és detektor*



6.1.1 A többmódusú fényvezető szál

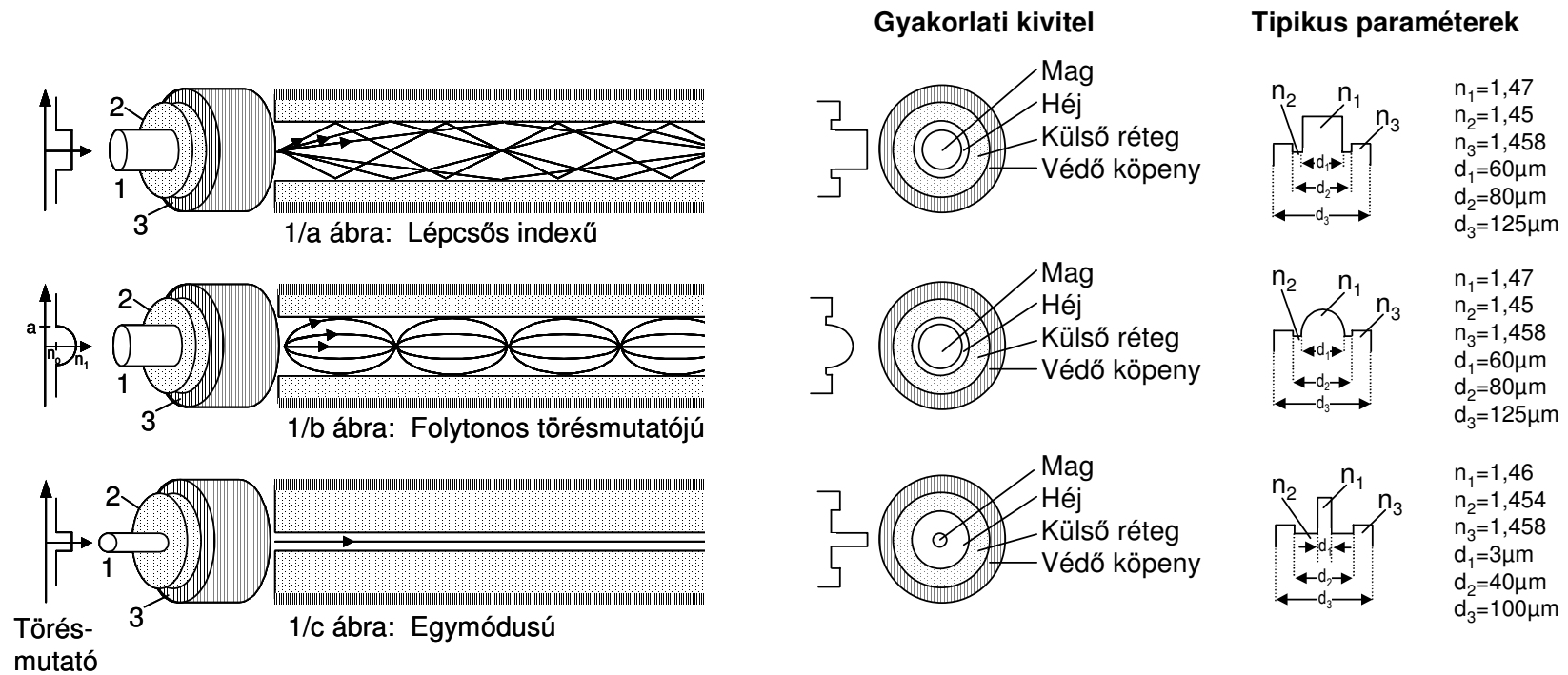
- kísérletek a hatvanas években,
- gyakorlati rendszerek a hetvenes években.

Kezdetben $d > 10\mu\text{m}$ mag-átmérőjű optikai szálakon un. többmódusú (multimódusú) fényvezető rendszereket alakítottak ki.

A korai többmódusú rendszerek 8 Mbit/s és 34 Mbit/s bitsebességű átvitelt tettek lehetővé.



A többmódusú fényvezető tulajdonképpen dielektromos hullámvezető, amelyben többféle terjedési módus létezhet $\Rightarrow$ Módus-diszperzió ! A módusok periodikus tér-eloszlások, amelyek felhasználhatók bármilyen megengedett téreloszlás felépítésére az optikai szálban.



**1: az üvegszál magja,
2: a héja,
3: a bevonat (köpeny)**

A héj üveg-anyagának törésmutatója (a dielektromos állandóval kapcsolatos paraméter) valamivel kisebb a mag anyagának törésmutatójánál.



Az egymódusú szál diszperziója minimális, ezért nagyobb az átviteli sebessége.

A többmódusú szálaknak az egymódusú szálakkal szemben viszont két előnyös tulajdonságuk van, ha a kisebb sebesség nem akadály:

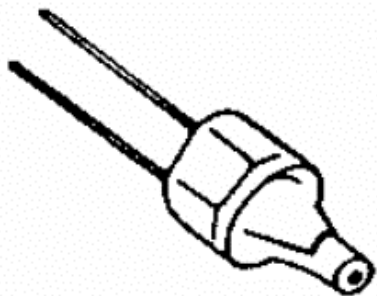
- Nem-koherens fényforrások is használhatók (pl. LED)
- Kisebb tűrési követelmény a szálak csatlakozóinak méretére (vastagabb szál)

LED-nél: $BW \times P = konstans$

$BW = 0.35/t_r$; $t_r \sim 2-4\text{ns}$; $BW \sim 140\text{MHz}$

InGaAsP ELED 1550 nm, 200–500mA, 1000–7500 μ W

$t_r \sim 0,4-12\text{ns}$, $BW \sim 800\text{MHz}(1000 \mu\text{W}) - 140\text{MHz}(7500 \mu\text{W})$

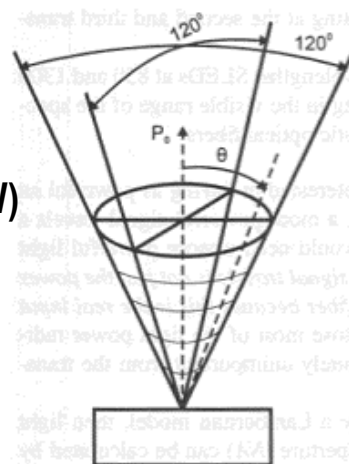


A csatlás hatásfoka multimódusú szálra:

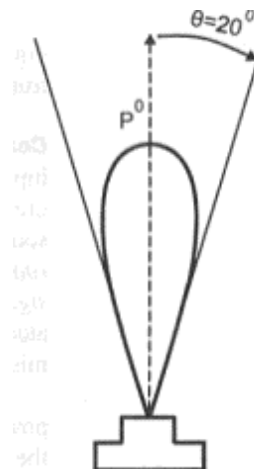
<10% !

90% hővé válik !

Csatolás a vezető szálhoz:
***a LED sugárzási jelleg-
görbéje Lambert-típusú.***



a) Elméleti



b) Valóságos



6.1.2 Az egymódusú fényvezető

A mag sugarának csökkentésével csak az alapl módus fog terjedni, amelynek nincs levágási hullámhossza, és a szál egymódusú lesz (1/c ábra).

Ebben az esetben eltekinthetünk a módus-diszperzió hatásától.

Egymódusú szálaknál viszont a „kromatikus diszperzió” hatásával kell számolnunk.

Az üvegszálba belépő fénysugarak közül bizonyos beesési szögön belül minden sugár visszaverődik a maghéj határon, míg a kritikus szögnél nagyobb szög alatt érkező sugarak részben visszaverődnek, részben pedig kilépnek a magból és elenyésznek. A cél a fénysugarak üvegszálon belül tartása, hiszen az elvesző energiamennyiség csillapítást jelent, ami csökkenti az áthidalható távolságot.

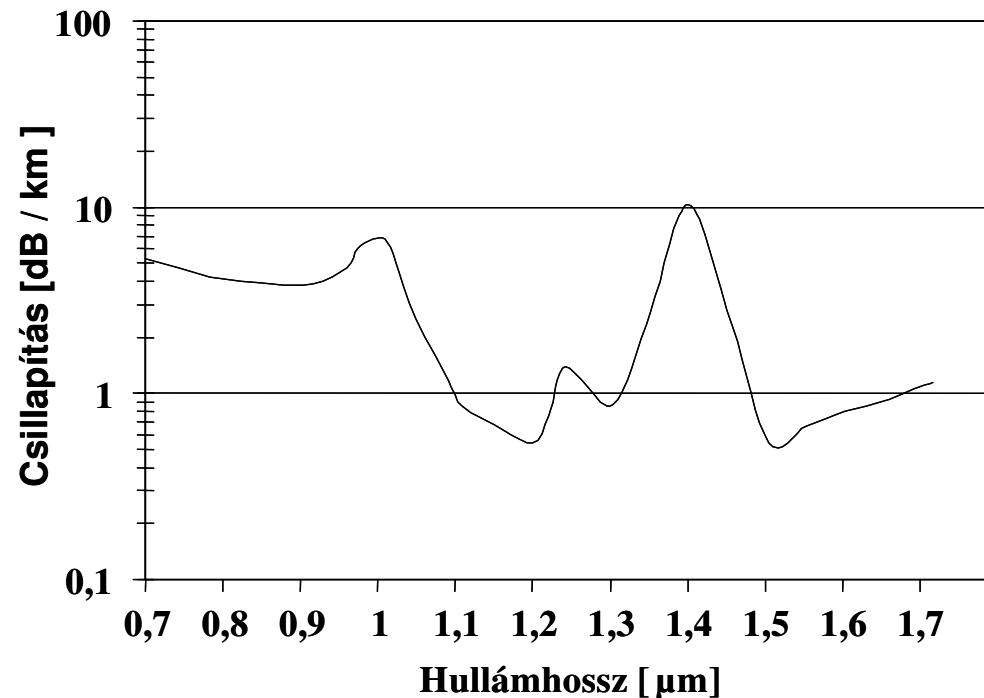


Az egymódusú fényvezető /1. Folyt./

A szóródási veszteségek zömét a Rayleigh szórás okozza (inhomogenitások). A csillapítás további csökkentése már a Rayleigh szórás és az infravörös abszorpció szabta elvi határokba ütközik.

A csillapítás fő okai:

- Abszorpció
- Szóródási veszteségek
- Hullámvezetési veszteségek



Egymódusú fényvezető szál csillapítása



Az egymódusú fényvezető /2. Folyt./

Az 1300nm-es tartományban az egymódusú szálnak nemcsak a csillapítása kicsi (0,4dB/km), hanem a kromatikus diszperziója is elhanyagolható, így ebben a tartományban számottevő jelalakromlás nélkül, nagy sebességű és nagy távolságú összeköttetések megvalósítására nyílik lehetőség.

A veszteségek az 1550nm-es ablakban még ennél is kisebbek (0,2dB/km), azonban itt a nagyobb (~20 ps·km) kromatikus diszperzió ellensúlyozására keskenyebb spektrumtartományban működő adót kell alkalmazni, máskülönben a kromatikus diszperzió korlátozná az elérhető sáv szélességet.

Egy másik lehetőség a szál törésmutató-profiljának módosítása: a kis diszperziójú tartományt eltolják az 1550nm-es sáv felé, vagy kiszélesítik az egész 1300 és 1500nm közötti tartományra.

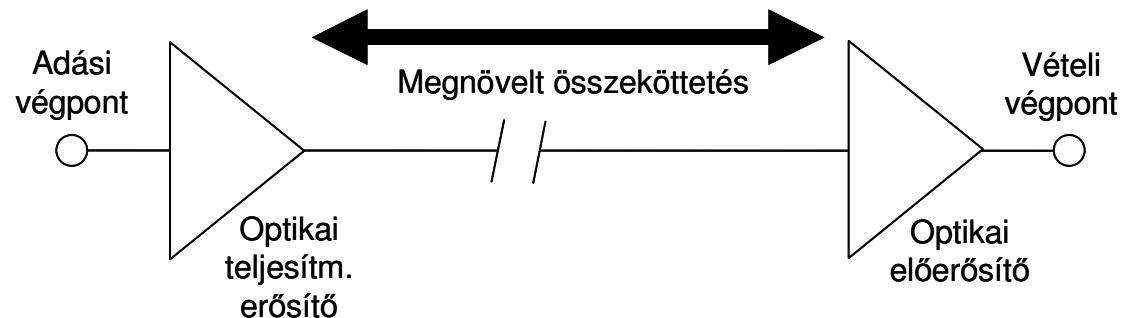
Az egymódusú szálak bitsebessége (λ -multiplexálás nélkül) jelenleg 2,5 Gbit/s.



6.2 Optikai erősítő

6.2.1. Erbiummal kezelt fényvezető

A monomódusú fényvezető szálak összeköttetések hosszát a bemeneti lézergyő teljesítménye (0dBm) korlátozza, ha ezt optikai teljesítményerősítővel növelni tudjuk, akkor közbelső elektronikus eszközök (komplex regenerátorok) nélkül megnövelhető az összeköttetés hossza. További korlátot jelent a vételi oldalon elhelyezett fotódetektor érzékenysége. Egy optikai előerősítő tovább növelheti az összeköttetések hosszát.



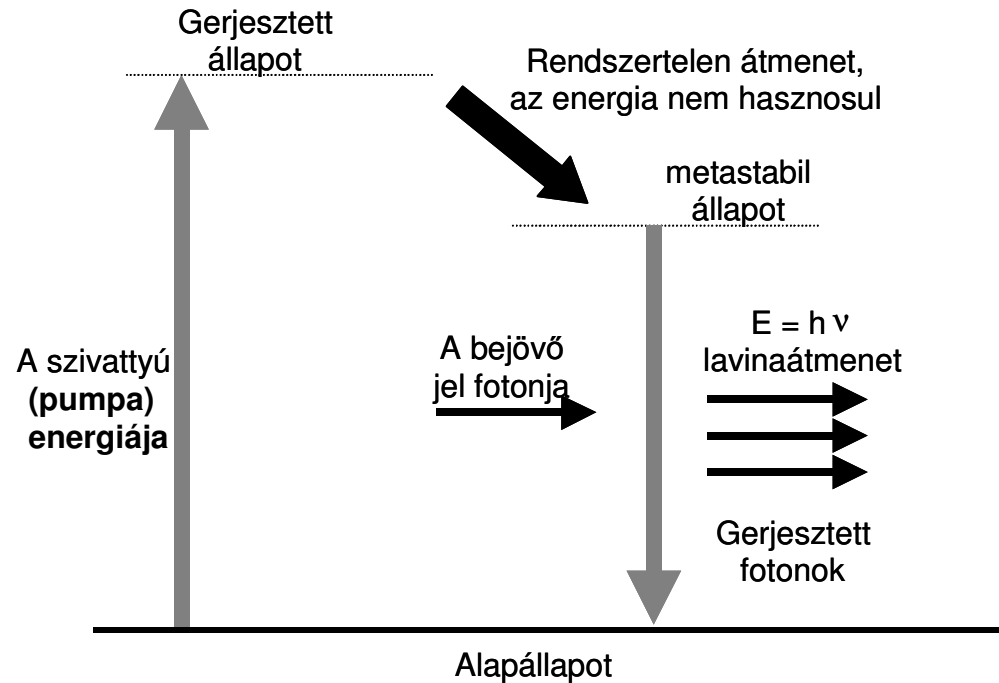
A hatótávolság megnövelése adóoldali és vevőoldali optikai erősítéssel



6.2.2 A fényvezető szál erősítő (EDFA)

elke egy erbiummal kezelt fényvezető szakasz, amely folyamatos lézertérrel állandóan gerjesztett állapotban tartható. Az aktív szál magjában található erbium ionok elnyelik a lézerpumpából érkező nagy energiájú fotonokat, így egy magasabb energiaszintre kerülnek, amelyről gyorsan visszaesnek egy közbenső, metastabil szintre. Ott viszonylag hosszabb ideig megmaradnak, és így az alapállapothoz képest egy inverz populáció jön létre.

Ha egy olyan jel fotonja érkezik be, amelynek hullámhossza azonos az alapszint és a metastabil állapot közötti energia-különbséggel, akkor ez bizonyos számú metastabil ion visszaesését indítja el, melyek energiája fotonok formájában szabadul fel.

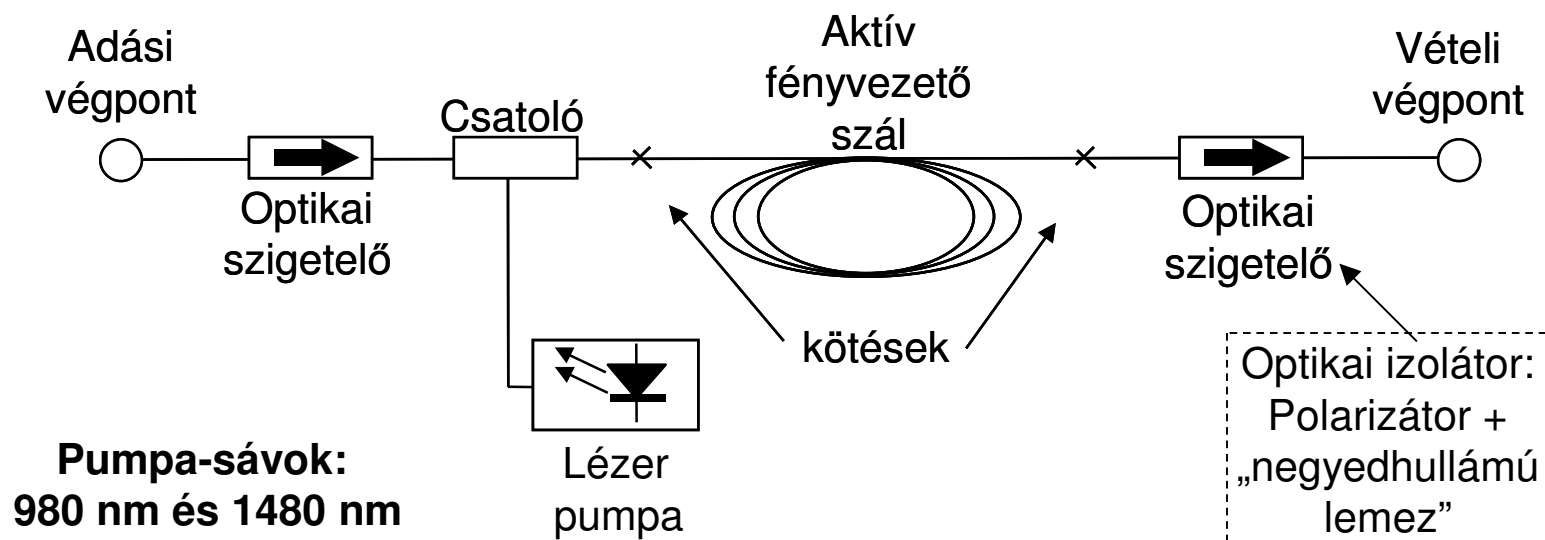


Háromszintű energia-diagram az EDFA magyarázatához



A fényvezető szál erősítő / 2

A bejövő jel erősítése meghaladhatja a 30dB (1000-szeres) értéket, a 0dBm (1mW) becsatolt lézerteljesítmény pedig +15dBm (~31mW) értékre is nőhet, a rendelkezésre álló lézerpumpa teljesítményétől függően. Az erősítő működéséhez (a visszasugárzás elkerülésére) optikai szigetelők használata szükséges.



Elrendezés az optikai erősítő bemutatására



6.2.3 Az optikai erősítők

Erbiummal szennyezett üvegszállal sikerült optikai erősítőt (Erbium Doped Fiber Amplifier = EDFA) készíteni. Ez anélkül erősítette fel a jelet, hogy az optikai jelfolyamot előbb elektromos jellé kellett volna átalakítani.

Általánosságban DFA erősítőkről is beszélhetünk, a szennyező atom lehet pl.: Thulium (~1450-1490 nm), Praseodymium (~1300 nm), stb.

Félvezető optikai erősítők (Semiconductor optical amplifier SOA)
Anyaguk: GaAs/AlGaAs, InP/InGaAs, InP/InGaAsP és InP/InAlGaAs
Sáv: 850nm - 1600nm, erősítésük 30 dB-ig terjed, kis méretűek és elektromos árammal pumpálhatók. Hátrányuk a nagyobb zaj.

A félvezető optikai erősítők integrálhatóságuk miatt a tisztán optikai jelfeldolgozás fontos eszközei.

Az optikai erősítő minden formájában sokkal olcsóbb és gyorsabb, mint az elektromos regenerátorok.



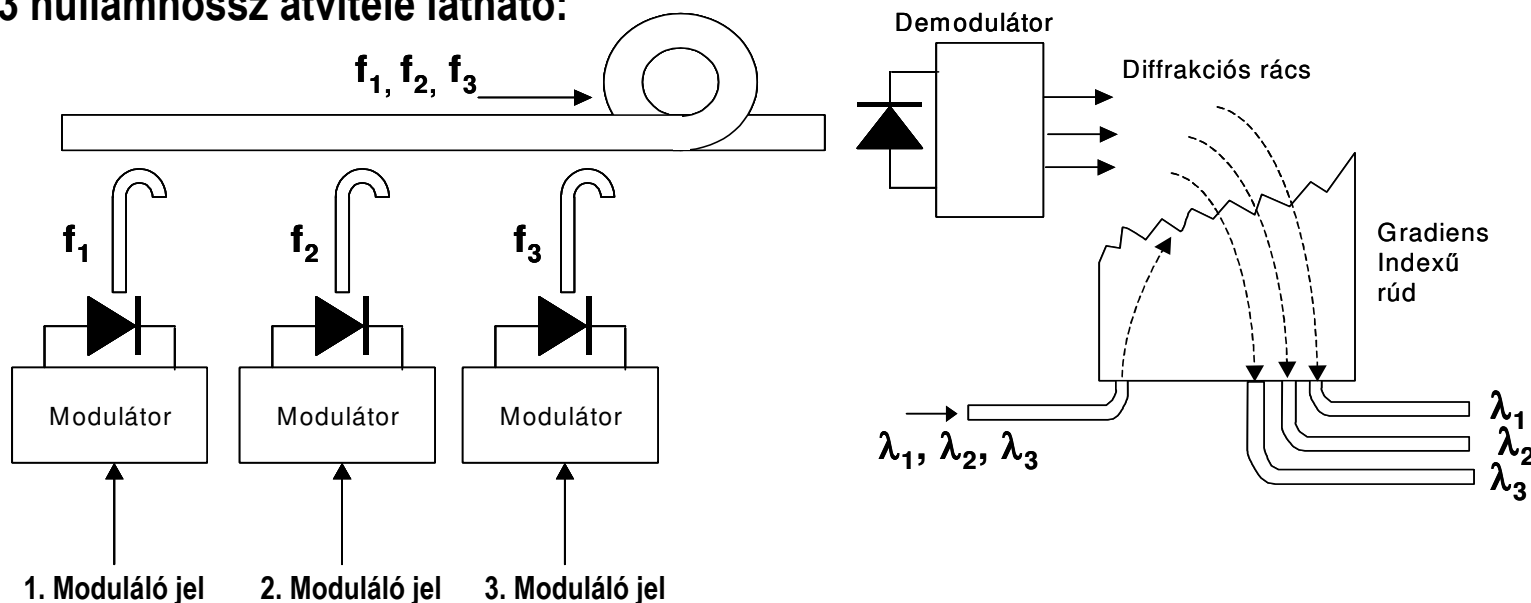
6.3 A WDM/DWDM kialakulása

6.3.1 A legelső WDM

1994-ben két optikai jelet sikerült egy egymódusú optikai szálba bejuttatni, a másik végén pedig a két különböző hullámhosszú jelfolyamot szétválasztani. Ennek a technikának korlátja, hogy a két jelfolyam hullámhosszát egymástól távol (tipikusan 1310nm és 1550nm) kell megválasztani, hogy azok a vételi oldalon könnyen szétválaszthatók legyenek.

A két jelfolyam együtt 5Gbps sebességet képes átvinni egy optikai szálon. Az átviteli kapacitás megduplázása abban az időben nagy előrelépés volt.

Az ábrán 3 hullámhossz átvitele látható:

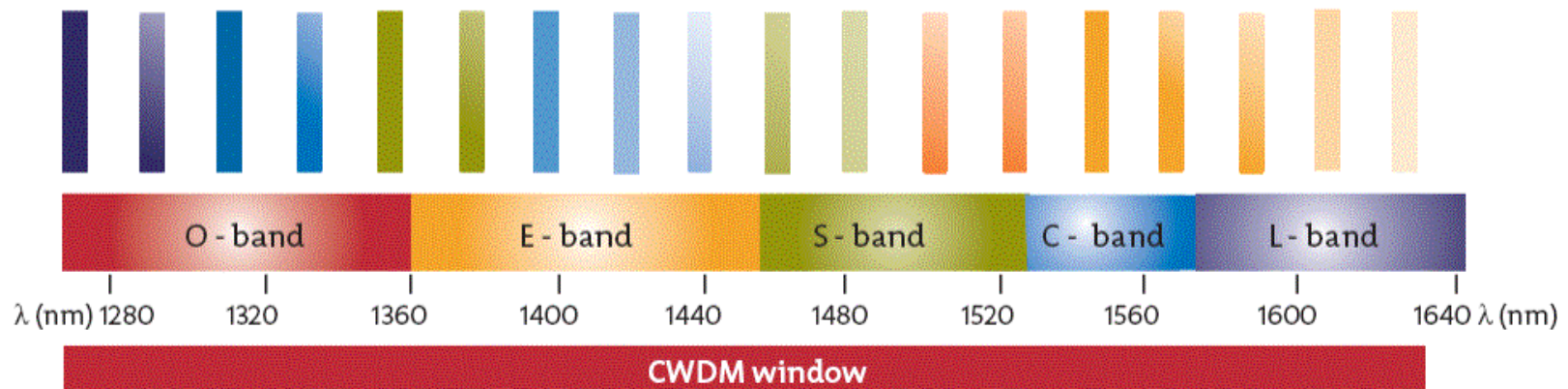




6.3.2 A hagyományos WDM és a CWDM

A hagyományos WDM rendszerek legfeljebb 16 csatornát biztosítanak az üvegszálak 3. átviteli ablakában (C-sáv), 1550nm körül.

A CWDM (Coarse WDM = ritka WDM) a hagyományos WDM és DWDM csatornakiosztással szemben megnövelt csatornatávolságot alkalmaz, ami kevésbé bonyolult, és így olcsóbb adóvevőket tesz lehetővé.



CWDM szabványok: ITU-T G.652.C és G.652.D

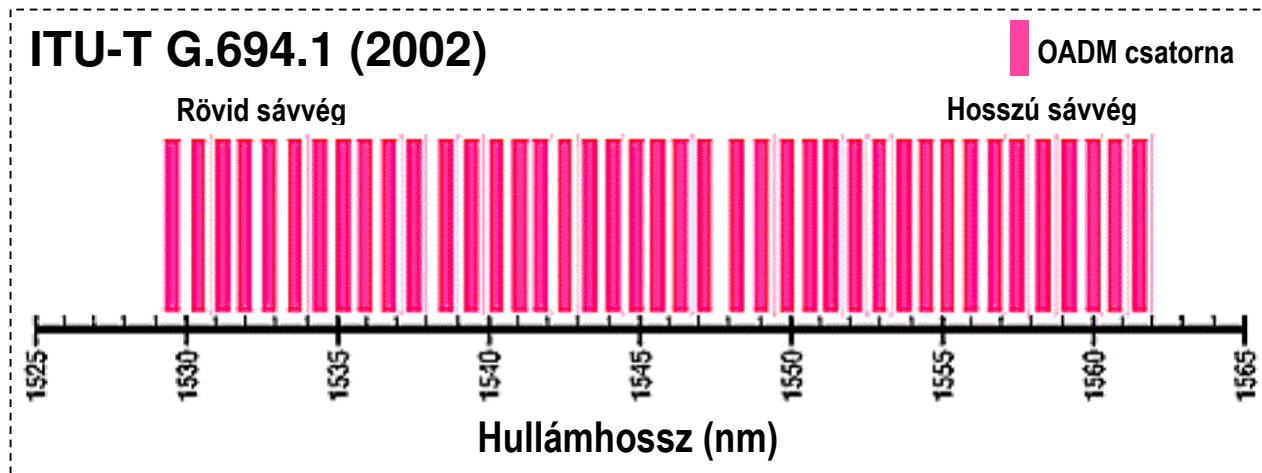


6.3.3 A DWDM rendszerek

Az EDFA-val azonos anyagú optikai szálban sikerült sok jelfolyamot továbbítani, egymás zavarása nélkül. A gerjesztett Erbium atomok sok energiaszinten képesek továbbítani a jeleket, mintha ott újabb és újabb optikai csatornák lennének. A kialakuló csatornák hullámhosszai nem szóródnak széles tartományban, hanem 1530 nm és 1561 nm között helyezkednek el. Ezeket az Erbiummal doppolt optikai szálak erősítő (EDFA) is jól tudja erősíteni, mert e tartományban működik a legjobban.

ITU csatornakiosztás
az OADM csatornákra
(100GHz-enként)

(OADM = Optical
Add-Drop
Multiplexer)



A mai DWDM rendszerek 50 GHz vagy akár 25 GHz csatornaosztást is használhatnak 160 csatornás működéshez. Fix referencia frekvencia: 193.10 THz (1552.52nm)



6.3.4 ITU sáv kiosztás: C-sáv, 100 GHz csatorna-távolság (DWDM)

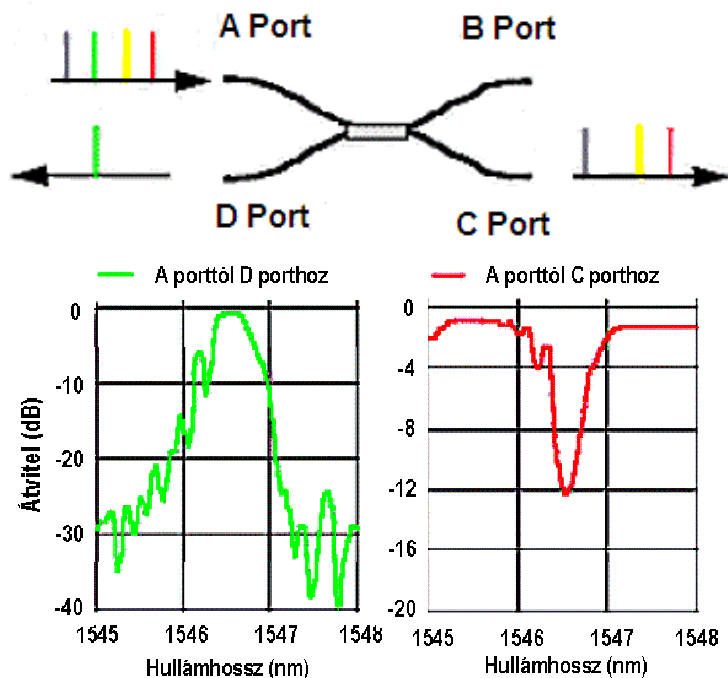
Ch. (#)	Freq. (GHz)	λ (nm)	Ch. (#)	Freq. (GHz)	λ (nm)	Ch. (#)	Freq. (GHz)	λ (nm)	Ch. (#)	Freq. (GHz)	λ (nm)
1	190100	1577.03	19	191900	1562.23	37	193700	1547.72	55	195500	1533.47
2	190200	1576.20	20	192000	1561.42	38	193800	1546.92	56	195600	1532.68
3	190300	1575.37	21	192100	1560.61	39	193900	1546.12	57	195700	1531.90
4	190400	1574.54	22	192200	1559.79	40	194000	1545.32	58	195800	1531.12
5	190500	1573.71	23	192300	1558.98	41	194100	1544.53	59	195900	1530.33
6	190600	1572.89	24	192400	1558.17	42	194200	1543.73	60	196000	1529.55
7	190700	1572.06	25	192500	1557.36	43	194300	1542.94	61	196100	1528.77
8	190800	1571.24	26	192600	1556.56	44	194400	1542.14	62	196200	1527.99
9	190900	1570.42	27	192700	1555.75	45	194500	1541.35	63	196300	1527.22
10	191000	1569.59	28	192800	1554.94	46	194600	1540.56	64	196400	1526.44
11	191100	1568.11	29	192900	1554.13	47	194700	1539.77	65	196500	1525.66
12	191200	1567.95	30	193000	1553.33	48	194800	1538.98	66	196600	1524.89
13	191300	1567.13	31	193100	1552.52	49	194900	1538.19	67	196700	1524.11
14	191400	1566.31	32	193200	1551.72	50	195000	1537.40	68	196800	1523.34
15	191500	1565.50	33	193300	1550.92	51	195100	1536.61	69	196900	1522.56
16	191600	1564.68	34	193400	1550.12	52	195200	1535.82	70	197000	1521.79
17	191700	1563.86	35	193500	1549.32	53	195300	1535.04	71	197100	1521.02
18	191800	1563.05	36	193600	1548.52	54	195400	1534.25	72	197200	1520.25



6.4 A WDM átviteli rendszerek funkcionális blokkjai

Ezek az építőkövek
rendelkezésre állnak,
a berendezéseket ezekből
lehet összerakni.

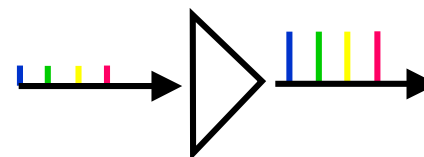
Példa: Bragg - lépcsős optikai szál



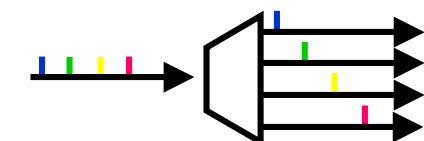
WDM Tx forrás



WDM optikai erősítő



Demultiplexer / fix szűrő



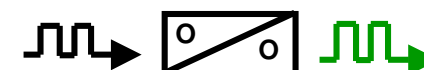
Hangolható szűrő



Térkapcsoló



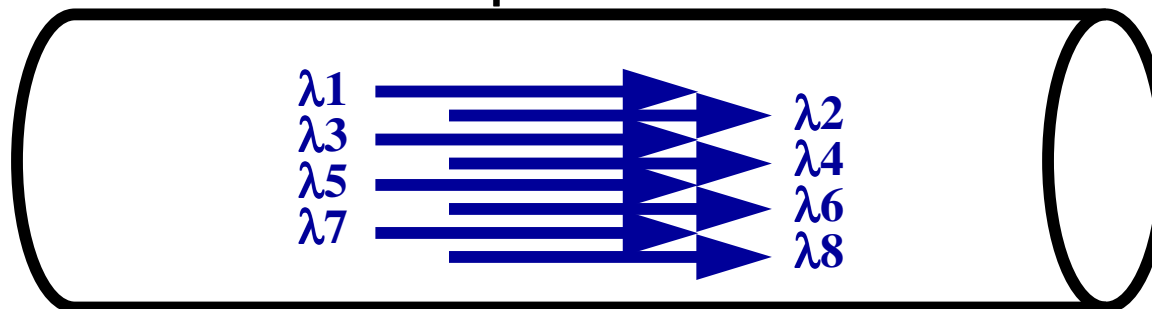
Hullámhossz konverter





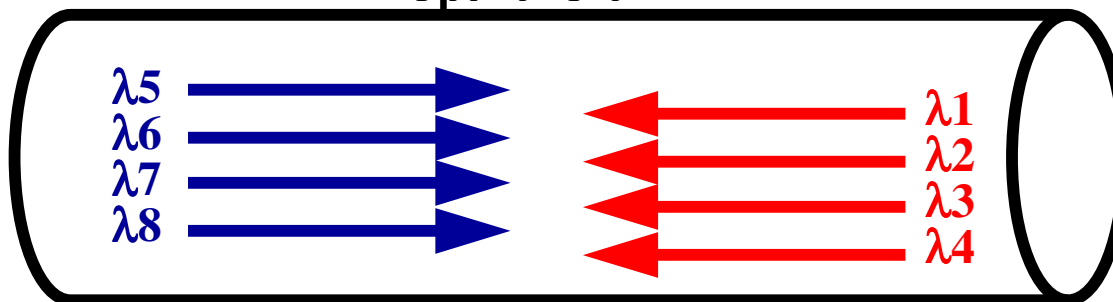
6.5 Jeltovábbítási irányok a WDM/DWDM rendszerekben

Optikai szál



Egyirányú fényutak (Unidirectional Lightpaths)

Optikai szál



Kétirányú fényutak (Bidirectional Lightpaths)

λ - megosztással



6.6 Jeltovábbítás a tisztán optikai hálózatban

Ki lehet alakítani egy tisztán optikai réteget (All-Optical Layer), amely feleslegessé teszi külön berendezések használatát a formátumok közötti transzlációra. Ezen az Optikai rétegen át a Gigabit Ethernet, SONET/SDH, ATM és IP jelfolyamok különböző λ - csatornákon keresztül szállíthatók, egymás zavarása és a szétválasztás / újraegyesítés kényszere nélkül. Ez hatalmas rugalmasságot biztosít a rendszernek, rengeteg erőforrást takarít meg, olcsóbbá teszi a szélessávú jelfolyamok kezelését és üzemeltetését.

A hálózat menedzselését, a csatornahibák kezelését az átvitt jelfolyamok saját mechanizmusai biztosítják (pl. SDH-nál a DCC (Data Communications Channel, ATM esetében is az SDH/SONET, ami az ügyet kissé bonyolítja). A legjobb megoldás az IP a DWDM-en át (IP over lambda), ezzel teljesen ki lehet iktatni az SDH/SONET multiplexereket! MPLS a keresett mechanizmus!

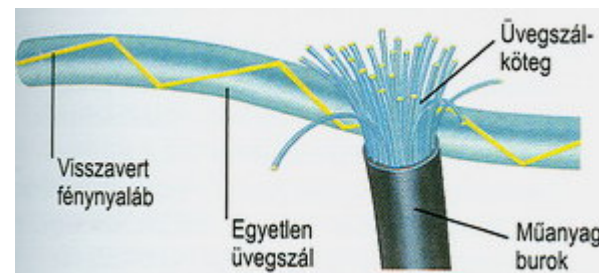
Az optikai réteg alrétegei:

- Optikai csatorna (Och) réteg. A fény-utaknak feleltethető meg
- Optikai multiplex szakasz (OMS_n) réteg: Ez felel meg a linkeknek
- Optikai erősítő szakasz (OAS_n) réteg: Ez felel meg az optikai erősítők közötti link szegmenseknek.

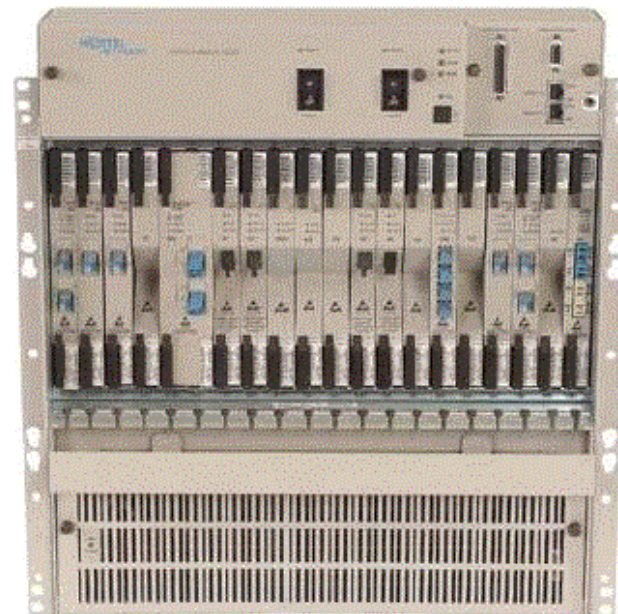


6.7 Optikai kábelek és berendezések

a) Kibontott végű optikai kábel



b) Bevont és megtisztított üvegszálak

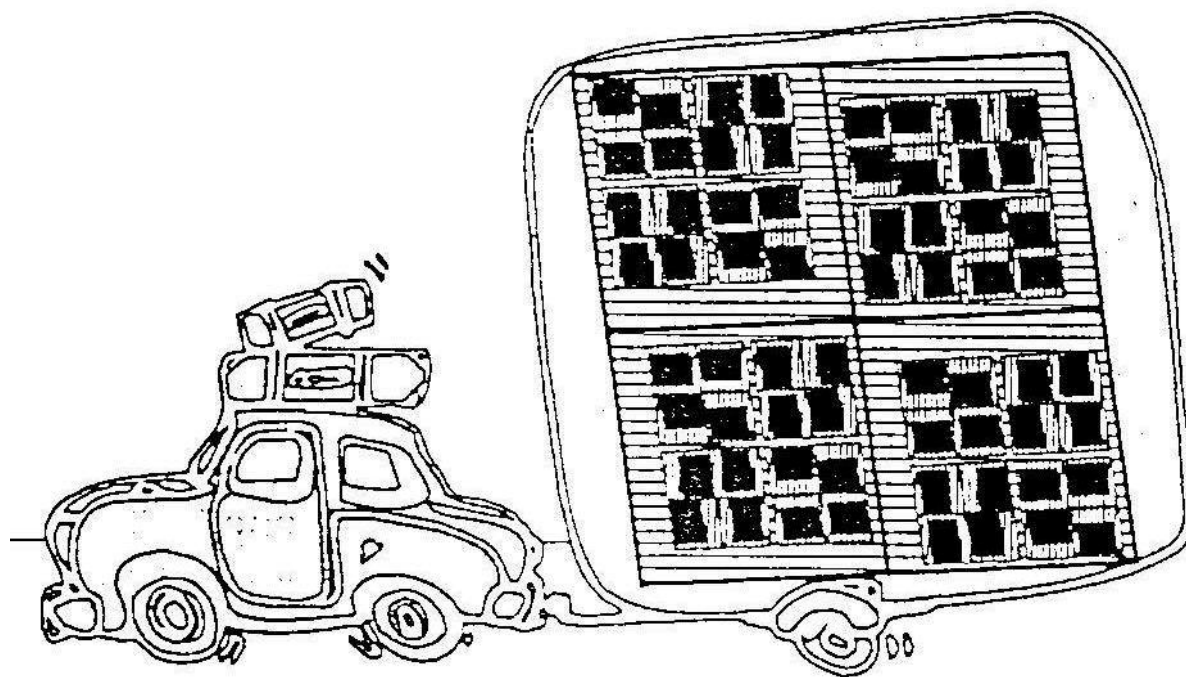


c) Hardver példa: a Nortel WDM rendszere



Nagysebességű bitszinkron átviteli módok

Pleziokron Digitális Hierarchia (PDH)



140 Mbit / sec

■ 2,048 Mbit / sec

▨ Kiigazító bitek

■ 8 Mbit / sec

▨ Kiigazító bitek

■ 34 Mbit / sec

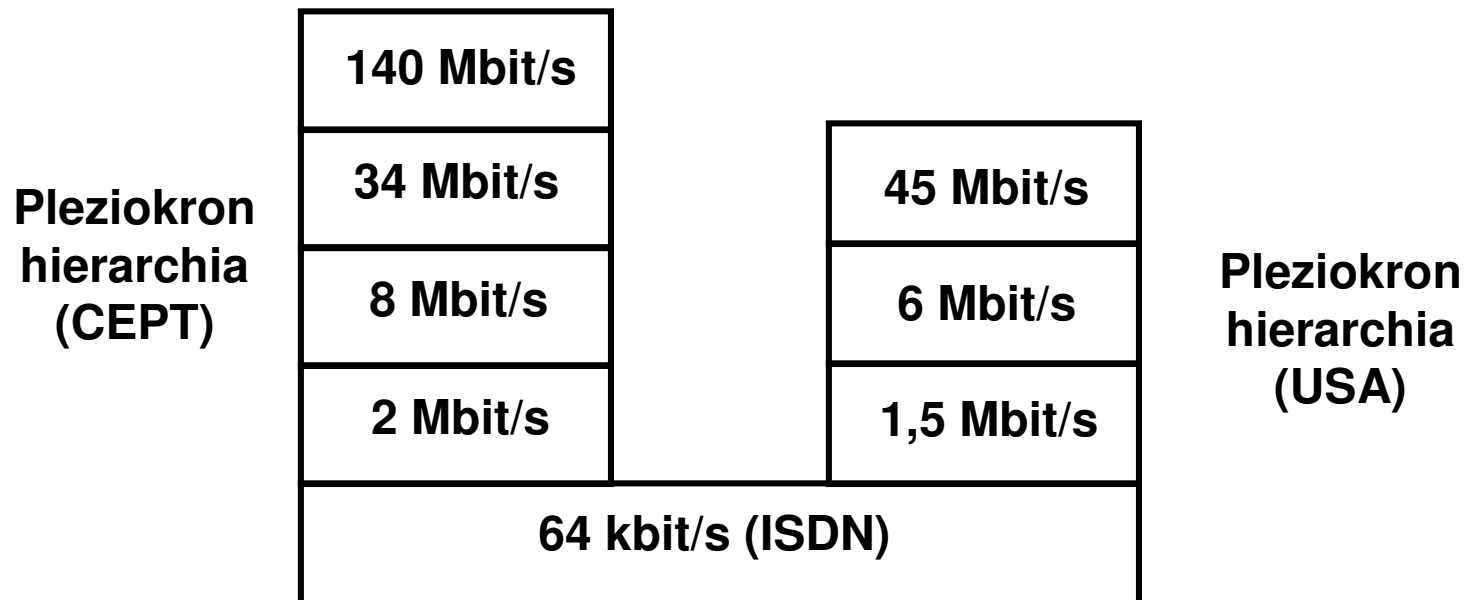


7. Pleziokron Digitális Hierarchiák (PDH)

A PDH nagy mennyiségű távközlési adat digitális átvitelére szolgáló technológia (*pleziokron: majdnem teljesen szinkronizált*).

A klasszikus PDH átviteli közeg a koaxiális kábel, de mikrohullámra és optikai kábelre is telepíthető.

A PDH egy időosztásos nyalábolási technika. Az európai rendszernek öt (E1–E5), az amerikaiak négy (T1–T4) szintje van





7.1 Az európai (CEPT) PDH jelfolyamok sebessége

Az első szint kapcsoló funkciókat is ellát. Harminc bemenete van, de egyéb célra használ még két csatornát $\Rightarrow$ PCM 32/30

A kimeneti jel 2048 kbit/s sebességű adatfolyam, ezt hívják E1-nek.

A felsőbb szintek négy előző szintű adatfolyamot nyalábolnak:

E2: 8448 kbps ($4 \times 2048 \text{ kbps} = 8192 \text{ kbps} + 256 \text{ kbps}$ kiigazító bitek)

E3: 34 368 kbps ($4 \times 8448 \text{ kbps} = 33792 \text{ kbps} + 576 \text{ kbps}$ kiigazítás)

E4: 139 264 kbps ($4 \times 34368 = 137472 + 1792 \text{ kbps}$ kiigazító bitek)

E5: 565 Mbps (nem használják)

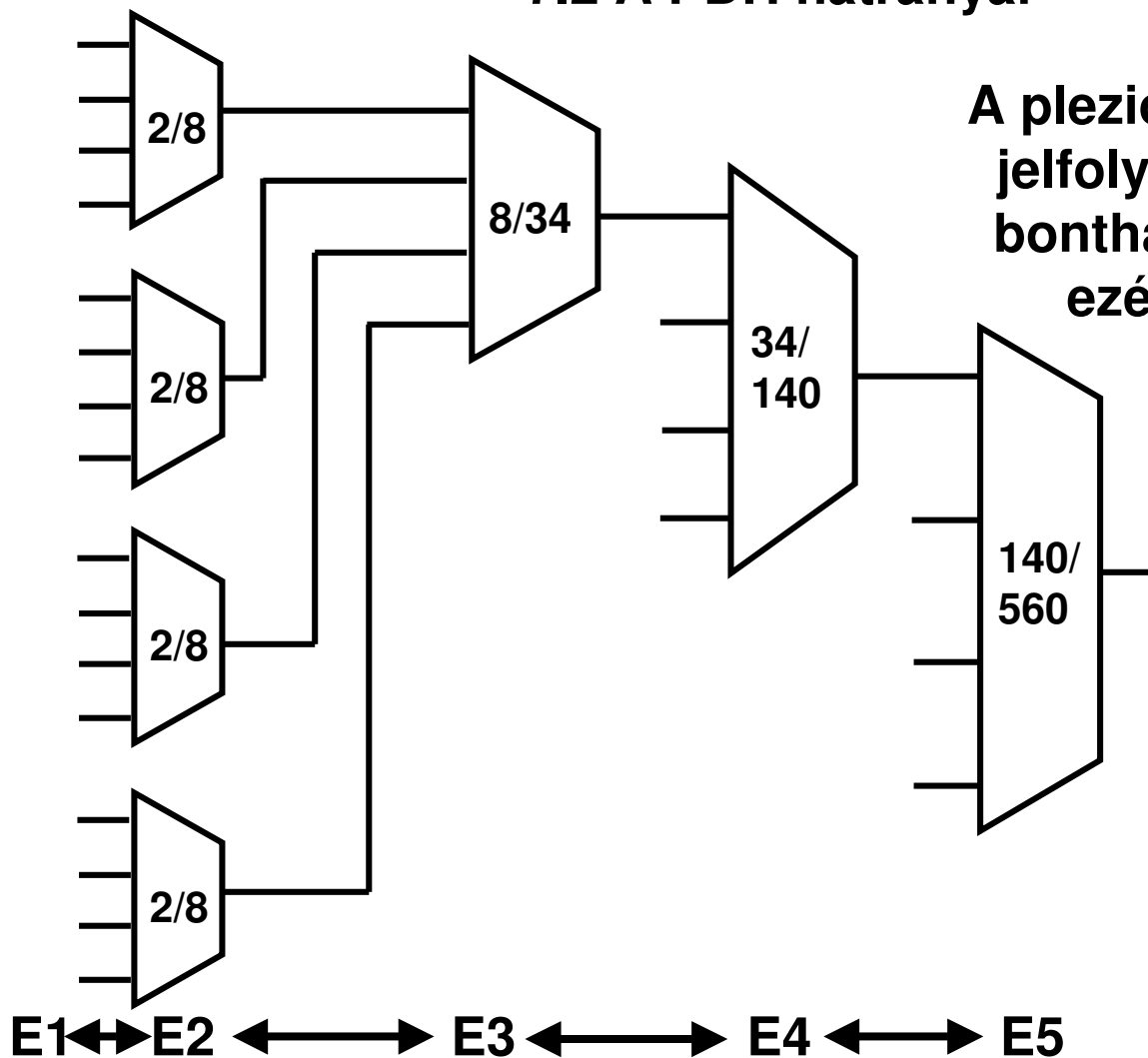
A kiigazító (stuffing) biteket az adási multiplexer adja hozzá a jelfolyamhoz, hogy a távolvégi vételi multiplexer dekódolni tudja: mely bitek melyik 2Mbit/s adatfolyamhoz tartoznak, így az korrektül vissza tudja állítani az eredeti adatfolyamot.

Pleziokronitás - órajel-generátorok nincsenek szinkronizálva,

oka: - a koaxiális kábel átviteli sebessége időjárásfüggő.



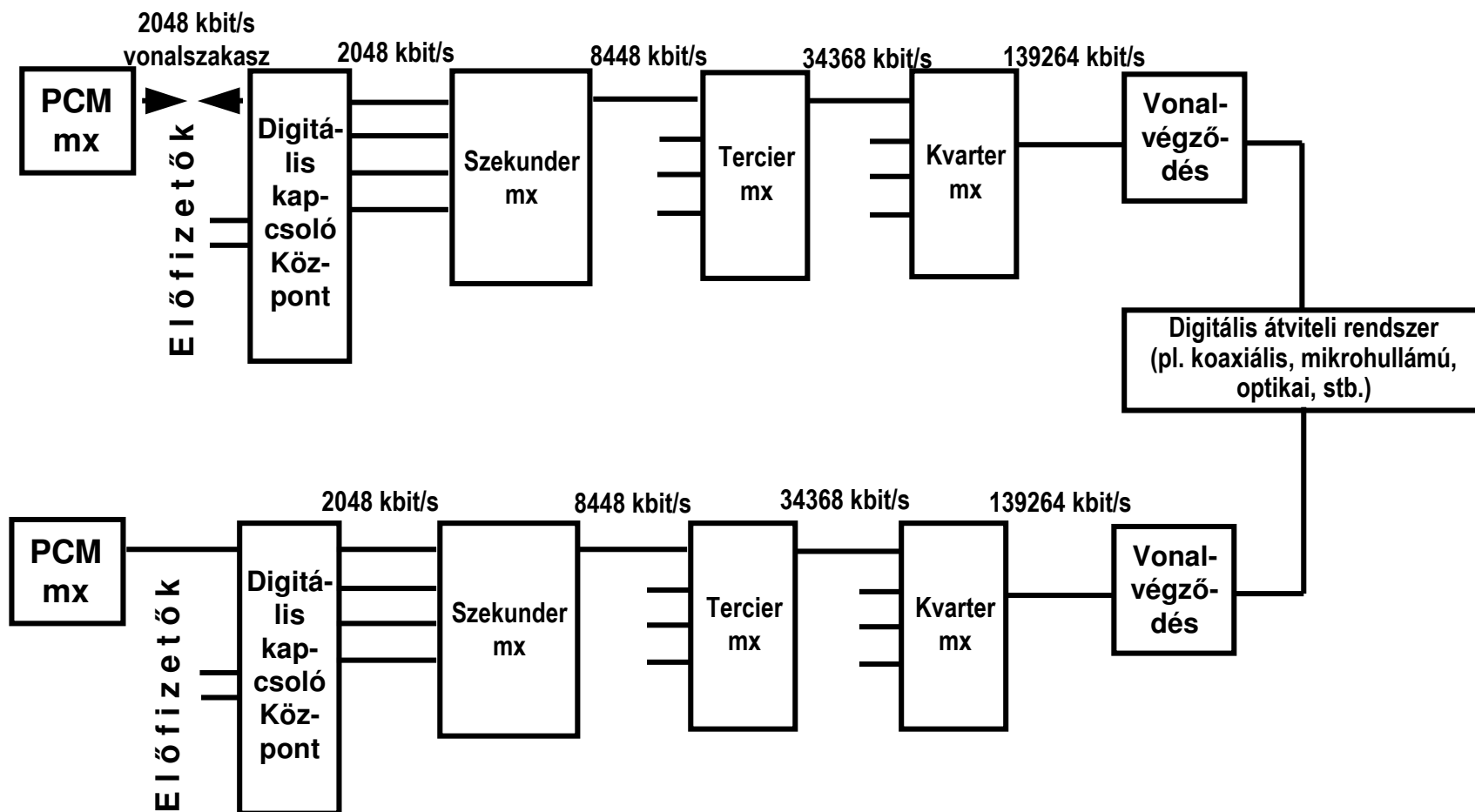
7.2 A PDH hátrányai



A plezioszinkronitás miatt a jelfolyam csak szintenként bontható le és építhető fel, ezért magasabb szinten egy adatcsatorna jelének kinyerése vagy beépítése nehézkes és költséges.

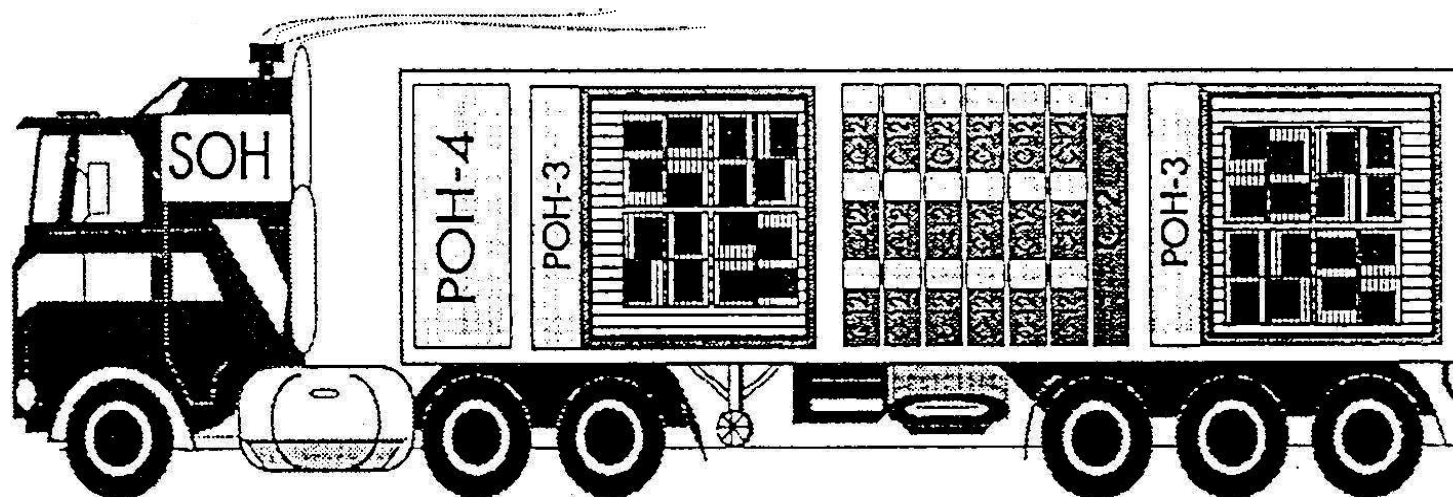


7.3 Példa digitális átviteli hálózatra PDH-val





8. A Szinkron Digitális Hierarchiák (SDH)



155 Mbit/s-os SDH keret, pl. a következőkkel: 2xVC-3, 1xVC-2 és 18xVC-1 szakasz-fejvel (Section Overhead – SOH), és útvonal-fejvel (Path Overhead – POH).



8.1 Különbségek a PDH-val összehasonlítva

Szigorúan szinkronizált adatsebességek a teljes hálózatban: atomórához szinkronizálják a teljes belföldi hálózatot, így nincs szükség az elemek közötti pufferelésre, ami az időkülönbségek kiegyenlítése miatt kellene (lásd: PDH).

SDH szabványok: ITU G.707 és kiterjesztése: G.708

**Amerikai megfelelője: SONET (Synchronous Optical Networking)
Szabványai: Telcordia GR-253-CORE, ANSI T1.105.**

Az SDH (és a SONET) tisztán időosztásos multiplexelési (TDM) protokollok a fizikai rétegben.

(A TDM nem tévesztendő össze a TDMA-val, ami permanens összeköttetésre szolgál.)

A SONET és az SDH gyakran más szakkifejezést használ ugyanazon funkciókra és jellemzőkre !



8.2 SDH protokoll-jellemzők

Az SDH protokoll egy nagyon erősen multiplexelt struktúra, melyben a fejrész az adatok között bonyolult módon átlapolódik. Ez lehetővé kívánja tenni a bennfoglalt (encapsulated) adatnak, hogy saját keretsebessége lehessen és az SDH keretstruktúrához és sebességhez viszonyítva lebeghessen.

Az átlapolás a bennfoglalt adat számára nagyon alacsony lappangást tesz lehetővé: a berendezéseken átfutó adatnak a 125 μ s keretidővel szemben legfeljebb 32 μ s késleltetése lehet.

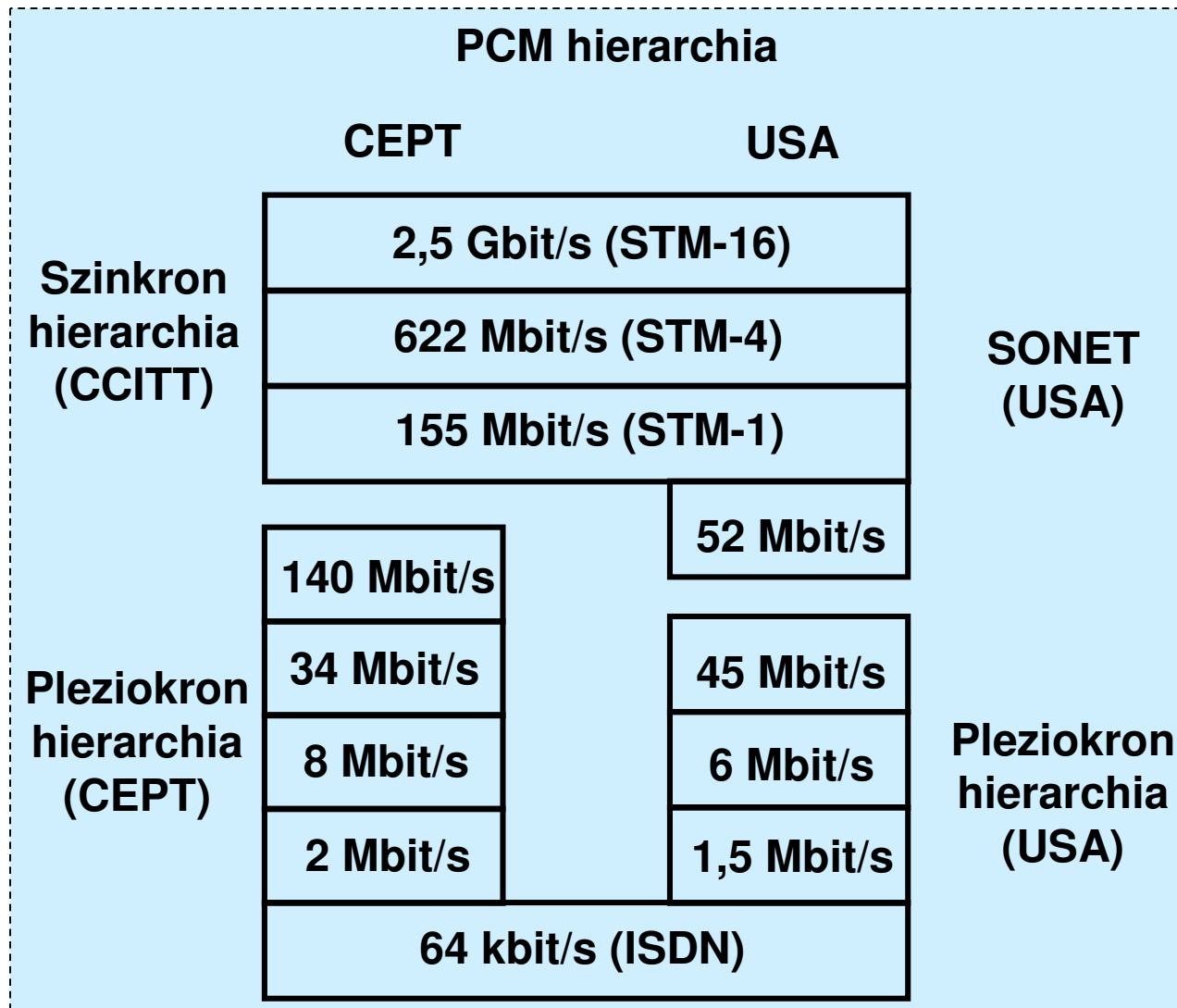
Extra késleltetés csak azon multiplexelt adatok számára megengedett, amelyek az általános keretben mozognak, mivel azok a keretsebességtől különböző óráról működnek. Ennek megengedése a multiplexelési struktúra többi szintje számára a protokollt bonyolultabbá teszi, de magasabb összteljesítményt nyújt.



8.3 Az SDH keretstruktúra alapegysége

Az SDH alapvető kerete az STM-1 (Synchronous Transport Module - 1), amely 155,52 Mbit/s sebességgel működik (SONET megfelelője STS-3c)

(A SONET-ben van egy STS-1 (Synchronous Transport Signal-1), amelynek sebessége pontosan az STM-1 seb. harmada (51,84 Mbit/s))

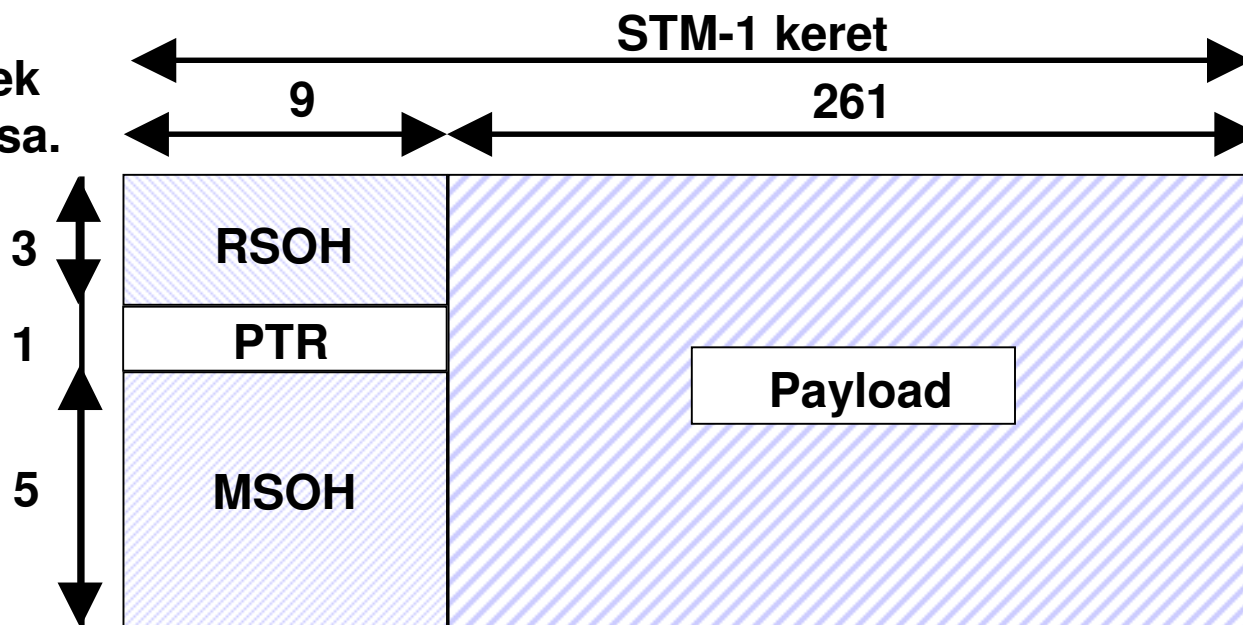




8.4 Az STM-1 keret szerkezete

Az STM-1 keret az SDH első szintjének alapvető kerettípusa.

Egyszerűség kedvéért a keretet 270 oszlopból és 9 sorból álló téglalapként ábrázoljuk (2430 byte).



Az STM-1 keret fejlécből (overhead) és a virtuális konténerből áll.

Section
Over-
head

{ Első 3 sor és 9 oszlop: RSOH (Regenerator Section Overhead),
Utolsó 5 sor és 9 oszlop: MSOH (Multiplex Section Overhead),
köztük a 4. sor pointereket tartalmaz.

Az első 9 oszlop a Section overhead, és 261 oszlop a virtuális konténer tartalma (Payload) 150.336 Mbit/s ($2349 \times 8 \text{ bit} \times 8000 \text{ keret/s}$)

Keretidő: 125 μ s, adatsebesség: 155,520 Mbit/s ($2430 \times 8 \text{ bit} \times 8000 \text{ keret/s}$)



8.5 A szállítási fejléc

A szállítási fejlécet (transport overhead) jelzésre és az átviteli hibaarány mérésére használjuk. Felépítése:

- **RSOH (Regenerator Section Overhead):** 27 oktett, a végződő terminál által igényelt keretstruktúrát tartalmazza
- **MSOH (Multiplex Section Overhead):** 45 oktett, a riasztásokat, fenntartási és hibajavítási információkat tartalmazza, amelyekre a hálózatban szükség lehet
- **Pointer:** a J1 byte helyére mutat a hasznos teherben (payload)
- **Útvonal virtuális boríték (Path virtual envelope) ~ szállítólevél**
A vég-vég között szállított adatot útvonal-adatnak nevezik

Ez két összetevőre bontható:

- **Payload overhead (POH):** 9 byte, vég-vég jelzésre és hibamérésre használják,
- **Payload adat:** használói adat (2349 byte az STM-1-nél)



8.6 A Virtuális Konténer (VC) tulajdonságai

Az SDH fontos tulajdonsága, hogy a fejléc és a VC átvitele elválik egymástól. A fejlécet minden közbeeső csomóponton értelmezik, lebontják, majd újat építenek és azt továbbítják.

A VC-t (a POH-val együtt) azonban ott hozzák létre, ahol az információ belép az SDH hálózatba és a kilépési pontig változatlan.

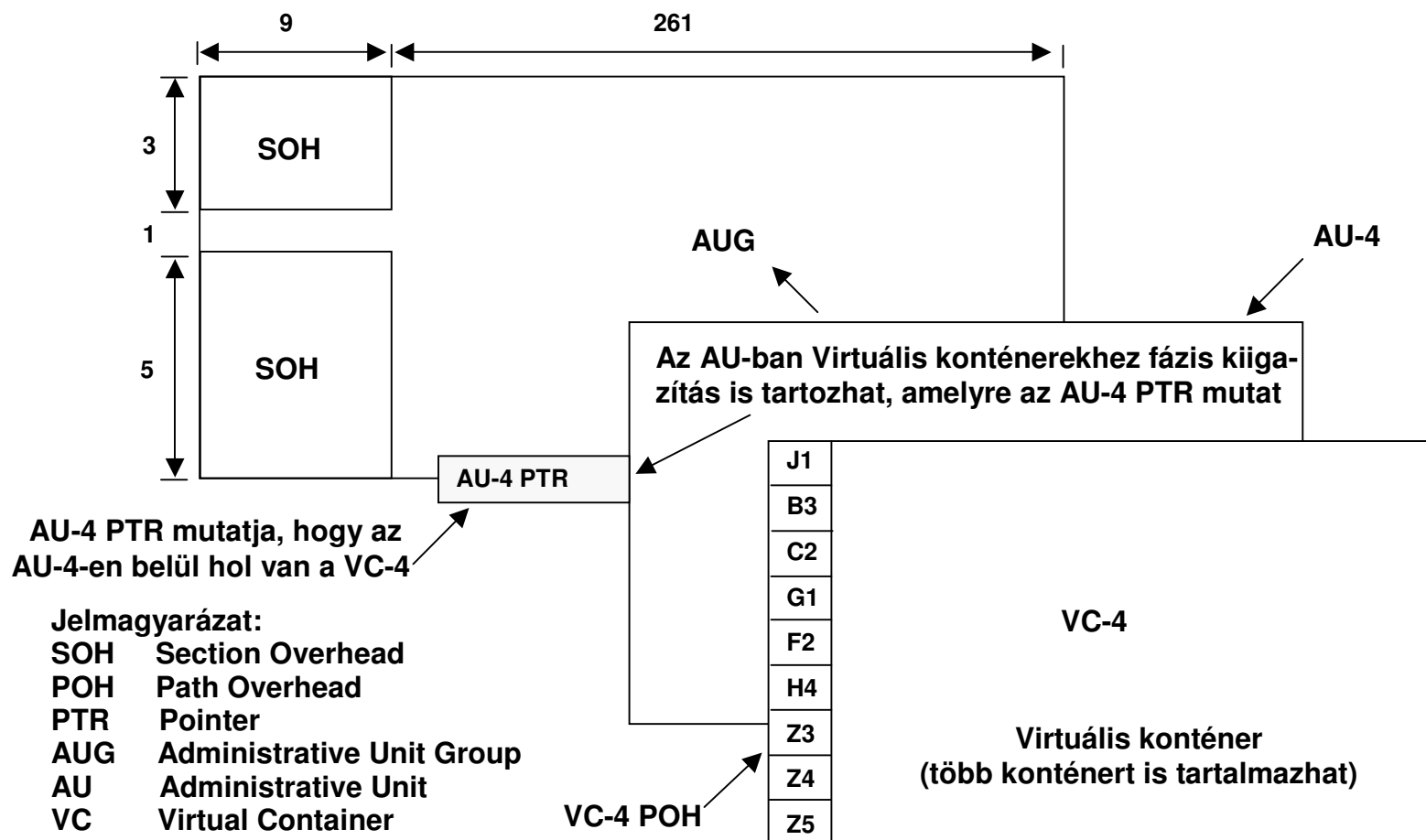
A 139.264 Mbit/s sebességű (PDH-ban E4) jel az STM-1 keret rakományába, a VC-4 konténerbe közvetlenül beilleszthető. A PDH hierarchia alacsonyabb szintjein levő összetevő (tributary) jeleket alacsonyabb sebességű konténerekbe csomagolva viszi a hálózat, természetesen így egy STM-1 keretbe több VC is kerül.

A VC-knek a TU keretekbe (Tributary Unit), majd azoknak az STM-1 keretbe való illesztésére az ITU-T specifikáció pontos szabályokat definiál.



8.7 Az STM-1 keret szerkezete

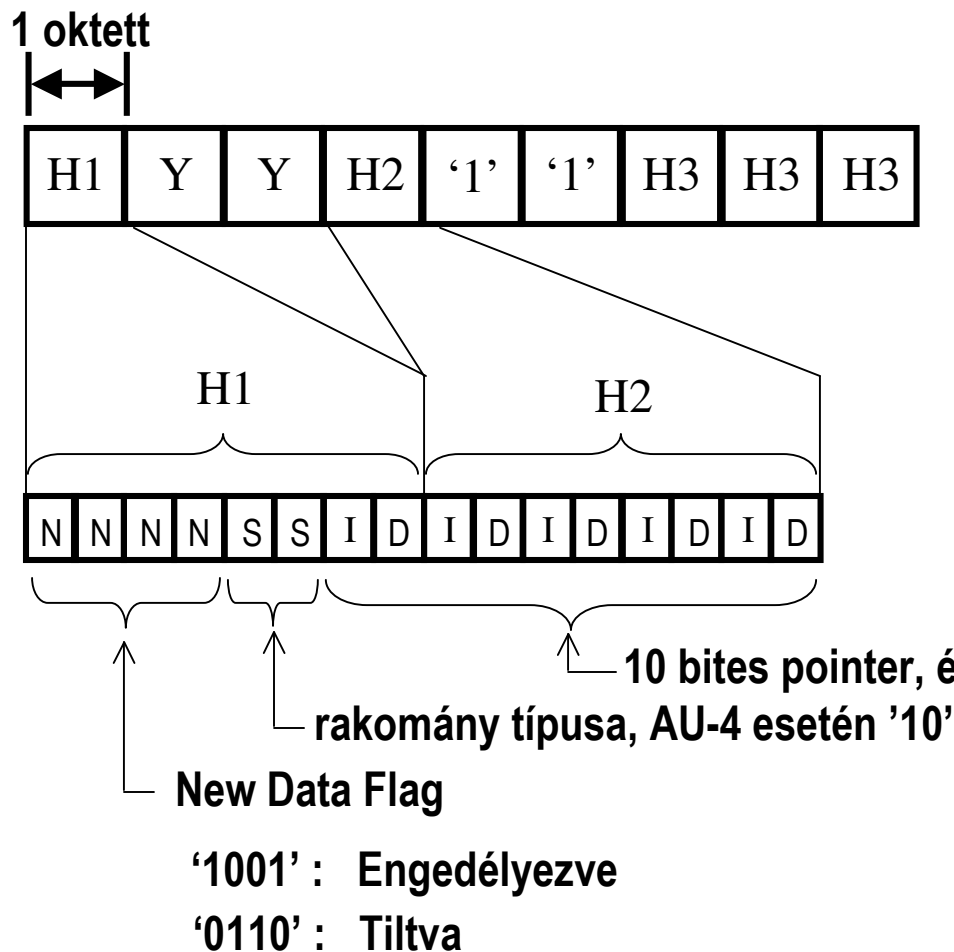
A VC plusz a pointerek együtt adják az AU-t. A POH a teljes path-ra tartalmaz hiba- és átviteli minőség-figyelést, riasztást, stb.





8.7.1 Az AU-4 PTR magyarázata

A 9 oktettből áll sor fontos elemei a H1, H2 és H3 mezők. A mutatót a H1 és H2 tárolja.



I: Increment

D: Decrement

Pozitív kiegyenlítés:

Az 5db I bitet invertálva küldöm

Többségi szavazás alapján döntök

Negatív kiegyenlítés:

Az 5db D bitet invertálva küldöm

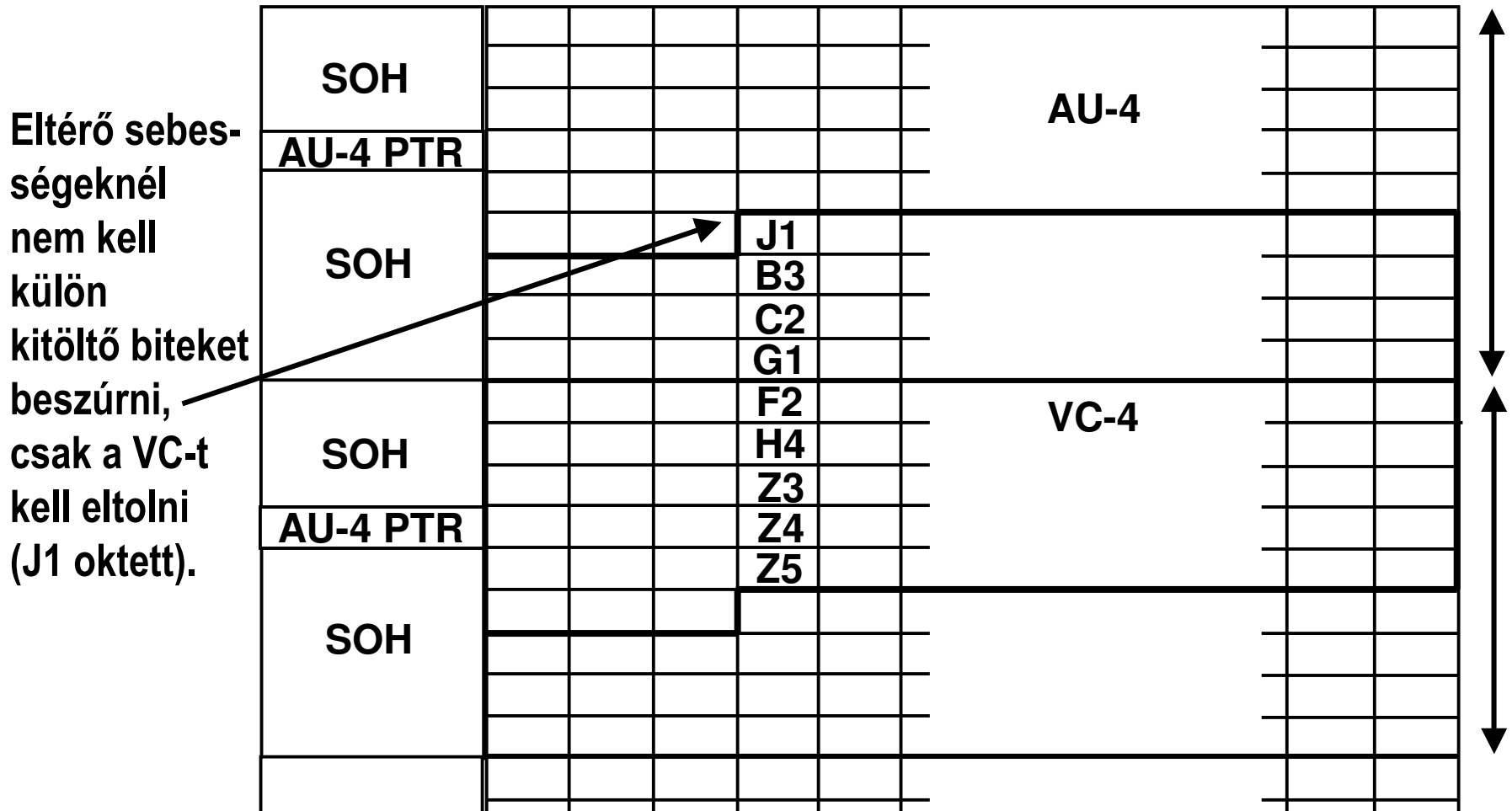
Többségi szavazás alapján döntök

azt adja meg, hogy hányadik oktettnél kezdődik a VC-4-es a pointer végétől számolva



8.8 Az információ elhelyezkedése az SDH keretben

Egy VC átvitele két keretben is történhet, lásd alább:





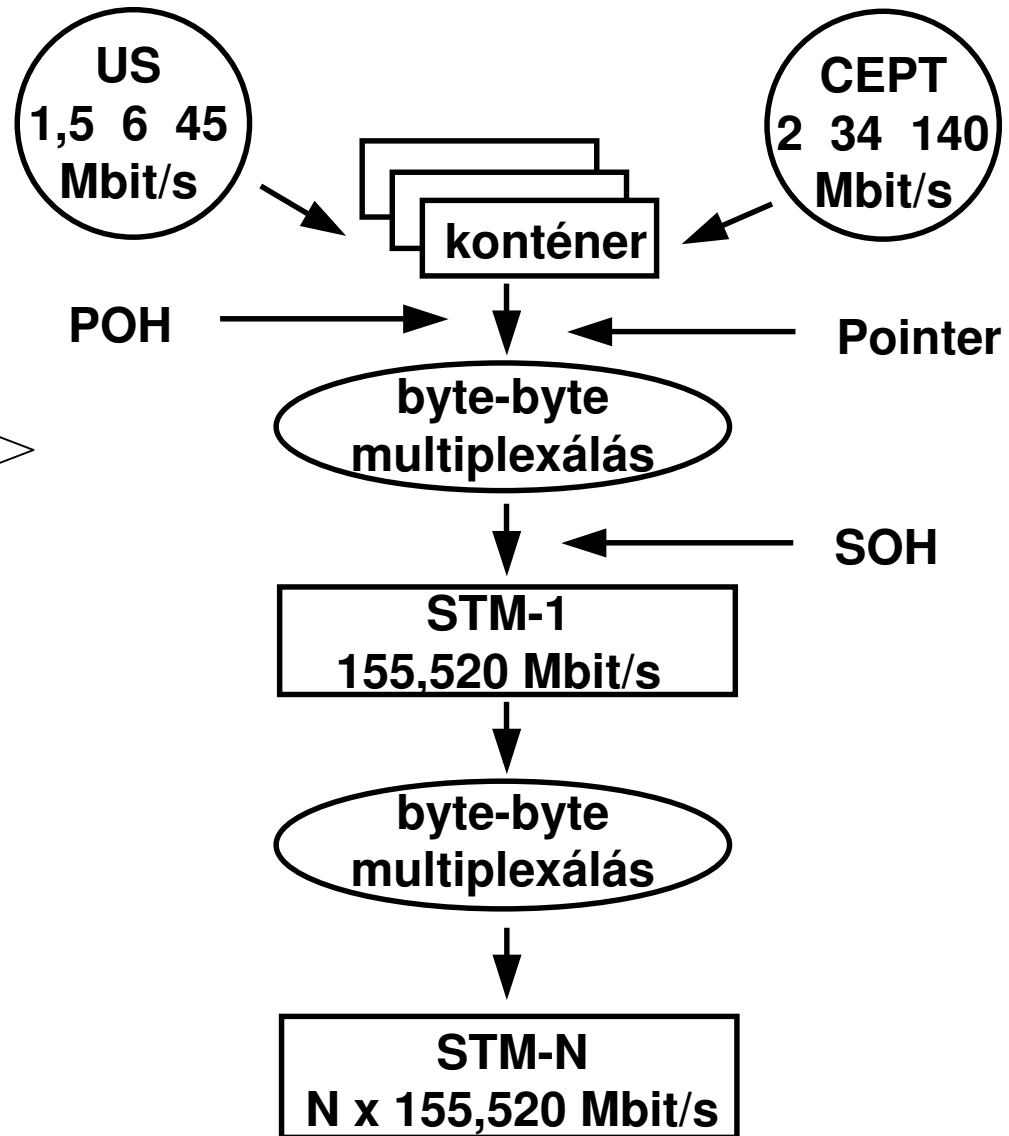
8.9 SDH keretek létrehozása

PDH keretek
becsomagolása
(encapsulation)

STM-1 keretek létrehozása

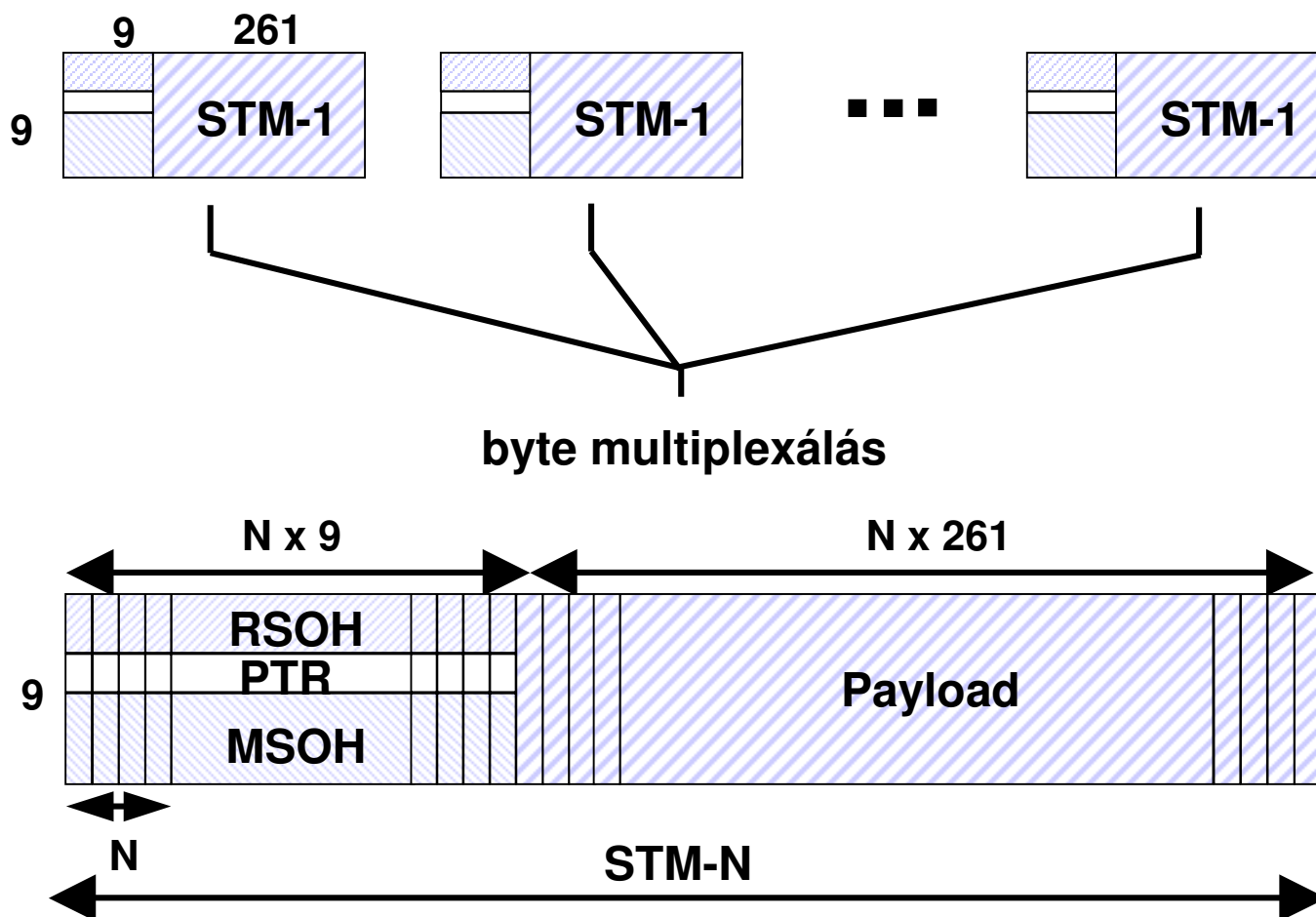
STM-1 keretkből STM-N
keretek létrehozása

Jelölés:
Path Overhead (POH)
Section Overhead (SOH)



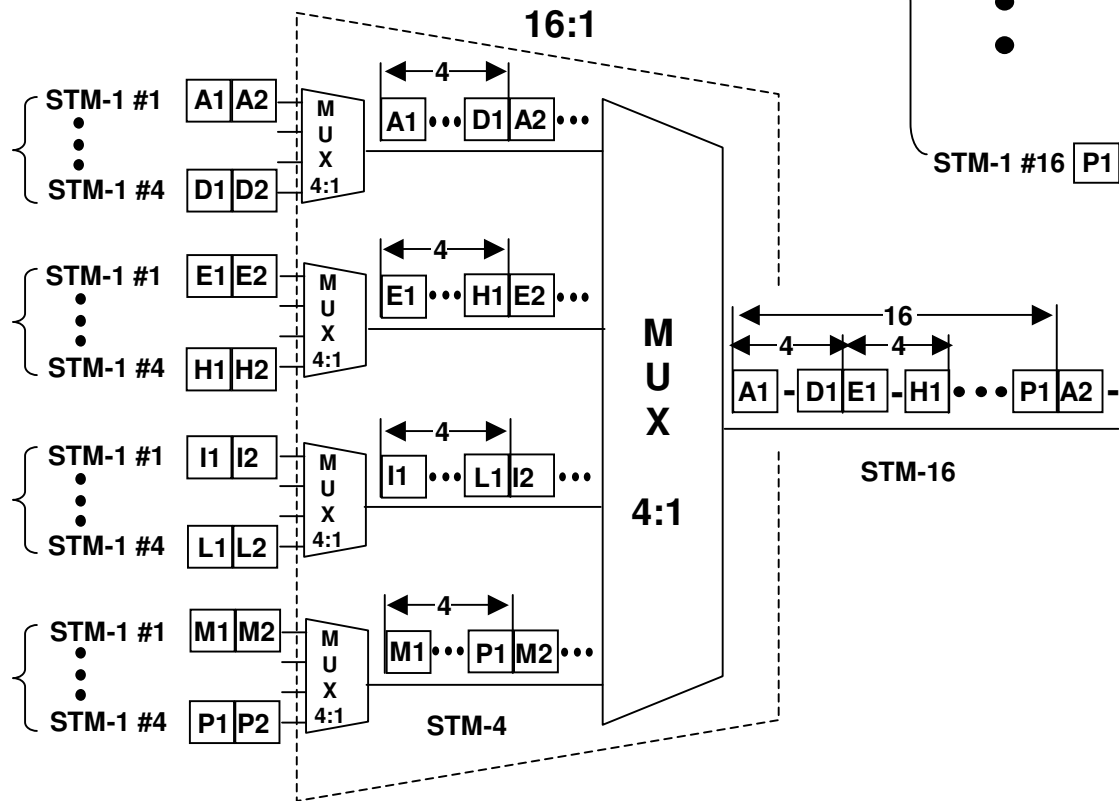


8.10 Magasabb szintű SDH keretek felépítése

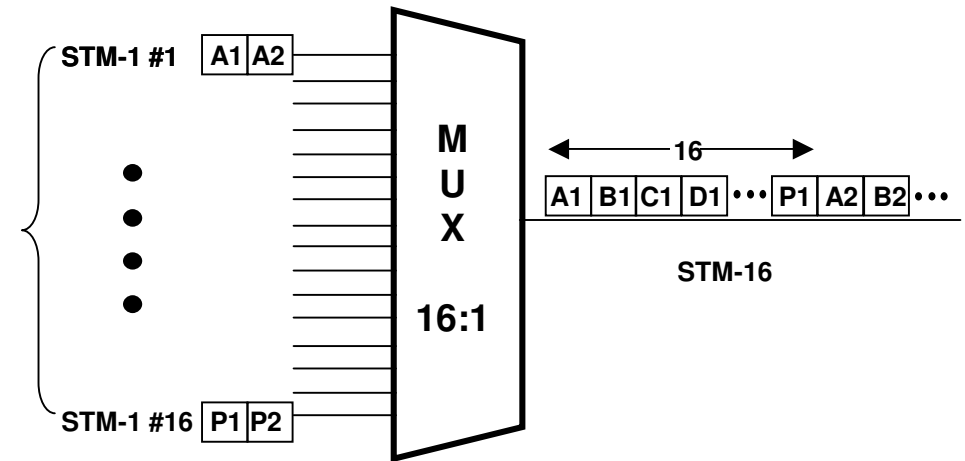




8.11 STM-16 előállítása STM-1 keretekből



b) Két lépésben



a) Egy lépésben



8.12 SONET OC szintek és SDH keretformátumok

SONET OC (Optical Carrier) szint	SONET keret- formátum	SDH szint és keretformátum	Payload sávszélesség (kbit/s)	Vonali bitsebesség (kbit/s)
OC-1	STS-1	STM-0	48,960	51,840
OC-3	STS-3	STM-1	150,336	155,520
OC-12	STS-12	STM-4	601,344	622,080
OC-24	STS-24	-	1,202,688	1,244,160
OC-48	STS-48	STM-16	2,405,376	2,488,320
OC-192	STS-192	STM-64	9,621,504	9,953,280
OC-768	STS-768	STM-256	38,486,016	39,813,120
OC-3072	STS-3072	STM-1024	153,944,064	159,252,240

Az OC-24 az ANSI T1.105 szerint szabványos, de az ITU-T G.707 szerint nem szabványos SDH sebesség. STM-0 a G.707 szerint nem szabványos SDH sebesség, de a STS/OC-1-el való kompatibilitás miatt széleskörűen alkalmazzák.



8.13 Kisebb sebességű adatfolyam kinyerése/hozzáadása

A 125 μ s időközök választása nem kötelező, ez csak azt jelenti, hogy minden keretben ugyanazon oktett-pozíció 125 μ s időközönként tűnik fel, ami $8000 \times 8 \text{ bit} = 64 \text{ kbit/s}$, ez az alapvető DS0 adatsebesség (USA).

Ez az SDH hálózatnak egy rendkívül hasznos viselkedése, amely a nagysebességű jelfolyamokból az alacsony bitsebességű (DS0) csatornák vagy adatfolyamok kinyerését teszi lehetővé oktetten szabályos időközönkénti kiolvasásával, nem kell a teljes keretet szétbontani és értelmezni. Ezt a PDH-ban nem lehet megcsinálni.

Egy viszonylag egyszerű eszközre van csak szükség ahhoz, hogy az SDH keret-összeköttetés adatfolyamából kinyerjünk, vagy oda beillesszünk egy alacsonyabb sebességű adatfolyamot.

Ez az egyszerű eszköz az Add-Drop Multiplexer (ADM).

A hagyományos ADM egy adott hálózati architektúrához készült, az új generációs ADM már több architektúrát is ki tud szolgálni, időnként egyidejűleg is. Az ADM-nek van egy nagysebességű (optikai), és egy kisebb sebességű (optikai és elektromos) interfész-oldala is.

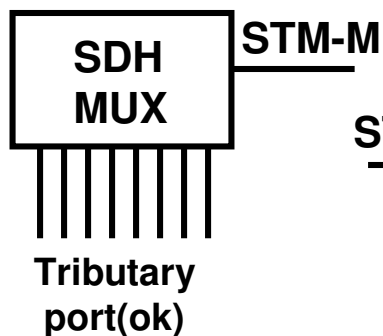


8.14 STM berendezések: multiplexerek

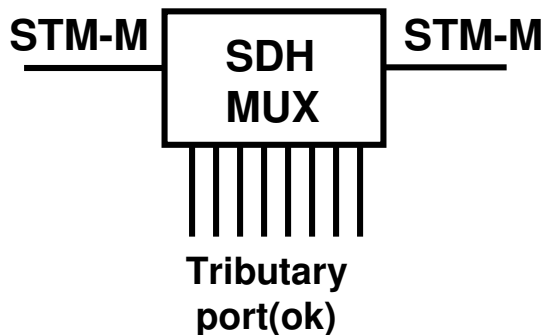
Az SDH hálózatok alapvetően 4 berendezéstípusból épülnek fel, mindegyiket multiplexernek hívják.

1. Terminating multiplexer: az STM vonal végén található.
2. Add-drop multiplexer (ADM): egy áthaladó STM-N jelből tetszőleges kisebb sebességű STM jeleket vagy még kisebb tributary jeleket csatol ki és be.
3. Cross-connect multiplexer, amely sok bejövő STM és tributary jel közötti kapcsolást végez el.
4. Hub multiplexer, amely több bejövő (esetleg csak részlegesen kitöltött) STM jelet fog össze egy ugyanakkora, vagy nagyobb sebességű STM jelbe.

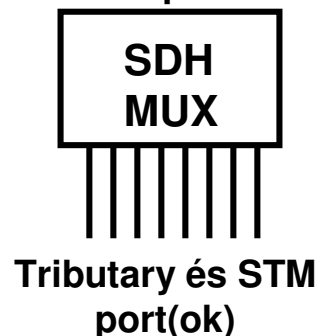
1. Terminating multiplexer



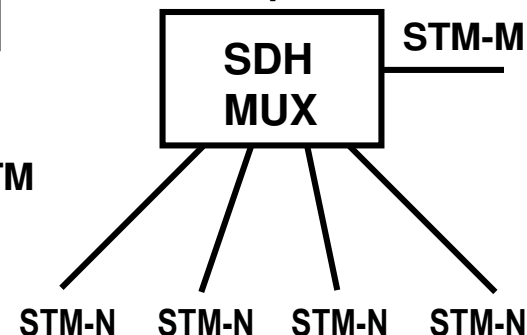
2. Add-Drop multiplexer



3. Cross-connect multiplexer



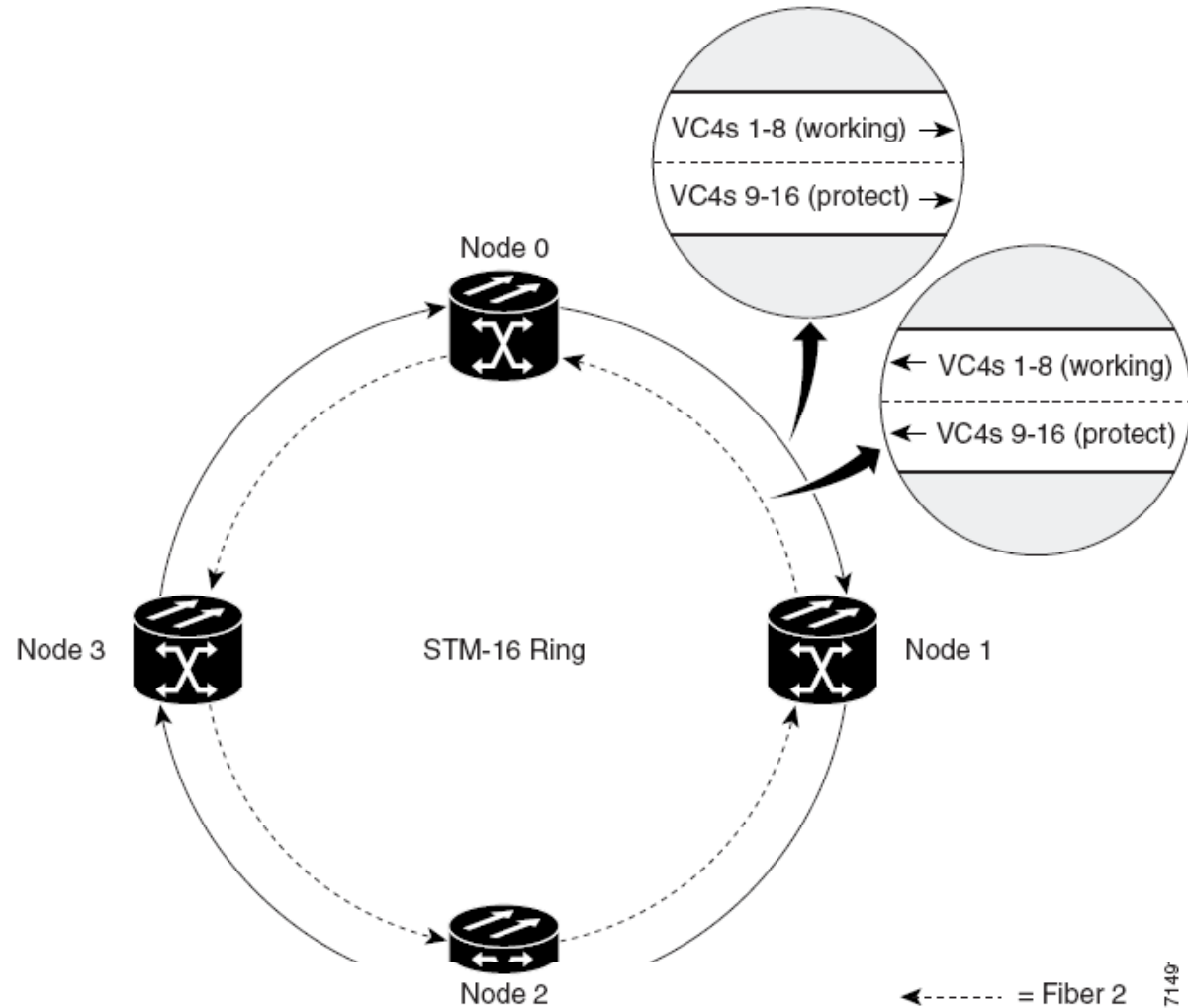
Hub multiplexer





8.15 SDH kettős gyűrű architektúra

**Négy-Node-os,
két-optikai szásas
MS-SP Gyűrű**
(MS-SP: Multiplex
Section-Shared
Protection)
(CISCO)





8.16 Az SDH hálózat menedzselése

A SONET és az SDH különálló adatkommunikációs csatornával (Data Communication Channel, DCC) rendelkezik: az RSOH-t használják a hálózatmenedzselési információk továbbítására.

Az ITU-T G.7712 szerint háromféle DCC üzemmód lehetséges:

- **Tisztán IP Stack, adatlink céljára PPP használatával,**
- **Csak OSI Stack, adatlink céljára LAP-D használatával (X.25),**
- **IP+ OSI kettős Stack a PPP és LAP-D, mint tunneling funkciók használatával.**

A hálózatmenedzselés feladata:

Az ITU-T által szabványosított menedzsment interfészen keresztül vezérelhetjük például azt, hogy egy ADM melyik VC-t melyik tributary portra csatolja ki és be, vagy a Cross-connect melyik portokat kapcsolja össze.



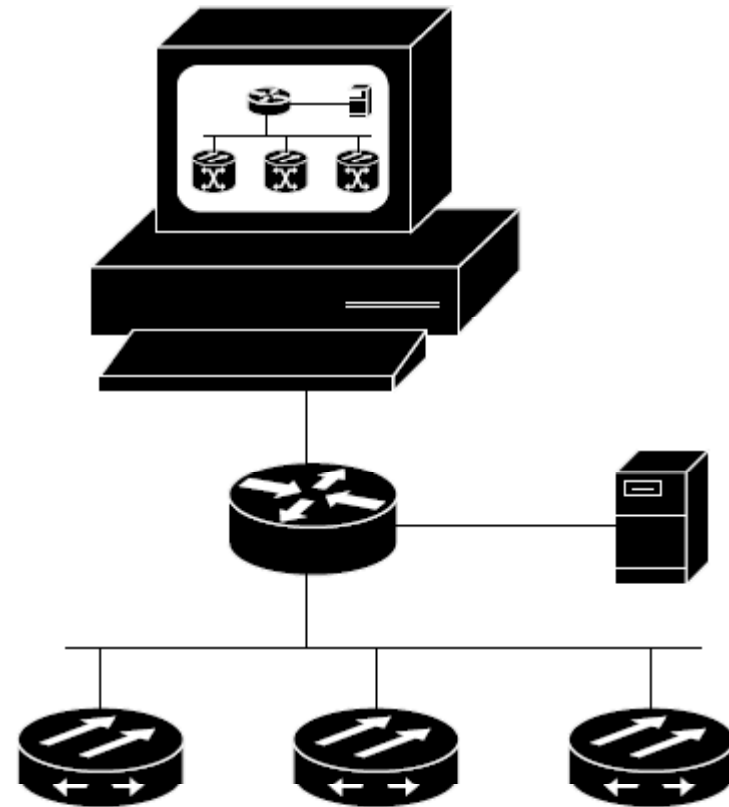
8.17 SNMP-vel menedzselte alaphálózat

A HP OpenView, vagy hasonló menedzselési rendszer monitoring alkalmazásokat hajt végre, és vezérli a menedzselte eszközöket.

A menedzselési rendszerek hajtják végre a menedzselési folyamatok zömét és biztosítják a hálózatmenedzsmenthez szükséges memória-eszközöket.

Egy hálózat egy vagy több menedzselési rendszerrel menedzselhető.

A kezelő/fenntartó személyzet a HP OpenView felületen át irányítja a rendszert.





8.18 Példa az elsődleges SNMP komponensekre

A minden menedzselte eszközön jelenlévő (pl. SNMP) ágens a menedzselési rendszer számára olvasható formára lefordítja a szoftver-csapdákból nyert helyi menedzselési információkat (pl. teljesítményadat vagy esemény, és hibainformáció)

