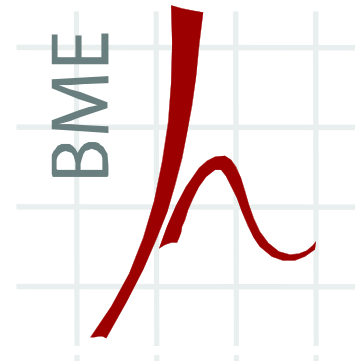


*Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Villamosmérnöki szak, mesterképzés
Multimédia rendszerek és szolgáltatások főspecializáció
Vezetéknélküli rendszerek és alkalmazások főspecializáció*



VIHIMA07 Mobil és vezeték nélküli hálózatok A mobil backhaul vezetékes technológiái 2. GSM backhaul - SDH

Jakab Tivadar

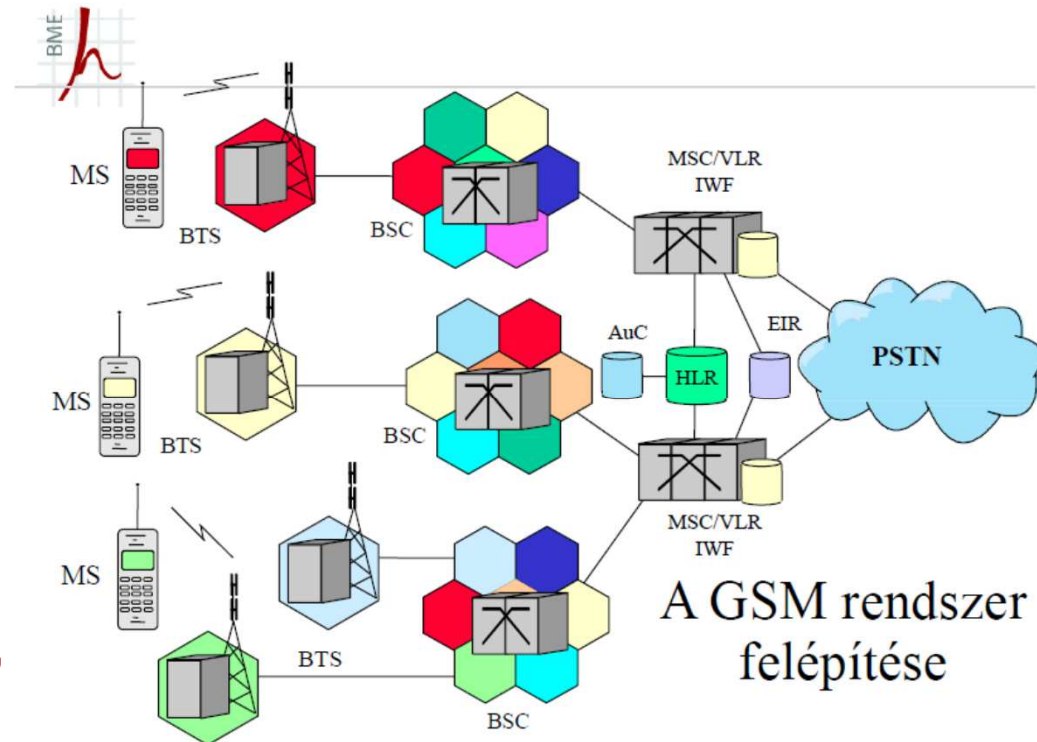
Hálózati rendszerek és szolgáltatások tanszék

jakab@hit.bme.hu

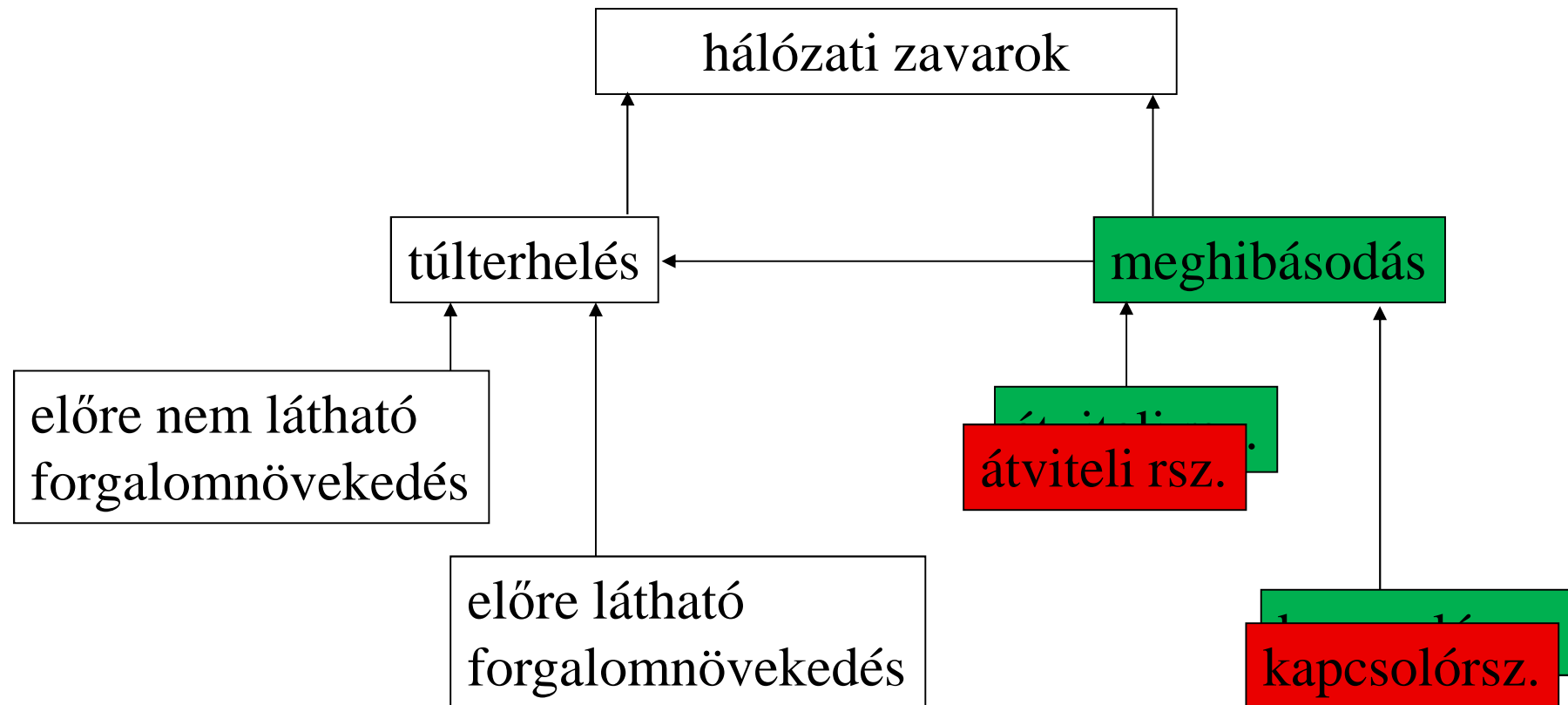
I.B.123

GSM backhaul követelmények

- Mik között?
 - BTS – BSC
 - nxE1
 - BSC – MSC
 - MSC - MSC
 - MSC – PSTN
- Jelzés, adat, szinkron
- Hálózati redundanciák, védelmek
- Menedzselhetőség

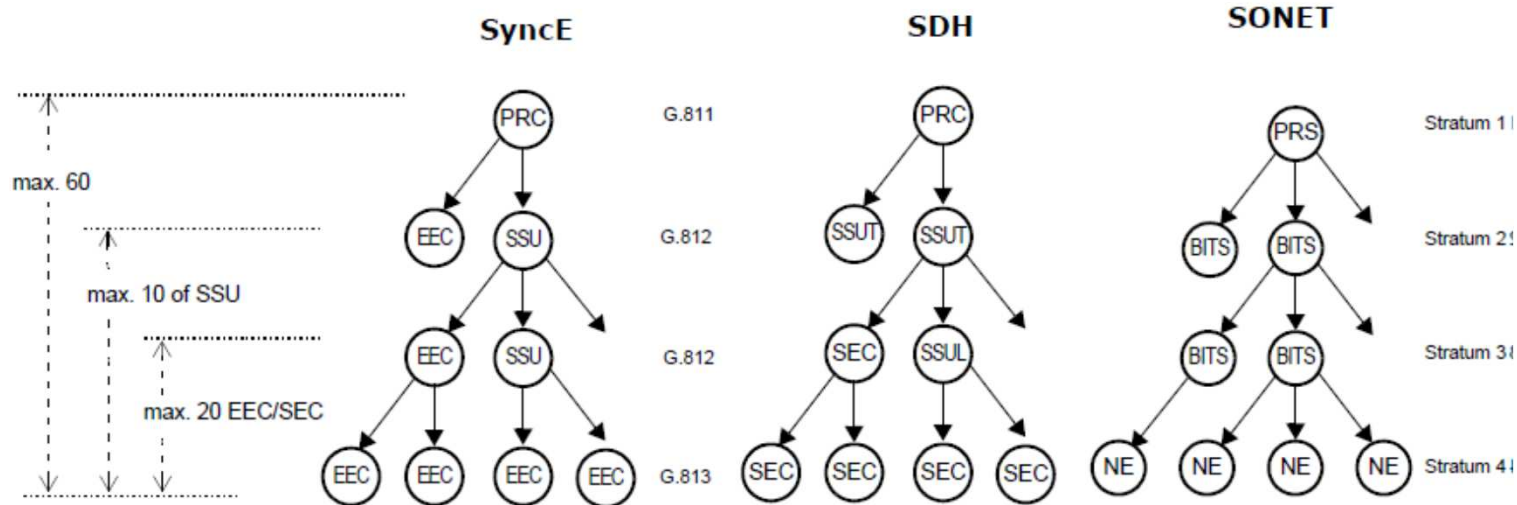


Redundanciák, védelem

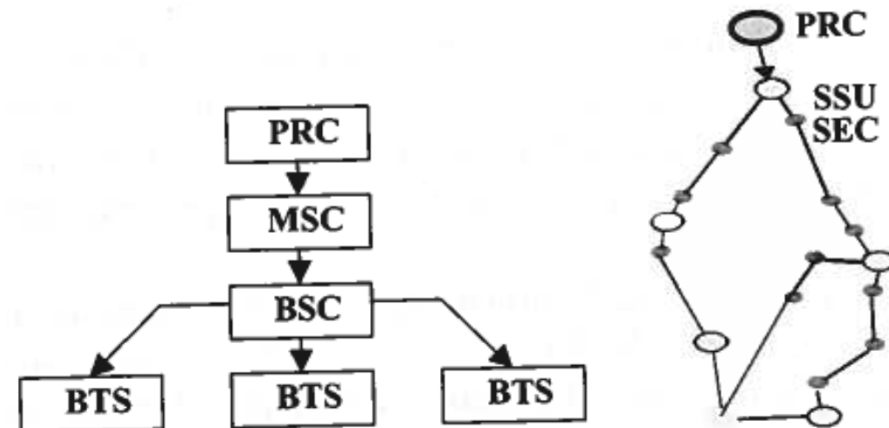


- az átviteli szakaszok meghibásodásának hatását automatikusan kiküszöbölni: másik átviteli szakasz vagy út
- kapcsolóelemek hibájának hatását automatikusan kiküszöbölni: átterhelhető forgalom

Szinkronizálás



- **Mester óra órajelének szétosztása a hálózatban**
 - redundáns topológián
 - korlátos úthosszakkal (szakaszszámok)
 - hurokmentesen



SDH: transzport-hálózati technológia

- fix átviteli kapacitások biztosítása
- többféle kliens kiszolgálása: jelzés, beszéd, szinkronjel
- alapvető hálózati funkciók
 - útképzés: kliensigények multiplex rendszerekbe – méretgazdaságosság, erőforrás-hatékonyság
 - védelem: hálózati hibák detektálása, behatárolása, automatikus reagálás
 - menedzselhetőség (hálózatelemek, szolgáltatások)
- alapvető csomóponti funkciók
 - erősítés, regenerálás (átvitel minősége)
 - illesztés, multiplexálás (kliensek, nyalábolás)
 - kapcsolás (flexibilitás, védelem/helyreállítás)
- hordozó
 - optikai kábel
 - mikrohullámú link

Tartalom

- az SDH technológia kialakításának motivációi
- az SDH keretszervezés
- az SDH multiplexálási hierarchia
- tipikus SDH berendezések
- útképzési funkciók implementálása
- védelmi funkciók implementálása
- architektúrák, hálózati szerkezetek

SONET/SDH

- SONET Bellcore 1985 február
 - USA, Kanada
- SDH: Melburn 1988 CCITT G.707
 - Európa
 - bitsebességek STM-n $n=1, 4, 16, 64$

TELEPHONE MAIN LINES PER 100 INHABITANTS

(Ranked on the basis of 1985 data)

	1974	1980	1983	1984	1985	Growth 1974-1985 %
Sweden (5)*	49.71	58.00	60.24	61.51	62.78	2.1
United States (2)	36.82	41.43	47.27	48.17	50.57	2.9
Switzerland (1)	37.01	44.46	47.75	48.95	50.18	2.8
Denmark (6)	31.71	43.43	46.98	48.24	49.74	4.2
Canada (4)	35.27	41.44	41.90	45.34	49.18	2.3
Finland (8)	26.45	36.40	41.62	43.08	44.68	4.9
Iceland (12)	32.56	37.28	39.66	40.42	42.39	2.4
Luxembourg (15)	28.49	36.26	37.98	40.16	42.08	3.6
Germany (7)	19.61	33.35	38.34	40.22	41.94	7.2
France (11)	11.81	29.95	38.26	40.20	41.75	12.2
Norway (3)	21.66	28.65	36.77	39.07	41.37	6.1
Australia (9)	24.49	32.28	37.01	38.81	40.38	4.7
Netherlands (13)	22.62	34.57	38.02	39.12	40.20	5.4
New Zealand (18)	31.01	35.08	37.14	37.63	39.80	2.3
Japan (10)	26.53	33.06	35.58	36.50	37.57	3.2
United Kingdom (17)	22.87	31.44	34.68	35.75	36.95	4.5
Austria (14)	18.29	29.02	33.75	34.97	36.12	6.4
Belgium (16)	18.08	25.01	28.85	29.94	31.05	5.0
Italy (19)	16.49	23.07	27.45	28.99	30.45	5.7
Greece (22)	17.55	23.54	27.56	29.57	30.15	5.0
Spain (21)	12.11	19.34	22.15	23.14	24.20	6.5
Ireland (20)	9.80	14.20	17.47	18.93	19.74	6.6
Portugal (23)	8.00	10.07	12.42	13.08	13.75	5.0
Turkey (24)	1.52	2.46	3.50	3.98	4.51	10.4
OECD Average:	24.77	32.00	36.39	37.57	39.23	4.3
EEC (10)	18.27	29.50	34.44	36.00	37.41	6.7

Source: International Telecommunications Union, Yearbook of Common Carrier Telecommunications Statistics (11th edition) and PTT Annual Reports.

Filmek

Vissza a jövőbe
 Rambo II
 Rocky IV
 Rendőrakadémia 2
 Redl ezredes

Sport

Prost Forma 1
 Taróczy – Günthardttal,
 Wimbledon
 BEK Juventus-Liverpool, Heysel
 NBA Lakers (Abdul-Jabbar -
 MVP, Johnson) - Celtics (Bird)
 4:2

Politika

Ronald Reagan 2. ciklus kezdete
 Gorbacsov megválsztása (CCCP)
 Monori találkozó (HU)

Egyéb

M5 Ócsáig
 Berhidai földrengés (4.9)
 Titanic roncsai

Zene

Guns N' Roses megalakulása
 Dire Straits: Brothers in Arms

Megszületik

Cristiano Ronaldo
 Lewis Hamilton

Meghal

Mark Chagall

- **Sincronous Digital Hierarchy**
- szinkron digitális átvitel
 - digitális jelek átvitele
 - időmultiplexált
 - keretszerkezet, üzemeltetési információk is
 - csomóponti funkciók
 - (regenerátor), TM, LM, ADM, DXC,

SDH ajánlások (CCITT)

- G 707 jelsebességek
- G.708 keretszervezés
- G.781,782, 709 multiplexerek
- G.781-784 elektronikus rendezők
- G957,958 SDH optikai csatlakozások
- G.773 hálózatmenedzsment (Q if.)
- G.803 architektúrák, tervezés
- G.702 PDH-SDH határfelület

Az SDH keretszervezés

- byte szervezésű
 - az STM-1 keret 243 8 bites egységből épül fel
 - minden byte egy-egy 64 kbps csatornának felel meg
- az STM-1 keret 270 byte x 9 sor szerkezetű
- az első 9 byte-nyi oszlop a fejrész, a többi a hasznos információ (payload)

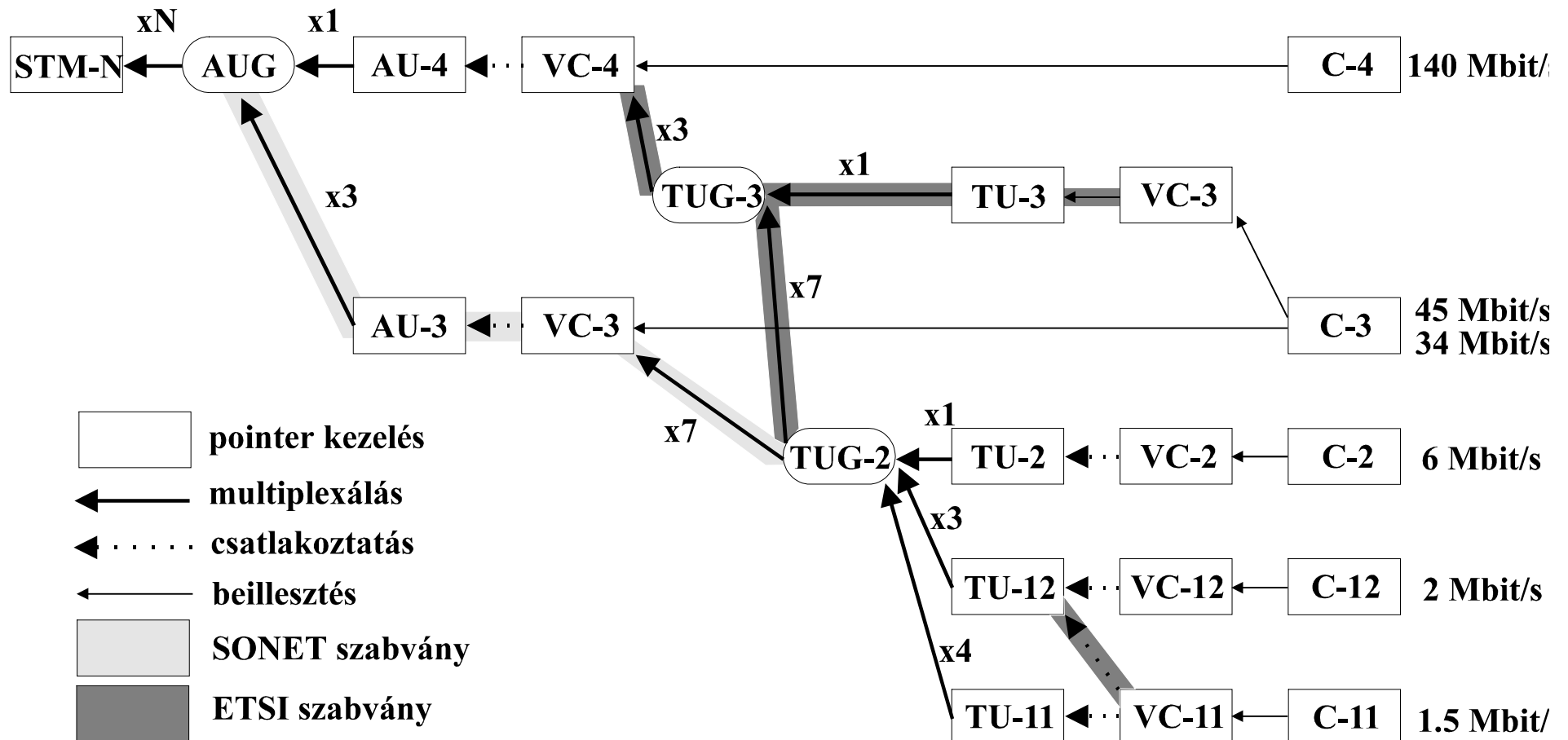
SDH transzport jelsebességek

<i>Transport</i>	<i>Bitsebesség</i>
STM - 1	155.52 Mbps
STM - 4	622.08 Mbps
STM -16	2488.32 Mbps

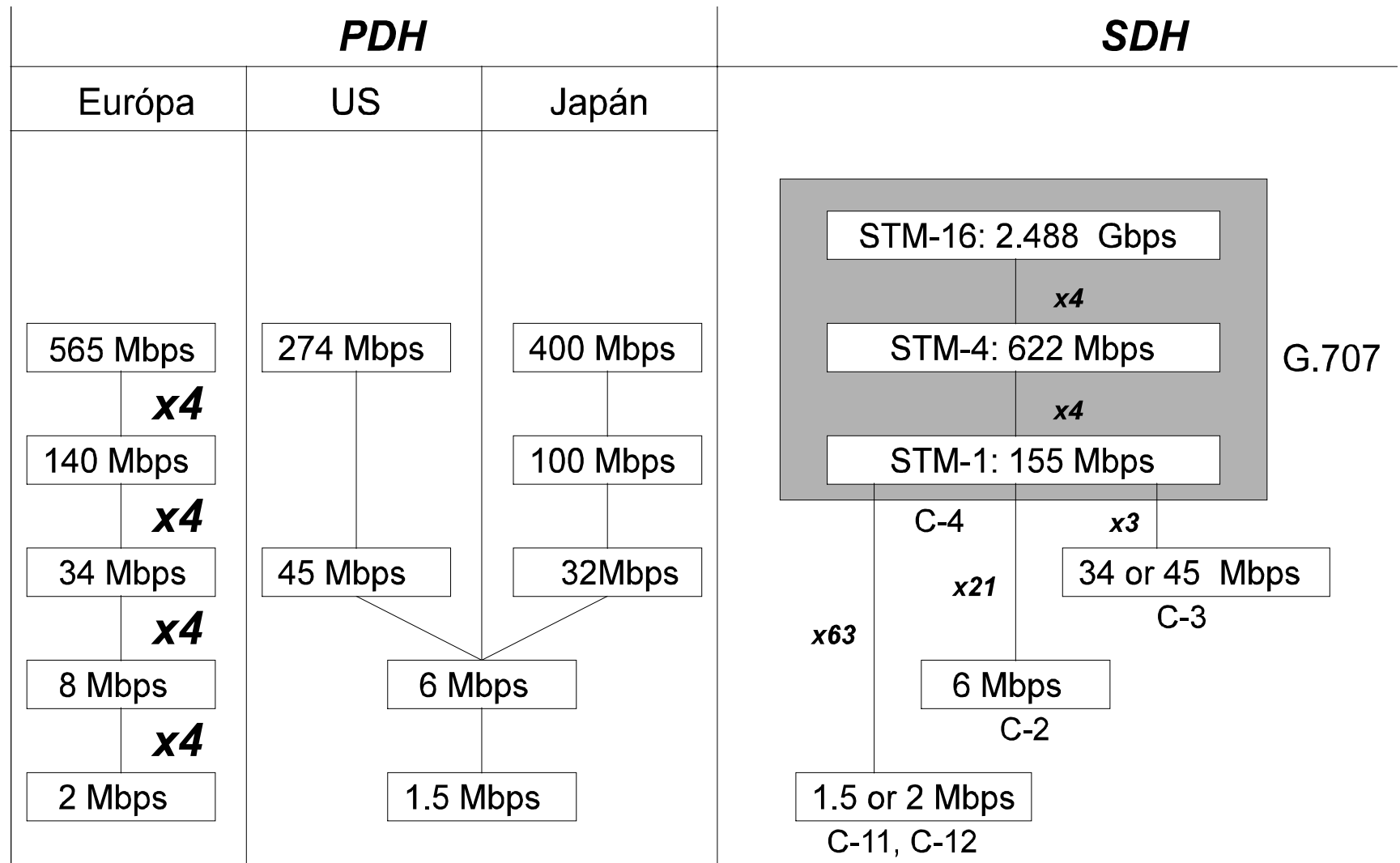
(STM-64

9953.28 Mbps)

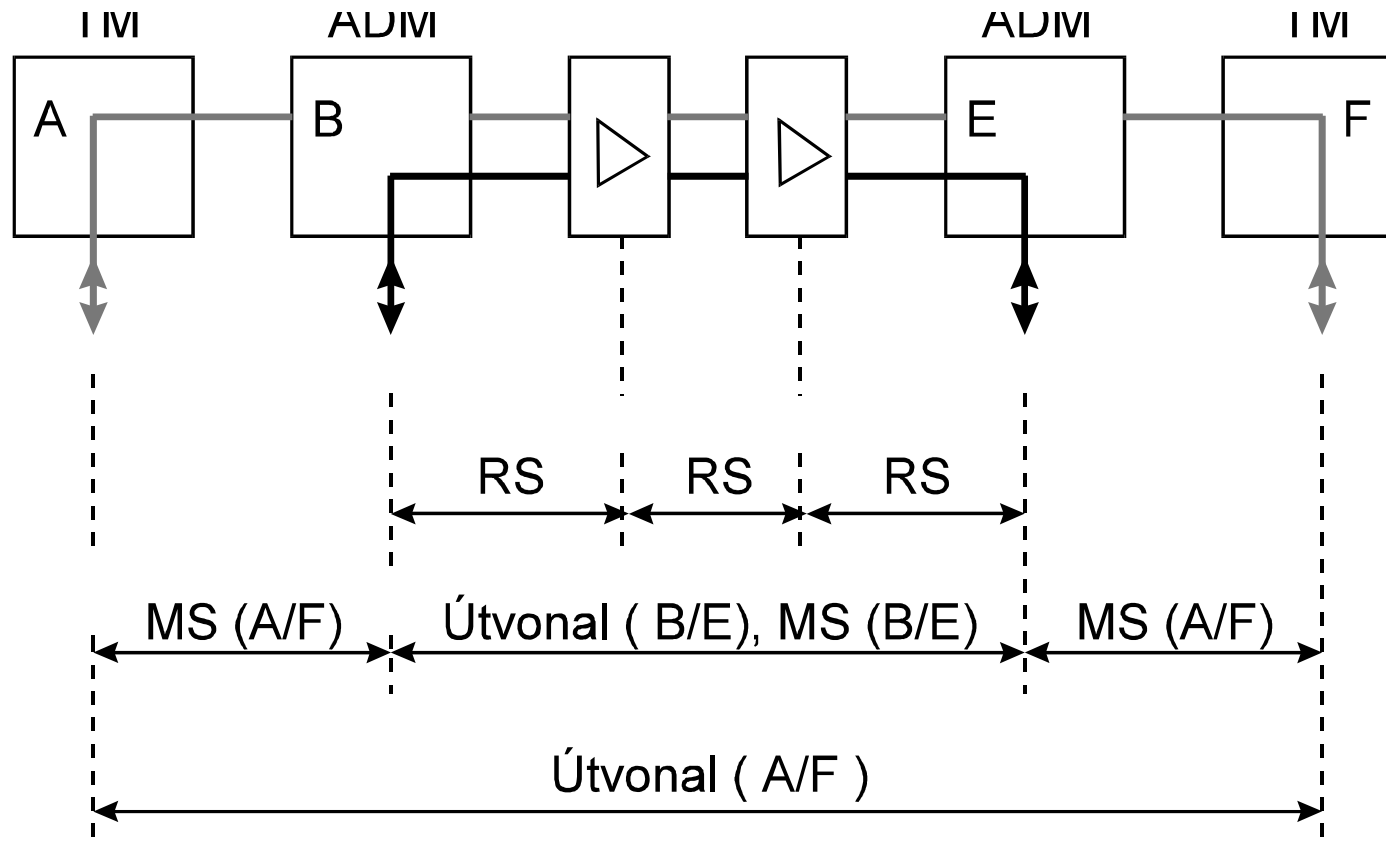
Az SDH multiplexálási hierarchia



PDH és SDH jelsebességek

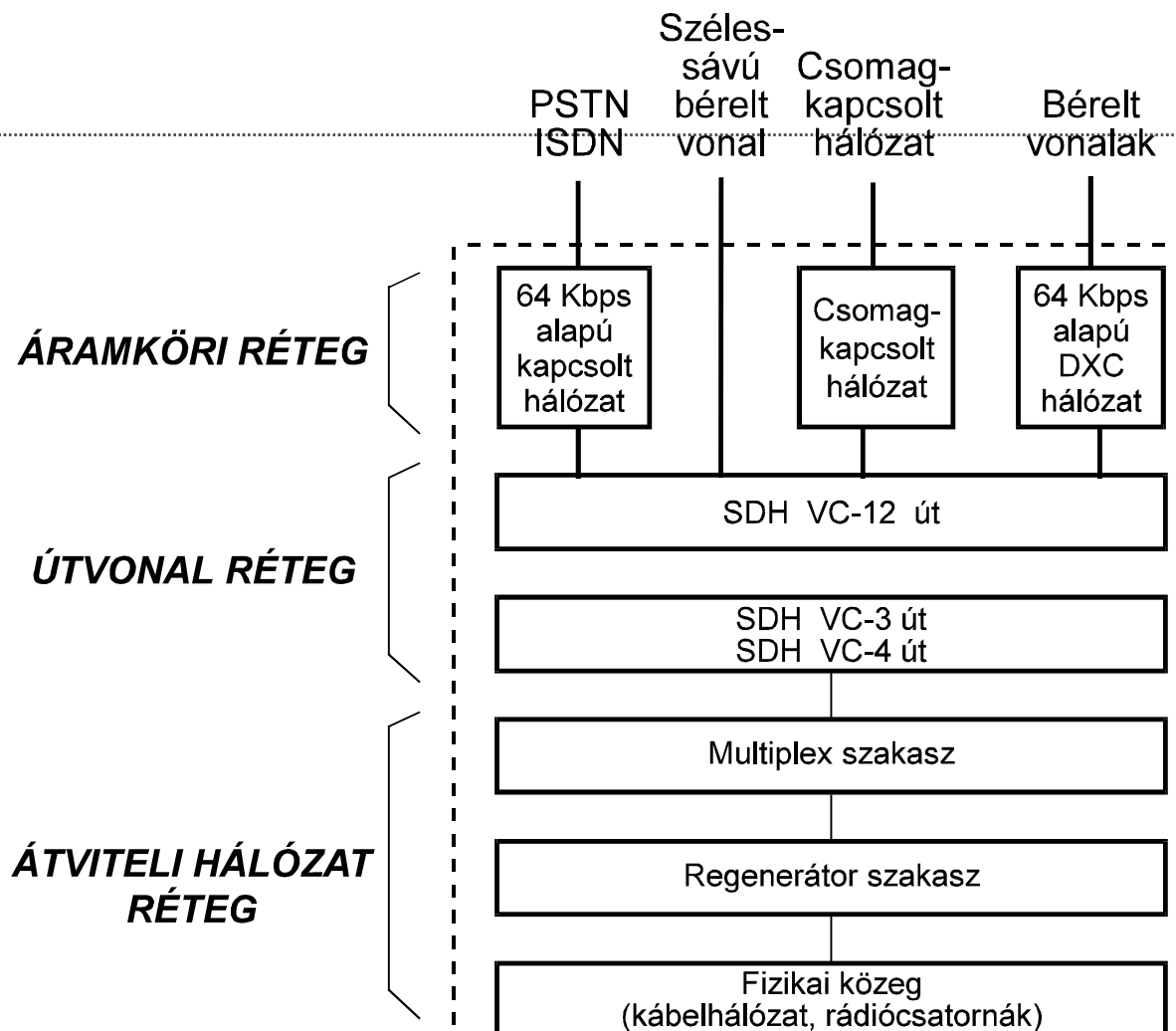


SDH szakaszolás

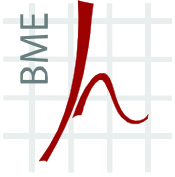


RS = Regenerátor szakasz **MS** = Multiplex szakasz **TM** = Terminál multiplexe

SDH rétegezt hálózatmodell



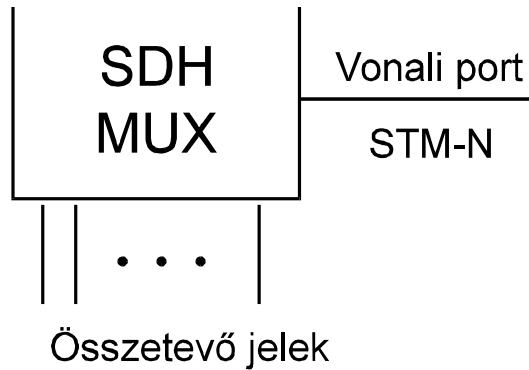
- adaptálás (beillesztés, keretezés, rétegspecifikus információk hozzáadása)
- terminálás (rétegspecifikus információk eltávolítása, feldolgozása)
- önállóan menedzselhető rétegek, rétegfunkciók, rétegszolgáltatások



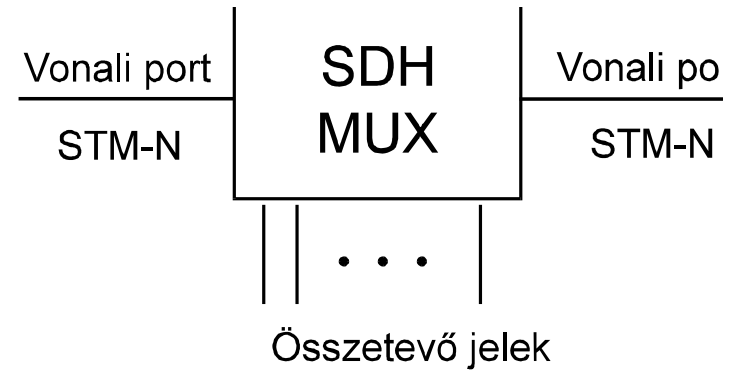
Tipikus SDH berendezések

- regenerátor
- végmultiplexer
 - VCn tributary, STMn aggregate
- vonali multiplexer
 - STMn tributary, STMm aggregate ($n < m$)
- ADM
 - STMm-ből STMn vagy VCn leágazás
- DXC
 - STMn aggregate-ek között VCn szintű kapcsolás

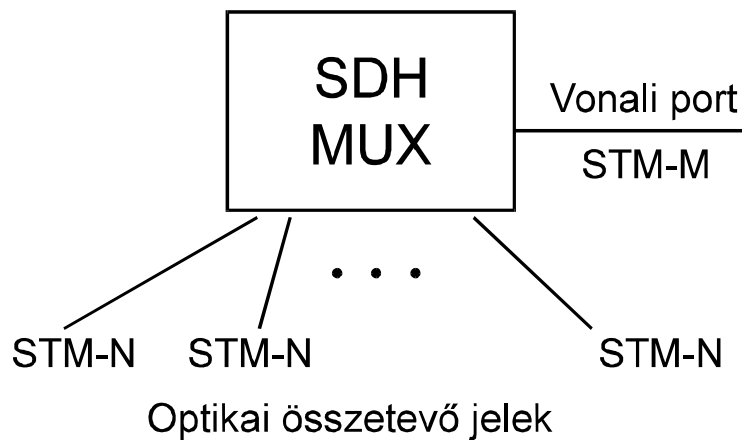
Tipikus SDH berendezések



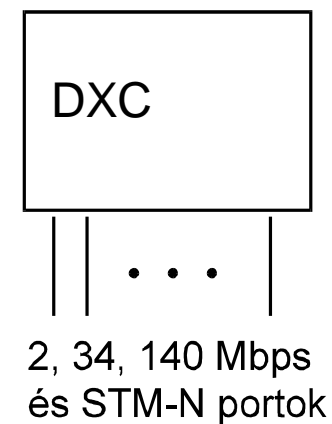
Terminál multiplexer



Leágazó / beiktató multiplexer



Hub multiplexer

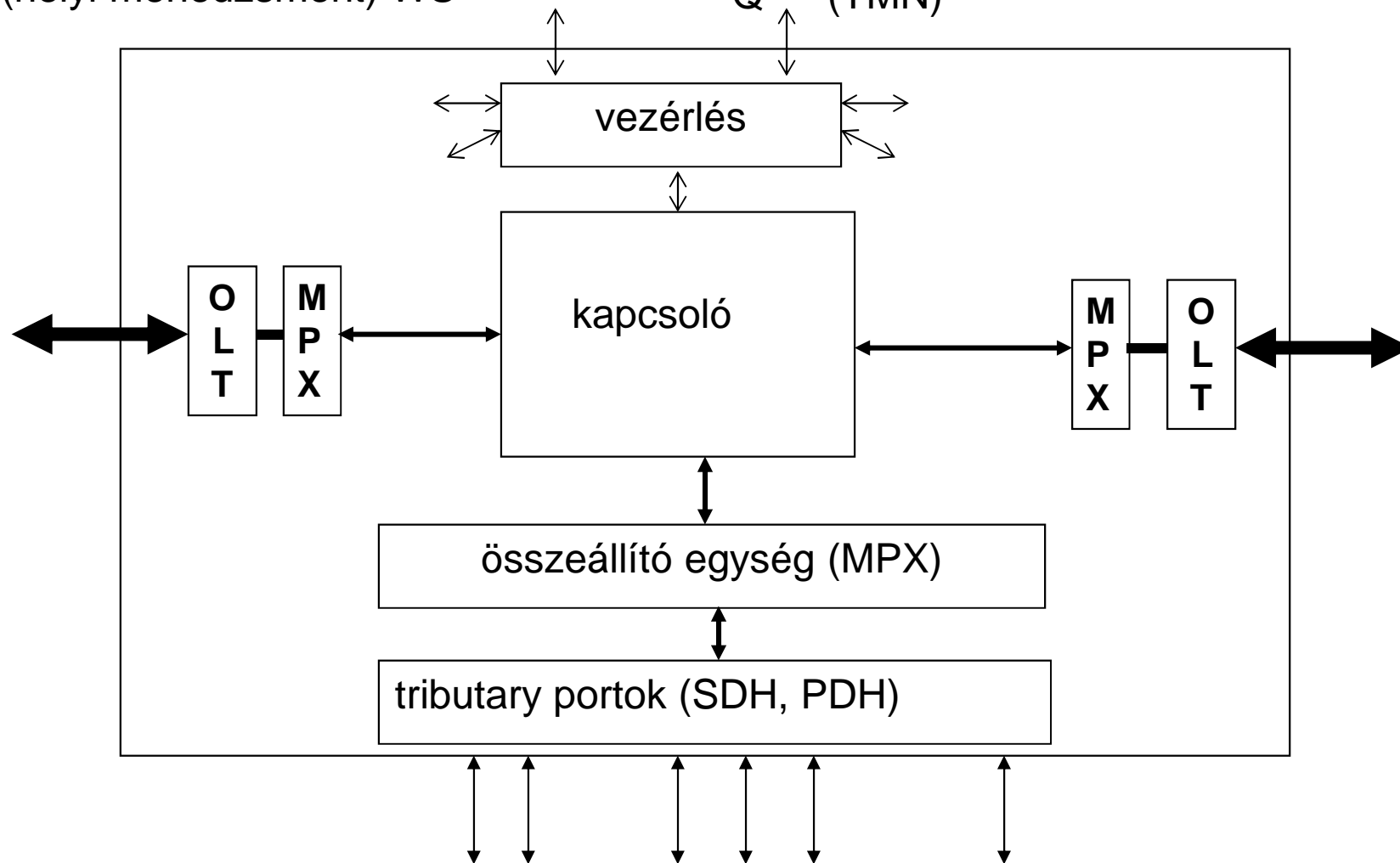


Digitális rendező

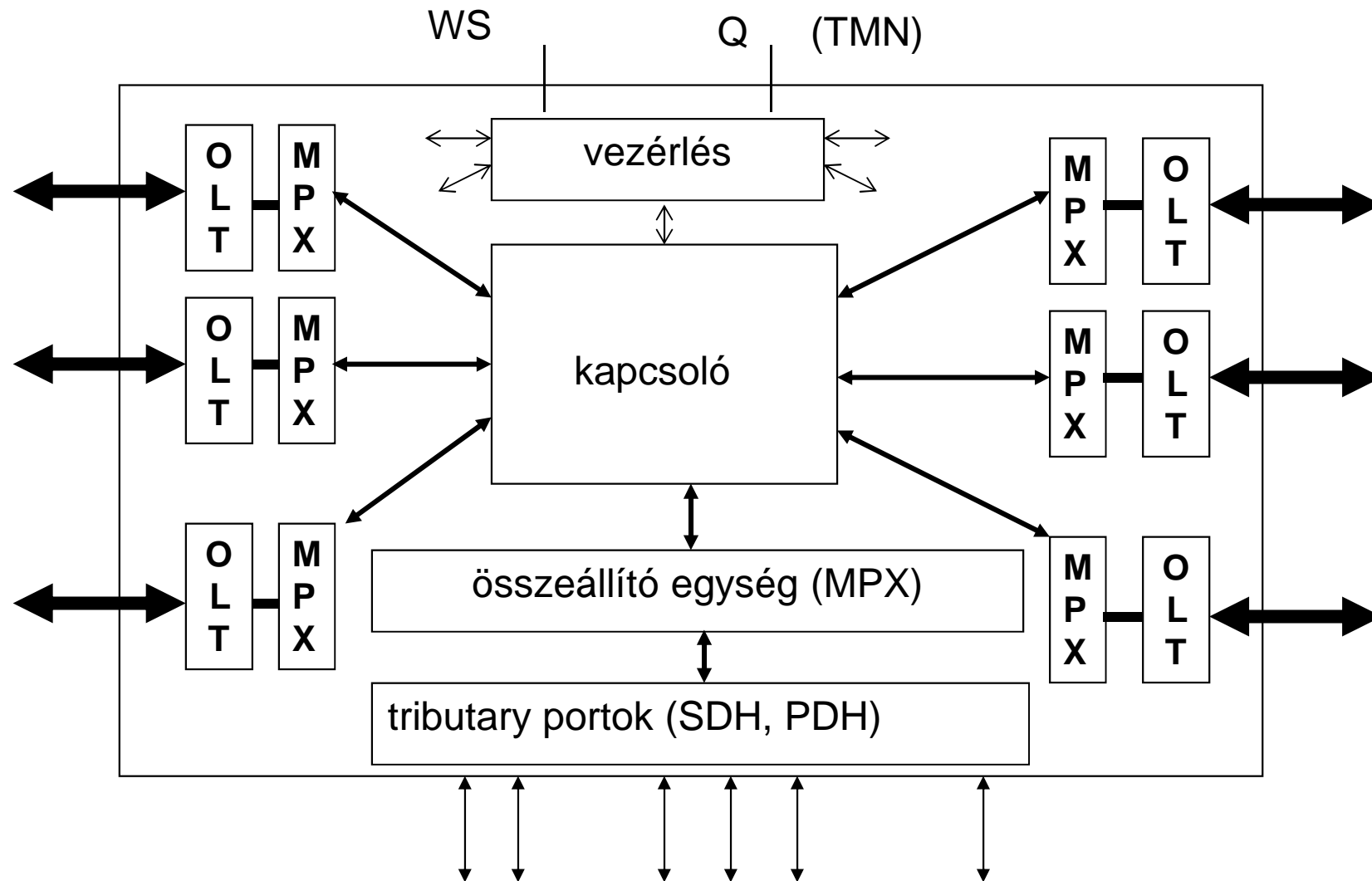
Leágázó multiplexer szerkezete

(helyi menedzsment) WS

Q (TMN)

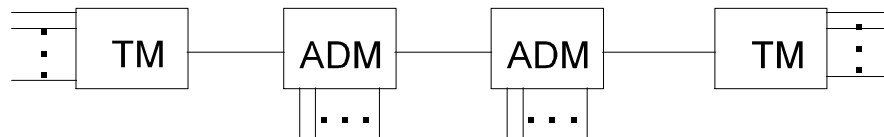


Digitális rendező szerkezete

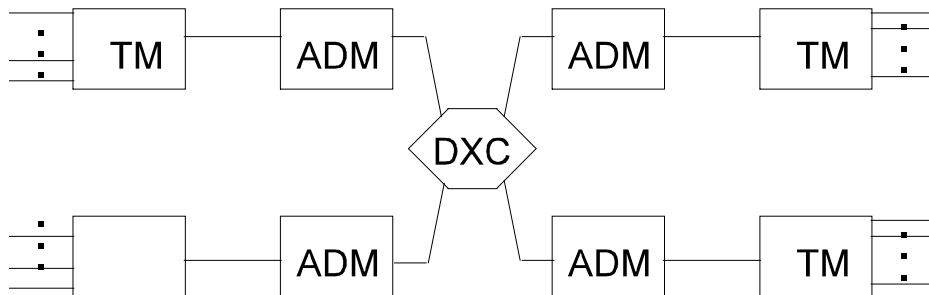


Tipikus berendezések alkalmazásai

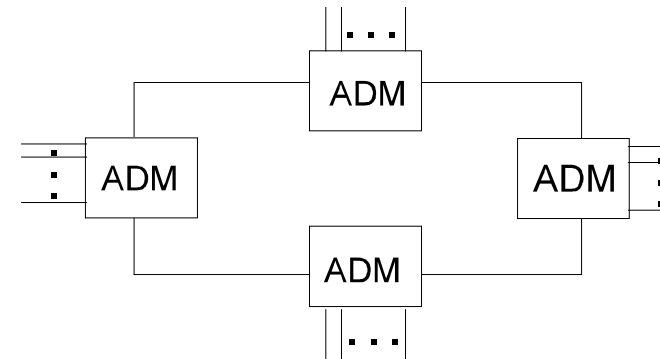
STM-1 / STM-4 / STM-16



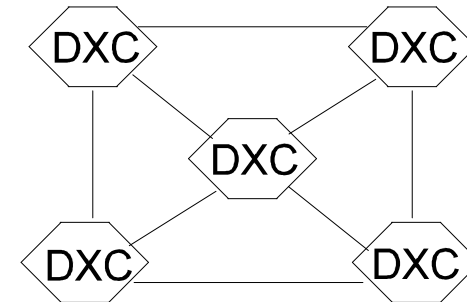
Felfűzés



Csillag



Gyűrű



Szövevény

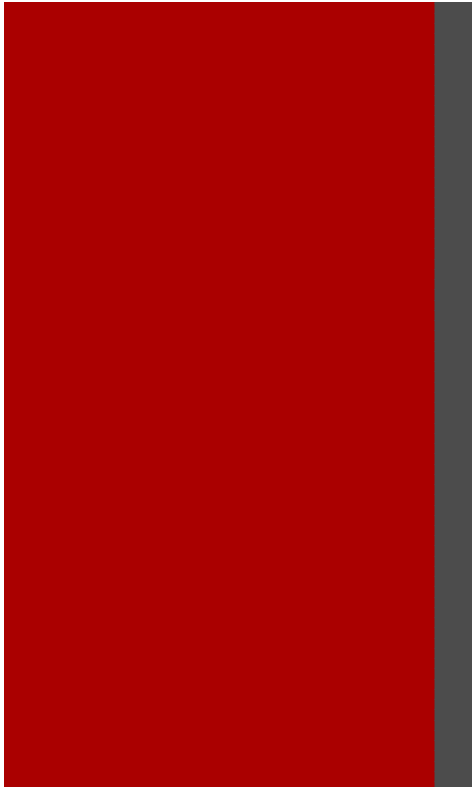
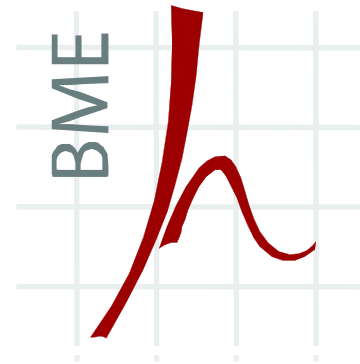


GSM backhaul SDH hálózattal 2/1

- **BTS-BSC**
 - pont-pont topológia (csillag: TM-DXC)
 - STM-n <> kxE1
 - sebezhető (egyirányú elérés)
 - felfűzés (TM-ADM- ... -ADM-DXC)
 - közeli BTS helyeken magas tranzitarány, távoliaknál STM-n <> kxE1
 - sebezhető (egyirányú elérés)
 - gyűrű (ADM-ADM-...-ADM-ADM vagy DXC)
 - 2xSTM-n <> kxE1
 - igényminta hub and spoke <> topológia gyűrű:
 - nem védett eset: BSC helyhez közeli linkek hamarabb telítődnek, egyre magasabb tranzitarány)
 - 1+1 dedikált útvédelem: egyenletes gyűrűterhelés, de magas tranzitarány
 - redundáns topológia (kétszeresen összefüggő), védelem alkalmazható
 - tipikusan megfelelő megoldás
 - szövevény (DXC-...-DXC)
 - közeli BTS helyeken magas tranzitarány, távoliaknál STM-n <> kxE1
 - min. 2xSTM-n <> kxE1 a hálózat szélén
 - többszörös összefüggőség, komplex védelmek is
 - a szükségesnél összetettebb, költségesebb

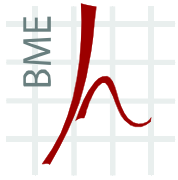
GSM backhaul SDH hálózattal 2/2

- **BSCk - MSC**
 - pont-pont topológia (csillag: TM-DXC)
 - sebezhető (egyirányú elérés)
 - felfűzés (TM-ADM- ... -ADM-DXC)
 - sebezhető (egyirányú elérés)
 - gyűrű (ADM-ADM-...-ADM-ADM vagy DXC)
 - igényminta hub and spoke <> topológia gyűrű:
 - redundáns topológia (kétszeresen összefüggő), védelem alkalmazható
 - szövevény (DXC-...-DXC)
 - többszörös összefüggőség, komplex védelmek is
 - MSC-MSC és MSC – PSTN is szövevényen (transzport maghálózat)
- **MSC –MSC, MSC – PSTN**
 - szövevény (DXC-...-DXC)
 - többszörös összefüggőség, komplex védelmek is



SDH részletek

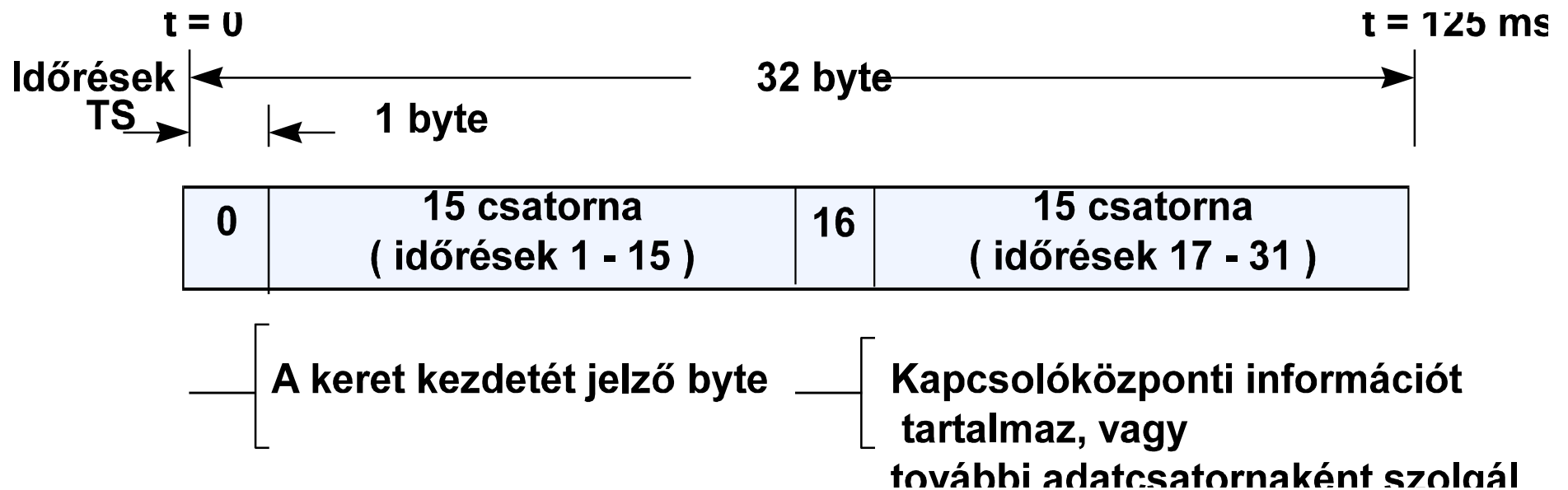
KERETSZERVEZÉS



Az SDH technológia kialakításának motivációi

- PDH korlátok
 - multiplexálási technikából adódóan nehézkes jelhozzáférés a nagysebességű bitfolyamok alacsonyabb sebességű összetevőihöz
 - kevés üzemeltetési információ, hatékony hálózatmenedzsment nem lehetséges
 - eltérő szabványok (Európa, USA, Japán)

PDH E1 keret



- bitszervezésű
- bitbeszúrásos szinkronizálás
- néhány bit riasztásra és szolgálati csatornára

PDH-SDH összehasonlítás

	PDH	SDH
Multiplexálási eljárás	bitszervezésű	byteszervezésű
Kerethosszúság	hierarchiaszintenként különböző	hierarchiaszintenként azonos
Plusz kapacitás a menedzsment számára	nincs	SOH és POH
Szinkronizálási eljárás	bitszintű korrekció	byteszintű korrekció pointertechnika
Konfigurálás	rögzített	szoftverrel vezérelhető

Az SDH keretszerzés

- a fejrész további három részre tagozódik
 - regenerátor szakasz fejrész (RSOH)
 - mutatók
 - multiplex szakasz fejrész (MSOH)
- a fejrészben található byte-ok
 - részben szinkronizációs (keret és mutató)
 - részben üzemviteli információkat hordoznak

Az SDH keretszervezés

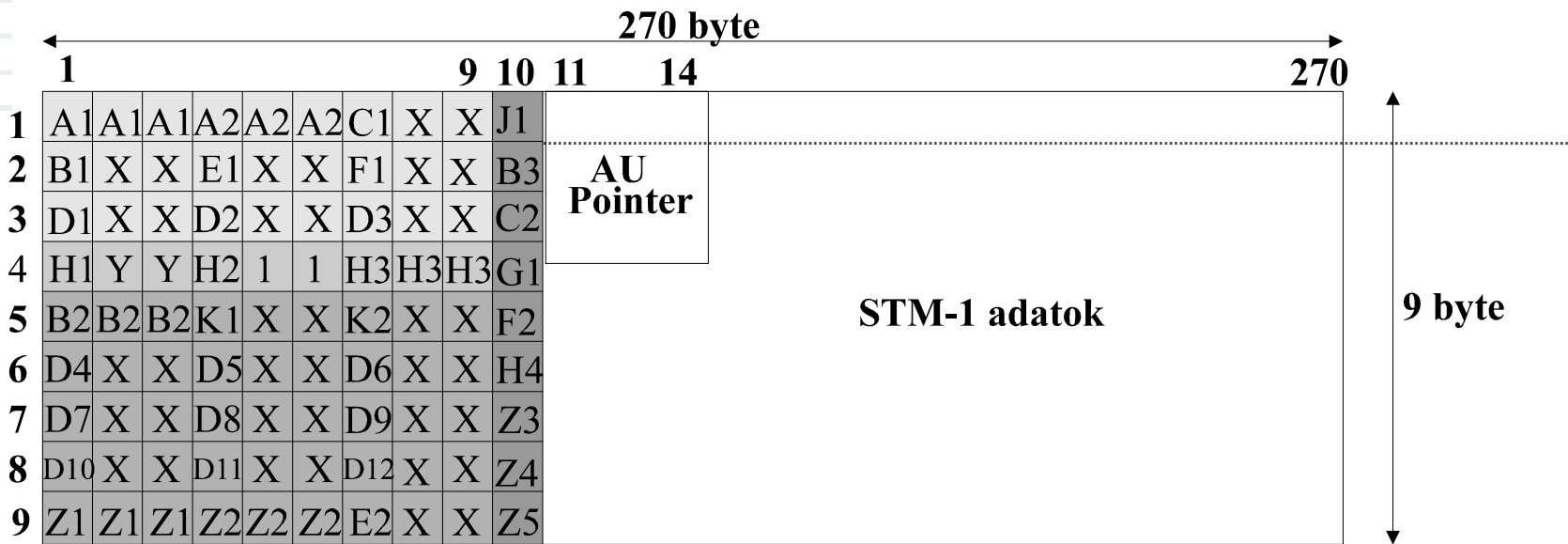
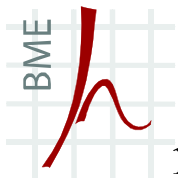
- **RSOH byte-ok**
 - A1, A2: keretszinkron
 - C1: STM-4-en belüli STM-1 keretek számozása
 - D1-D12: üzemeltetési adatcsatornák
 - H1,H2, H3: mutatók, a virtuális konténerek kezdetét jelölik (H3 adatvédelem)

Az SDH keretszerzés

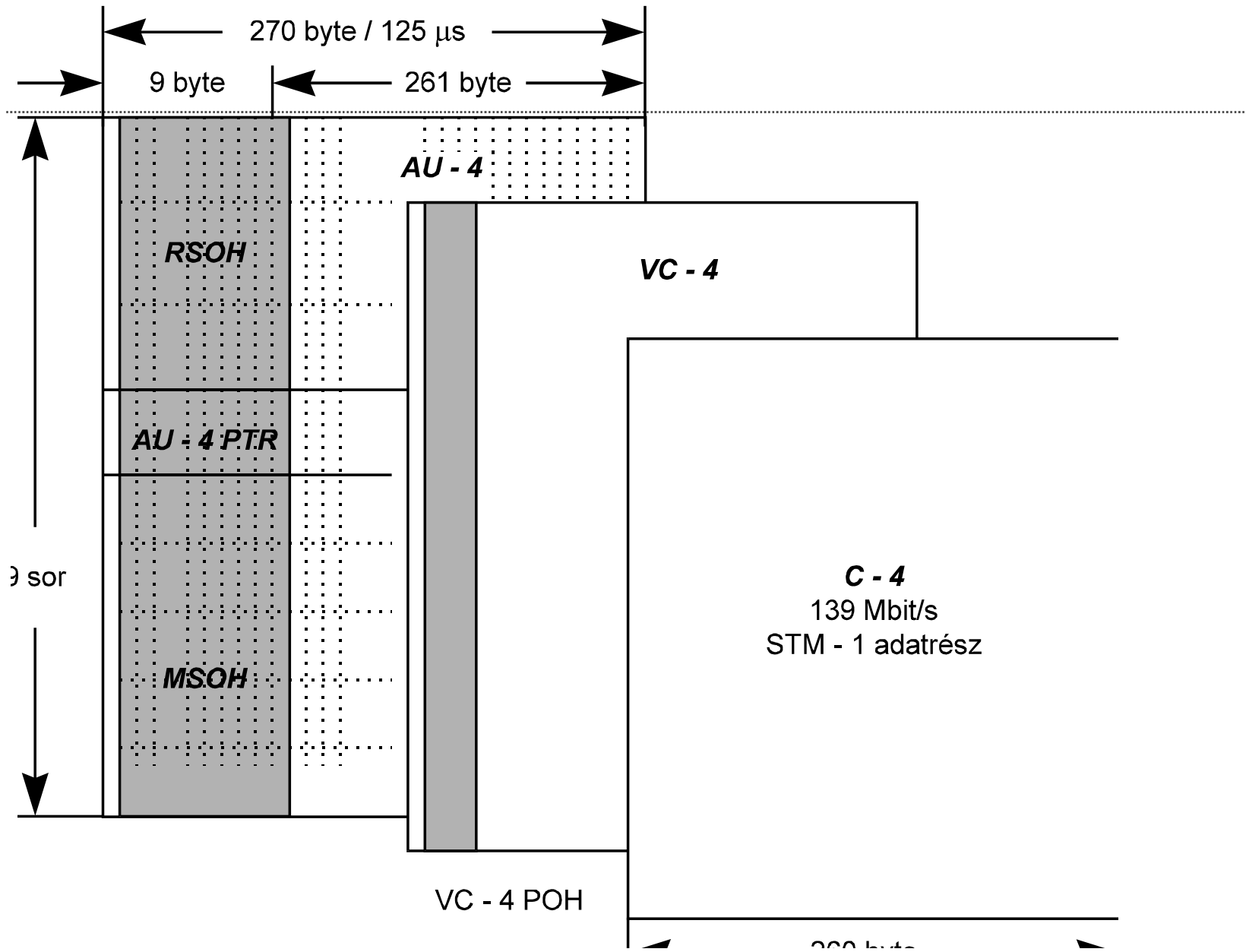
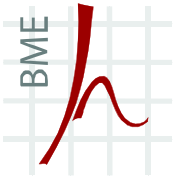
- **MSOH byte-ok**
 - B2: a multiplex szakasz bithibák jelzésére
 - K1,K2 a multiplex szakasz védelmi átkapcsolását vezérlik (APS)
 - D4-D12: üzemeltetési adatcsatornák
 - E1, E2: szolgálati csatorna
 - Z1, Z2: fenntartott (későbbi funkciókhoz)

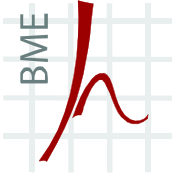
Az SDH keretszervezés

- virtuális konténerek
 - fejrész (POH)
 - üzemviteli információk, hibafigyelés
 - konténer
 - hasznos információ
 - VC-4: 9 x 261 byte,
 - pl. PDH 140 Mbps jelfolyam továbbítására



- 125 us**
- Regenerátor szakasz fejrész
 - AU Pointer
 - Multiplex szakasz fejrész
 - VC4 út fejrész
- A1, A2:** szinkron szó
- B1, B2, B3:** paritás ellenőrző bitek
- C1:** STM-N keretben egy STM-1 azonosítója
- C2:** VC-n tartalom jelölése
- D1-D12:** menedzsment adatcsatorna
- E1, E2:** szolgálati csatorna
- F1:** üzemeltető részére fenntartott csatorna
- F2:** útvonalra vonatkozó szolgálati csatorna
- G1:** hibavisszajelzés B3 alapján
- H1, H2:** a VC kezdő byteját adja meg az STM keretben
- H3:** byte beékelésre használt terület
- H4:** multikeret jelző byte
- J1:** VC-n útvonal azonosító
- K1, K2:** APS csatorna (védelem számára)
- X:** későbbiekre fenntartott
- Y:** fix és még nem definiált bitek
- Z1-Z5:** nemzeti használatra fenntartott
- 1:** fix 1-es bitek

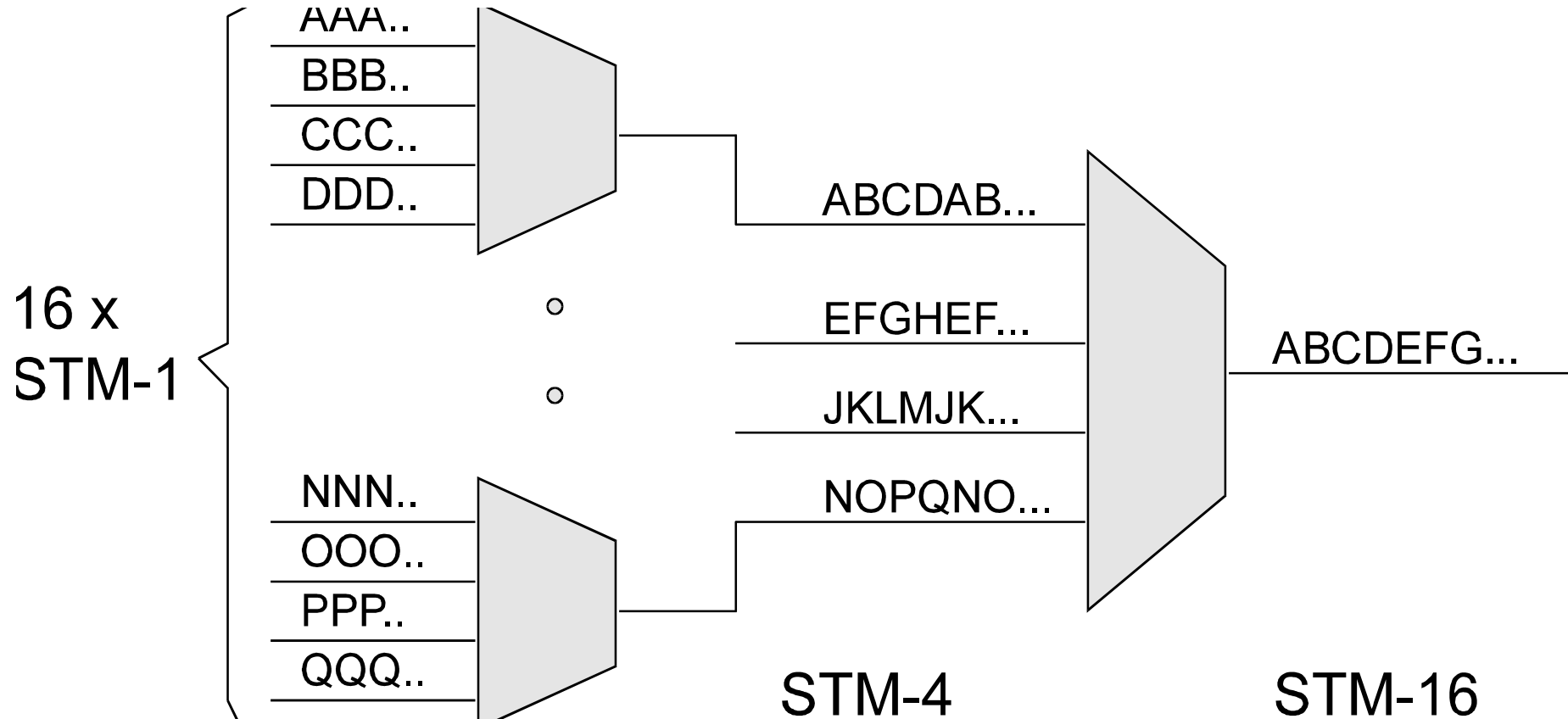




Az SDH multiplexálási hierarchia

- byte beléptetés
- VC-n helyét STM-1 kezdőbyte-jához képest H1, H2 mutatja

Multiplexálás bytebeléptetéssel



- **Útképzés**
 - átviteli út kialakítása multiplex rendszereken
 - méretgazdaságosság: nagykapacitású rendszerek, viszonylag kis kliensigények
 - Erőforrás-gazdaságosság: nagykapacitású rendszerek hatékony kitöltése

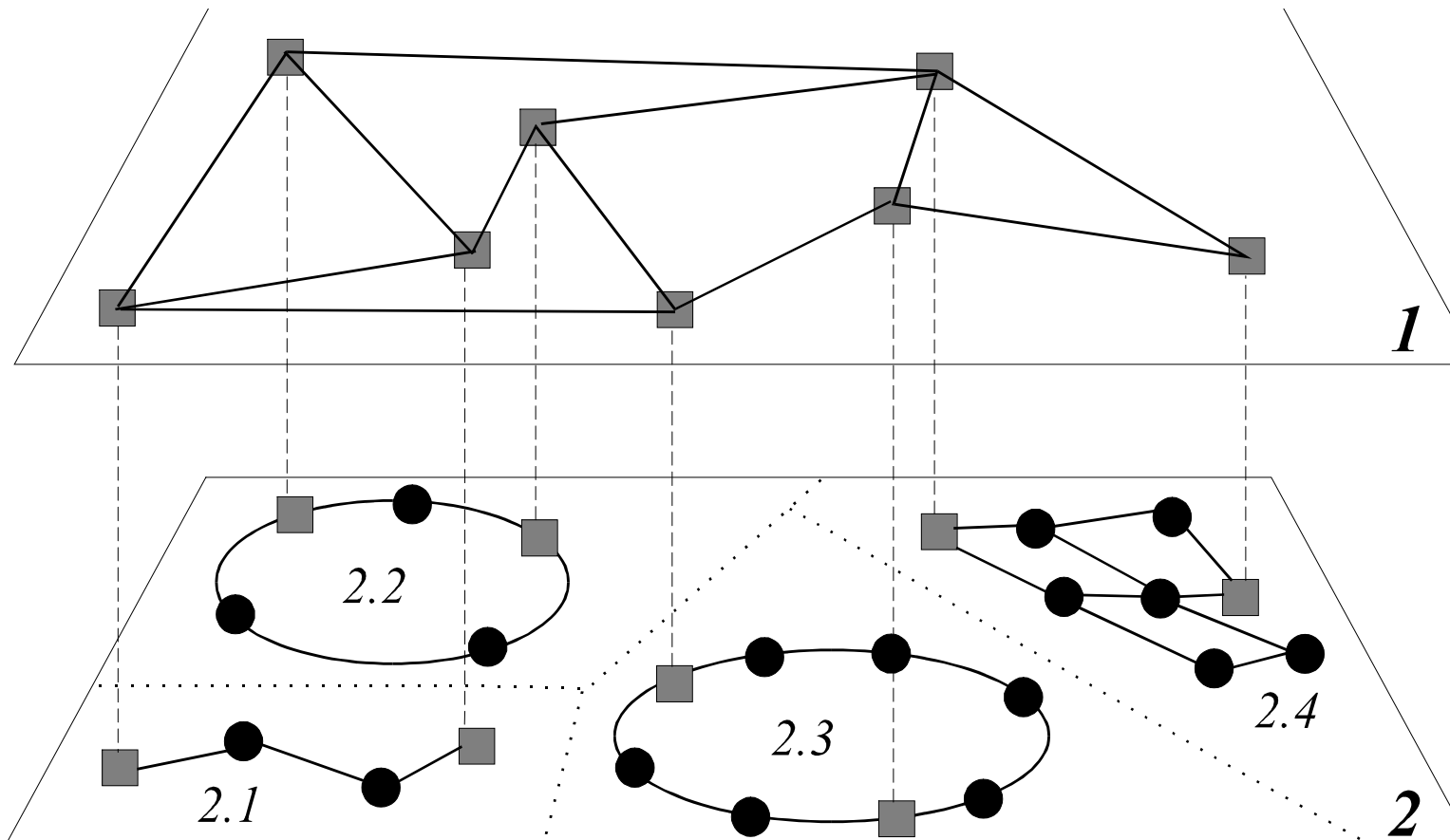
Multiplexelés alapú technológiák

- Nagy MPX nyaláb (rendszer) -> kis fajlagos csatornaköltség
- Nagy MPX nyaláb <> viszonylag kis igények
- => Átviteli utak a multiplex rendszerek csatornáinak összekapcsolásával
- Szállítás multiplexált nyalábban, hozzáférés a csatornákhöz a demultiplexált végeken

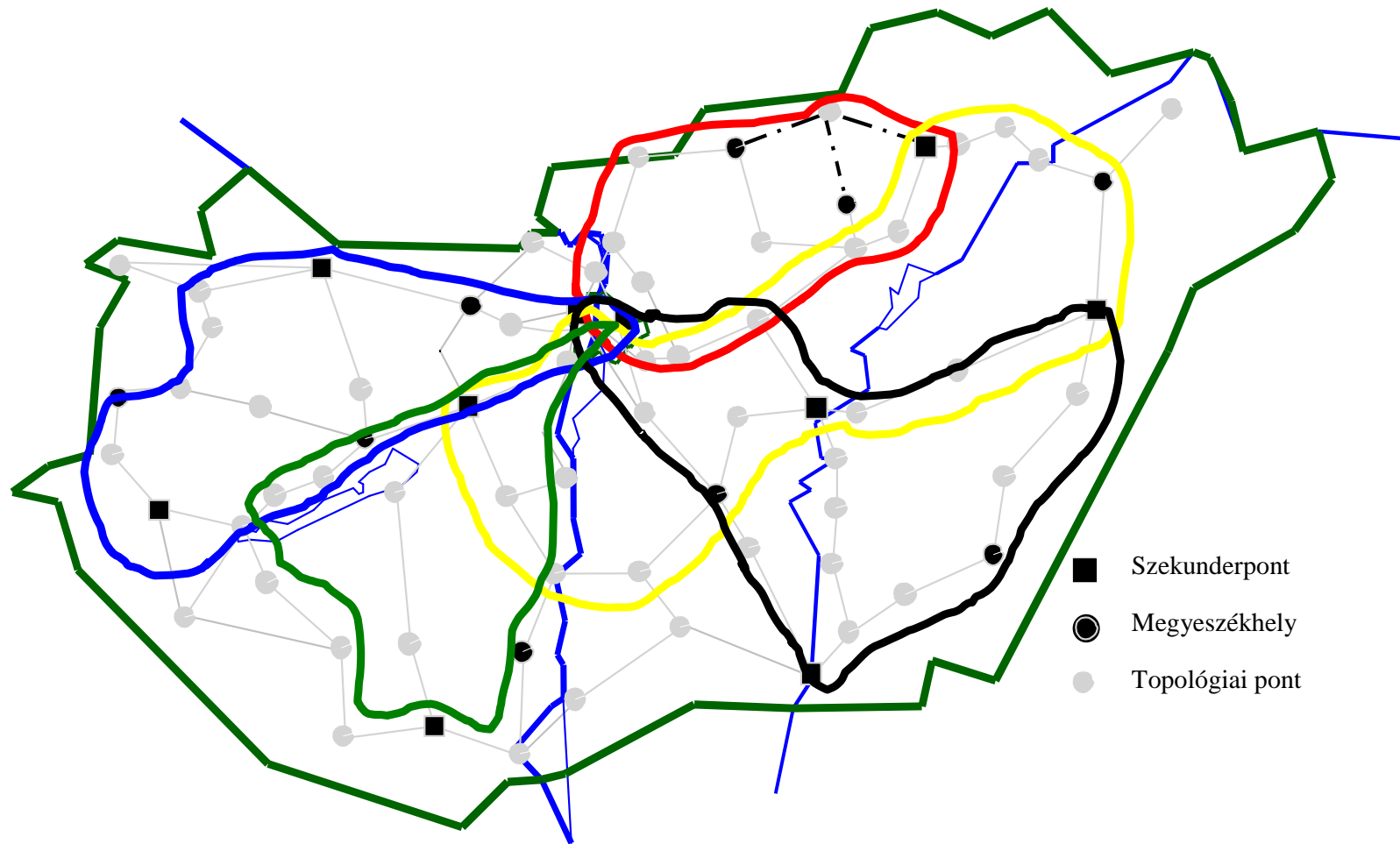
Struktúrált hálózatok

- **hierarchikus**
 - tipikusan kétszintű, gyűrű-szövevény vagy gyűrű-gyűrű szerkezet
- **nemhierarchikus**
 - illeszkedő vagy átfedő gyűrűk

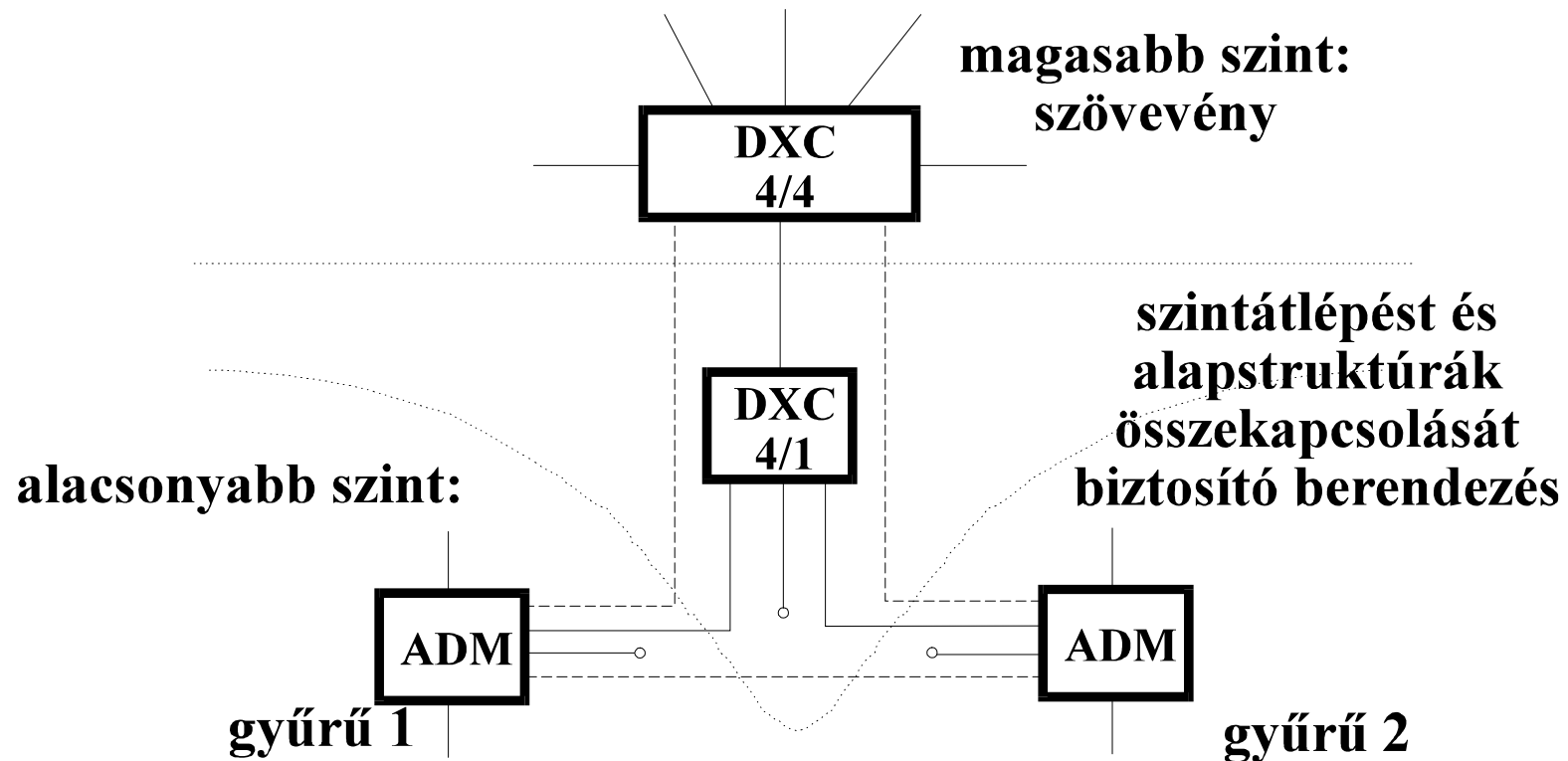
Hierarchikus hálózati szerkezet



Nem hierarchikus hálózati szerkezet



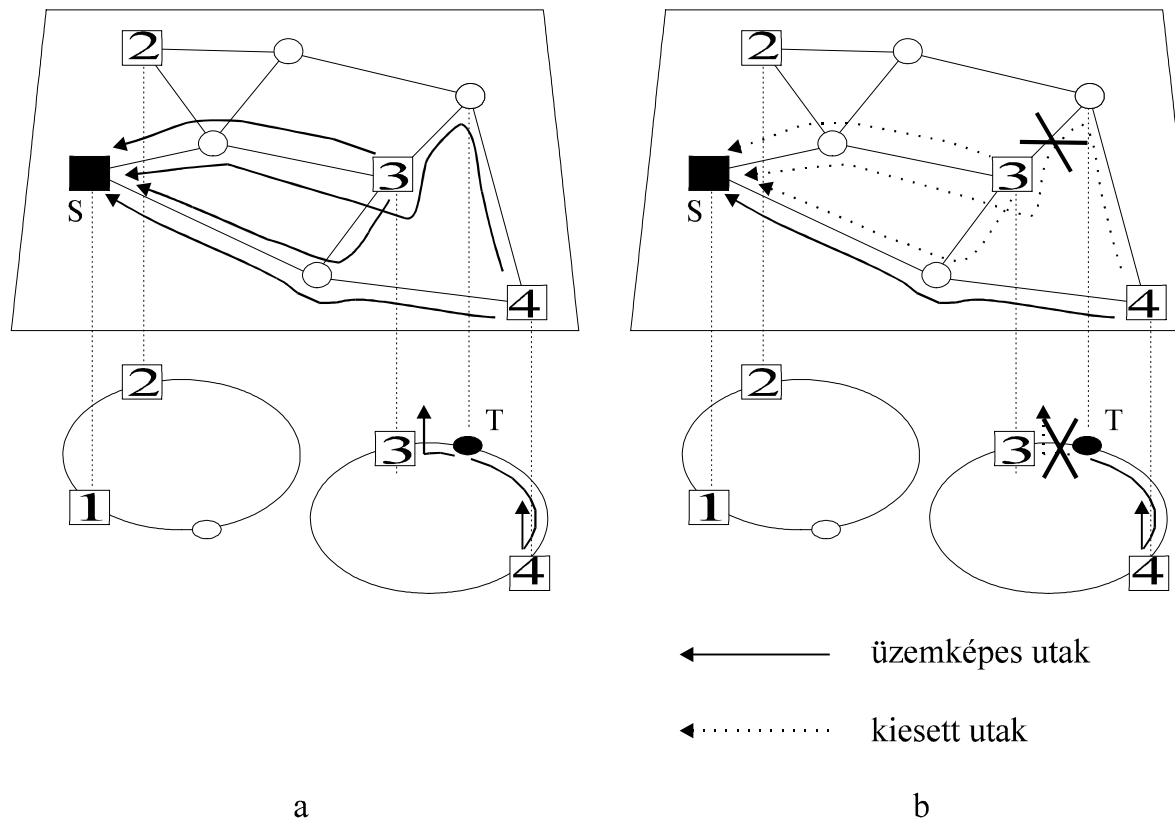
HUB csomópont összetett (hierarchikus) hálózatban



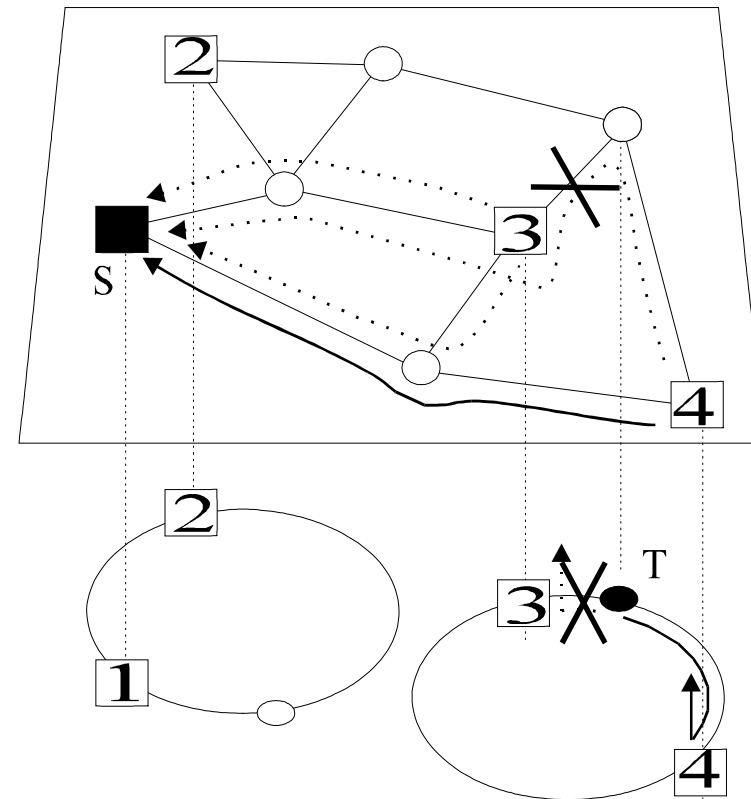
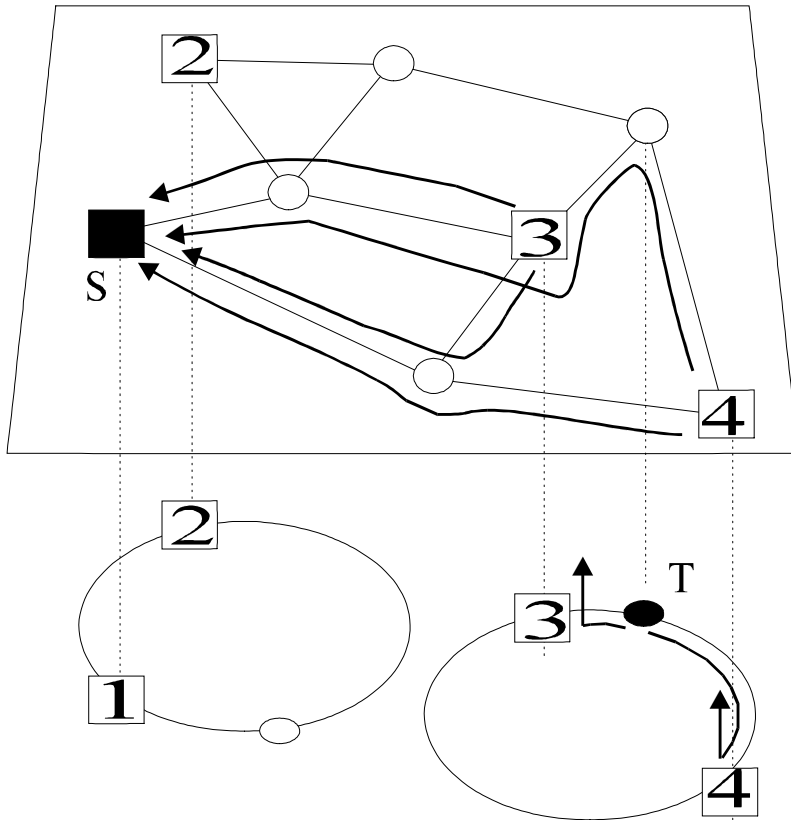
Hálózati szinten megvalósított védelem (2/1)

- végponttól végpontig független utak
 - szigorú topológiai követelmény
- kapcsolódási pontok hibái ellen is véd
- hálózatméretezési problémák
 - hosszabb utak, kisebb nyalábok
- nyalábrendezés (DXC-vel vagy STM-1 szinten)

Hálózati szinten megvalósított védelem (2/2)

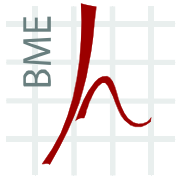


Független utak hierarchikus hálózaton



Az SDH technológia összefoglalása

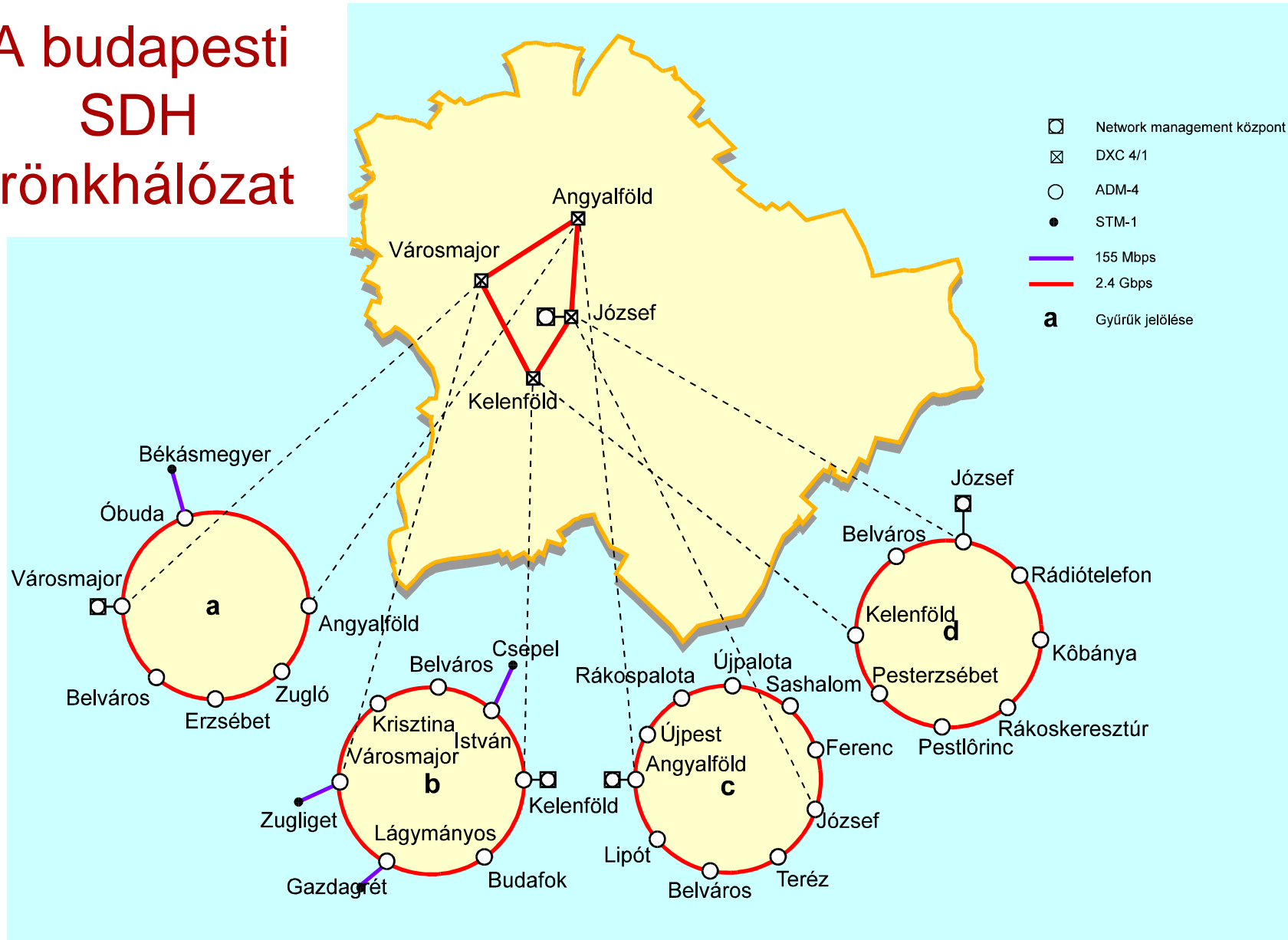
- az SDH technológia előnyei
 - viszonylag olcsó, egyszerű multiplexálás, üzemeltetés
 - hatékony, SW úton vezérhető üzemeltetési rendszer alakítható ki
 - öngyógyító mechanizmusok implementálhatók
 - viszonylag nagy átviteli sebességek

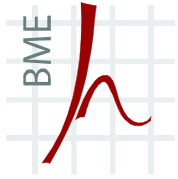


SDH - a hálózatot egyértelműen meghatározó információk

- **logikai és fizikai hálózati szerkezet**
 - gyűrűk, szövevények, összekapcsolódások, csomópontok elrendezése
 - optikai kábelhálózat
- **az egyes hálózatrészek konfigurációja**
 - architekturális megoldások
 - erőforrások kapacitása és konfigurálása
- **az átviteli utak felépítése**

A budapesti SDH trónkhálózat



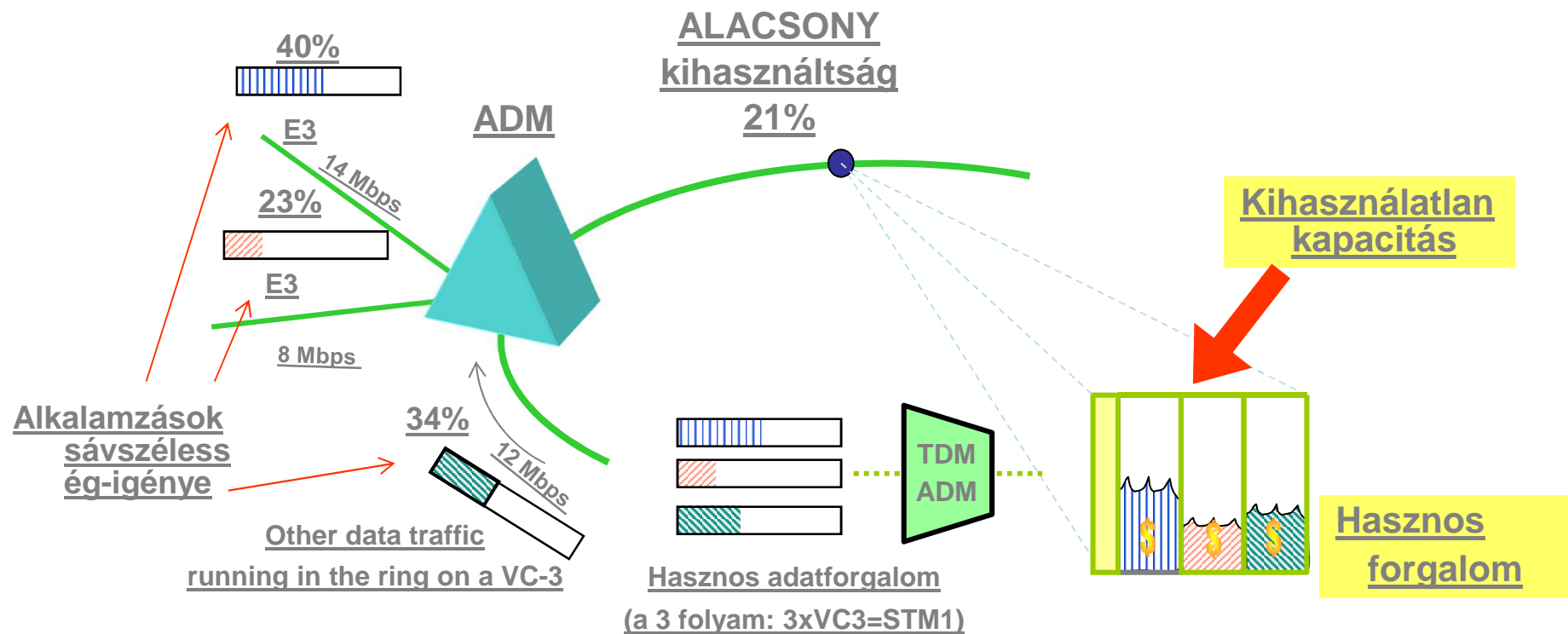


NG SDH

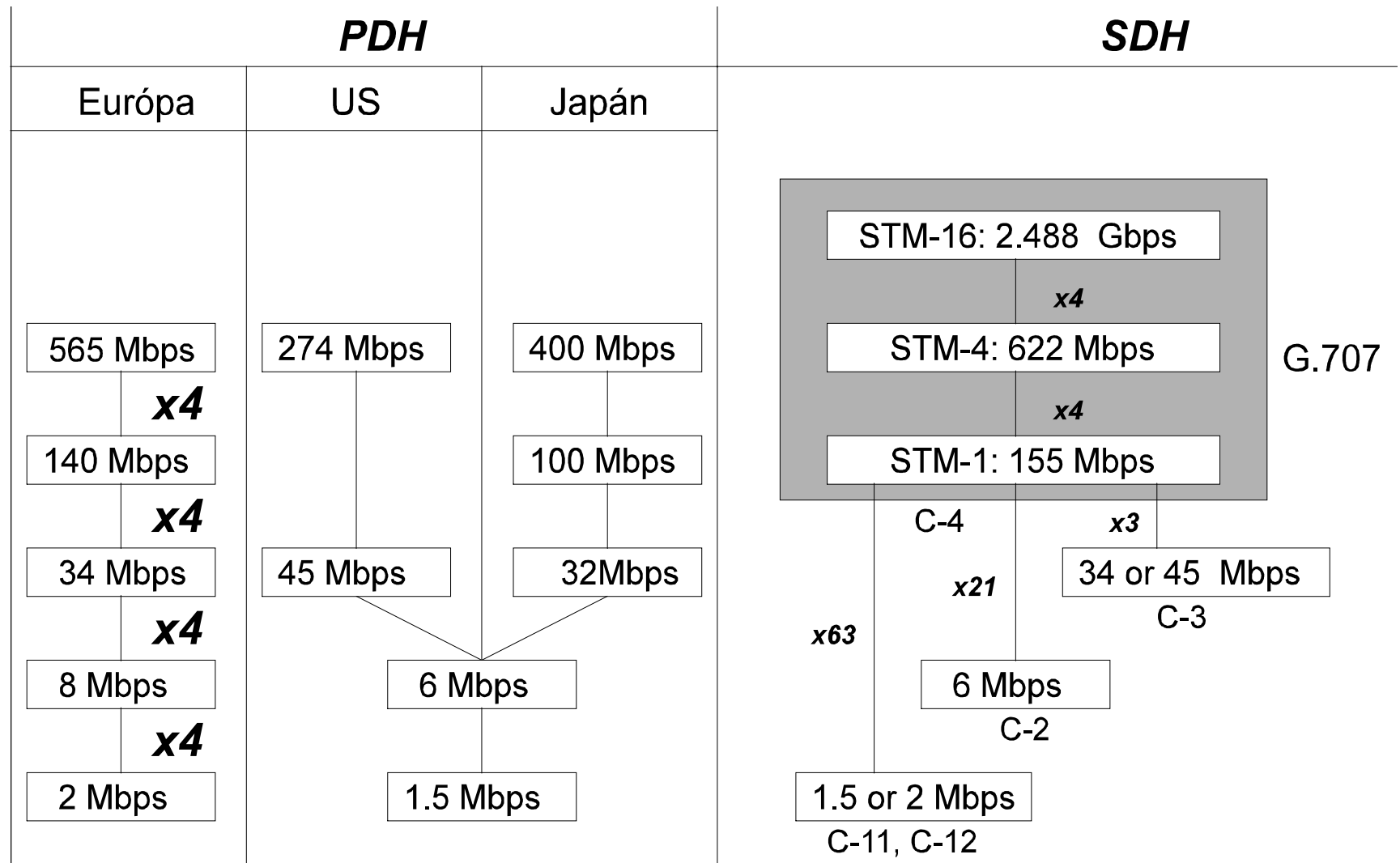


Tradicionális SDH ADM megoldás

- Nem illeszkedik megfelelően a felhasználó igényeihez
- Nem hatékony a szolgáltató szempontjából (SDH granularitás)



PDH és SDH jelsebességek



NG SDH

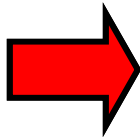
- **motivációk (a hagyományos SDH korlátai)**
 - nem elég hatékonyan használja ki a rendelkezésreálló sávszélességet bősztös csomagforgalom esetén (IP POS, ATM)
 - kapacitás-skálázása nem eléggé finom a különböző alkalmazásokhoz
 - menedzsmentje csak korlátozottan támogatja az átviteli utak gyors konfigurálását

- **célkitűzések**
 - az IP hatékonyabb szállítására
 - a különböző kliensek integrált szállítására
 - gyors konfigurálhatóság
 - új, integrált eszközök
 - kisebb méret és teljesítményfelvétel
 - többféle port (MSPP)

NG SDH

- General Framing Procedure (GFP): új keretelési megoldás az adatcsomagokra
- Virtual Concatenation (VCon): rugalmas sávszélesség-skálázás
- Link Capacity Adjustment Scheme (LCAS): dinamikus sávszélesség lefoglalás a VCon támogatására

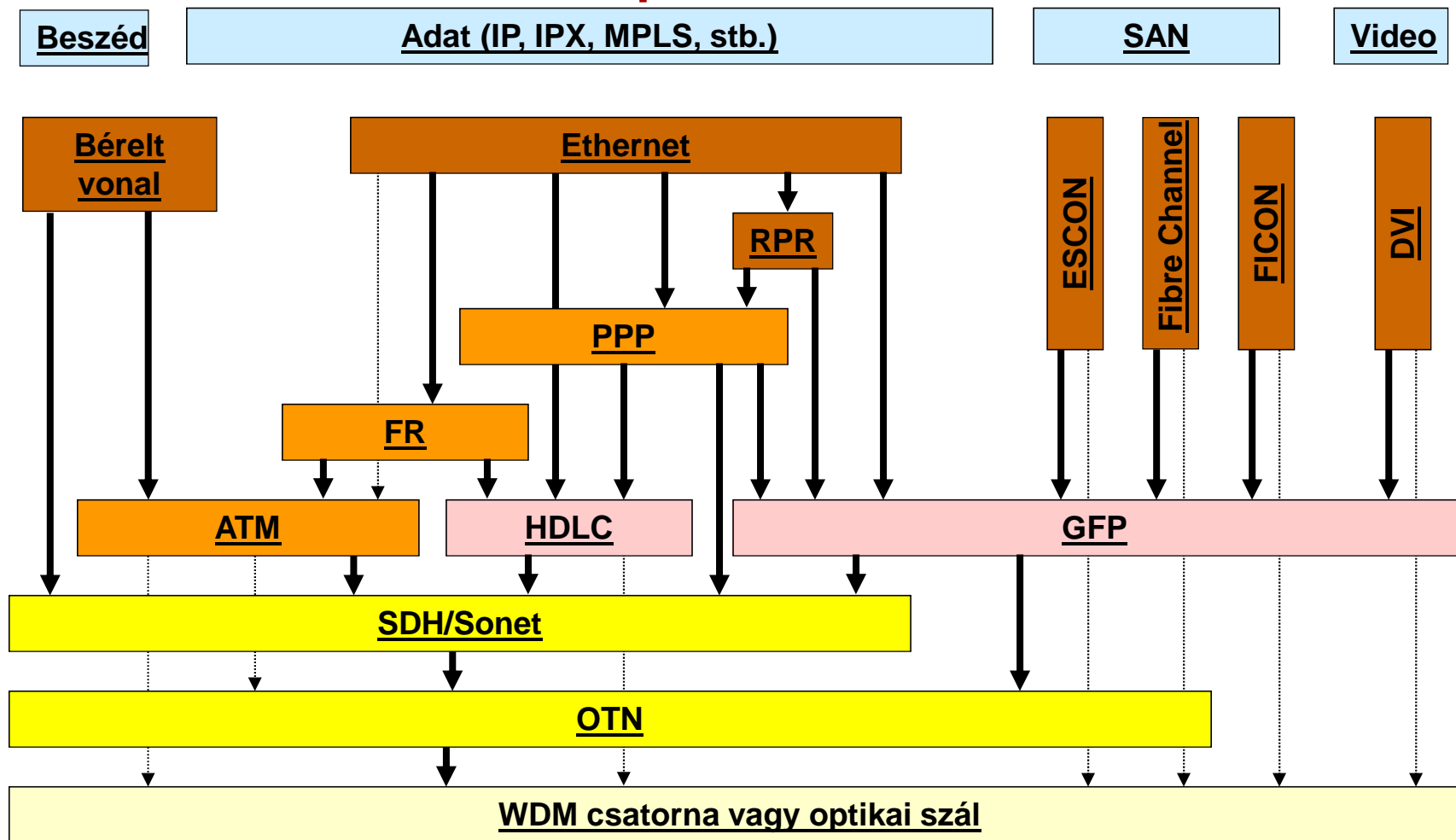
Data over SDH/SONET: DoS

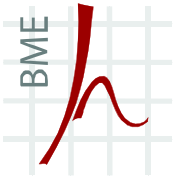


GFP

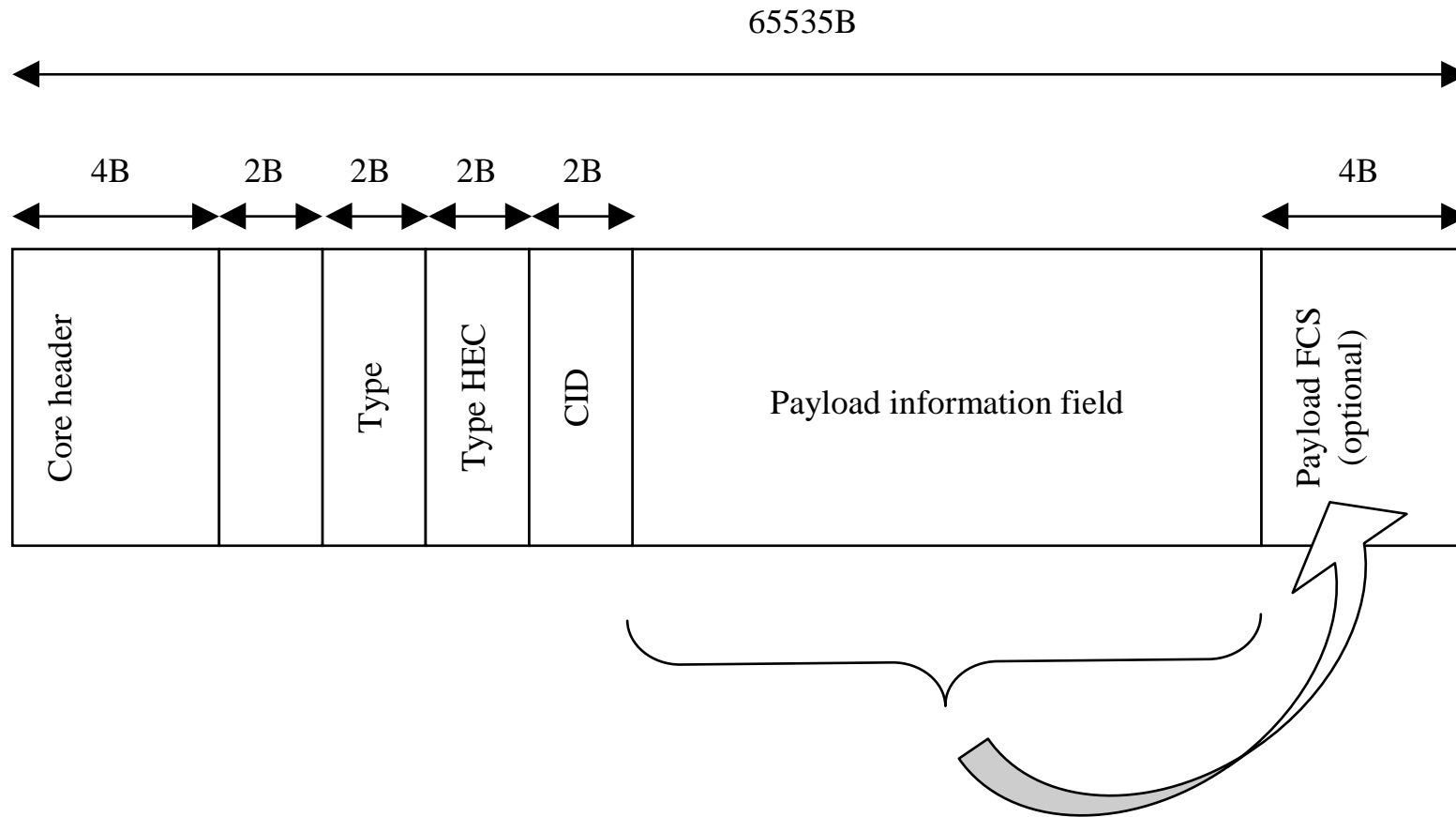
- ITU-T 7041
- oktett orientált változó hosszúságú payload beillesztése oktett orientált szinkron átviteli folyamba
- támogatott (oktett orientált) kliensek: IP, Ethernet, PPP(HDLC)
- két változat:
 - keretezett beillesztés és transzparens

A GFP potenciális kapcsolódása a hálózati protokollokhoz





GFP keret



Keretezett

- Változó kerethossz
- P-p, p-mp, RPR top.
- MAC alapú terminálás, továbbítás
- 8B adat
- Csatorna-szintű kontroll
- L2/L3 hibamenedzsment
- Vevőoldali hibakezelés (SDH)

Transzparens

- Fix kerethossz
- P-p topológia, virt. konkat.
- 8B/10B PHY term., MAC nem kell
- 64B/65B adat
- GFP keretekre alapozott kontroll
- Kliens-specifikus hibakezelés

- az SDH/SONET payload rugalmas és hatékony kihasználását célozza
- a hagyományos payload a PDH hierarchia szerint definiált (2M, 8M, 34M, 140M), ami nem felel meg az adat-kliensek felbontásának
- pl. GbE payload esetén egy 2.4G STM-16 keretet kell felhasználni (1.4G kihasználatlan), az STM-4 keret kapacitása kevés (622M)

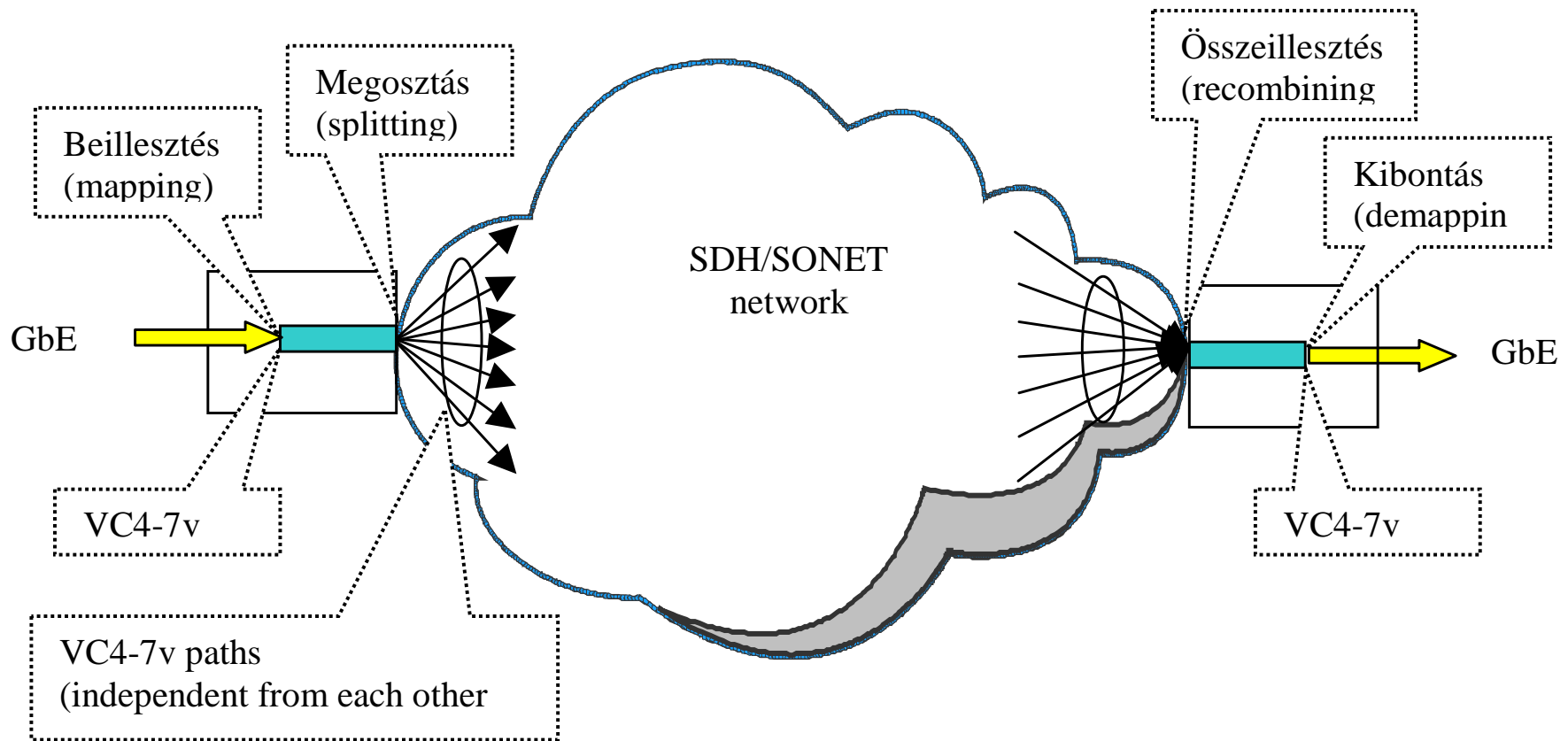
VCon (folyt.)

- A payload-ok alkalmas összekapcsolásával kialakítható egy VC-4-7c (7xVC-4) keret, ami 1.05M kapacitású - ugyanakkor az összekapcsolás csak virtuális lehet, mert a hagyományos SDH berendezések nem lennének képesek kezelni az új keretet
- Olyan megoldás szükséges, amely csak a végponti funkciókat befolyásolja

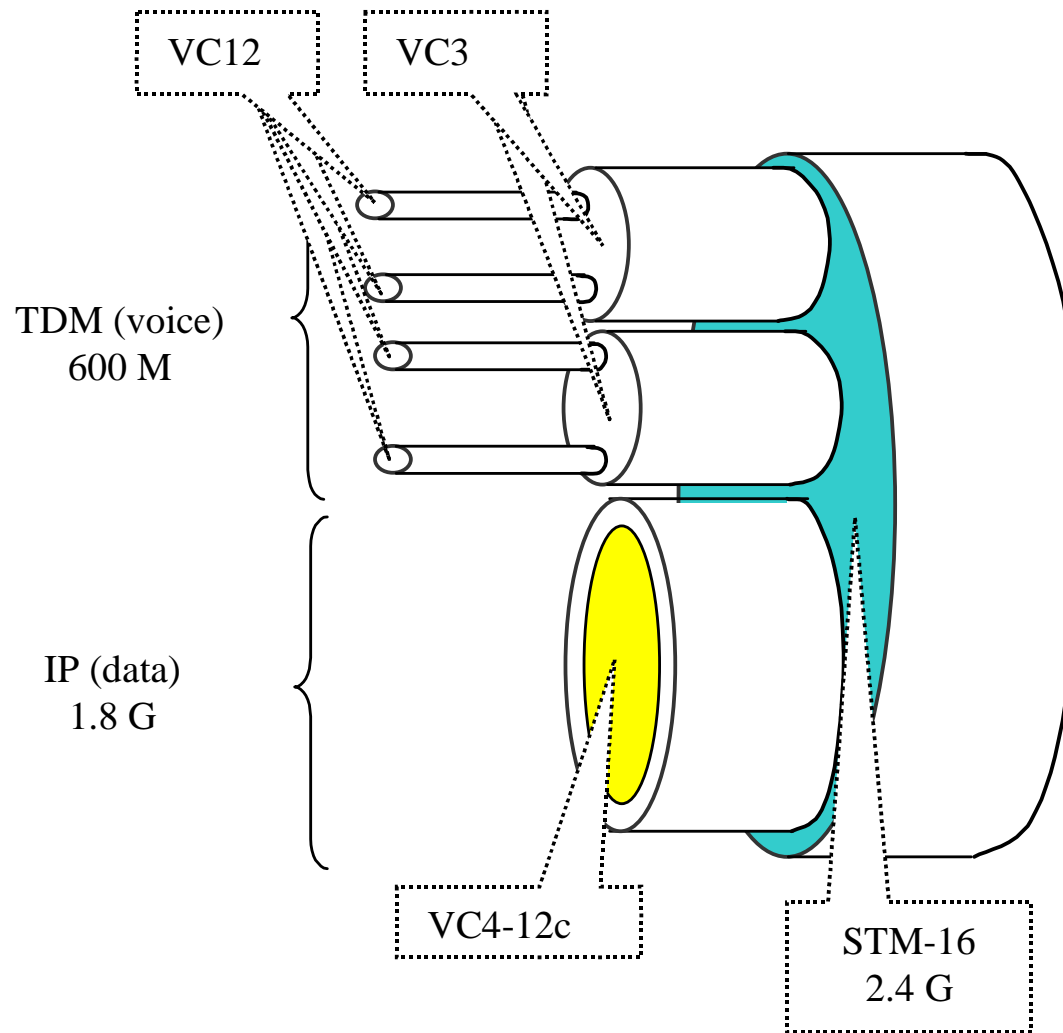
VCon (folyt.)

- A virtuálisan összekapcsolt payloadok külön STM-n keretekben továbbíthatók
 - a hálózatban függetlenül kezelhetők
 - elegendő a végpontban összeilleszteni azokat
 - független portok, különböző átviteli utak (szinkron átvitel!)

VCon (folyt.)



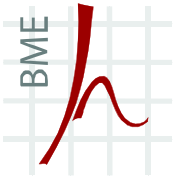
Vcon (folyt.)



LCAS

- a VCon segítségével összekapcsolt payloadok száma a legtöbb alkalmazás esetében előre meghatározható (és változatlan marad), de a dinamikus változtatás lehetősége is hasznos lehet
- az LCAS támogatja az utak végpontjai (VC végz.) közötti jelzésváltást az összekapcsolt payloadok számának meghatározásához

- a módosítás működés közben is zökkenőmentes
- két tipikus alkalmazás
 - virtuálisan összekapcsolt payloadok számának módosítása (előrejelezhető szezonális forgalmi változások kezelése)
 - átviteli út módosítása a hálózati állapottól függően (pl. hiba, karbantartás)

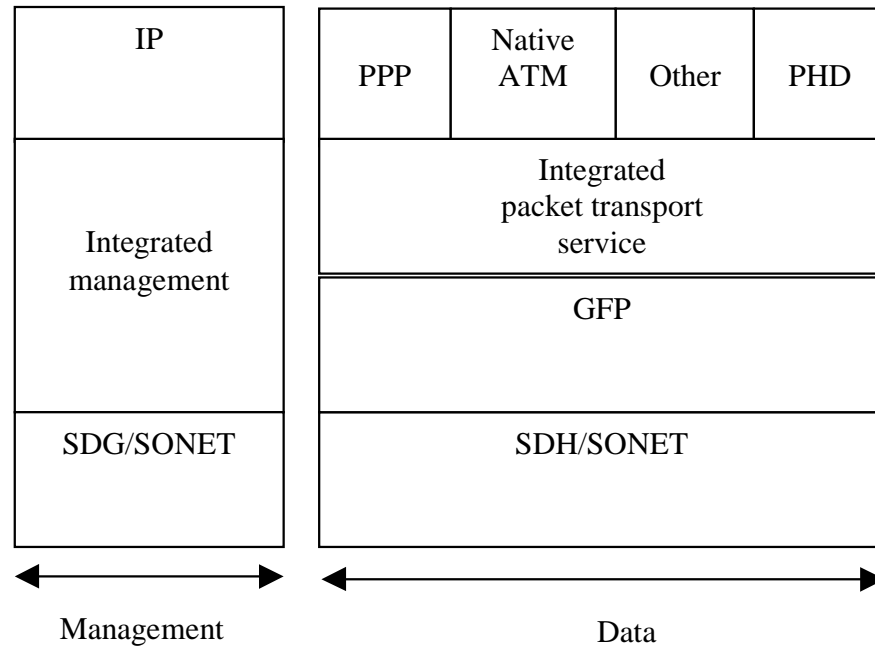
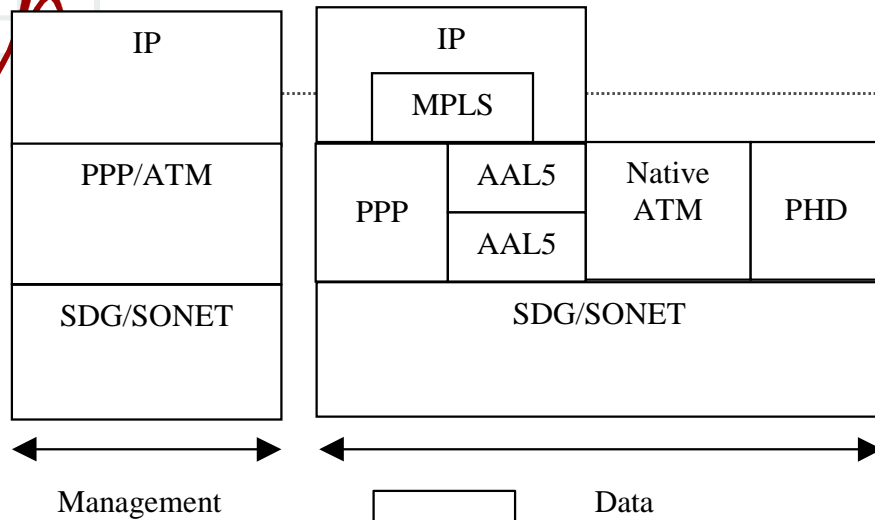


Data services over SDH/SONET DoS

- új végponti funkciókra alapoz
- rugalmas sáv szélesség lefoglalás ~50 M egységekben
- hatékony keretezés, kis overhead
- többféle kliens támogatása (IP, Ethernet, ESCON, FICON)
- beszéd és adat kliensek kiszolgálása egyetlen SDH kereten belül
- dinamikus sáv szélesség lefoglalás
- változatlan menedzsment: SDH NMS

SDH/SONET alapú transzport

hagyományos



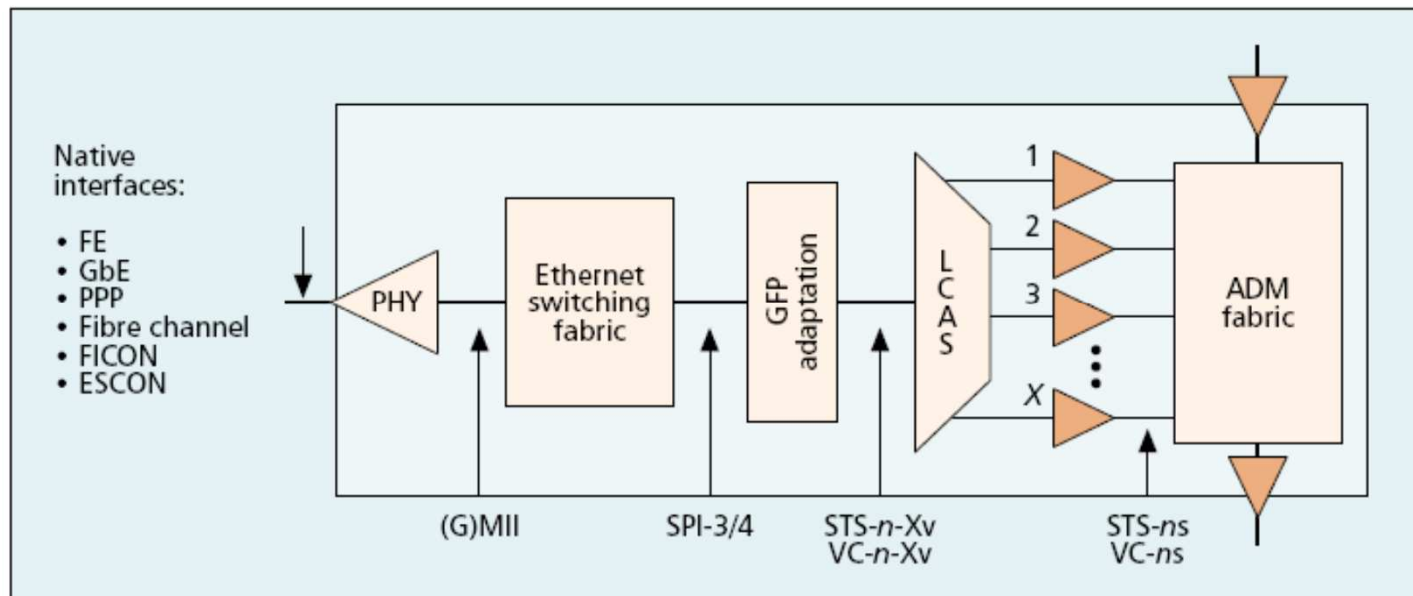
- load balancing
- MPLS
- protection
- SDH multiplexing

DoS alapú integrált

Hibrid 1/2 réteghálózat

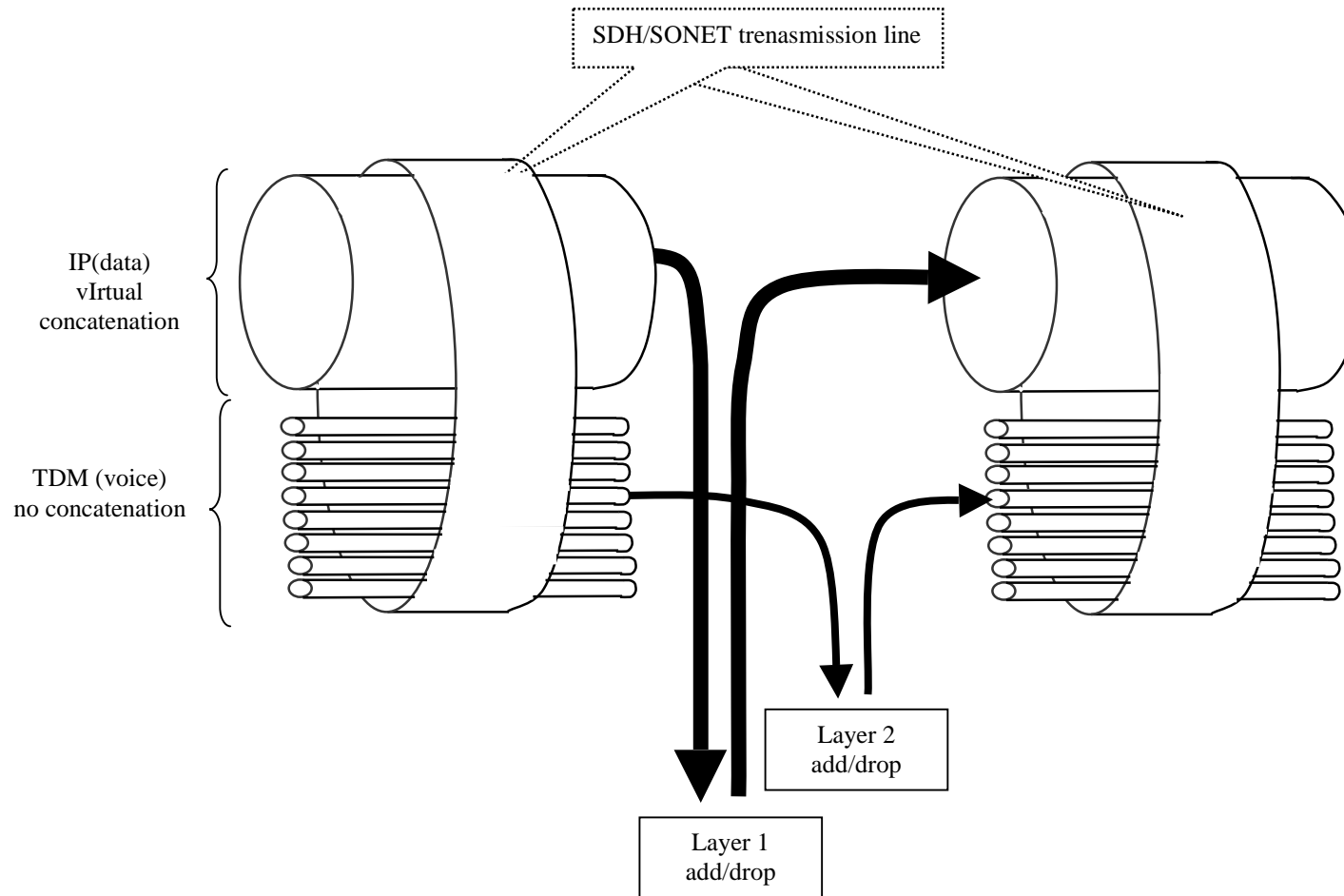
- TDM (beszéd) kliens: 1 rétegbeli kezelés, pl. leágazás gyűrűben (add-drop)
- datagram (adat) kliens: csomagok kezelése 2 rétegben (fizikai fölött, IP alatt)

Hibrid ADM



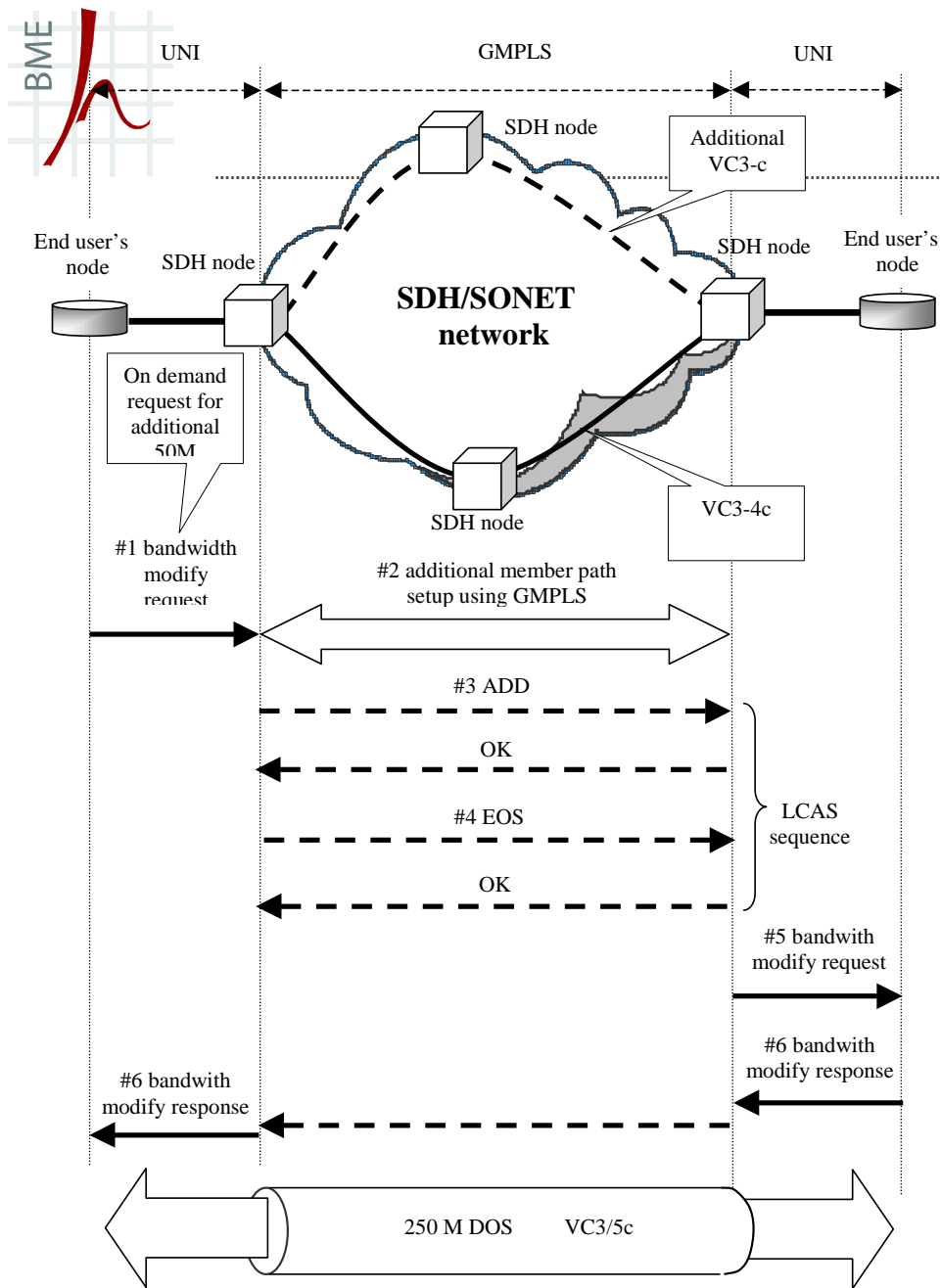
ITDM (beszéd) és Ethernet (adat) szolgáltatások

Hibrid 1/2 réteghálózat



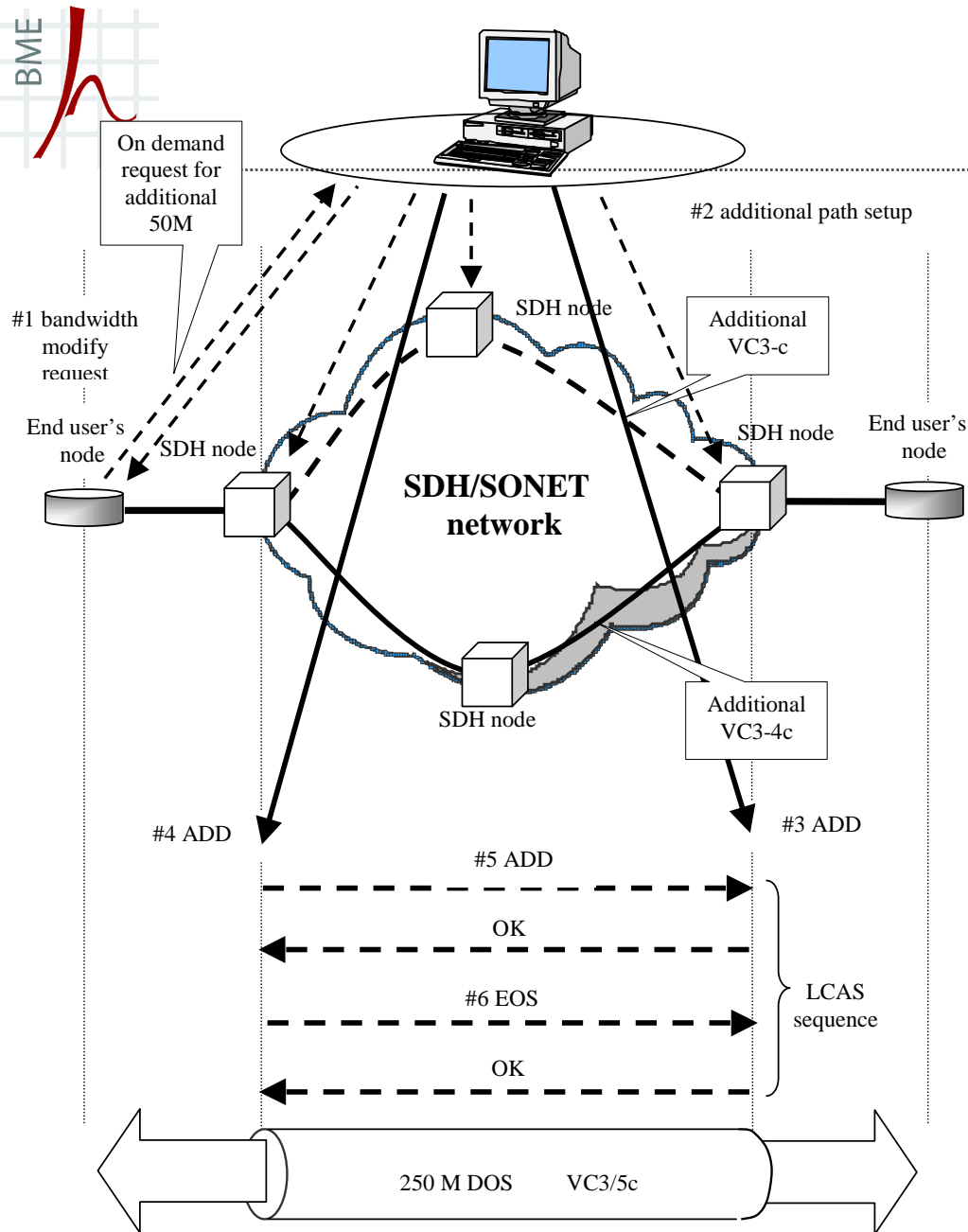
Új SDH/SONET szolgáltatások

- DoS: TDM és adat ugyanabban az STM keretben konfigurálható megosztásban:
 - sáv szélesség igény szerint (BoD)
 - számlázás a felhasználás, az SLA és a hossz alapján
 - pont-pont flexibilis folyamatok változó tartásidővel
 - közel valós idejű szolgáltatás (~mp - ~ perc)
 - CoS az alkalmazott védelem függvényében
 - speciális: hiba esetén best effort szolgáltatás (sáv szélesség-csökkenés)



BoD elosztott vezérléssel

- UNI és GMPLS
 - VC3-4c út
- #1 még egy VC3 kérése (UNI)
- #2 GMPLS alapú létrehozás
- #3 és #4 LCAS meglévő és új összekapcsolására



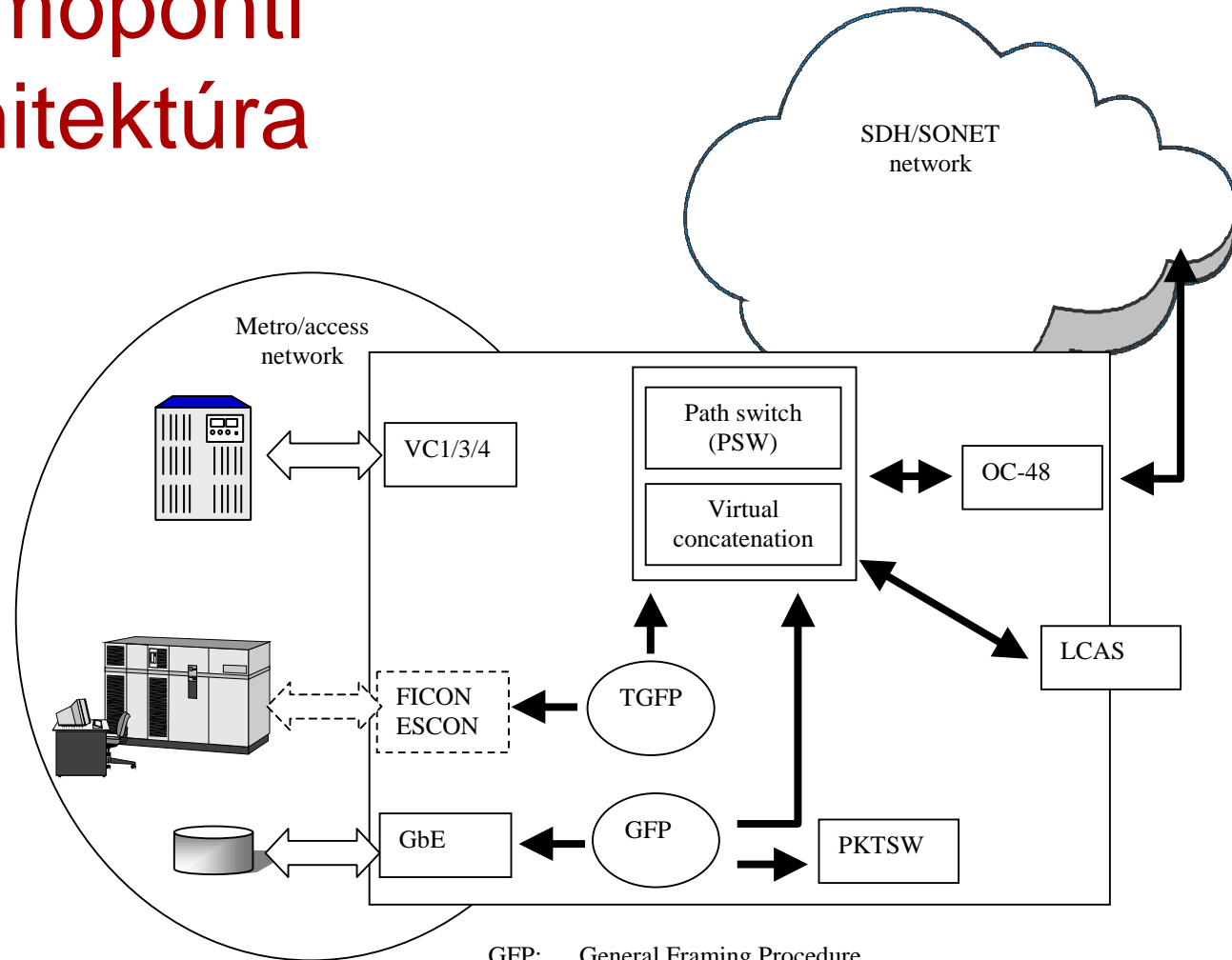
BoD centralizált vezérléssel

EMS/NMS alapú

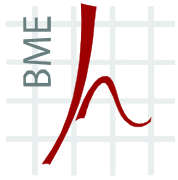
- VC3-4c út
- #1 még egy VC3 kérése
- #2 EMS/NMS alapú létrehozás
- #3 és #4 LCAS aktiválása a végpontokban
- #5 és #6 LCAS meglévő és új összekapcsolására

DoS funkcionális

csomóponti architektúra



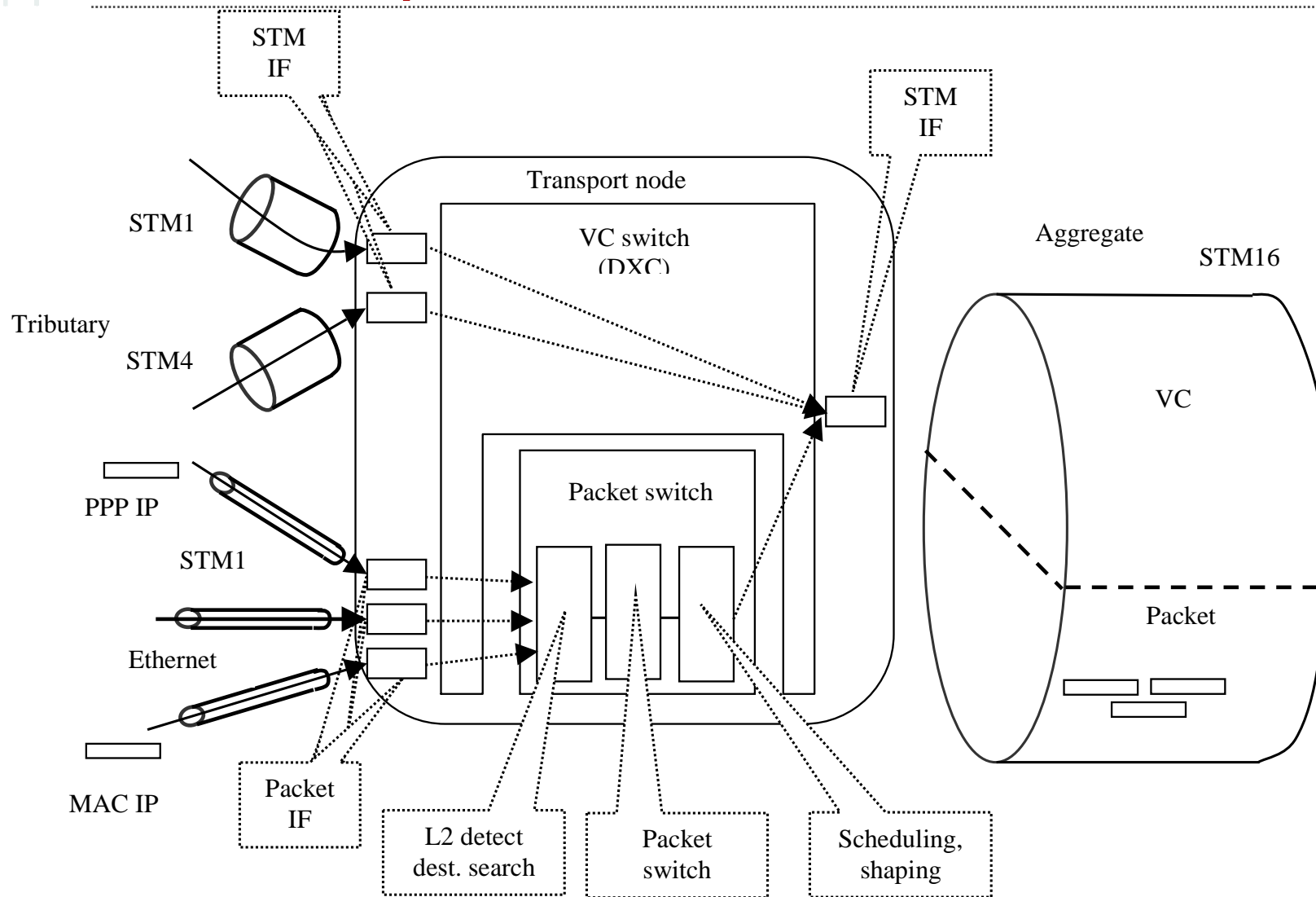
GFP: General Framing Procedure
TGFP: Transparent GFP
LCAS: Link Capacity Adjustment Scheme



DoS funkcionális csomóponti architektúra

- Támogatott kliensek: SDH/SONET, ESCON/FICON, GbE
- VCon, GFP, LCAS

DoS csomóponti hardware architektúra

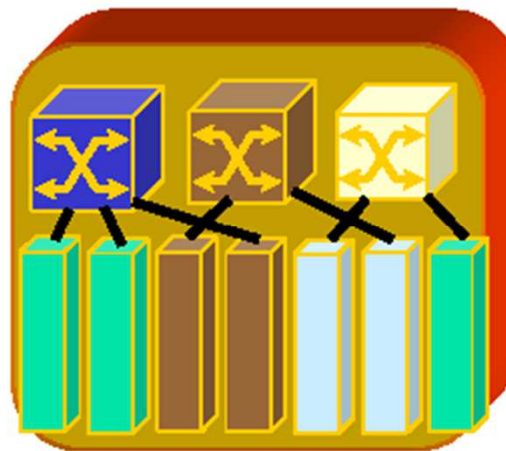


Lehetséges NG SDH/SONET platformok



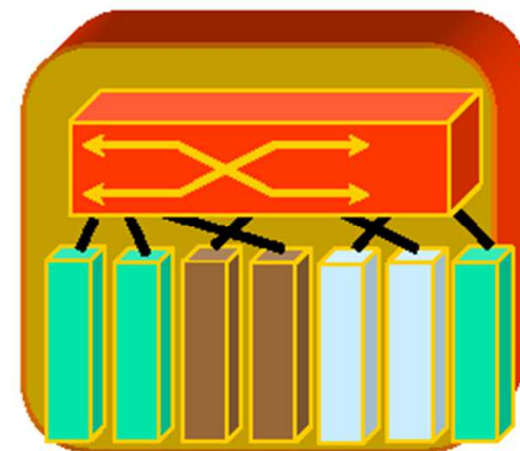
Többrétegű architektúra

- TDM XC
- ATM és IP kapcsolás az interfész kártyán
- pl. Cisco



Hibrid kapcsolós architektúra

- TDM, ATM és IP kapcsoló
- forgalmak technológia szerint
- pl. Redback, MAYAN



Egyetlen kapcsolós architektúra

- egyetlen kapcsoló
- adptáció az interfész kártyán
- pl. Lucent