

DWDM rendszer üzemeltetése HBONE+ hálózatban

Barta Péter

Alcatel-Lucent Magyarország

2012 április 12. - Veszprém

Tartalom

1. Az Új generációs DWDM elhelyezése a távközlési rendszereken belül
2. Az Új generációs DWDM felügyeleti szempontjai
3. WDM szintű összekapcsolódás más rendszerekkel („idegen hullámhosszak”)
4. Magasabb csatornasebességek: 40G, 100G

Tartalom

1. Az Új generációs DWDM elhelyezése a távközlési rendszereken belül
2. Az Új generációs DWDM felügyeleti szempontjai
3. WDM szintű összekapcsolódás más rendszerekkel („idegen hullámhosszak”)
4. Magasabb csatornasebességek: 40G, 100G

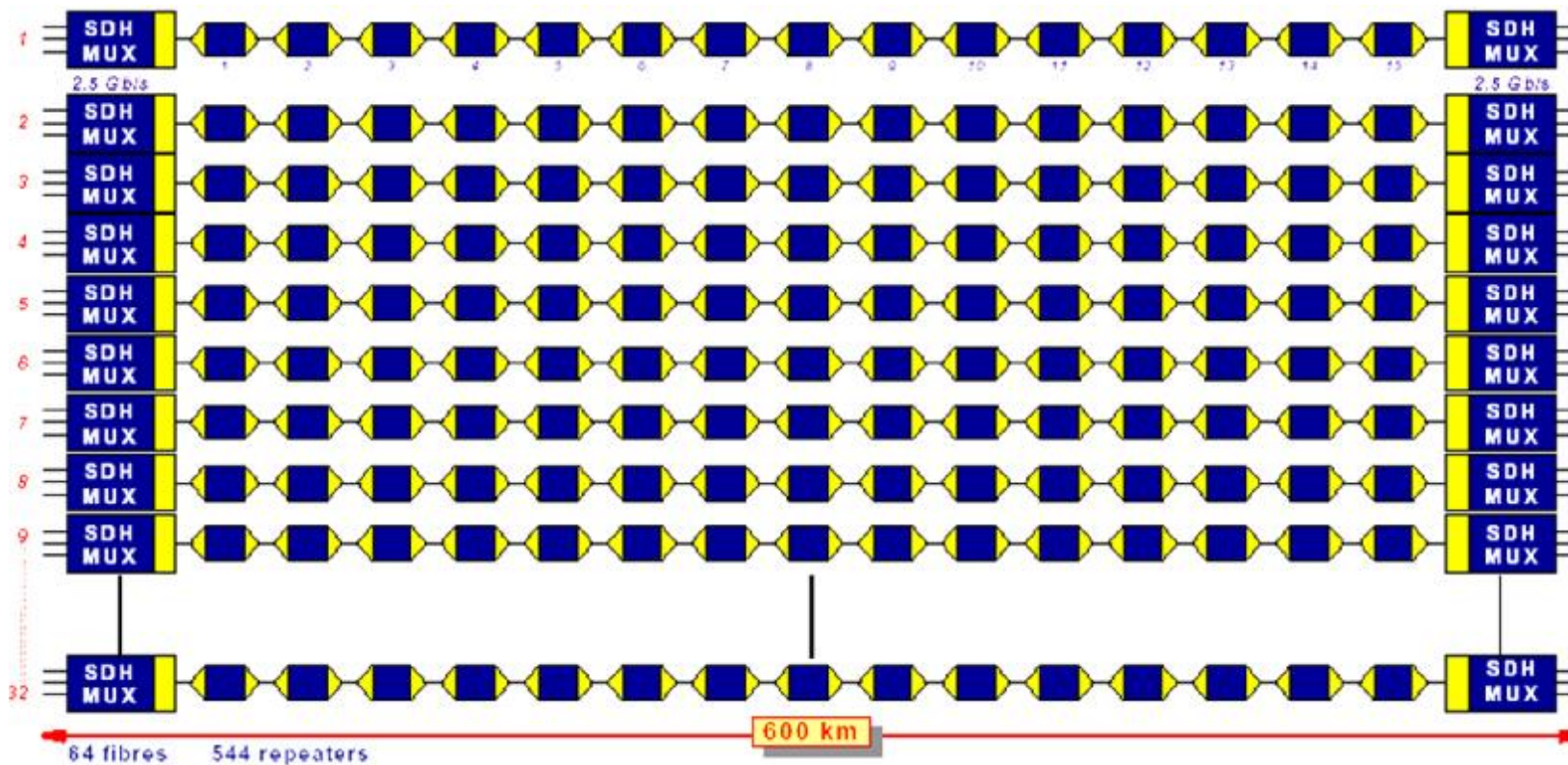
WDM technológia pozícionálása

| | WDM | 2./3. rétegbeli elektromos technológiák (SDH, Ethernet, IP) |
|------------------|-----------------|---|
| Vonali kapacitás | nx100Gb/s | nx10Gb/s |
| Közeg | optikai | elektromos |
| Vezérelhetőség | korlátos | Teljes |
| Jelleg | vonalkapcsolt | Vonal- és csomagkapcsolt is létezik |
| Szerep | átviteltechnika | Átvitel/kapcsolástechnika |

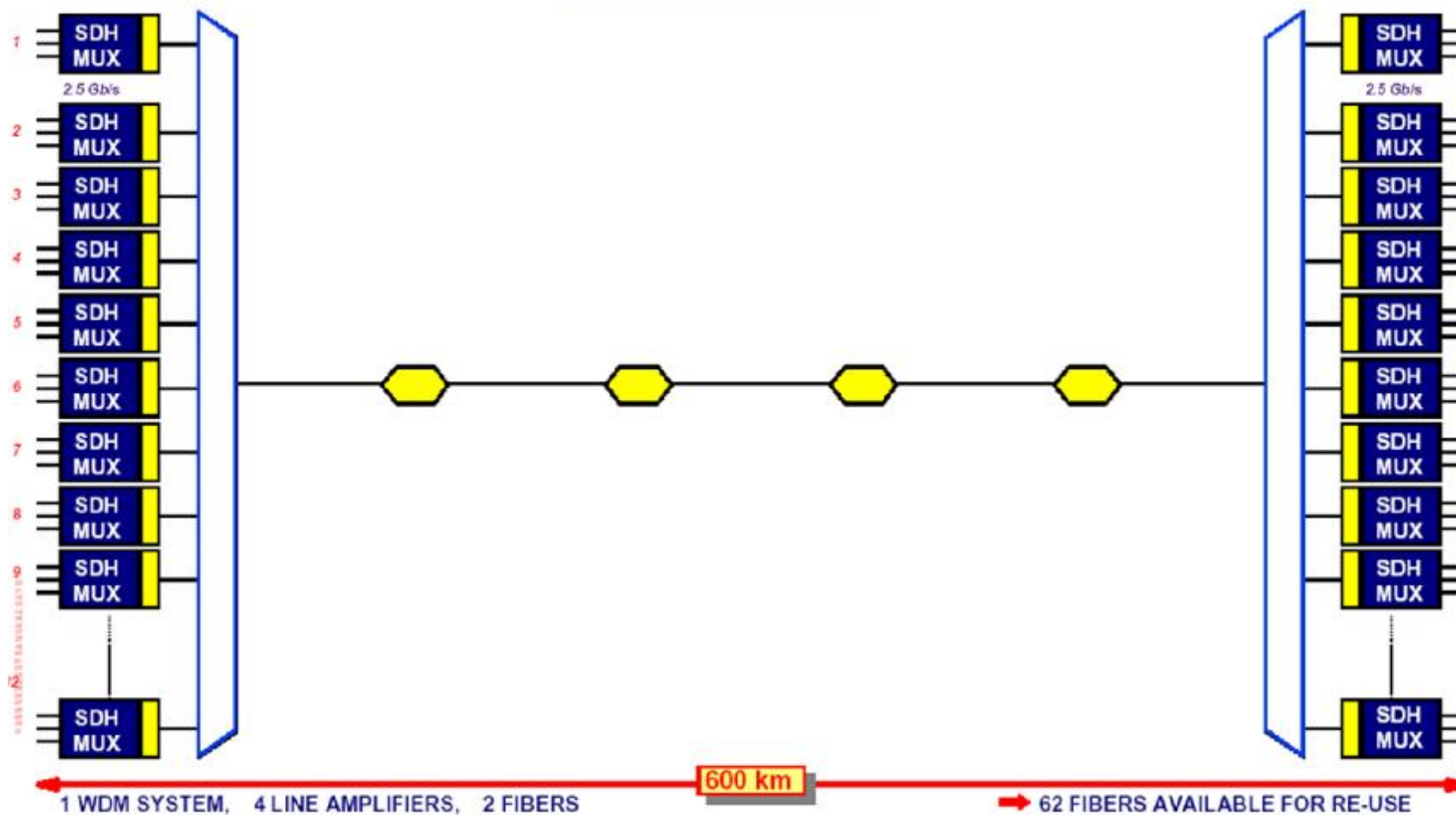
WDM fő tulajdonságai

1. Alap definíció: több, független jel egy szálon történő átvitele
2. Lényeges tulajdonság: több, független jel egyetlen közös eszközzel történő erősítése

WDM hálózat gazdaságossága



WDM hálózat gazdaságossága



WDM fejlődése

Eddigi fázisok:

1: Fix felépítésű berendezések (pont-pont és gyűrű topológia)

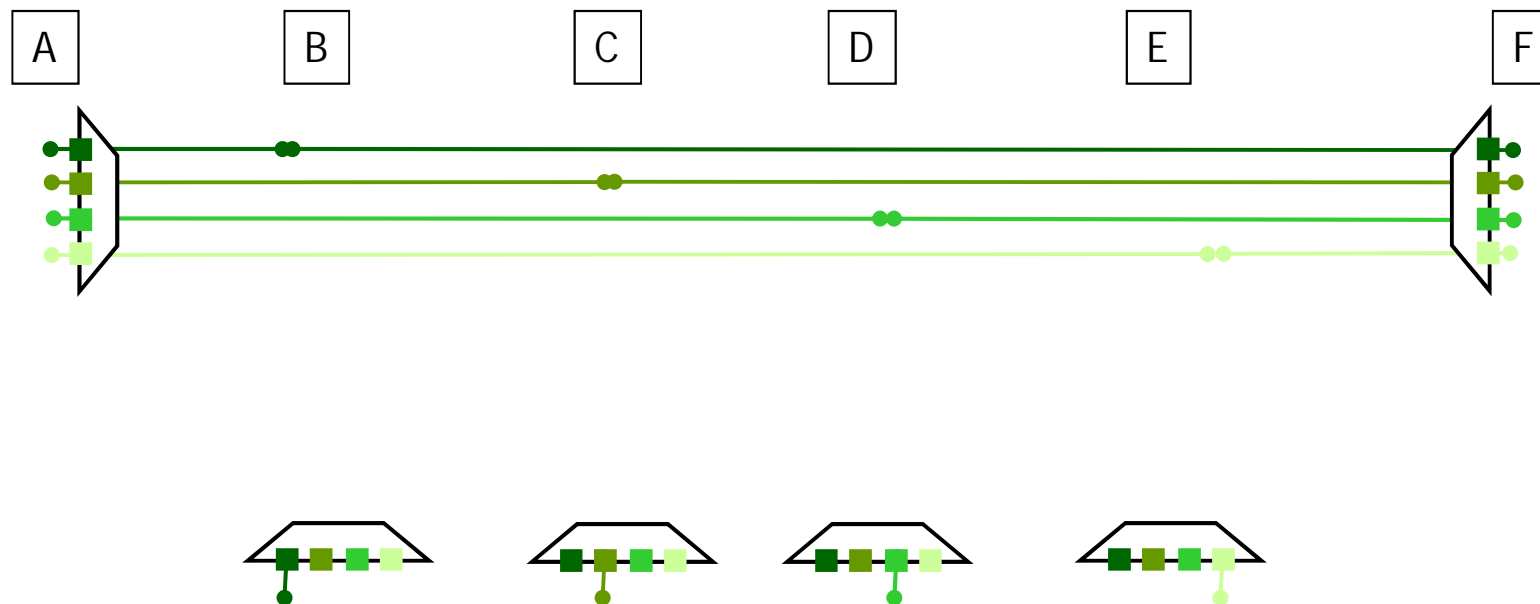
2a: 1. gen. ROADM (pont-pont és gyűrű topológia)

2b: 2. gen. ROADM (szövevényes topológia)

T&R-OADM rugalmas csatorna kiépítés

Kezdeti igény:

- n Közbülső állomások bekapcsolása minimális csatornaszám felhasználásával



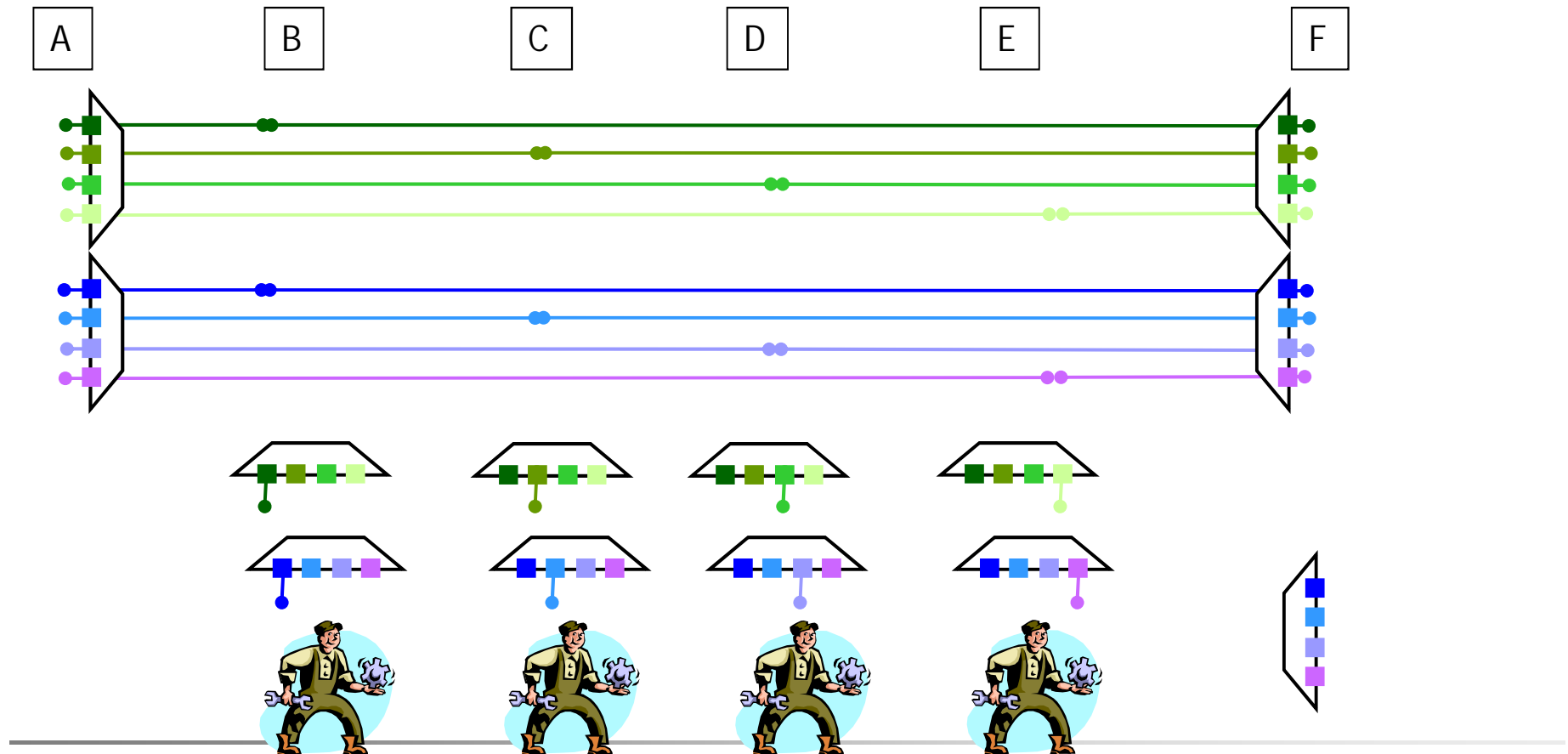
Későbbi igény:

- n Új összeköttetés létesítése A-B és B-F, A-C és C-F között

T&R-OADM rugalmas csatorna kiépítés

Fix felépítésű WDM berendezés esetén:

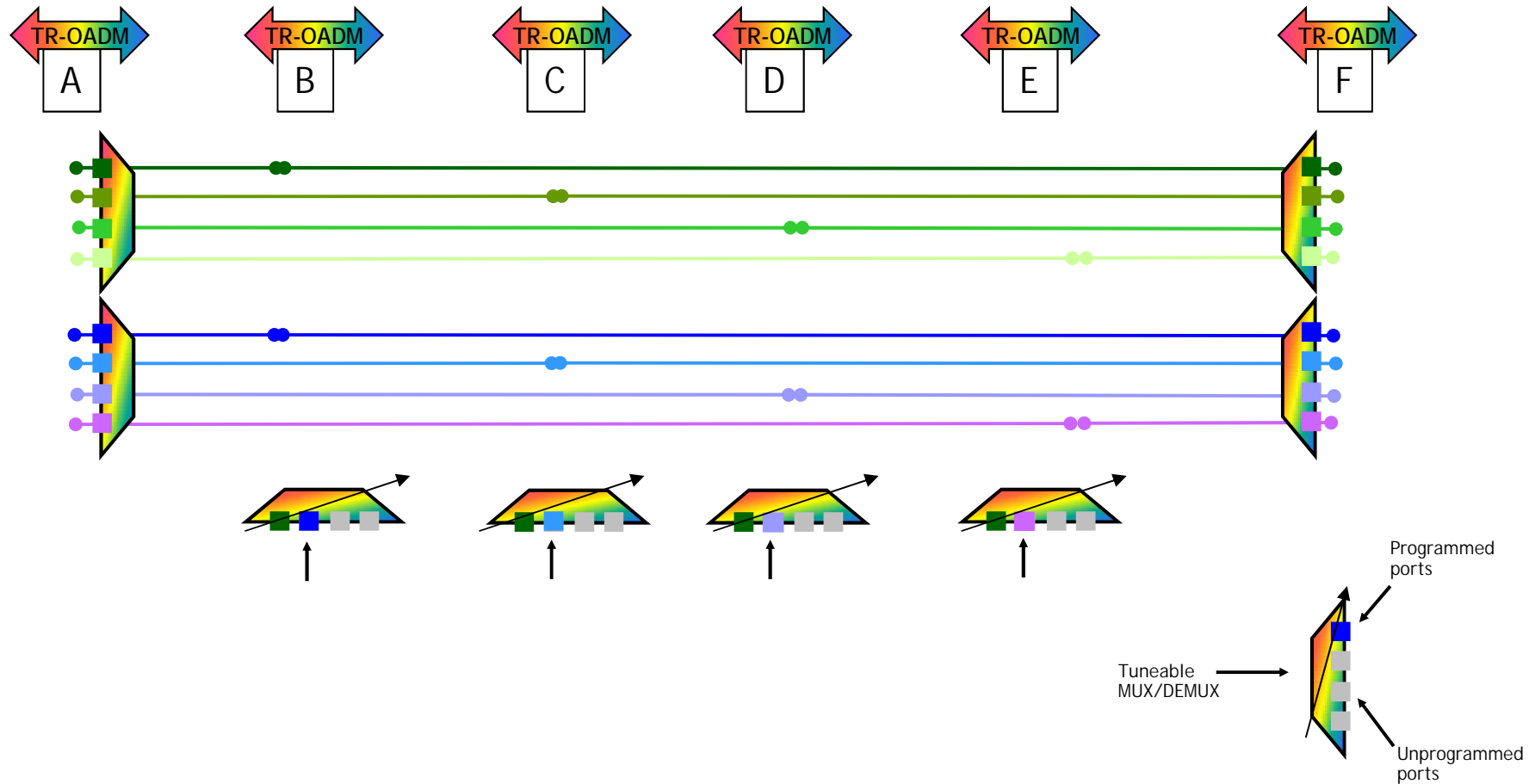
- n Egy következő sávhoz tartozó multiplexert kell telepíteni, noha még vannak szabad portok az egyes helyszíneken



T&R-OADM rugalmas csatorna kiépítés

Hangolható ROADM:

n Elegendő az egyes portokat a megfelelő csatornákra hangolni

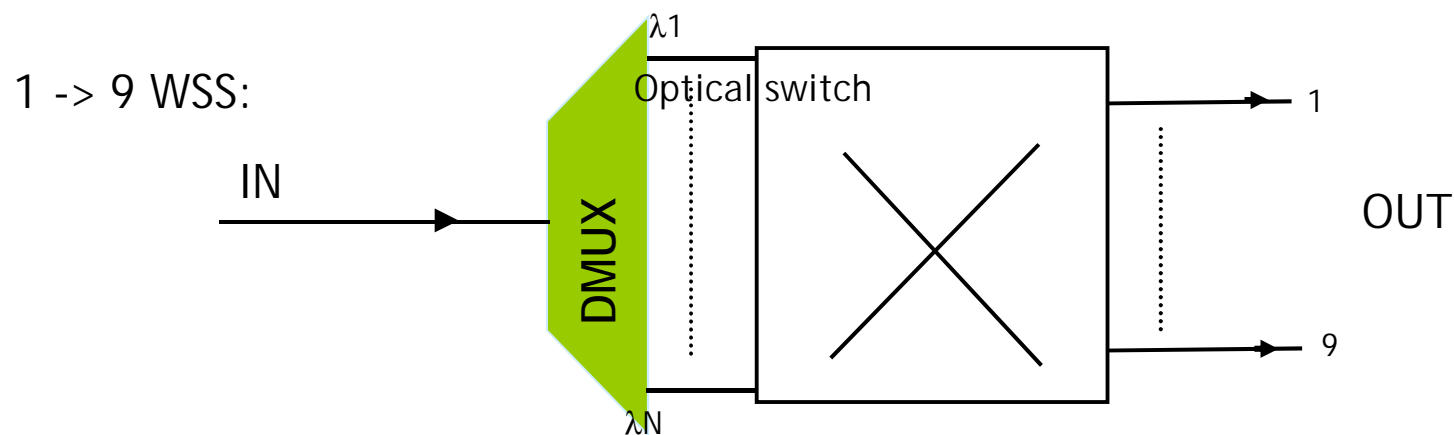


Építőelemek

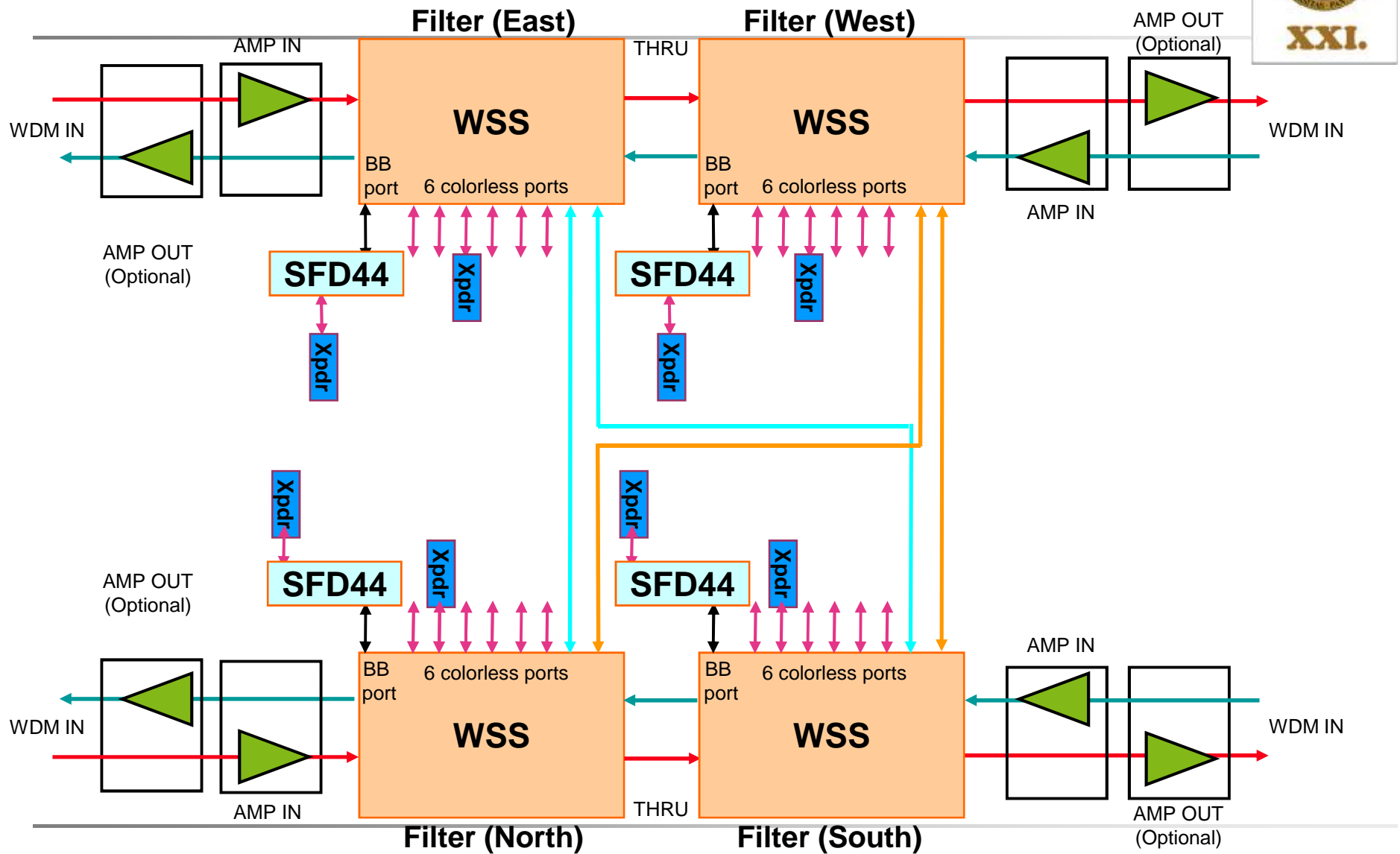
Egy ROADM berendezés a következő főbb elemekből építhető fel:

- n Fix OADM egységek
- n Passzív osztók és összegzők
- n WSS / Wavelength router-ek
- n Optikai erősítők
- n Csatornakártyák

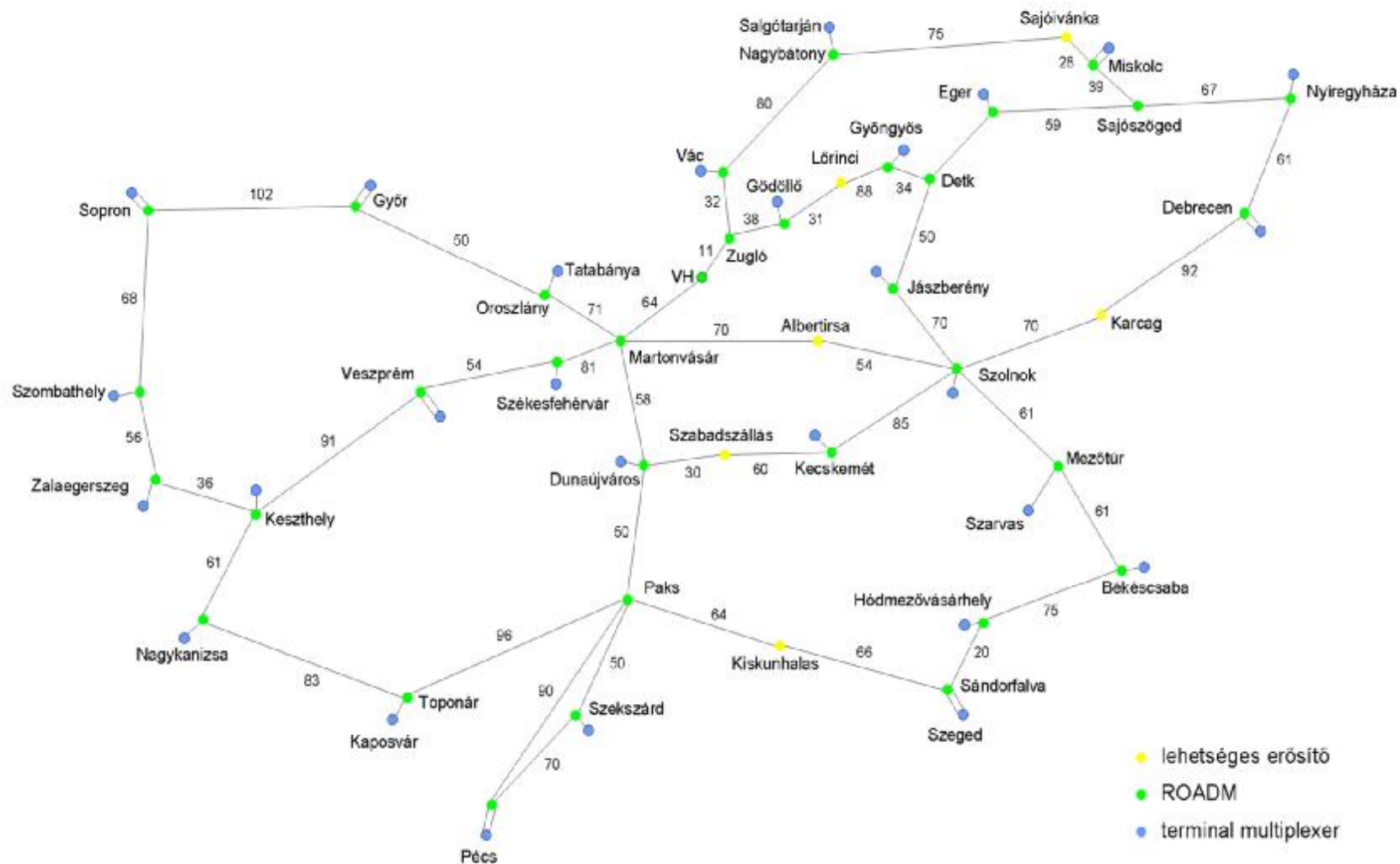
Kulcselem: Wavelength Selective Switch (WSS)



Többsirányú DWDM berendezés



NBONE+ DWDM hálózat



Új generációs WDM képességek

| | Új gen. WDM | 2./3. rétegbeli elektromos technológiák (SDH, Ethernet, IP) |
|------------------------------------|-------------------------------|---|
| Szövevényes topológia (több irány) | Igen | Igen |
| Vég-vég felügyelhetőség | Igen | Igen |
| Szabad csatornaválasztás | Korlátos (többlet eszközzel) | Igen |
| Szabad irányválasztás | Korlátos (többlet eszközzel)* | Igen |

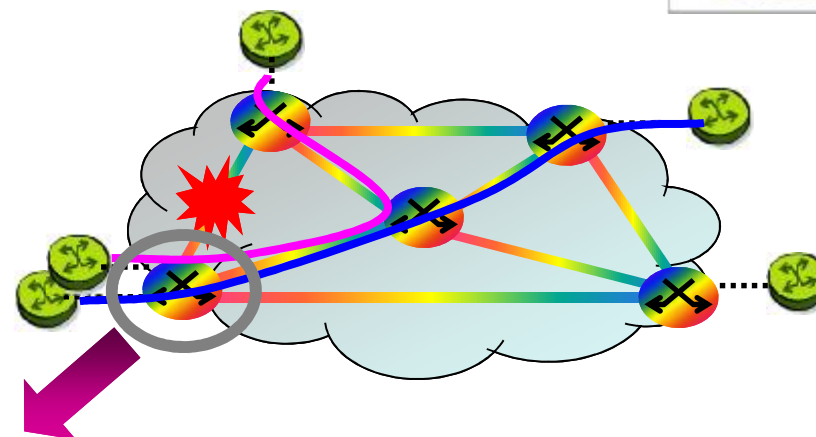
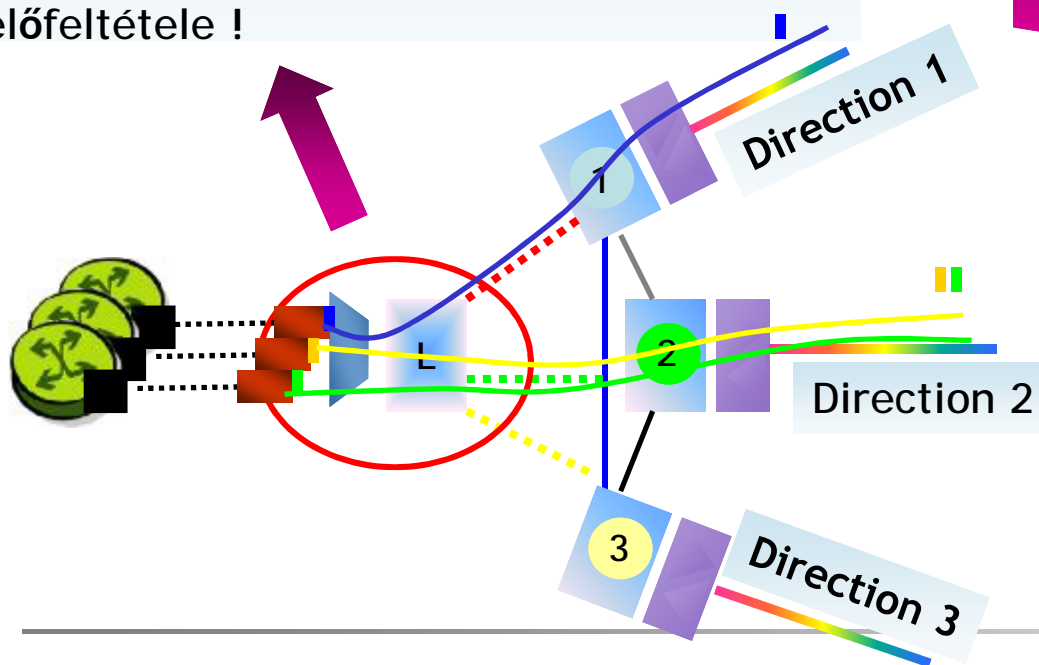
* lásd következő oldal

Írányfüggetlen felépítés

„Helyi szakasz” port:

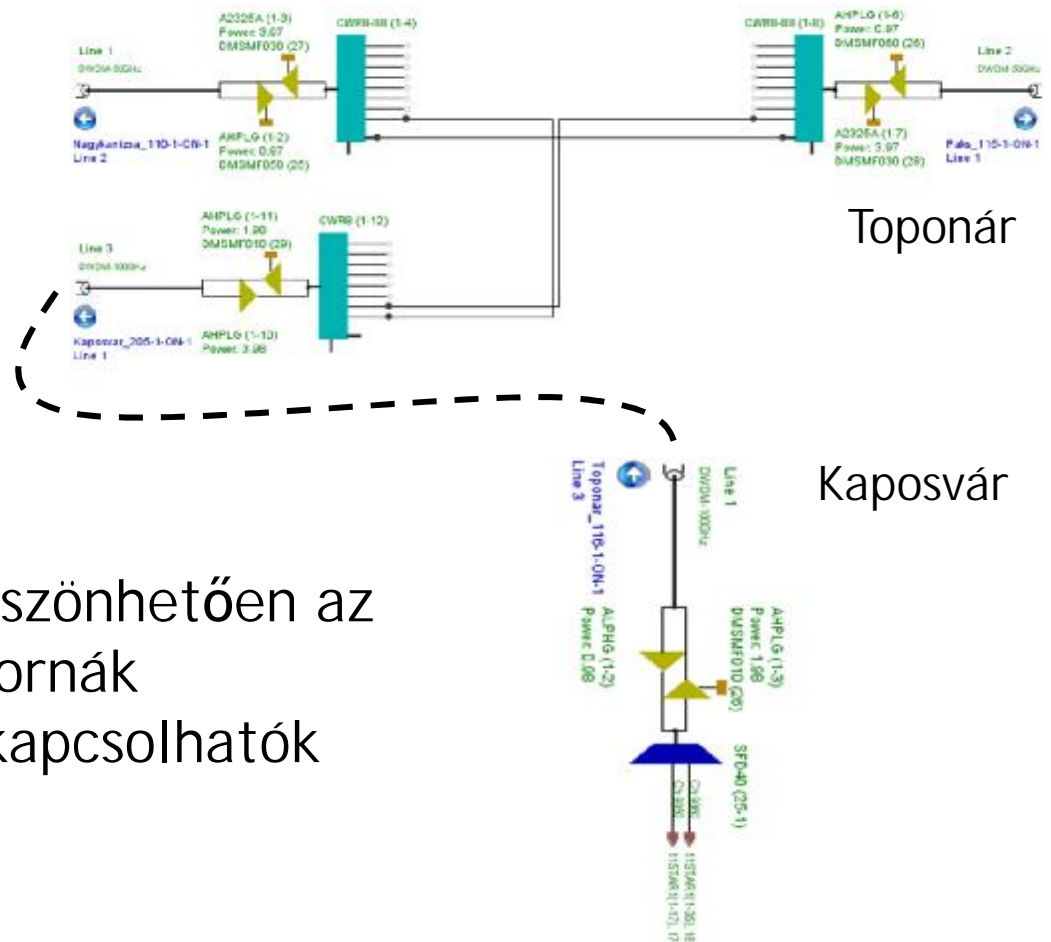
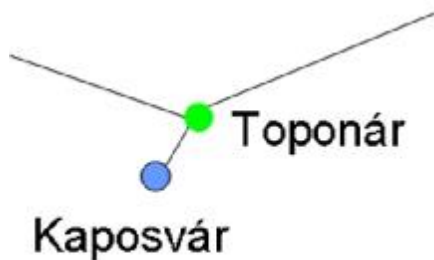
A hullámhossz irányítás lehetőségei nagymértékben nőnek:

- a kicsatolt végződések nem kötődnek fizikailag egy vonali irányhoz
- optikai útvonal módosítása távvezérléssel
- Az optikai útvonal helyreállítás előfeltétele !



regenerálási céllal
beépített transzponder
csoportok

Irányfüggetlenség NIIFI DWDM hálózatban

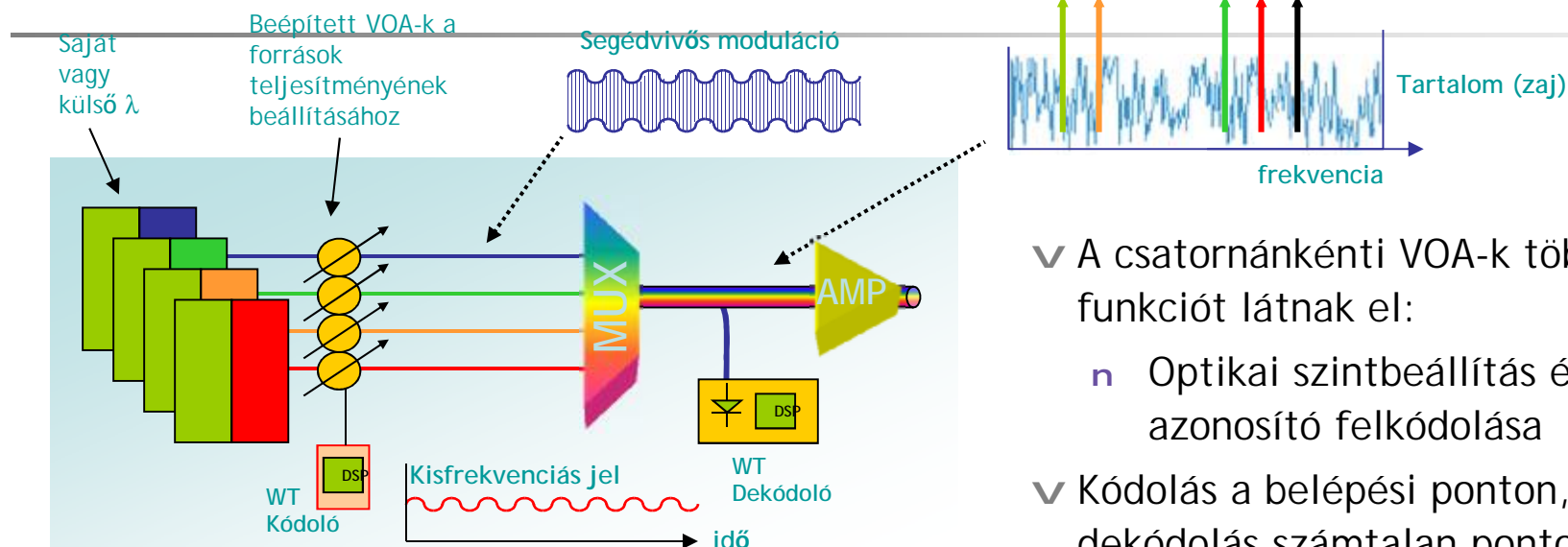


Az egyedi topológiának köszönhetően az egyes hullámhossz csatornák irányfüggetlen módon kapcsolhatók

Tartalom

1. Az Új generációs DWDM elhelyezése a távközlési rendszerekben belül
2. Az Új generációs DWDM felügyeleti szempontjai
3. WDM szintű összekapcsolódás más rendszerekkel („idegen hullámhosszak”)
4. Magasabb csatornasebességek: 40G, 100G

Wavelength Tracker™ működése



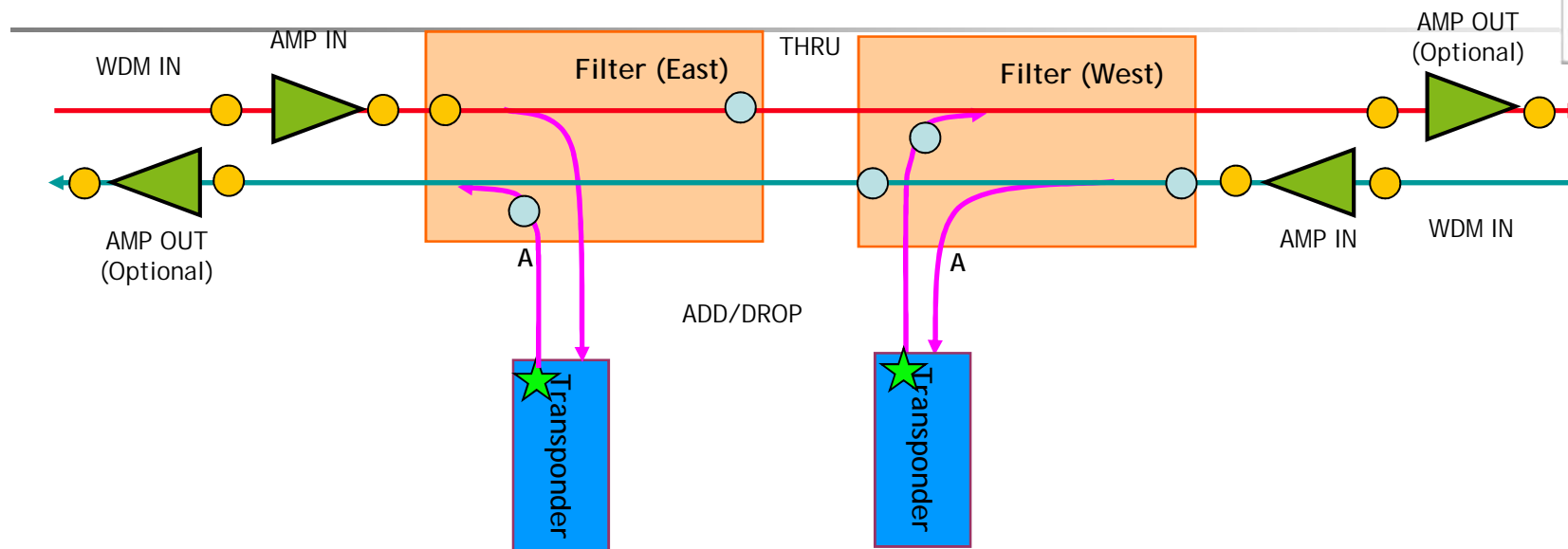
- ✓ Valamennyi csatorna egy egyedi azonosítót kap (WaveKey), amely alapján beazonosítható a hálózatban és a teljesítménye nyomon követhető
- ✓ Az azonosítók kiosztását a berendezések végzik, azok nyilvántartásáról azok gondoskodnak
- ✓ Valamennyi lehetséges ellenőrzési ponton az egyes, azonosítók által beazonosított csatornák teljesítménye ellenőrzésre kerül

- ✓ A csatornánkénti VOA-k többféle funkciót látnak el:
 - n Optikai szintbeállítás és egyedi azonosító felkódolása
- ✓ Kódolás a belépési ponton, dekódolás számtalan ponton történik a minél pontosabb hibabehatárolás érdekében
 - n Nem csak regenerálási pontokon van lehetőség állapotfigyelésre
 - n Berendezésen belüli állapotváltozás is kimutatható
- ✓ Dekódolás DSP alapú, korreláció és orthogonális kódolás segítségével

Valamennyi csatorna egyedileg azonosítható a hálózatban belül

Wavelength Tracker™

Kódoló- dekódoló pontok



- ✓ Valamennyi fizikai csatornára egy kód páros kerül, amely lehetővé teszi az adott csatorna beazonosítását valamint teljesítményének mérését
- ✓ Az azonosítók a transzponderek adóinál kerülnek felhelyezésre
- ✓ Az azonosítókat az egyes berendezések osztják ki, amelyekről a teljes hálózatra kiterjedő adatbázissal rendelkeznek
- ✓ Az azonosítók a következő pontokon kerülnek detektálásra:
 - § Erősítő kártyák
 - § Wavelength Router-ek
- ✓ Valamennyi detektálási ponton ellenőrzésre kerül az azonosító és megmérjük a csatorna optikai teljesítményét

- ★ = Wavelength Tracker kódoló
- = Wavelength Tracker detektálás

Wavelength Tracker™

Optikai teljesítmény kezelés

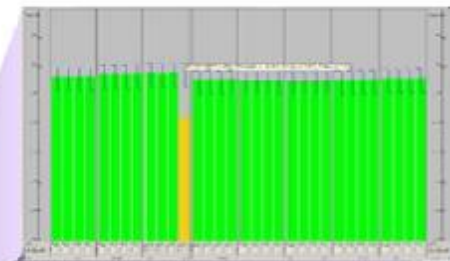
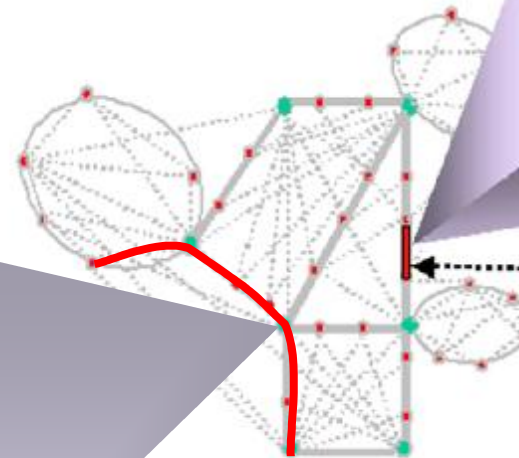
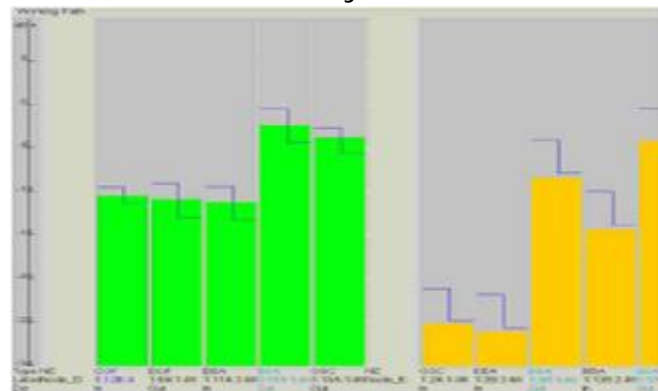


WT által biztosított lehetőségek:

- ✓ Hullámhossz csatorna nyomon követése
- ✓ Hibabehatárolás
- ✓ Távoli optikai teljesítmény szabályozás
- ✓ Tartományok figyelése
- ✓ Hiba-összerendelések

Optikai spektrum
Valamennyi csatorna megjelenítése
adott ponton

Optikai csatorna teljesítménye
Valamennyi pont mérése
a csatorna nyomvonalán



Fiber Problem
Soft Alarm raised:
Measured power
outside Planned range

Optikai réteg szolgáltatás-szemléletű üzemeltetése



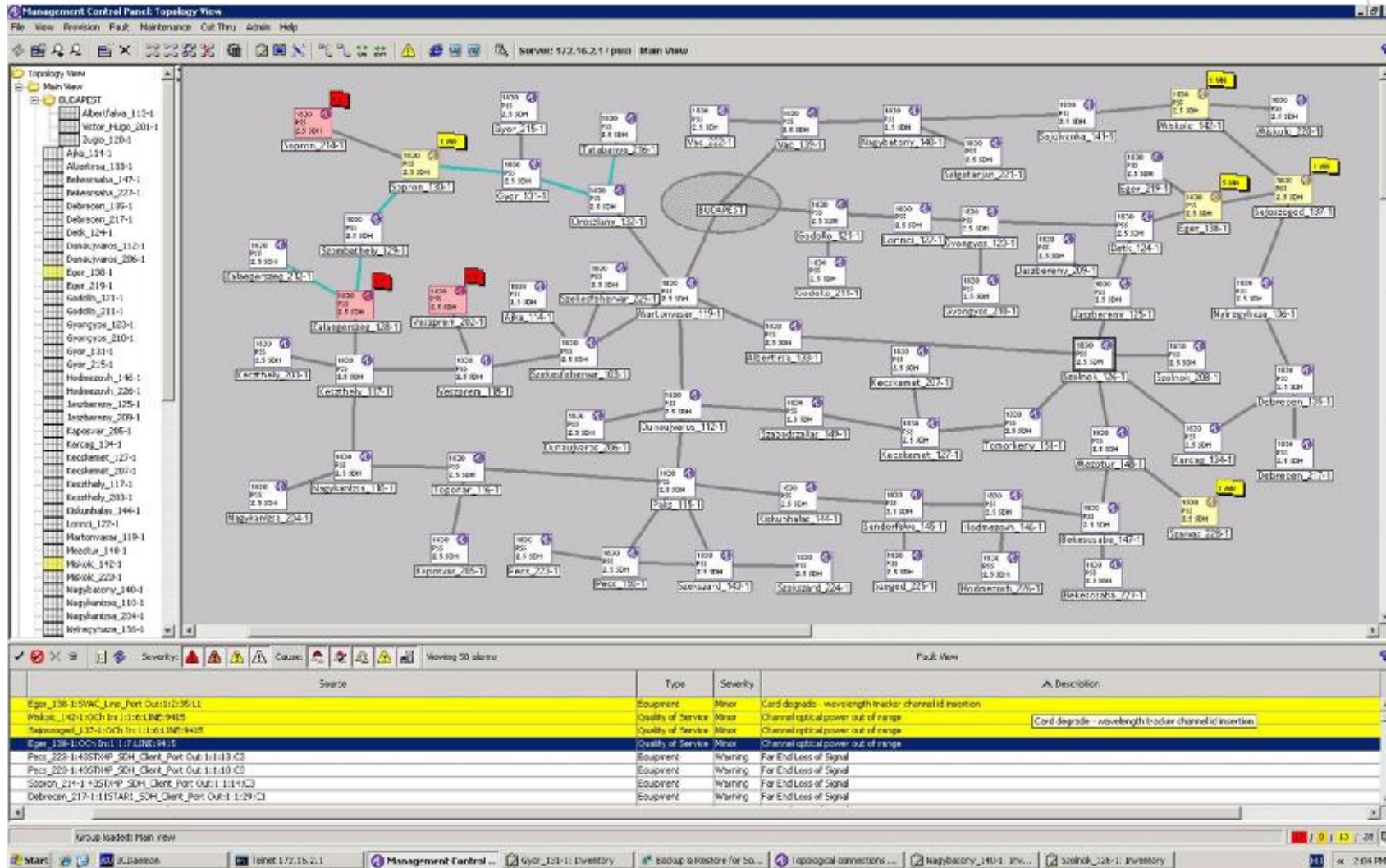
Felügyeleti rendszer jellemzők

Hálózat menedzsment szint is szükséges

Összeköttetések vég-vég kezelése: létesítés, nyilvántartás,
hibakorreláció

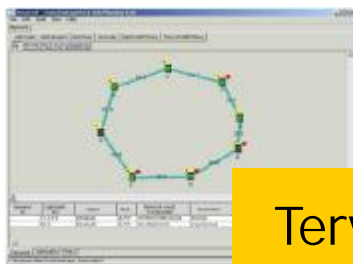
Összeköttetések kezeléséhez Wavelength tracker használat - fizikai szintű felügyelet!

NIIFI DWDM hálózat a felügyeleti rendszerben



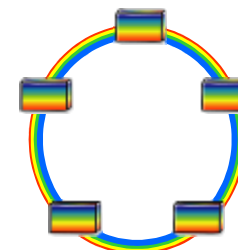
Teljes üzemeltetési ciklus

Tervező eszköz



Tervezés

- n A tervezés eredményeképp kész berendezés konfigurációk
- n Kiszámított optikai paraméterek az üzembe helyezéshez
- n Grafikus tervezői felület



Építés

n Aktuális állapot feltöltése a tervezőbe a következő hálózati bővítéshez

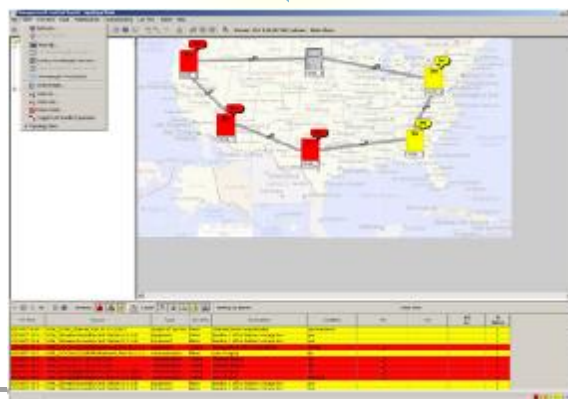


n Működőképes hálózati konfiguráció (terv) alapján

Felügyeleti rendszer

- n Grafikus felület
- n Vég- vég kezelés
- n Szolgáltatás alapú

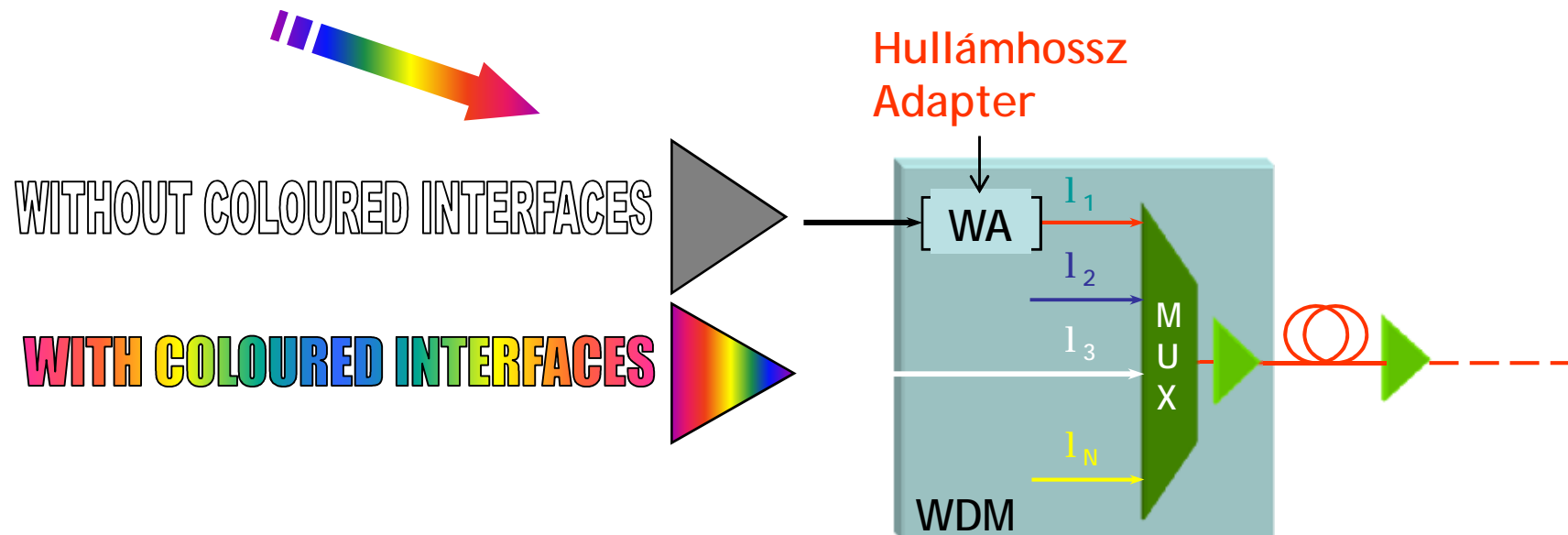
Felügyelet



Tartalom

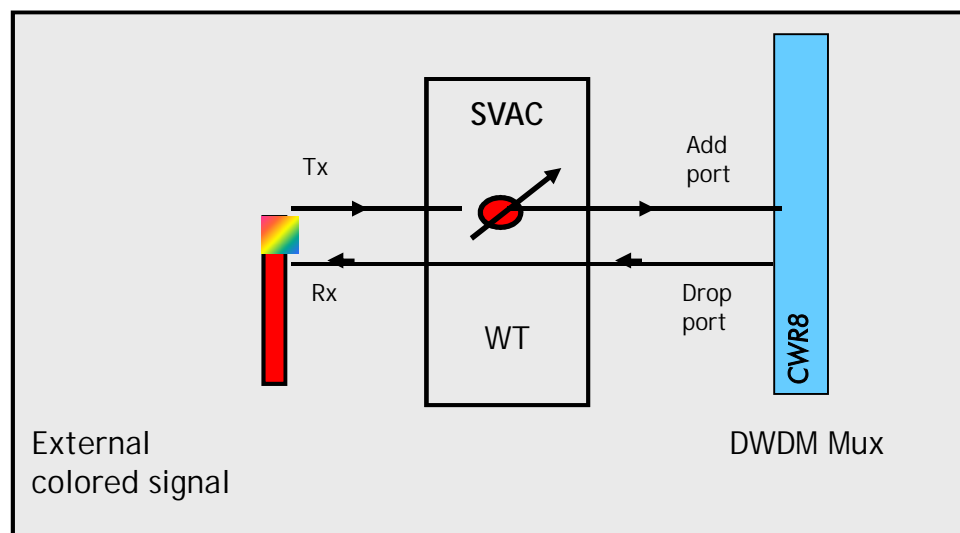
1. Az Új generációs DWDM elhelyezése a távközlési rendszereken belül
2. Az Új generációs DWDM felügyeleti szempontjai
3. WDM szintű összekapcsolódás más rendszerekkel („idegen hullámhosszak”)
4. Magasabb csatornasebességek: 40G, 100G

WDM interfész („színes interfész”) külső eszközben



Külső forrásból származó színezett jelek kezelése

- n A teljes rendszer azonos szinten történő felügyeletének érdekében nem csak a saját transzponderról, de külső színezett forrásból származó jelek is elláthatók egyedi azonosítóval, amely jeleket ennek köszönhetően teljesen azonos módon lehet felügyelni a WDM hálózaton belül. A kódolást ez esetben egy VOA-kat tartalmazó MVAC kártya végzi, a külső jel ezen keresztül csatlakozik a multiplexerhez.



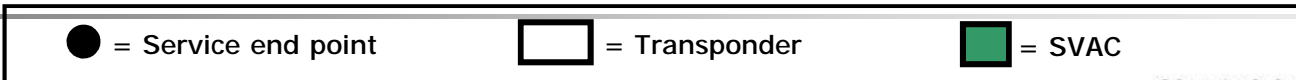
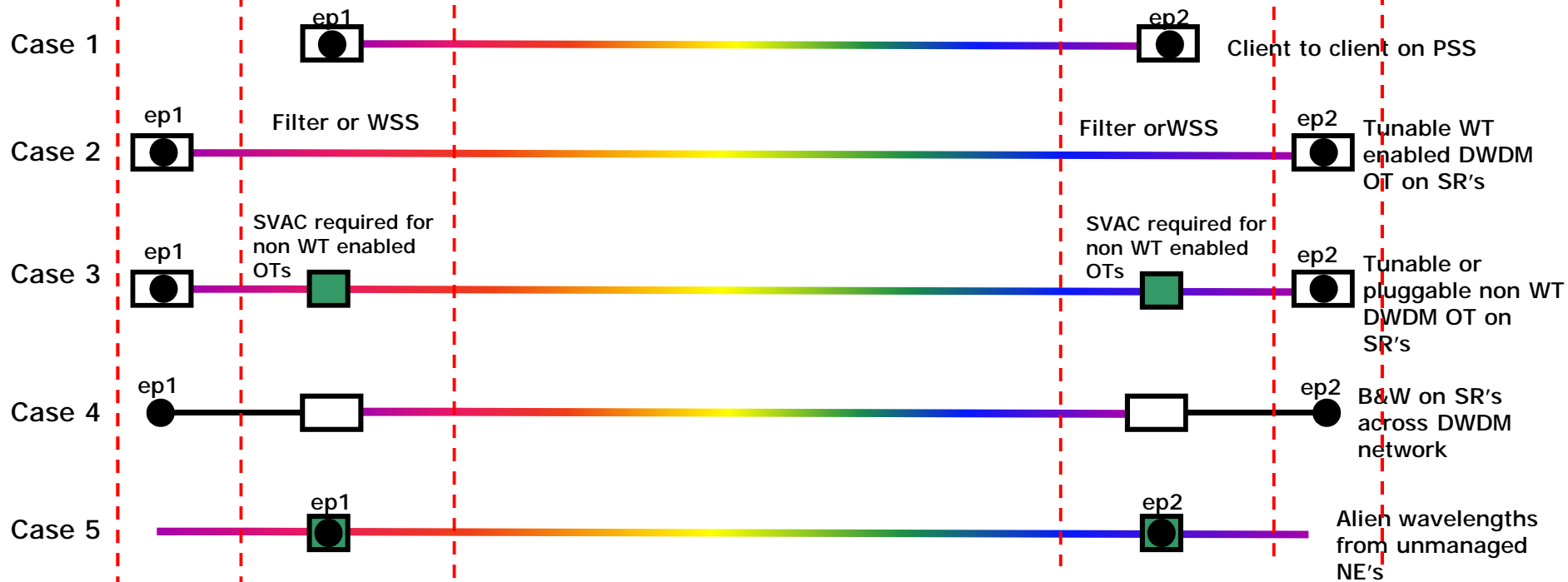
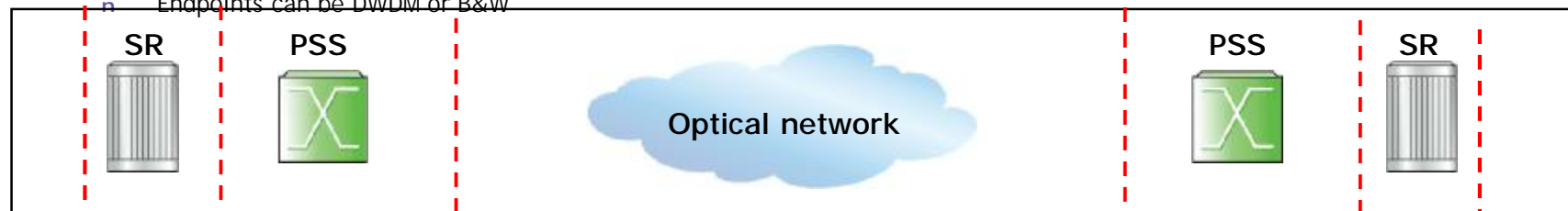
Supported optical wavelength service end points

n Endpoints can be on the SR/ESS or PSS

Note: SR includes 7750, 7450 in 8.0R7 extended to 7705, 7210 in the future (not all node type support all transponders)

n Endpoints can be DWDM tunable or pluggable

n Endpoints can be DWDM or B&W



Tartalom

1. Az Új generációs DWDM elhelyezése a távközlési rendszerekben belül
2. Az Új generációs DWDM felügyeleti szempontjai
3. WDM szintű összekapcsolódás más rendszerekkel („idegen hullámhosszak”)
4. Magasabb csatornasebességek: 40G, 100G



BELL LABS: INNOVATION IS IN OUR DNA

1925



| | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------|------------------|---------------------|--------------------|-----------------|------------------|---------------|------------------|--------------|-----|------------|
| Connecting the Globe | | | | | | | | | | | |
| | TV Transmission | Cellular Concept | Laser | Telstar | Lightwave | Digital Cellular | DWDM | RAMAN Amplifiers | BLAST (MIMO) | BSR | LightRADIO |
| Managing Information | | | | | | | | | | | |
| | FAX | Sound Movies | Digital Computation | Information Theory | Text-to-Speech | UNIX | C | HDTV | Security | | |
| Sustaining Humanity | | | | | | | | | | | |
| | Artificial Larynx | Solar Cells | CCDs | CAT Scan Algorithm | Functional MRIs | GreenTouch | | | | | |
| Exploring the Universe | | | | | | | | | | | |
| | Wave Matter | Radio Astronomy | Transistor | Big Bang | MBE | DSPs | Atom Trapping | PIC | Quantum | | |

..... Alcatel-Lucent

COPYRIGHT © 2011 ALCATEL-LUCENT. ALL RIGHTS RESERVED.

WDM rendszerek összkapacitásának növelése

WDM rendszerek összkapacitásának növelési lehetőségei:

- n csatornaszám növelése
 - sűrűbb csatornaosztás
 - szélesebb sáv használata
- n csatornánkénti sebesség növelése
- n további fizikai dimenziók bevonása, pl. polarizáció

Csatornánkénti sebesség 10Gb/s fölé növelése

Jóval összetettebb modulációs formák szükségesek, mint 10G-ig

n Eddigi lépések:

- 2,5G: lehető legegyszerűbb NRZ/RZ OOK kódolás
- 10G: szintén OOK de FEC használata 2,5G-vel azonos hatótávolság elérésére

40G átvitel: modulációs formák / 1

Azonos modulációs forma esetén a 40G átvitel jóval érzékenyebb a fizikai hatásokra, mint a 10G:

- n 4x érzékenyebb a zajra
- n 4 x érzékenyebb a polarizációs módus diszperzióra (PMD)
- n 16x érzékenyebb a kromatikus diszperzióra (CD)
- n érzékenyebb az önmaga által okozott (csatornán belüli) nemlinearitásokra is

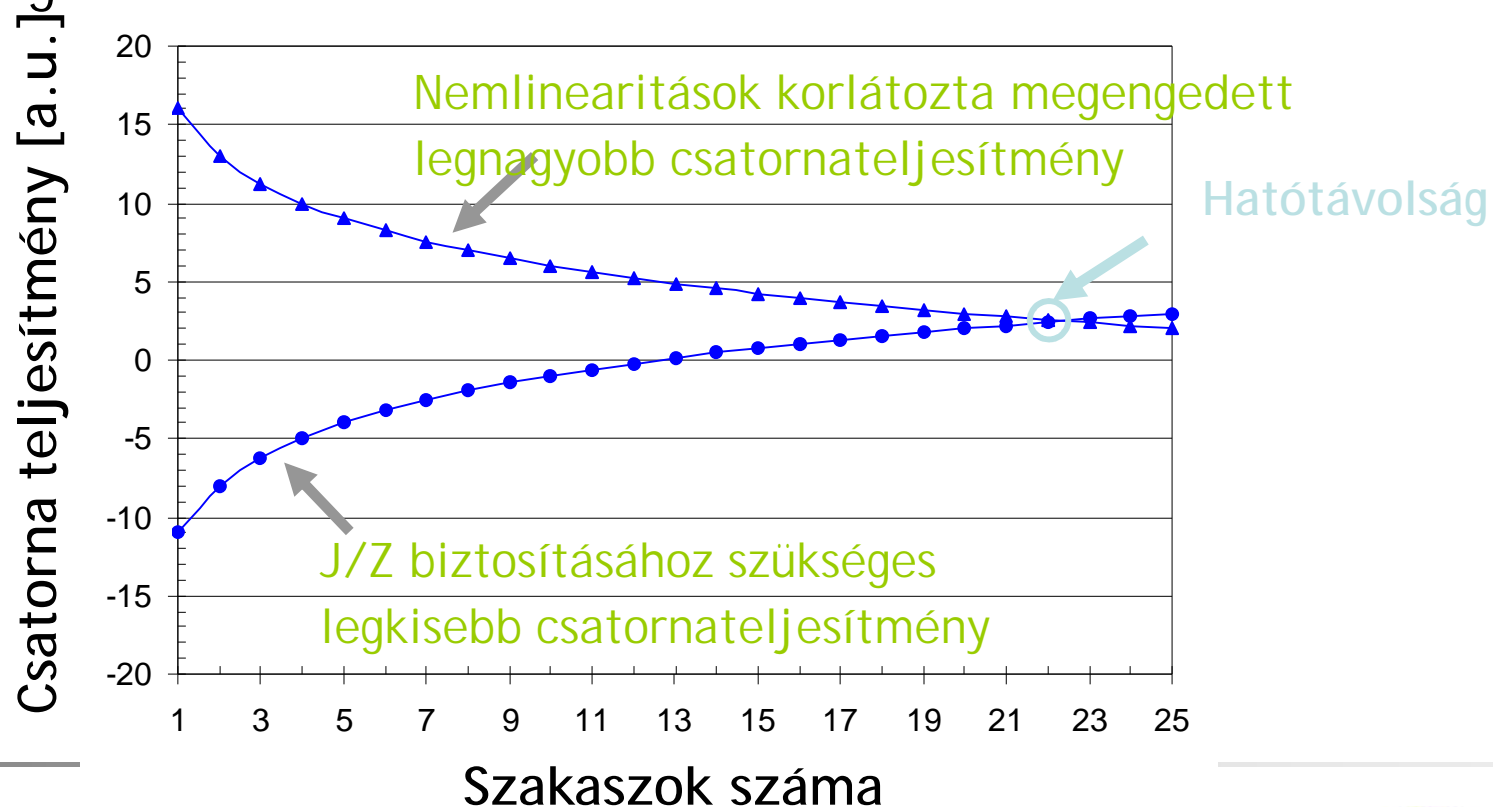
Így, míg 10G esetén az egyszerű NRZ kódolás elegendő még a legtöbb nagytávolságú átvitel megvalósítására is, 40G esetén már hatékonyabb modulációs formák szükségesek a korlátozó tényezők leküzdésére

A szigorúbb feltételek hatékonyabb modulációs formákat kívánnak meg

Korlátozó tényezők

A J/Z tőrés és a nemlinearitások a két kulcs tényező, amely meghatározza az elérhető hatótávolságot:

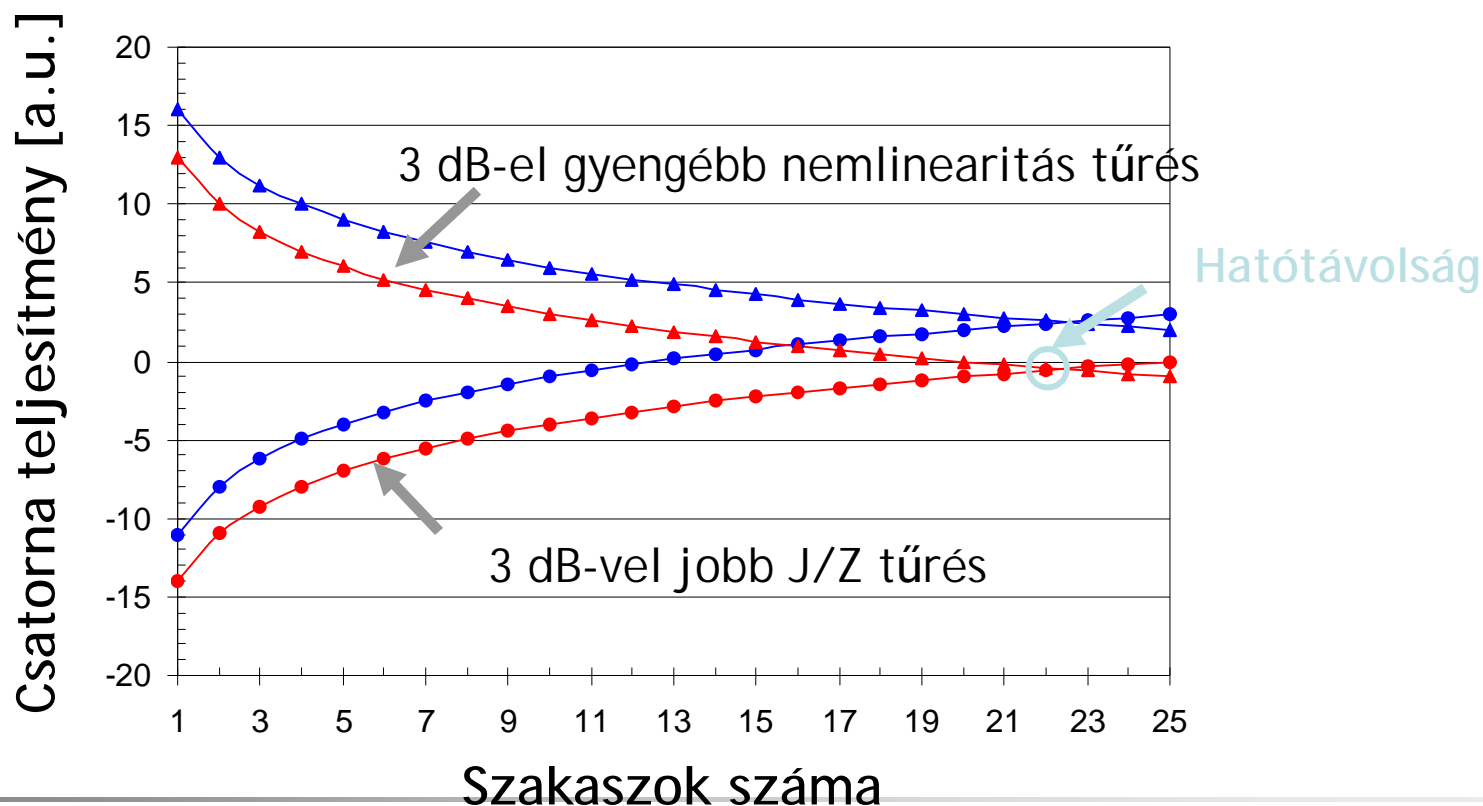
Bármelyikkel szembeni tolerancia növekedés azonos mértékű hatótávolság növekedést tesz lehetővé



Korlátozó tényezők

Ha a J/Z tűrés 3dB-t javul de a nemlinearitásokra 3dB-vel érzékenyebb lesz a rendszer a hatótávolság azonos marad

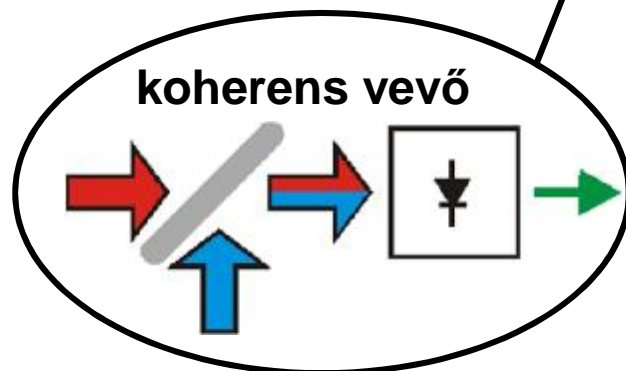
A J/Z tűrés nem az egyetlen, a hatótávolságot meghatározó tényező!



Melyik fizikai tulajdonságot moduláljuk?

Intenzitás

- legkönnyebben modulálható
- use *absorption* or *interference* processes
- legkönnyebben detektálható (közvetlen)

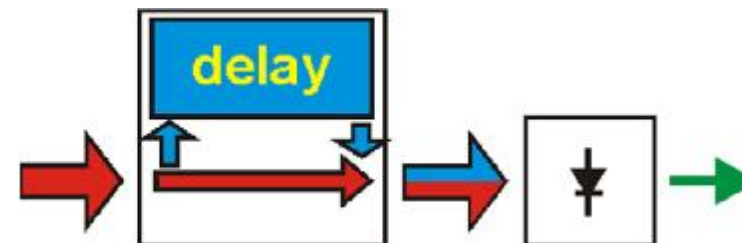


A helyi oszcillátor a fázis referencia

Fázis

- fázis -> amplitudó konverzió a vételnél
- helyi oszcillátor lézer (koherens vétel)
- önreferencia (különbségi moduláció)

közvetlen vétel késleltetővel

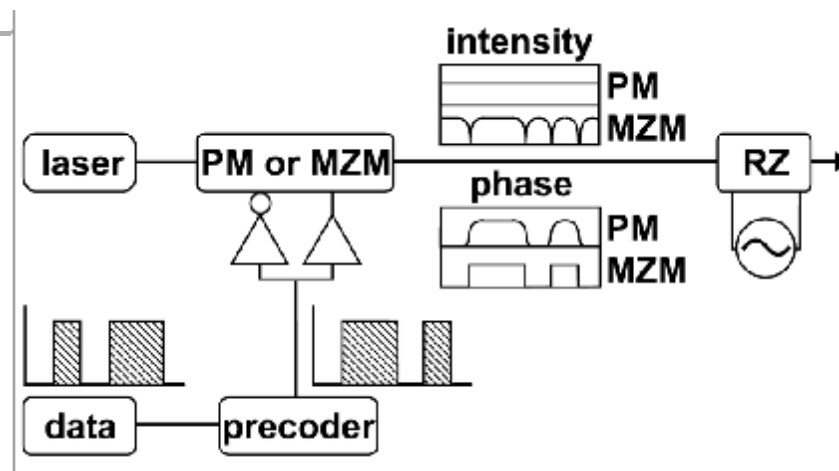


A szomszédos bit a fázis referencia
• a fázisugrás hordozza az információt

Kétállapotú differenciális fázismoduláció (DPSK)

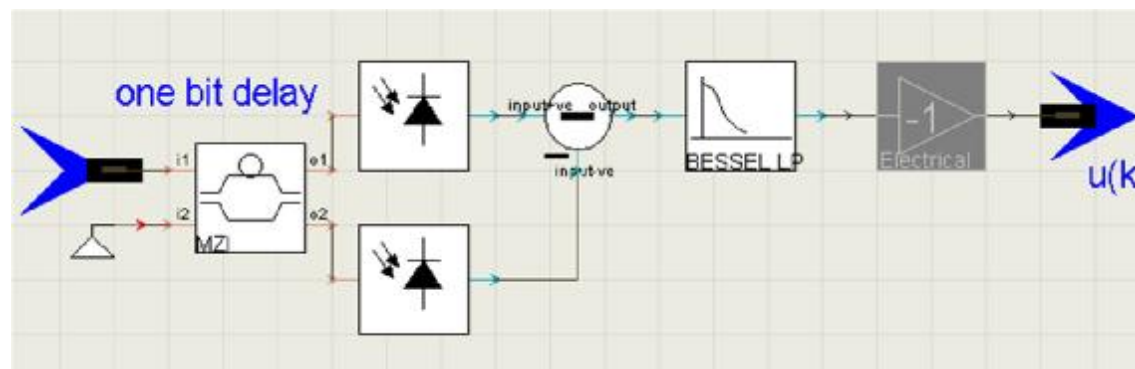
Adó:

A modulátort előkódolt adatfolyammal hajtjuk meg



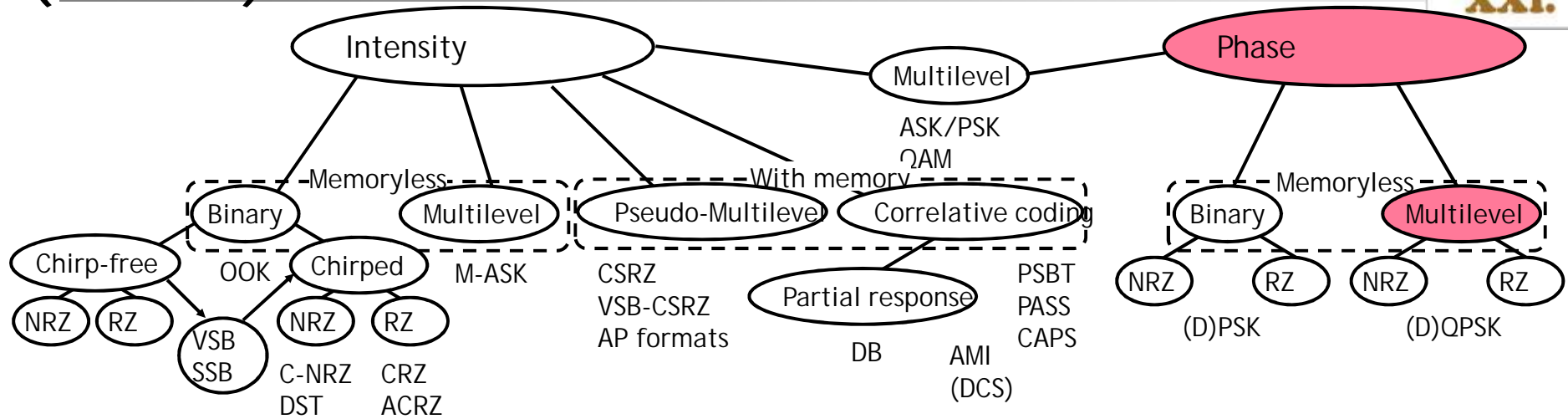
Vevő:

Szimmetrikus vevő egy bitidő késleltetéssel a szomszédos bitek közti különbség detektálása érdekében

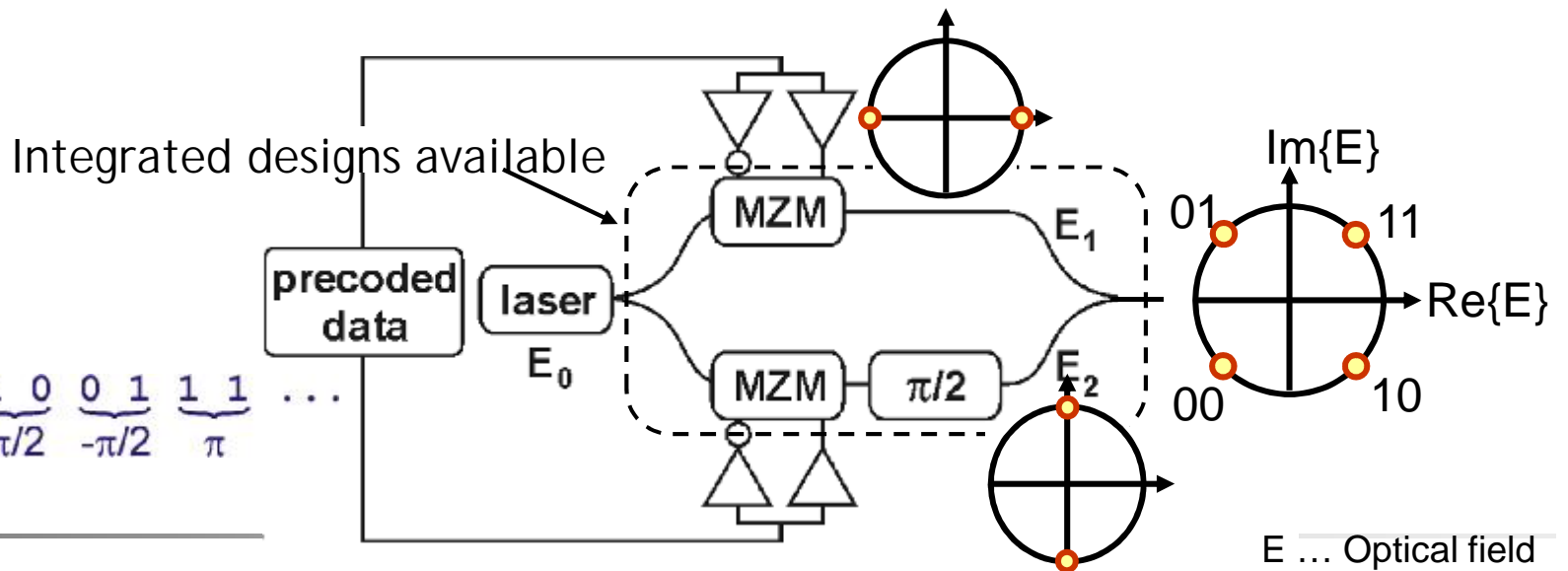


A DPSK ~ 3-dB-el jobb érzékenységet nyújt, mint az OOK (kizárólag szimmetrikus vevő esetén!)

Négyállapotú differenciális fázismoduláció (DQPSK)



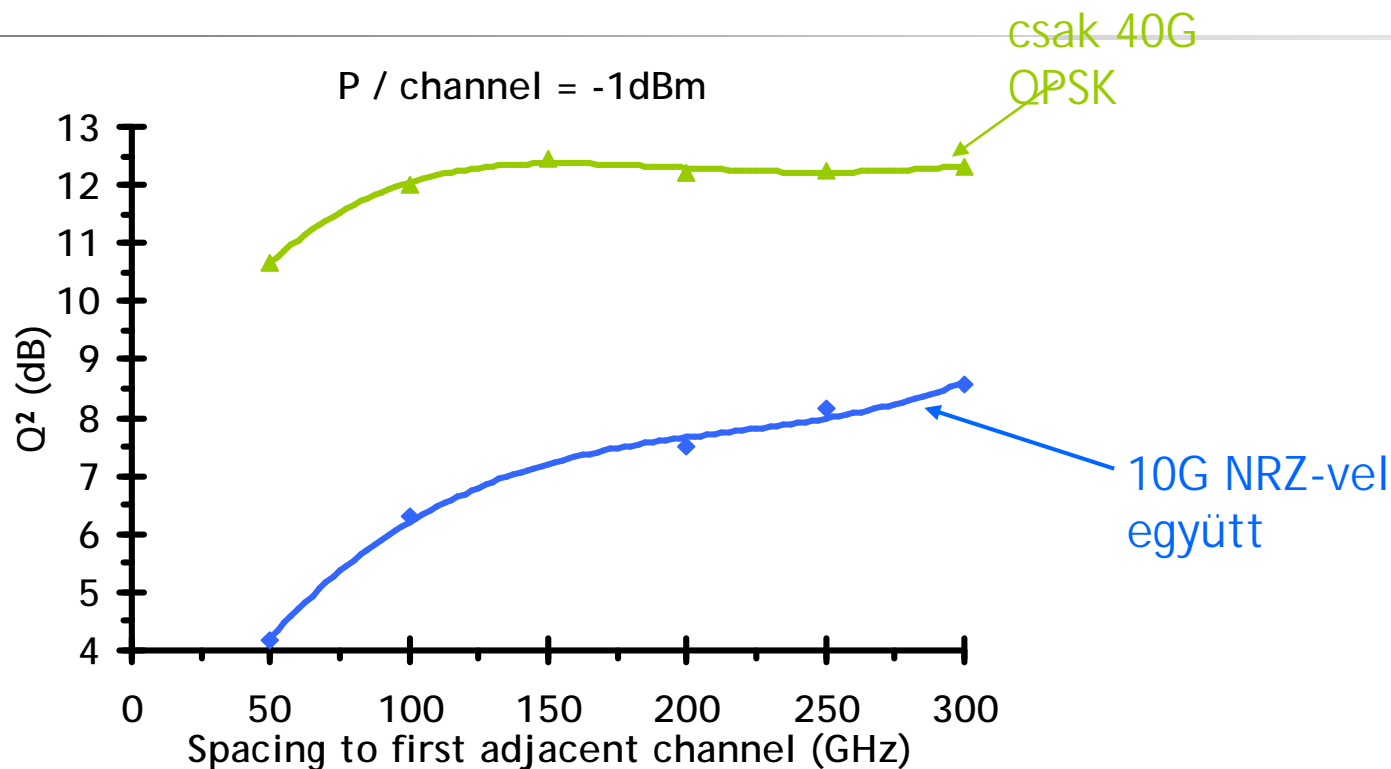
... $\underbrace{00}_0 \underbrace{10}_{\pi/2} \underbrace{01}_{-\pi/2} \underbrace{11}_{\pi}$...



Különböző modulációs módok eszközigénye

| Modulációs forma | Adó | Eszközigény | Vevő |
|------------------|---|-----------------------------|------|
| NRZ-OOK | <p>Data Mach-Zehnder modulator</p> | | |
| Duobinary, PSBT | <p>Precoded Data LP Low pass at ~25% of bit rate (or: use limited modulator bandwidth) Mach-Zehnder modulator</p> | | |
| (RZ-)DPSK | <p>Precoded Data Clock Pulse carver</p> | <p>Delay interferometer</p> | |
| (RZ-)DQPSK | <p>Precoded Data Control pi/2 Pulse carver (RZ)</p> | <p>OR:</p> | |

10G és 40G együttes átvitele

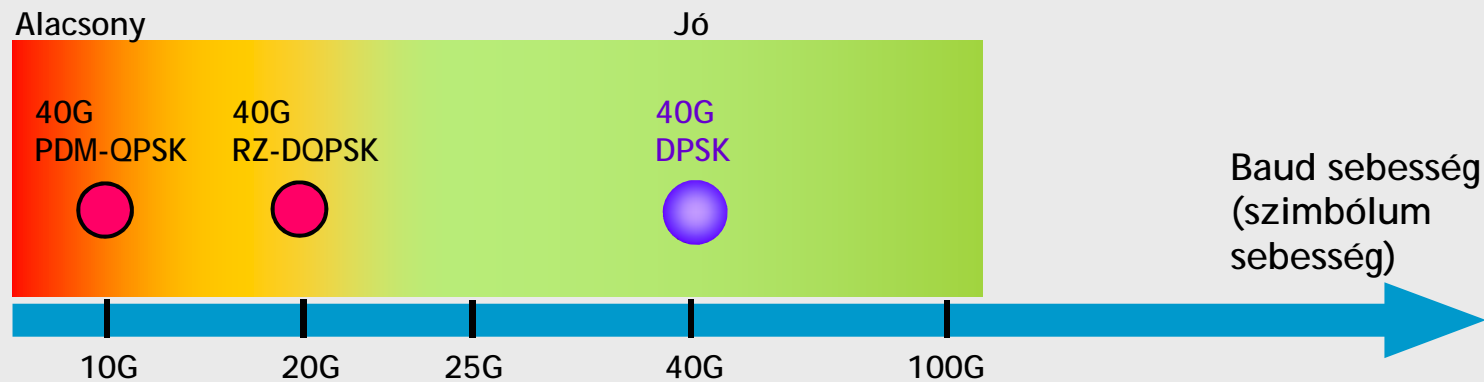


- § Jelentős hatás még nagy csatornatávolságok esetén is
 - csatornatávolság további növelése rontja az összkapacitást
 - A nemlineáris egymásra hatások miatt kritikus a 10G - 40G együttes átvitel

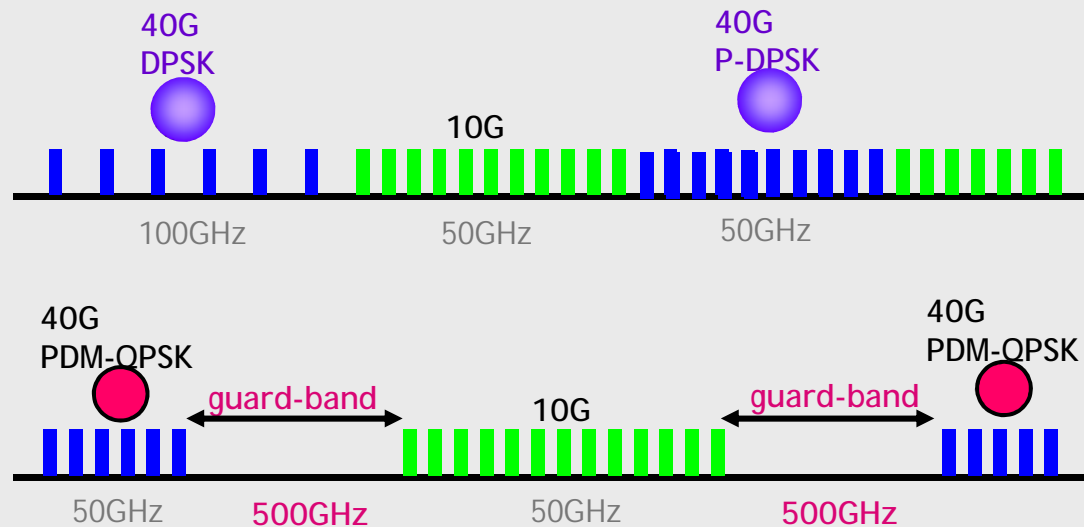
→ ~~QPSK érzékenyebb, mint a DPSK~~

10G kompatibilitás és megoldások

10G kompatibilitás

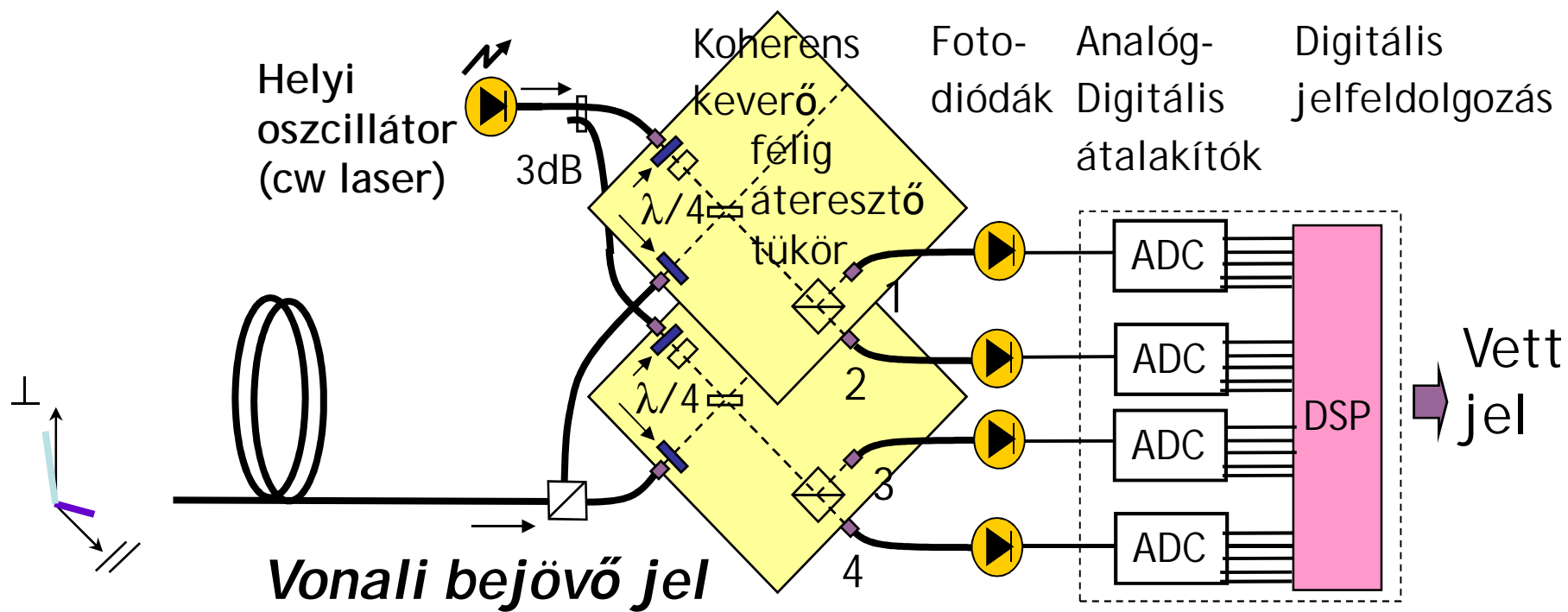


Csatornák elhelyezése

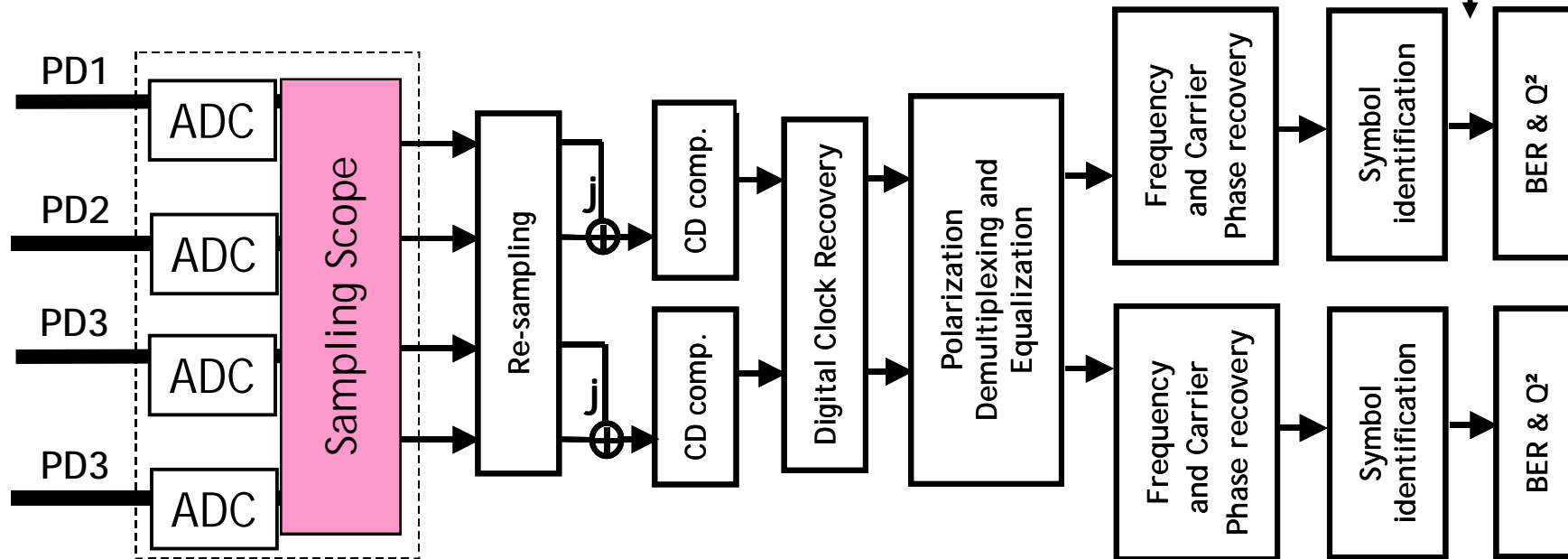
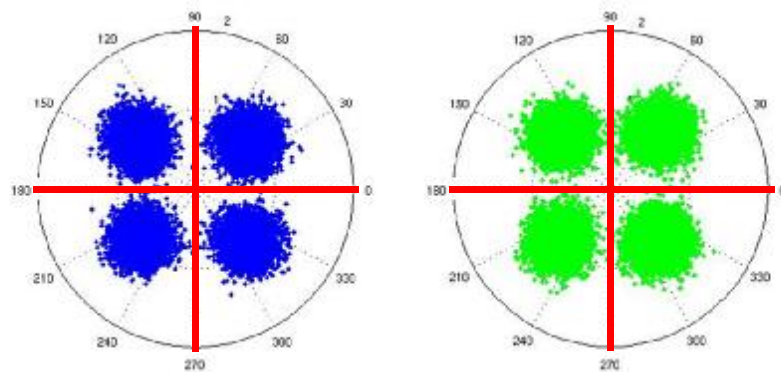


Koherens vétel

Koherens rendszer



Digitális jelfeldolgozás



Összegzés



1.

- a WDM messze a legnagyobb kapacitást nyújtó távközlési technológia, így a gerinchálózat alapja
- funktionalitásában közelít az elektronikus technológiákhoz, de még nem érte azt el
- az Új generációs WDM elérte azt a szintet, hogy már ténylegesen hálózatról beszélhessünk

2.

- az összetettebb hálózati felépítés mindenképp topológia és vég-vég ismerettel rendelkező hálózat menedzsment szintet követel meg
- lényeges az összeköttetések fizikai szintű beazonosítása és nyomon követése, amelyet a Wavelength tracker tesz lehetővé

3.

- WDM interfészek elhelyezhetők a kapcsolódó eszközökben (pl. router) is, ebben az esetben a WDM transzponder megtakarítható, azonban a felügyelhetőséget biztosító fogadó modul (SVAC) szükséges

4.

- rendszer összkapacitás növelés leghatékonyabb módja a csatornasebesség növelése
- határvonal a 40G: innen kizárólag jóval összetettebb átviteli formák alkalmasak
- koherens vétel és DSP nagyságrendi javulást eredményez mind hatótávolságban mind zavartűrésben

The background is a deep blue color with a fine, light-colored grid pattern. Overlaid on this grid are several soft, glowing light streaks and curved lines that create a sense of motion and depth. The overall aesthetic is clean, modern, and technological.

www.alcatel-lucent.com