HBONE WORKSHOP 2025

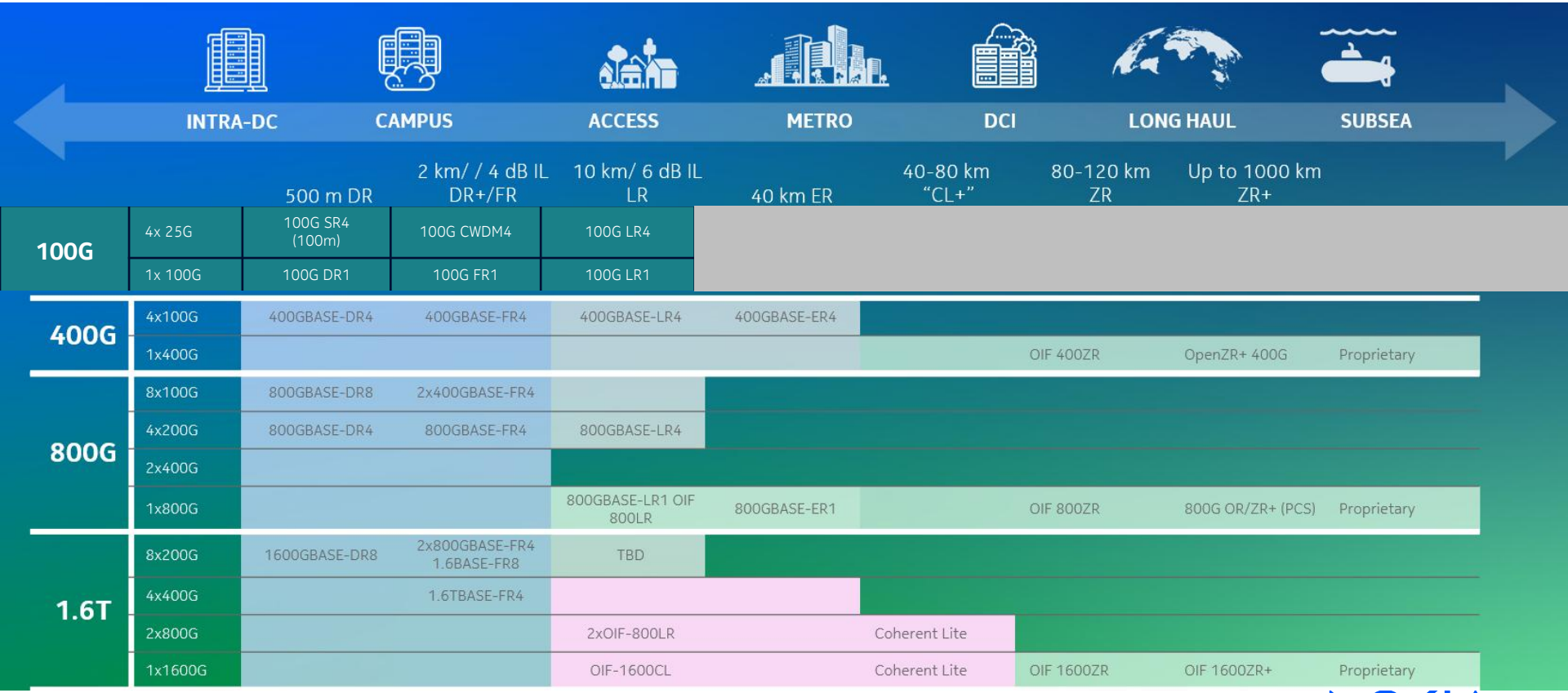
Nagysebességű interfészek és modulok LAN és WAN oldalon

Barta Péter
Nokia

2025. november 12.

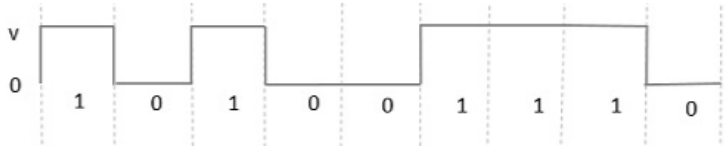
Balatongyörök

Interfészek

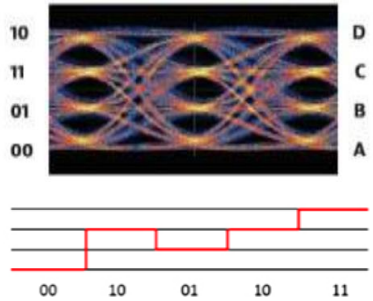


Fizikia jelátviteli módok

Modulációk, kódolások

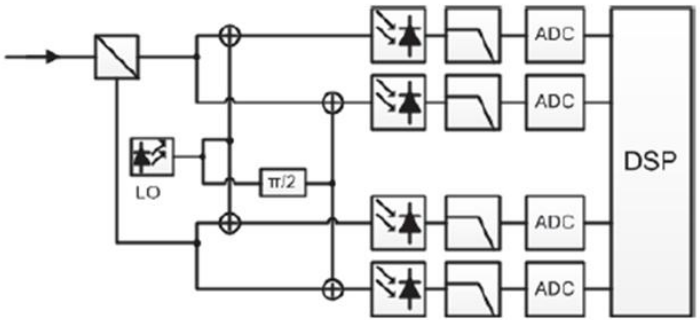


NRZ
(amplitudó moduláció)
1x jelállapot = 1 bit



PAM4
(amplitudó moduláció)
1x jelállapot = 2 bit

Jelállapot sebessége: Baud



Koherens
(fázis moduláció)

Modulációtól függően:

QPSK 1x jelállapot = 2 bit
QAM8 1x jelállapot = 3 bit
QAM16 1x jelállapot = 4 bit
stb.

Lehetséges sebességek

Amplitudó moduláció: 50Gbaud

Fázis moduláció: 100GBaud+ (fejlett chip technológia, 7nm, 5nm, 3nm, ...)

NRZ: 50GBaud = 50Gbit

PAM4: 50GBaud = 100Gbit

Koherens:

QPSK: 50GBaud = 100Gbit, 100GBaud = 200Gbit

QAM8: 50GBaud = 150Gbit, 100GBaud = 300Gbit

QAM16: 50GBaud = 200Gbit, 100GBaud = 400Gbit

Hatótávolság

Két tényező:

- Vételi érzékenység
- Jel/Zaj viszony

Egyes modulációnál:

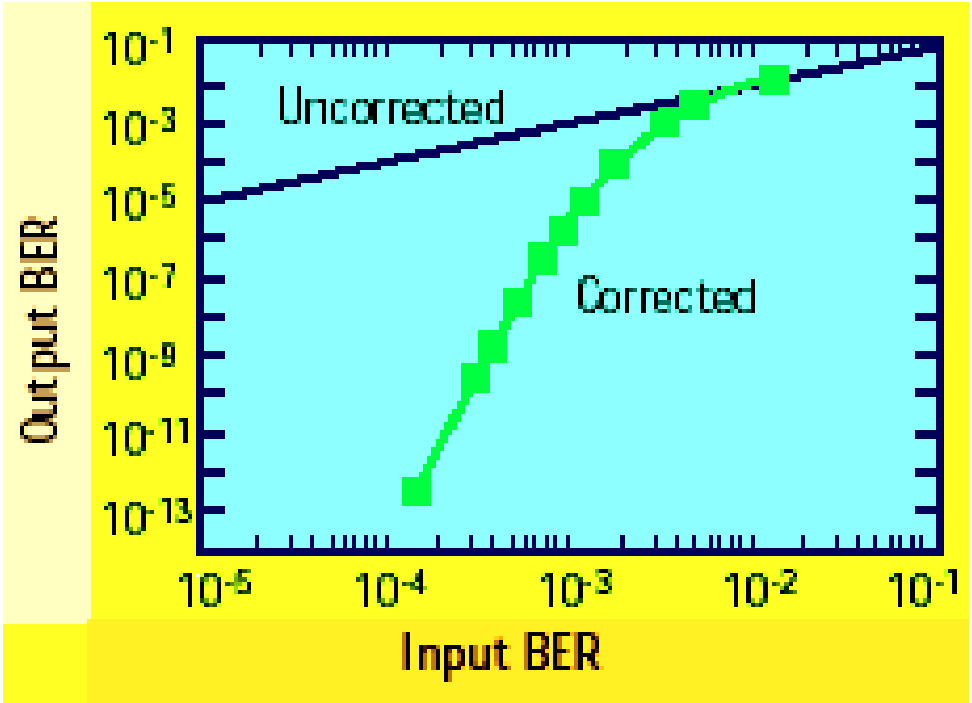
NRZ: vételi érzékenység

PAM4: vételi érzékenység

Koherens: J/Z, vételi érzékenyég

Forward Error Correction (FEC)

WAN megoldás LAN oldalon is



Egyre több állapotú moduláció egyre zavarérzékenyebb: hibajavítás (FEC) kell.

J/Z
egyenértékű
javulás (coding
gain): 5…8 dB

(alkalmazott FEC típustól függően)

Nagysebességű (főbb) modul típusok

QSFP28

3,5W

NRZ
4x 25G=100G

QSFP-DD

12W

NRZ/PAM4/DCO
8x50G/4x100G=400G
DCO: 1x 400G

OSFP

20W

PAM4/DCO
8x100G=800G
DCO: 1x 800G

CFP2

30W

NRZ/PAM4/DCO

100G interészek (teljesség igénye nélkül)

FEC: opcionális kis távolságoknál (LAN)

SR4	NRZ	4x 25G	MPO	850nm	70/100m	QSFP28	LAN
CWDM4	NRZ	4x 25G	LC	1310nm	2km	QSFP28	LAN
LR4	NRZ	4x 25G	LC	1310nm	10km	QSFP28	LAN
ER4	NRZ	4x 25G	LC	1310nm	40km	QSFP28	LAN/WAN
ZR4	NRZ	4x 25G	LC	1550nm	80km	QSFP28	LAN/WAN
DR1	PAM4	1x 100G	LC	1310nm	500m	QSFP28	LAN
FR1	PAM4	1x 100G	LC	1310nm	2 km	QSFP28	LAN
LR1	PAM4	1x 100G	LC	1310nm	10 km	QSFP28	LAN
ZR	DCO	1x 100G	LC	1550nm	80km/WDM	QSFP28	WAN

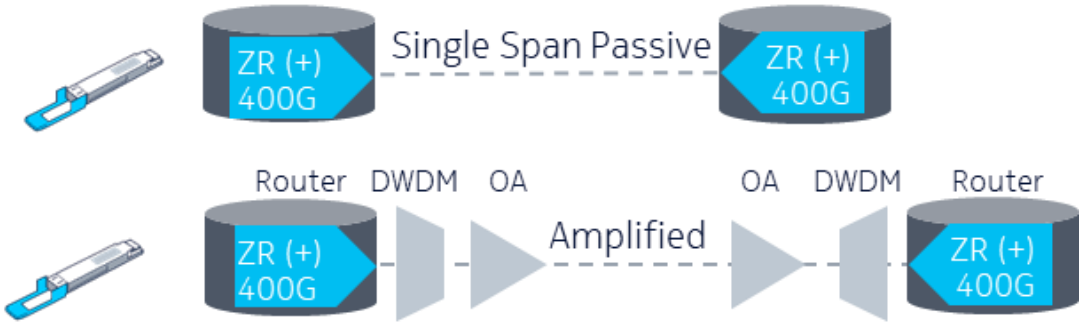
400G interészek (teljesség igénye nélkül)

FEC: mindig van

FR4	PAM4	4x 100G	LC	1310nm	2 km	QSFPDD	LAN
LR4	PAM4	4x 100G	LC	1310nm	10km	QSFPDD	LAN
ER8	PAM4	8x 50G	LC	1310nm	40km	QSFPDD	LAN/WAN
ZR	DCO (QAM16)	1x 400G	LC	1550nm	80km/WDM	QSFPDD	WAN
ZR+	DCO	1x 200-400G	LC	1550nm	80km/WDM	QSFPDD	WAN
ZR+ 0dBm	DCO (nagy adásszint)	1x 200-400G	LC	1550nm	80km/WDM	QSFPDD	WAN

Erősített 100G / 400G ZR (+)

WAN alkalmazás: sötétszál, DWDM



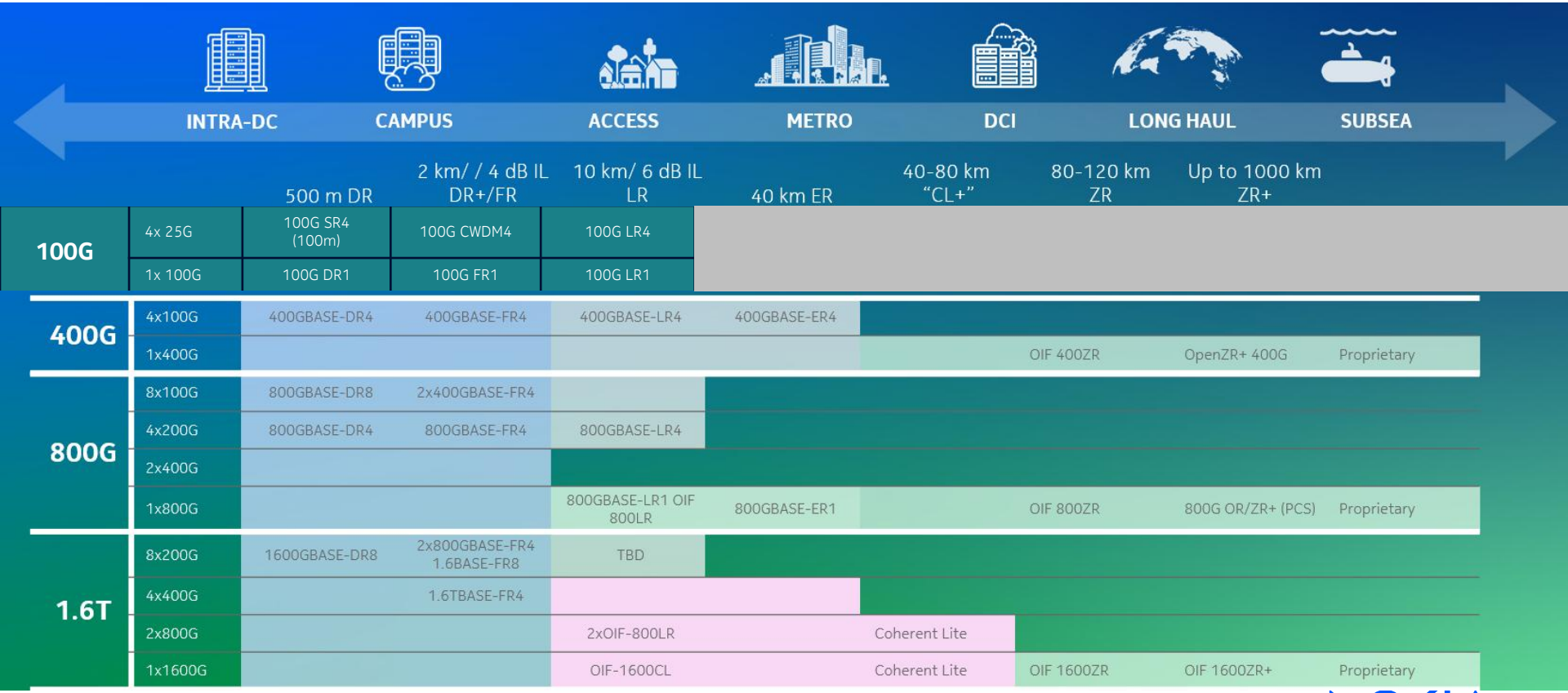
60 – 80km sötétszálon

Erősített:

100G ZR: ~300km
400G ZR: 120km
400G ZR+: 3 – 400km

ZR+: gyártóspecifikus FEC szabvány FEC mellett -> megnövelt hatótávolság

Interfészek




NOKIA

Copyright and confidentiality

Document ID