



Valokaapeliverkon mitoitus

Suomen Seutuverkot ry – kevätseminaari
Silja Symphony 24-26.3.2009

Eino Jauhiainen

Nestor Cables - Perustietoa

- Nestor Cables Oy valmistaa ja myy sekä optisia että kuparijohtimisia tietoliikenne-, teollisuus- ja erikoiskaapeleita
- Kaapelitehdas Oulussa otettu käyttöön 2008
- Myynti ja markkinointi Espoossa



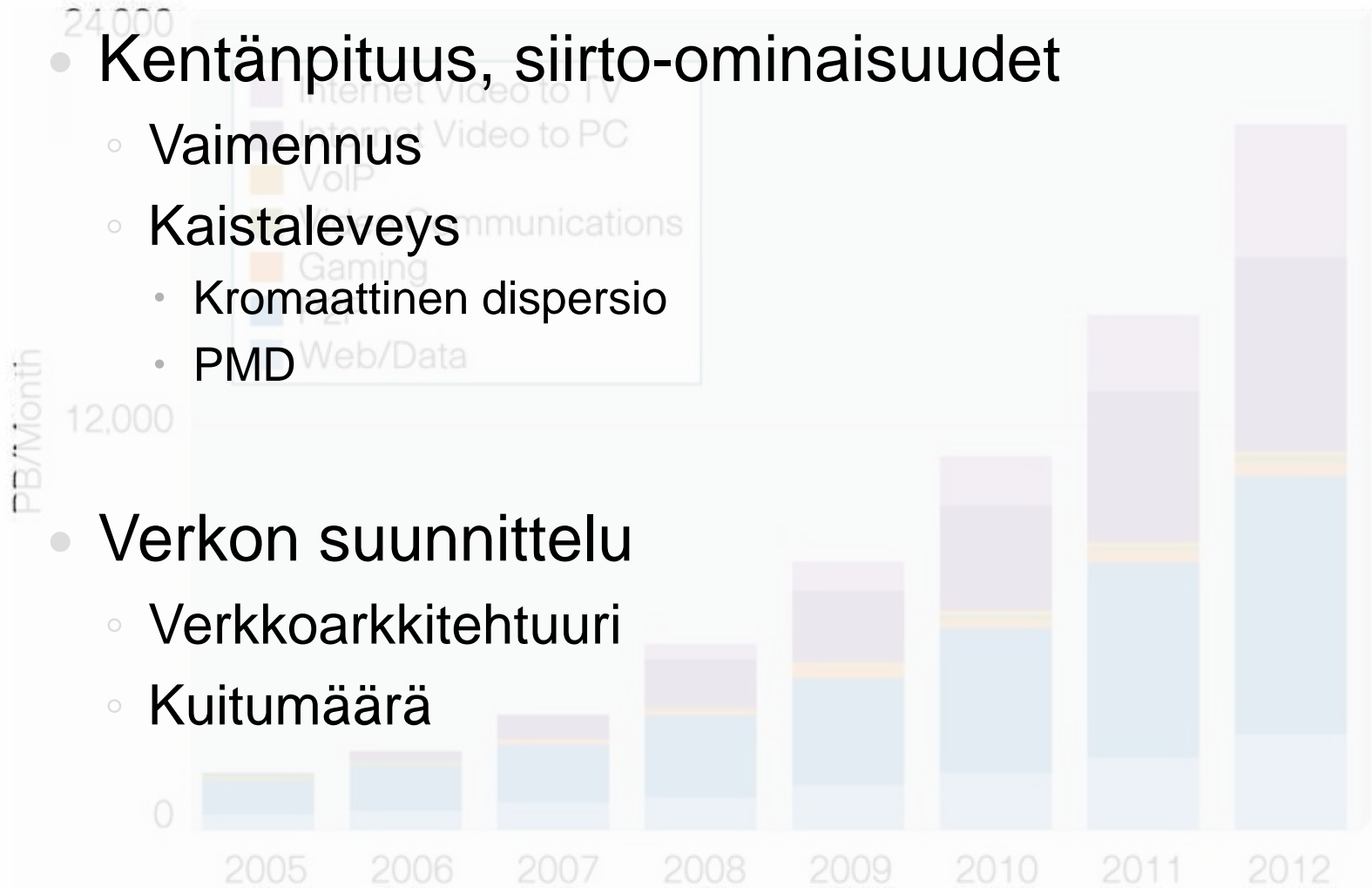
Euroopan aluekehitysrahasto EAKR ja Pohjois-Pohjanmaan TE-keskus ovat myöntäneet Nestor Cablesin tehdashankkeelle investointitukea ja Finnvera Oyj on osallistunut sen rahoitukseen.



Sisältö

- Kentänpituus, siirto-ominaisuudet

- Vaimennus
- Kaistaleveys
 - Kromaattinen dispersio
 - PMD



- Verkon suunnittelu

- Verkkoarkkitehtuuri
- Kuitumäärä

Kaapelin keskeisimmät vaatimukset

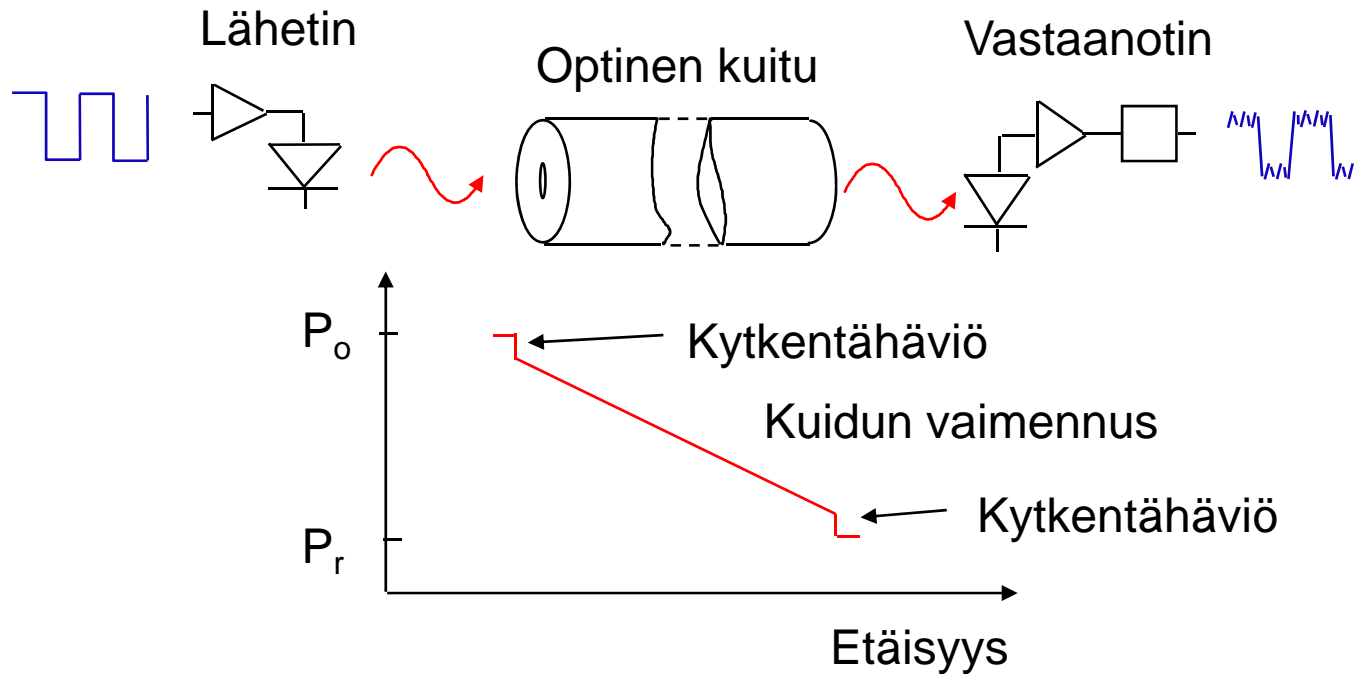
- Mekaaniset vaatimukset
 - Vetolujuus
 - Isku- ja puristuslujuus
 - Taivutusominaisuudet
- Kaapelin koko
- Vesitiiveys
- Lämpötilakäyttäytyminen
- Palo-ominaisuudet
- Haaroitettavuus
- Liittimien asennettavuus

Asennustekniikka

Ympäristöolosuhteet

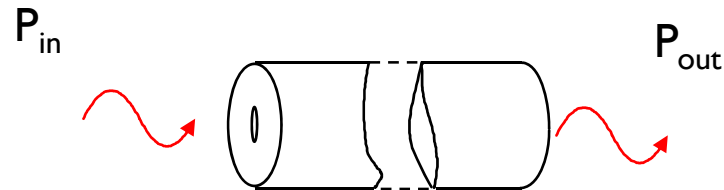
Verkon rakenne

Periaate



Kentänpituus – siirto- ominaisuudet

Vaimennus (määritelmä)

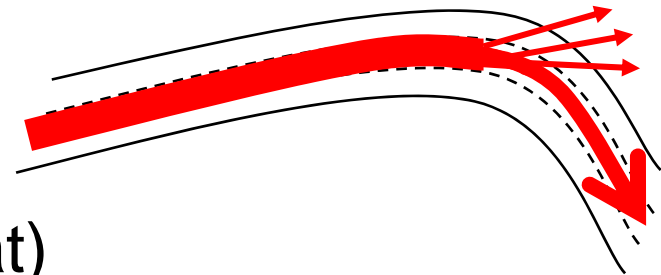
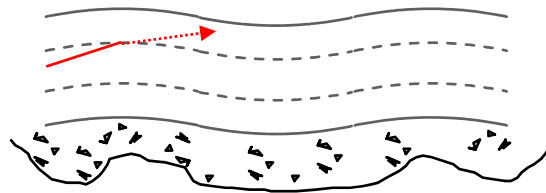


$$\text{Kuidun vaimennus (dB)} = 10 \log \frac{\text{Kuituun kytkeytyvä teho}}{\text{Kuidusta ulostuleva teho}}$$

$$= 10 \log \frac{P_{in}}{P_{out}}$$

Vaimennusmekanismit

- Kuidun sisäiset
 - Materiaali ja kuidun rakenne
- Kuidun ulkoiset
 - Mikrotaipumat
 - Yleisin vaimennuskasvun aiheuttaja asennus- ja käyttöolosuhteissa (puristus, lämpötilan vaihtelut)

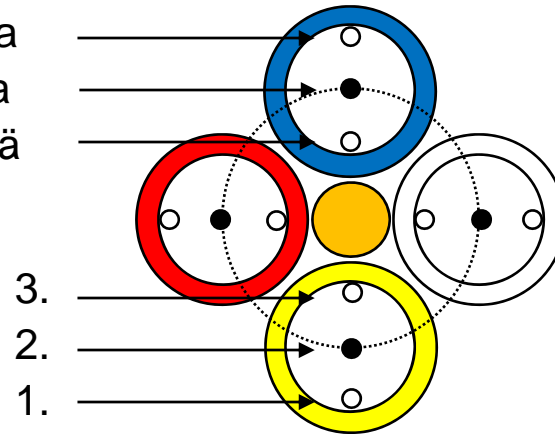


- Taivutus (makrotaipumat)
- (Vetyabsorptio)

Vaimennusmekanismeista putkipäällysteisessä kaapelissa

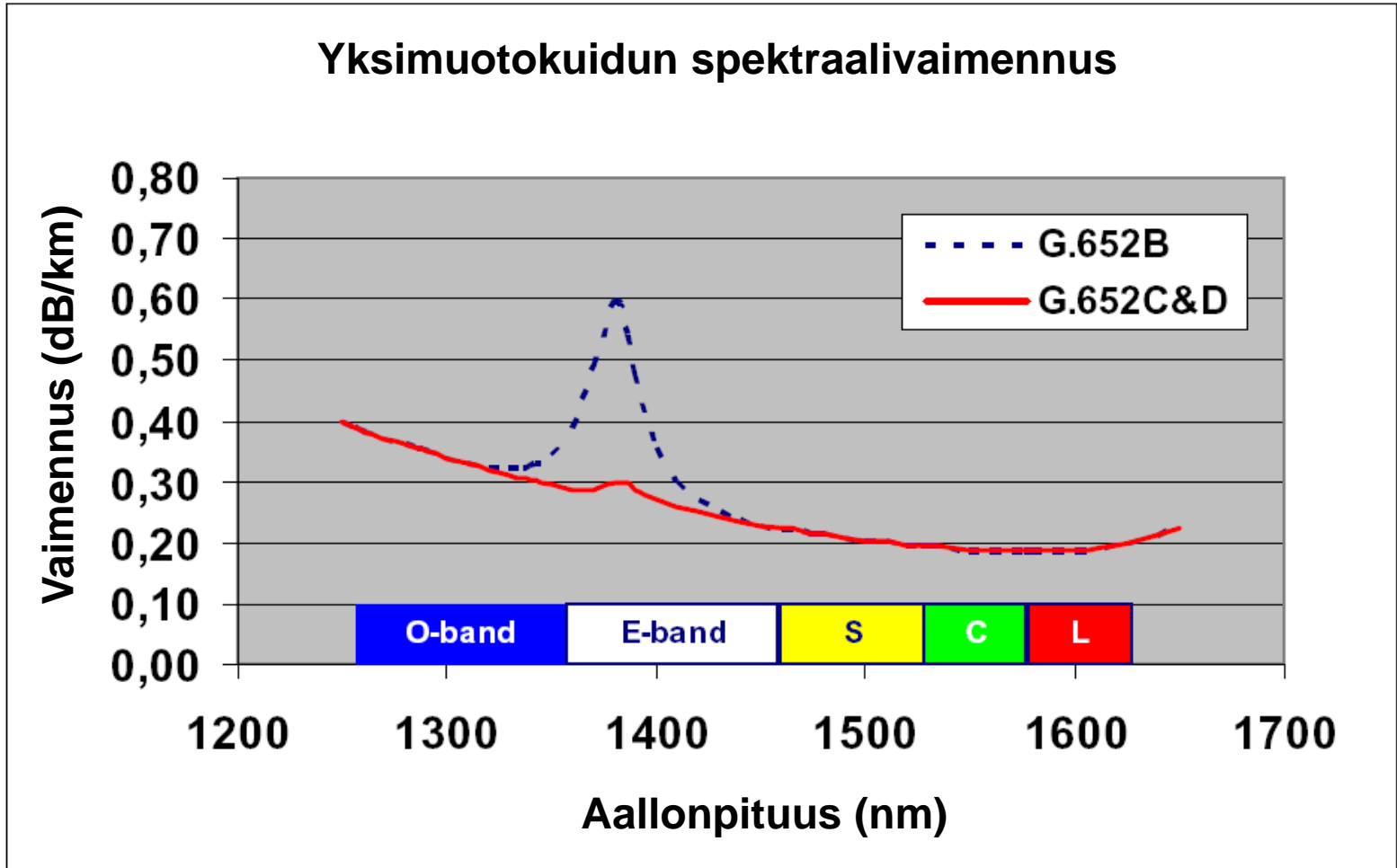


1. Kaapeli kutistuneena
2. Kuidun alkuperäinen asema
3. Kaapeli venytyksessä



- Erittäin hyvä mekaaninen suoja kuiduille
- Kaapelirakenne mahdollistaa kuitujen helpon haaroittamisen/kylkioton. HUOM: kun spesifioitu

Kuidun vaimennus

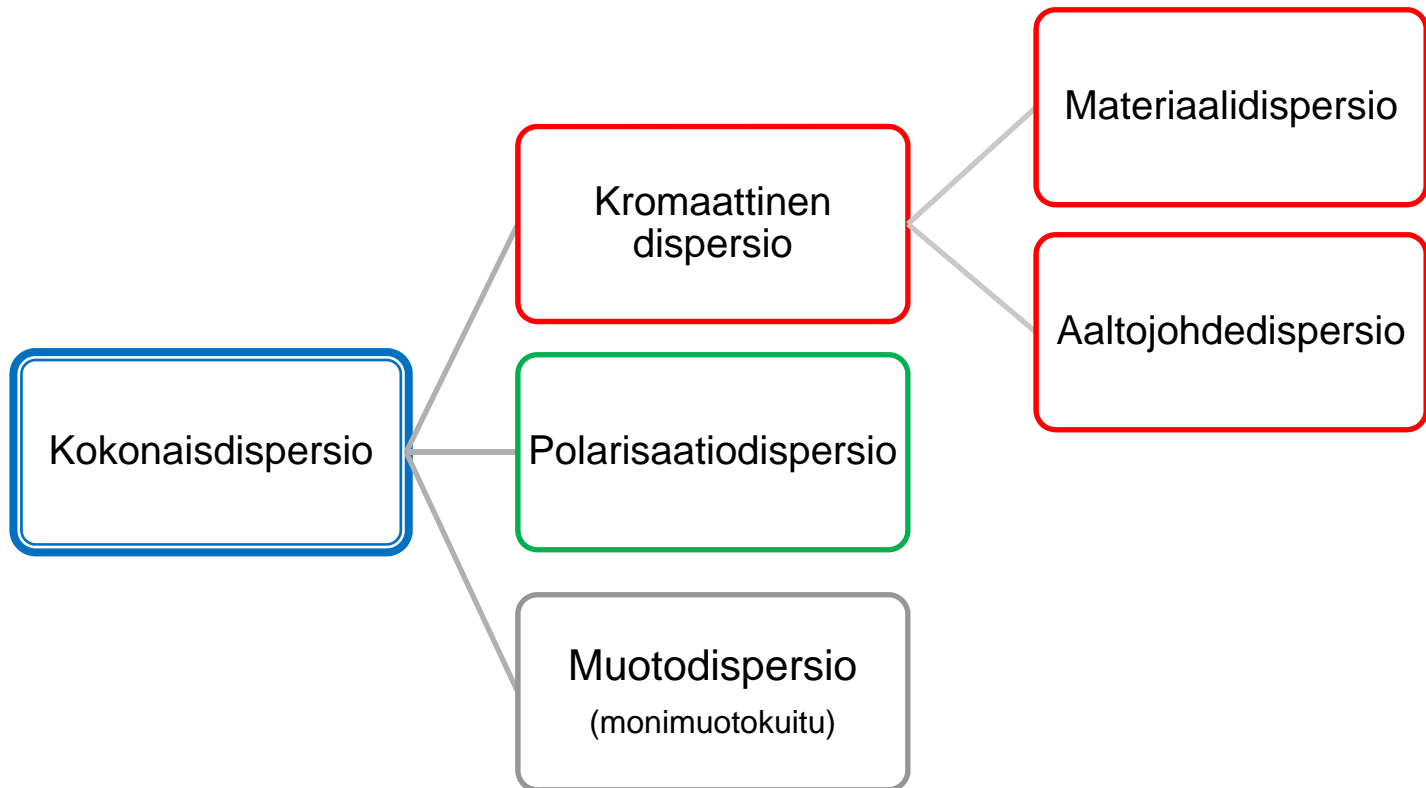


Vaimennusmitoitus

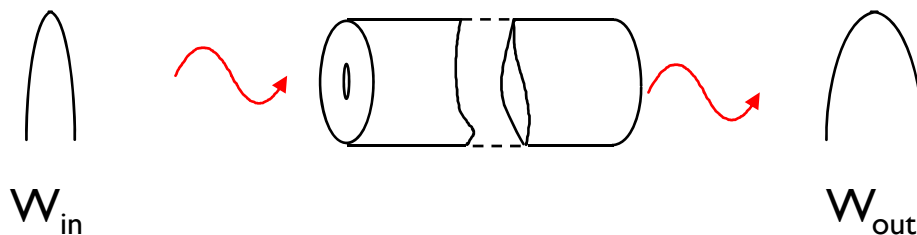
$$A = \alpha \cdot L + \alpha_s \cdot x + \alpha_c \cdot y$$

A	Yhteyden kokonaisvaimennus, dB
α	Kuidun vaimennus, dB/km
L	Kuidun pituus, km
α_s	Jatkosvaimennus, dB
x	Jatkosten lukumäärä
α_c	Liitinvaimennus, dB
y	Liitinten lukumäärä

Dispersio



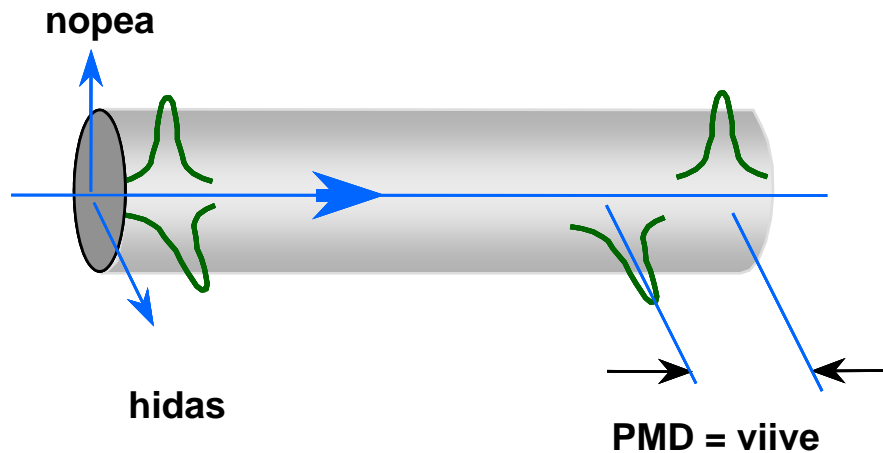
Kromaattinen dispersio



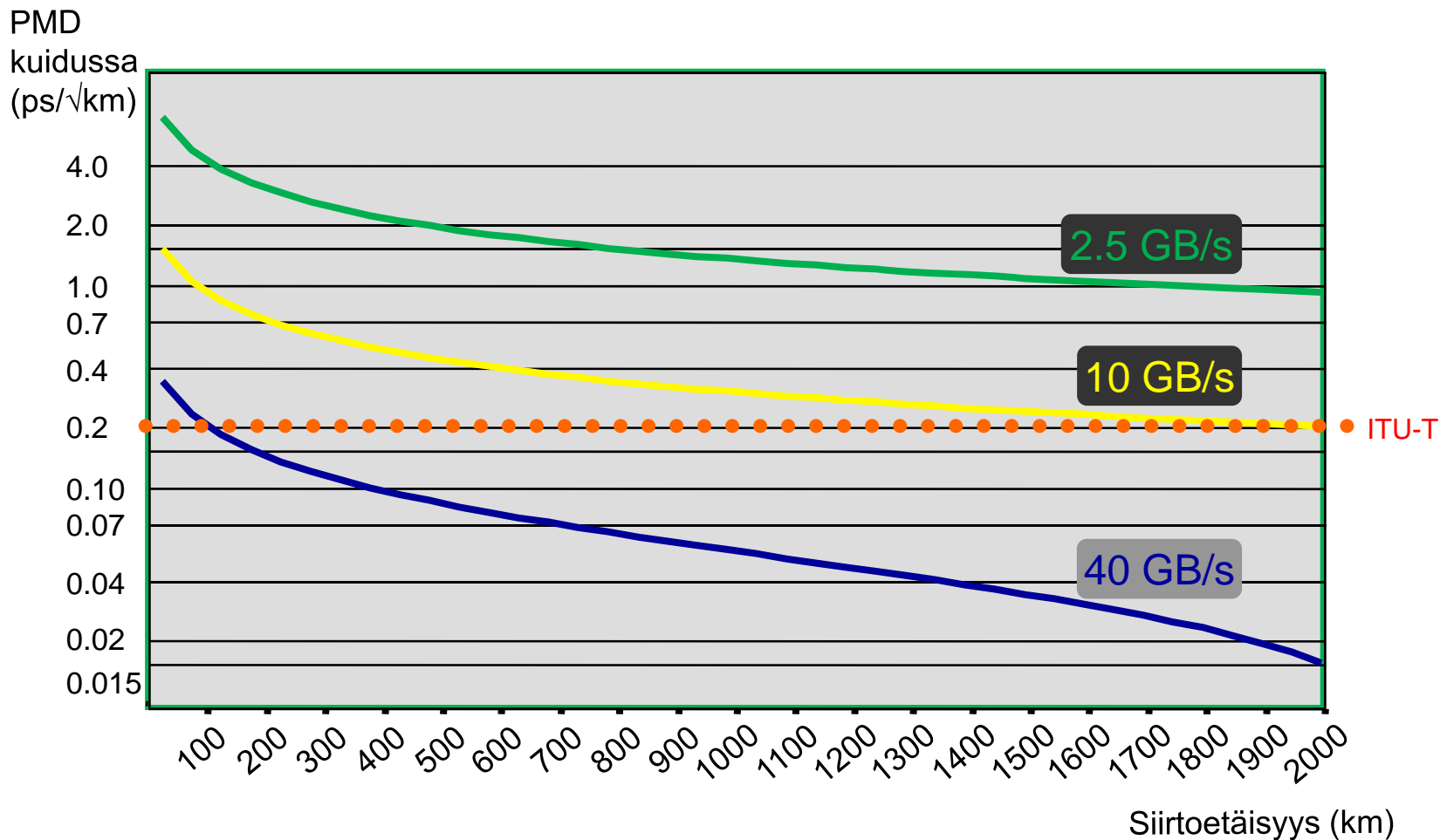
- Kromaattinen dispersio merkittävin dispersion aiheuttaja yksimuotokuiduilla
- Eri aallonpituuksilla on eri etenemisnopeus kuidussa
- Yksikkö: ps/(nm· km)
- Vaikutusta voidaan pienentää käyttämällä mahdollisimman tarkasti yhtä 'väriä' lähettävää lähetintä
- Stabiili ilmiö – voidaan kompensoida

Polarisaatioidispersio

- Aiheutuu kuidun kahtaistaittavuudesta
- Eri polarisaatiotilat etenevät eri nopeuksilla
- Ei esiinny 'ideaalisessa' (pyöreässä, jännityksettömässä) kuidussa
- Ilmoitetaan yleensä keskiarvona ($\text{ps}/\sqrt{\text{km}}$)



Siirtojärjestelmien PMD rajoitus



Yksimuotokuitujen ominaisuudet

	G.652.D	G.657.A	G657.B
Vaimennus •1310-1625 nm •1550 nm	< 0,4 dB/km < 0,3 dB/km	< 0,4 dB/km < 0,3 dB/km	< 0,5 dB/km < 0,3 dB/km
Kromaattinen dispersio • λ_0 • S_{0max}	1300 – 1324 nm 0,092 ps/nm ² x km	1300 – 1324 nm 0,092 ps/nm ² x km	----- -----
PMD	0,20 ps/ \sqrt km	0,20 ps/ \sqrt km	-----

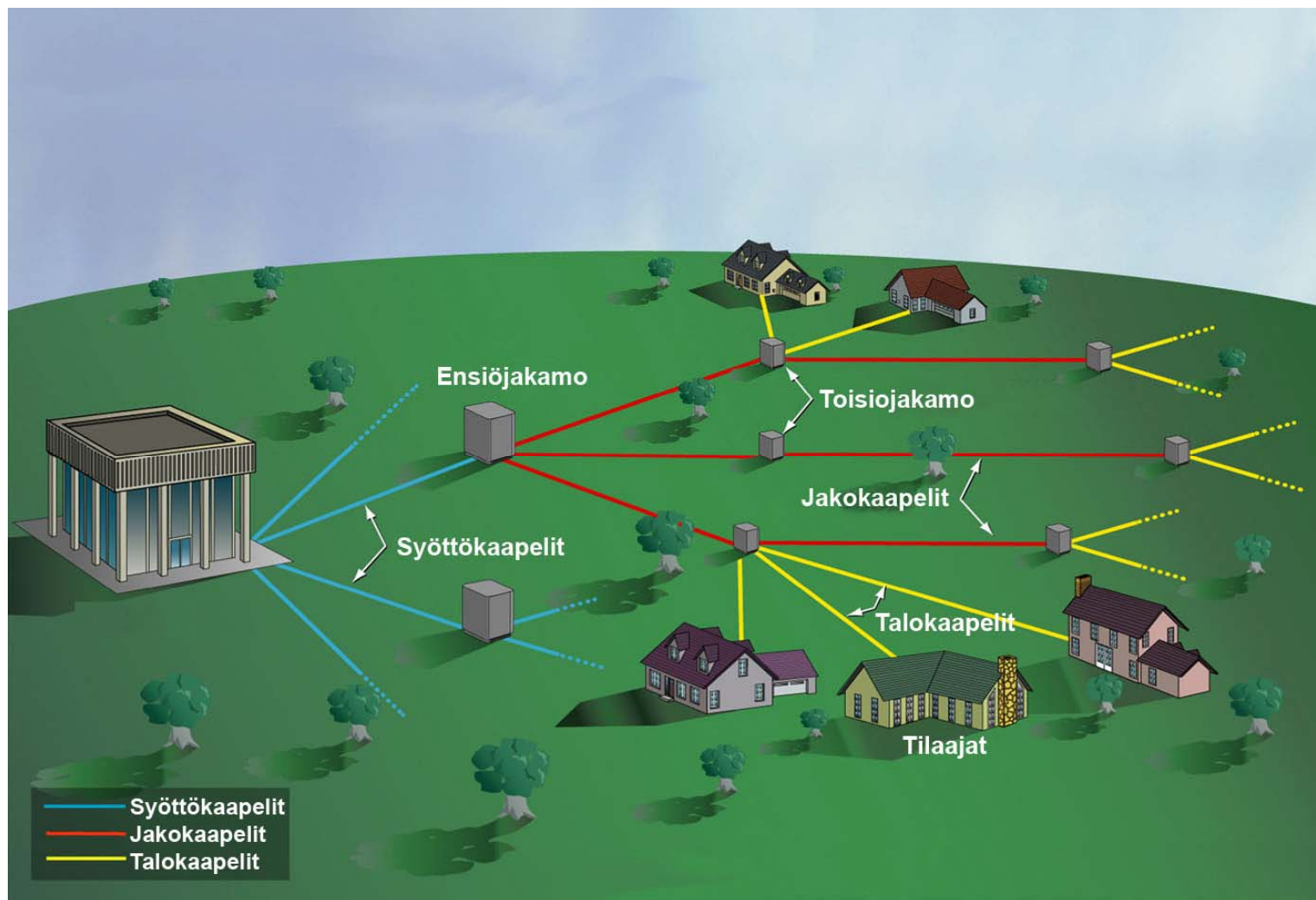
- Huom. edellä olevat suoritusarvot ovat standardin mukaisia minimivaatimuksia
- G.652.D: Perinteinen yksimuotokuitu, jossa alhainen vesipiikin vaimennus
- G.657: Alhaisen taivutusvaimennuksen omaava kuitu. Useita kaupallisia variaatioita, joista vain osa yhteensopivia G.652.D:n kanssa suorituskyvyn ja jatkamisen osalta.

Vaimennus ja kaistaleveys – mitä se tarkoittaa käytännössä

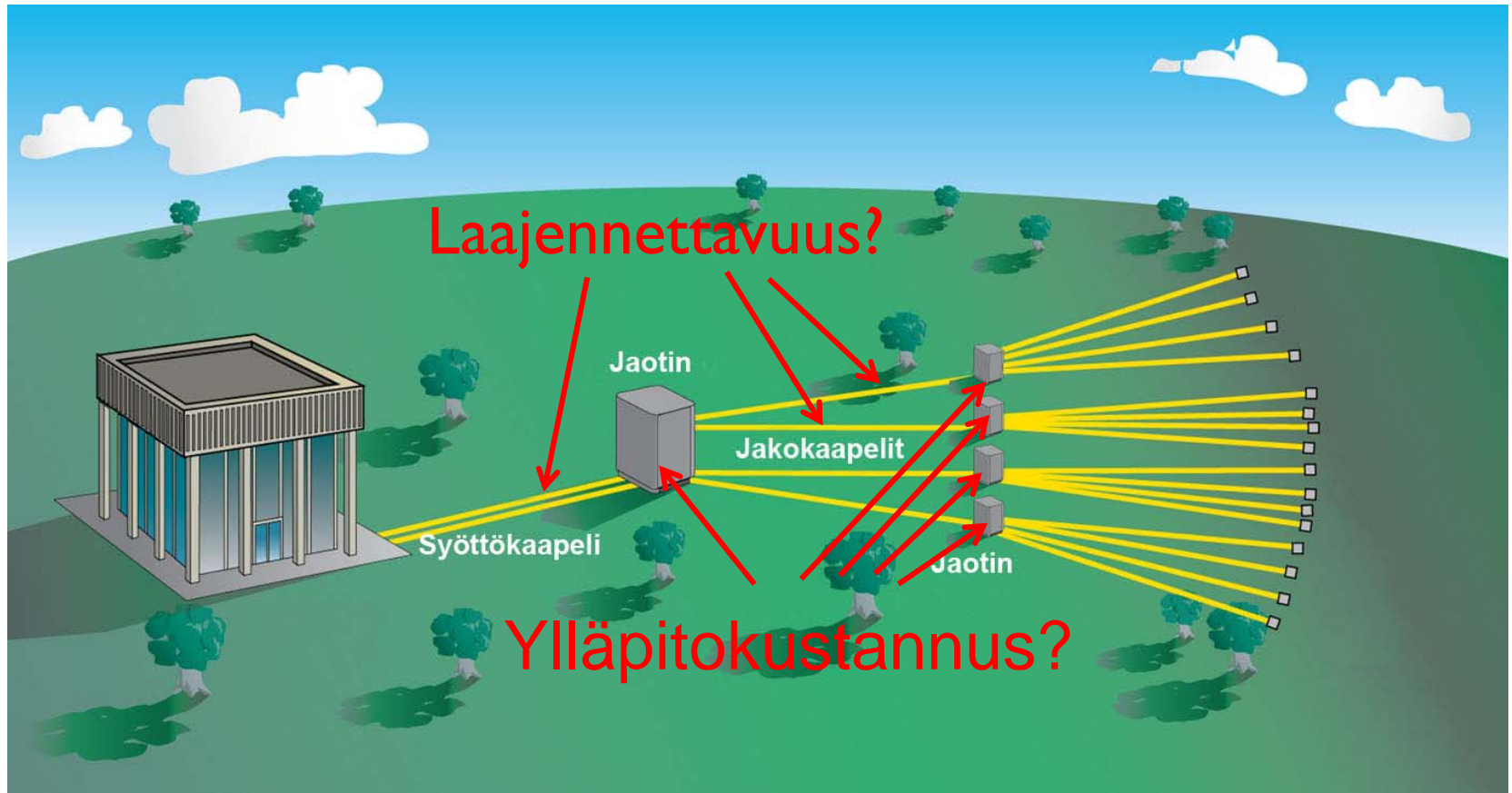
- Vaimennus
 - Sadan kilometrin toistinvälit mahdollisia (toteutettu useita satoja km pitkiäkin).
Tyypillisiä: 10 km, 20 km, 40 km, 80 km.
 - 400 m kuitua – 4 mm ikkunalasia
- Kaistaleveys (dispersio)
 - 10 Gbit/s siirtojärjestelmät yleisessä käytössä (40 Gbit/s lähivuosina, 100 Gbit/s laboratoriossa).

Verkon suunnittelu / mitoitus

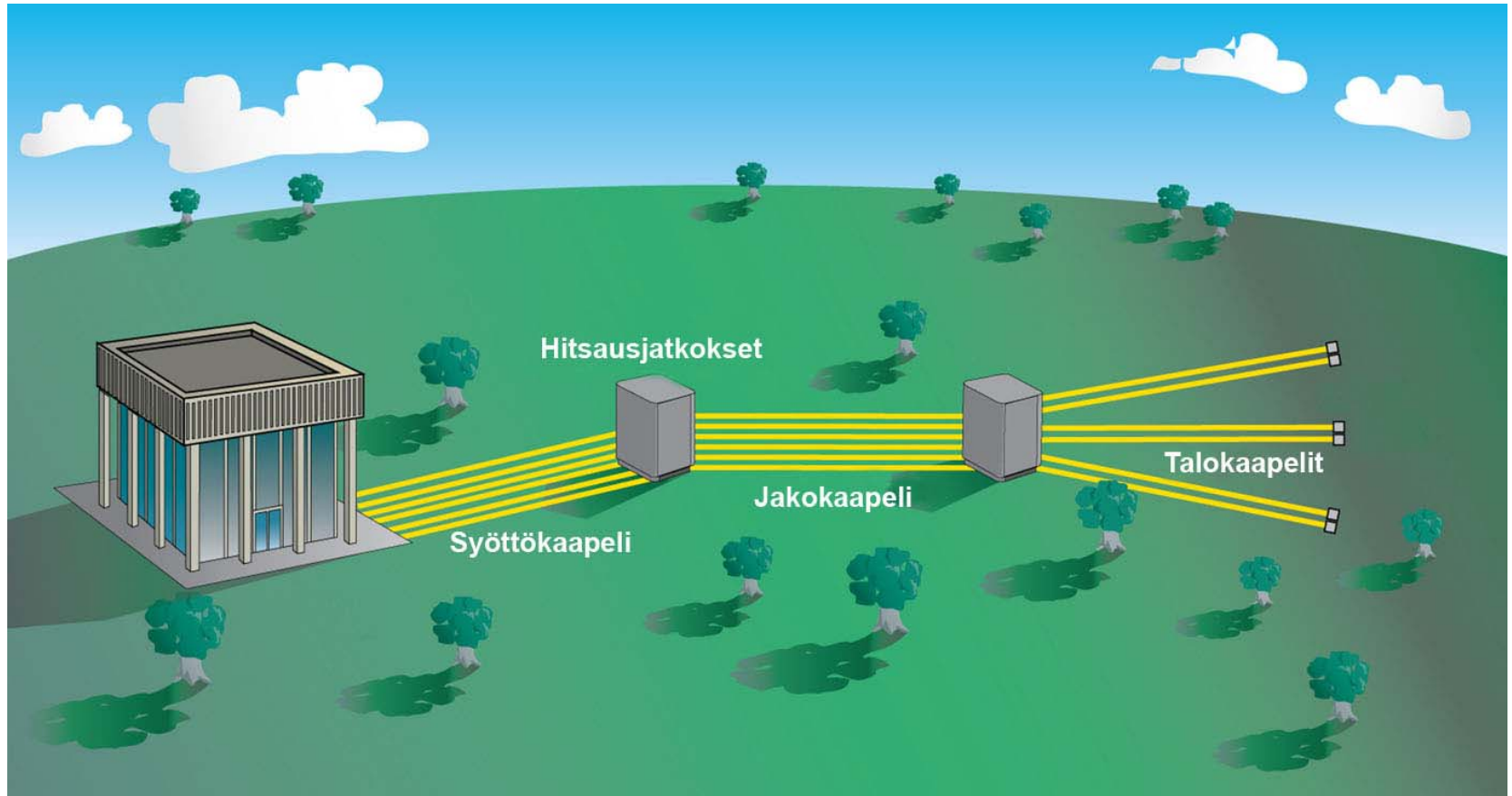
Verkon rakenne



FTTH arkkitehtuureja – hajautettu jako



FTTH arkkitehtuureja – P2P tai keskitetty jako



Verkon suunnittelu

- Kuitumäärä
 - Oleva verkko – vapaat kuidut
 - Kaapeliverkon investointi
 - Lisäkuitujen hinta (€/kuitu-km)
 - Laiteinvestoinnit
 - Käyttöaste vs. asiakkaiden määrä
 - Laajennus- ja korvausinvestoinnit
 - Verkon käyttö- ja ylläpitokustannukset
 - Tehonkulutus per asiakas
 - Tarvitaanko/halutaanko aktiivisia/passiivisia komponentteja kentälle/asiakaskiinteistöihin
- Verkon laajennettavuus ja ylläpidettävyys
 - Laitetilojen, haaroitusten, jakamoiden sijoitus

Optiset liityntäverkot - työryhmäraportti

Verkkomalli/kuitutopologia	FTTB	FTTB + FTTH- varaus (k [%])	FTTH P2P (ns. avoin tähtiverkko)
	minimimäärä		
ASUINRIVI- JA -KERROSTALOT			
Kuidut huoneistoon	-	ks. FTTH P2P	4
Kuidut talojakamoon	24	$k \times H \times 2 + 12$	$H \times 2 + 12$
Kuidut talojakamoon (kiinteistön alueverkossa)	ks. FTTH P2P	ks. FTTH P2P	$H \times 4 + 6$
Kuidut toisiojakamoon	$N \times 6$ (min 24)	$k \times H \times 2 + N \times 6$	$H \times 2 + N \times 6$
Kuidut ensiojakamoon	$N \times 6$ (min 48)	$k \times H \times 2 + N \times 6$ (min $N=8$)	$H \times 2 + N \times 6$ (min $N=8$)
Kuitulähdöt liityntäsolmulta	$N \times 6$ (min 48)	$k \times H \times 2 + N \times 6$ (min $N=8$)	$H \times 2 + N \times 6$ (min $N=8$)
OMAKOTITALOT			
Kuidut omakotitaloon	ks. FTTH P2P	ks. FTTH P2P	4 tai 6
Kuidut toisiojakamoon	ks. FTTH P2P	ks. FTTH P2P	$N \times 2 + 24$
Kuidut ensiojakamoon	ks. FTTH P2P	ks. FTTH P2P	$N \times 2 + 48$
Kuitulähdöt liityntäsolmulta	ks. FTTH P2P	ks. FTTH P2P	$N \times 2 + 48$

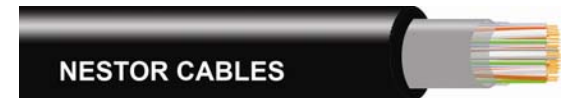
Yhteenveto

- Kuidun siirtokapasiteetti on valtava
 - Vaimennus
 - Kaistaleveys
 - Helppo toteuttaa Gbit/s-tason pitkiä yhteyksiä
- Kaapelireitin investoinnit – asennuksen osuus hallitseva
 - Kuitupohjaisella toteutuskonseptilla taattu tulevaisuus
 - Kaapeliverkkoa ei pidä suunnitella vain yhdelle tietylle järjestelmälle
- Hyvin suunniteltu ja toteutettu valokaapeliverkko palvelee kymmeniä vuosia

Nestor Cables - Tuotteet

- Kuparikaapelit

- Maa-, kanava- ja ilmakaapelit (VMOHBU-TL, VMOHBUK-TL..)
- Sisäasennus- ja keskuskaapelit (MMHS, MHS jne.)



- Optiset kaapelit

- Maa- kanava- ja ilmakaapelit
 - keskiputki tai keskielementin ympärille kerratut miniputket
 - Metalliset/metallittomat vahvikkeet
- Ulko- ja sisäasennuskaapelit (FZOMSU jne)



- Optiset erikoiskaapelit

- Kenttäkaapelit



- Teollisuuden ja rakentamisen instrumentointi- ja automaatiokaapelit

- kuparijohtimiset automaatio- ja instrumentointikaapelit (KJAAM, NESMAK jne.)
- keskus- ja signalointikaapelit (KLVMAAM jne.)

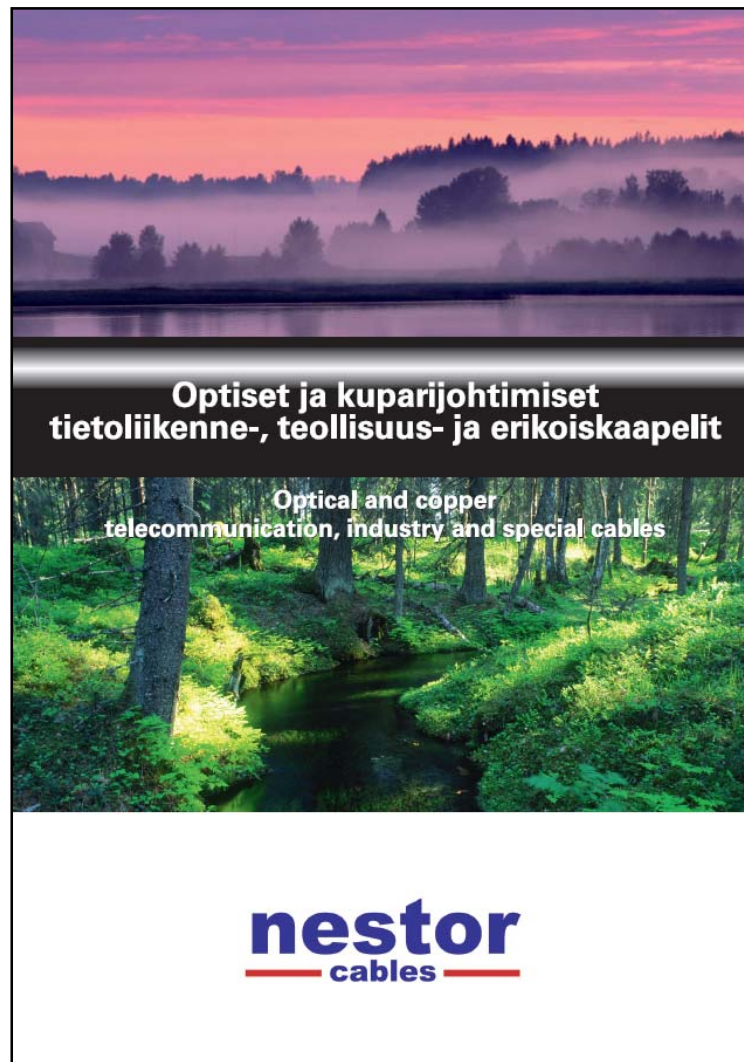


- Valokaapelitarvikkeet – NesCon-tuoteperhe

- Kaikki valokaapeliverkkojen asennus- ja kytkentätarvikkeet

Tuotekuvaukset

- Tarkempia tietoja kaapeleista tuote-esitteestä
- Painetun luettelon tilaus tai PDF-lataus:
www.nestorcables.fi





www.nestorcables.fi

