

Optiset kuidut ja 5G

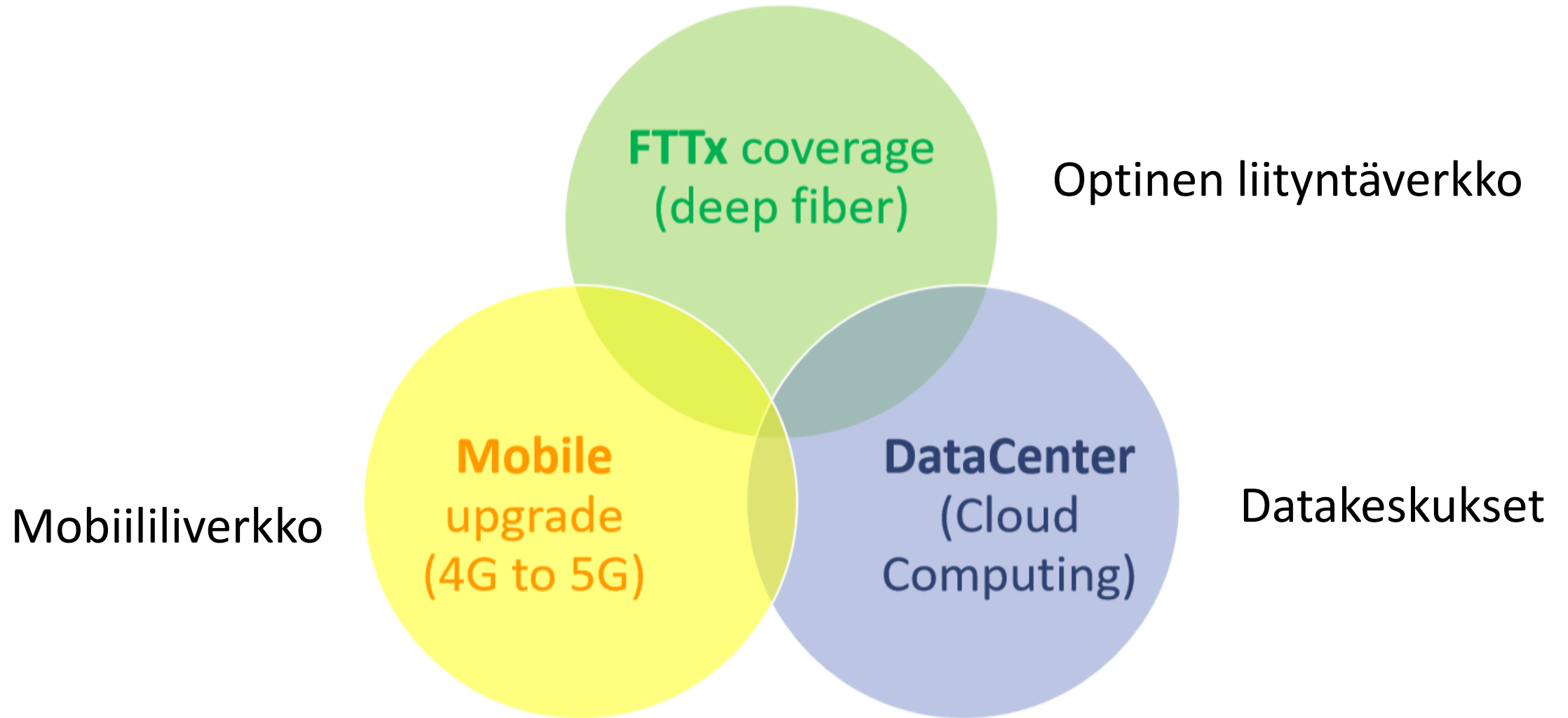
Hannu Väättäminen

Lasten tiedekysymykset
Miksi puhelimet
olivat ennen
vanhaan johdolla
kiinni seinässä?

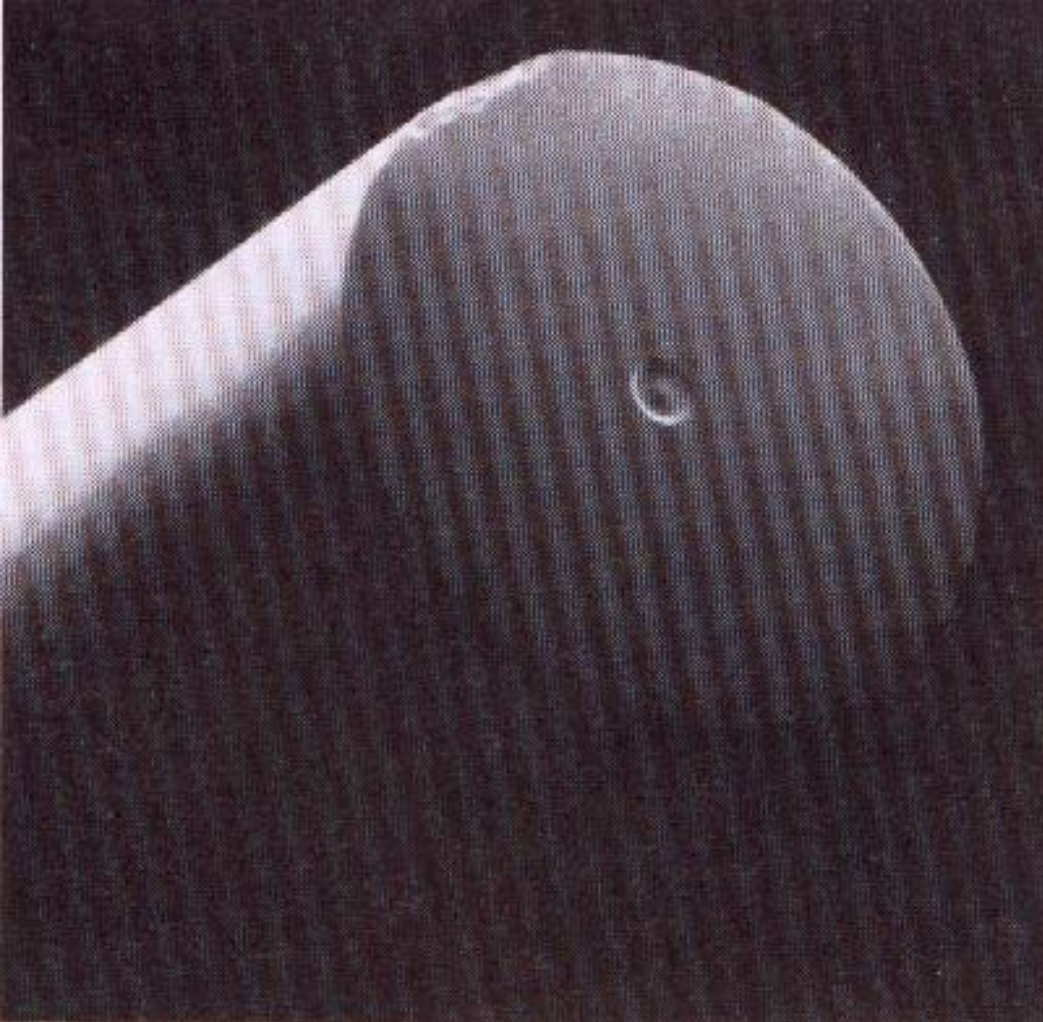
▶ Tiede B 11



Nykyaikainen televerkko



Mikä optinen kuitu?



Suuri siirtokapasiteetti ($n \times \text{Tbit/s}$)

X

Pitkät siirtoyhteydet ($n \times 100 \text{ km}$)

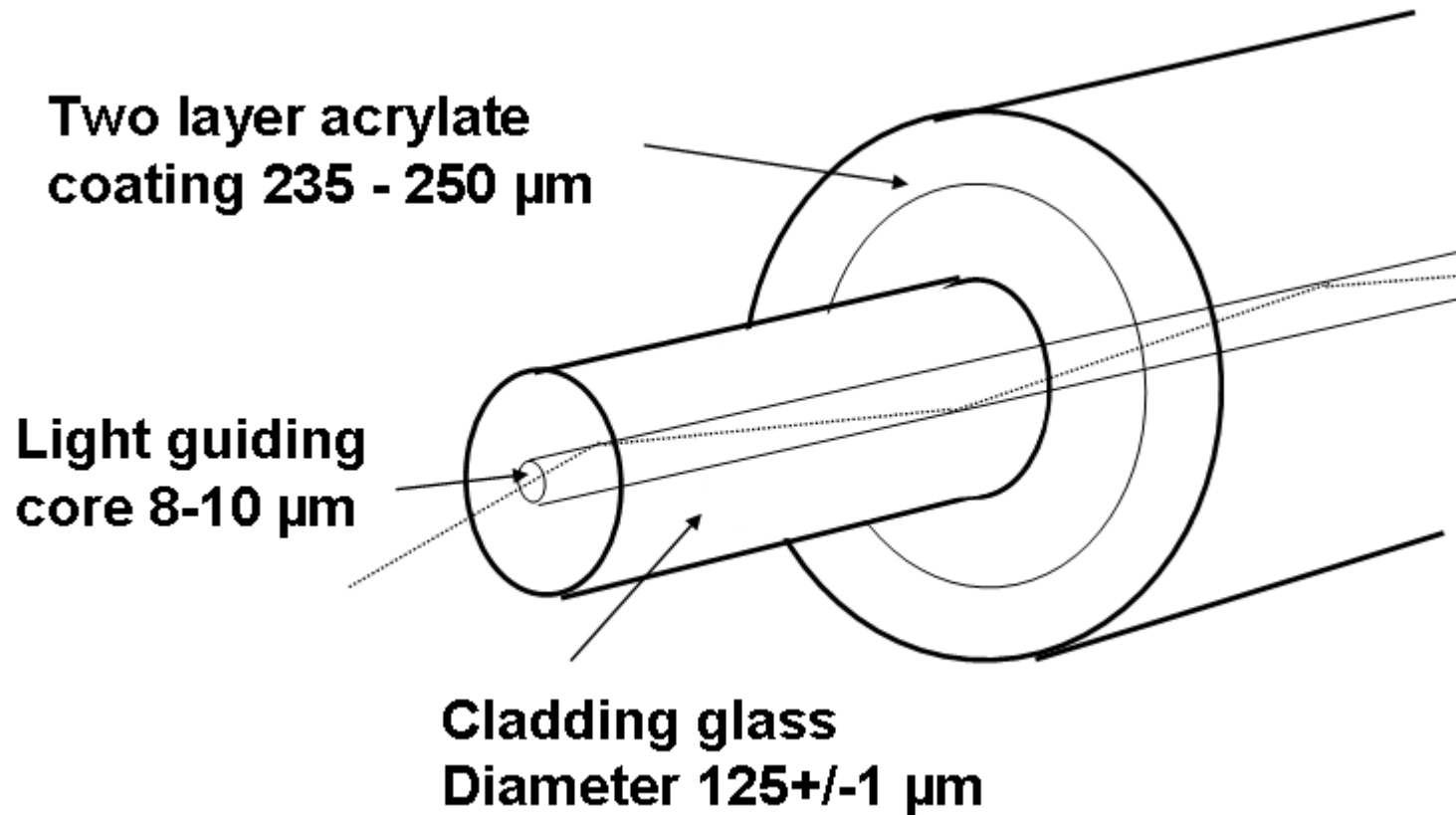
X

Suuri pakkaustiheys ($3... \gg 5$
kuitua/ mm^2)

X

Sähköisesti häiriötön

CONSTRUCTION OF SINGLE MODE OPTICAL FIBRE



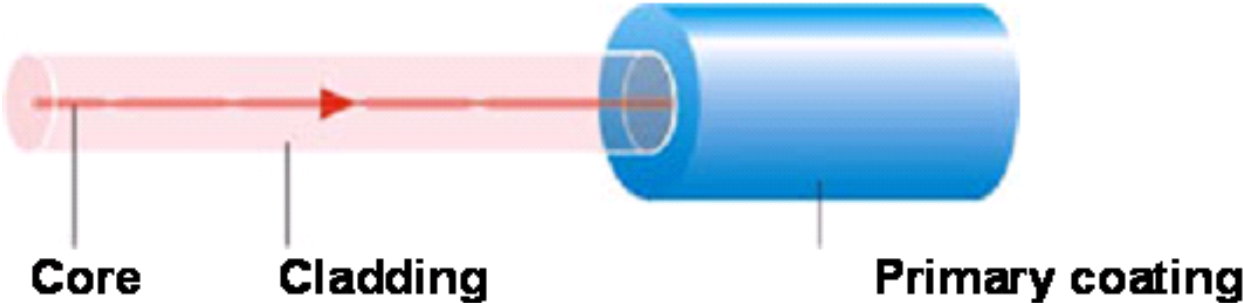
Charles Kuen Kao



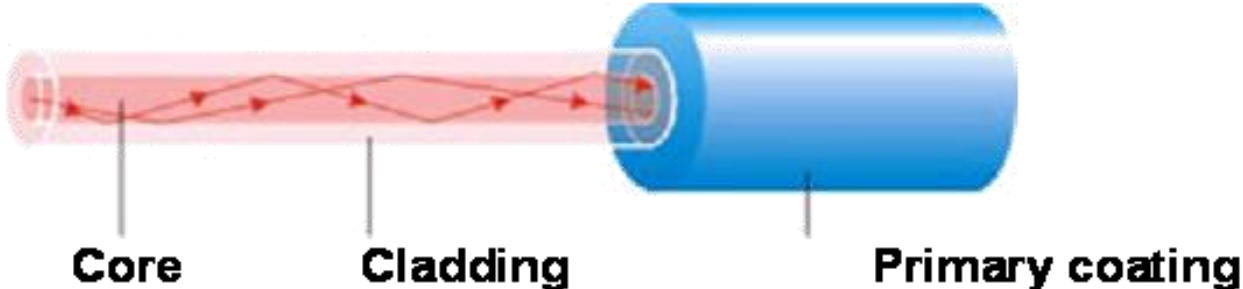
Kun erittäin kirkkaasta lasista tehdään ohuita säikeitä, niitä pitkin voi siirtää valoa pitkiä matkoja ilman että signaali vaimenee olemattomiin.^[5] Tulos julkasiin 1966 kuuluisassa artikkelissa "Dielectric-fibre Surface Waveguides for Optical Frequencies".^[4] Tästä työstä Kao sai 2009 [Nobelin fysiikanpalkinnon](#).^[5]

FIBRE TYPES - LIGHT PROPAGATION

SINGLE MODE OPTICAL FIBRE



MULTIMODE OPTICAL FIBRE



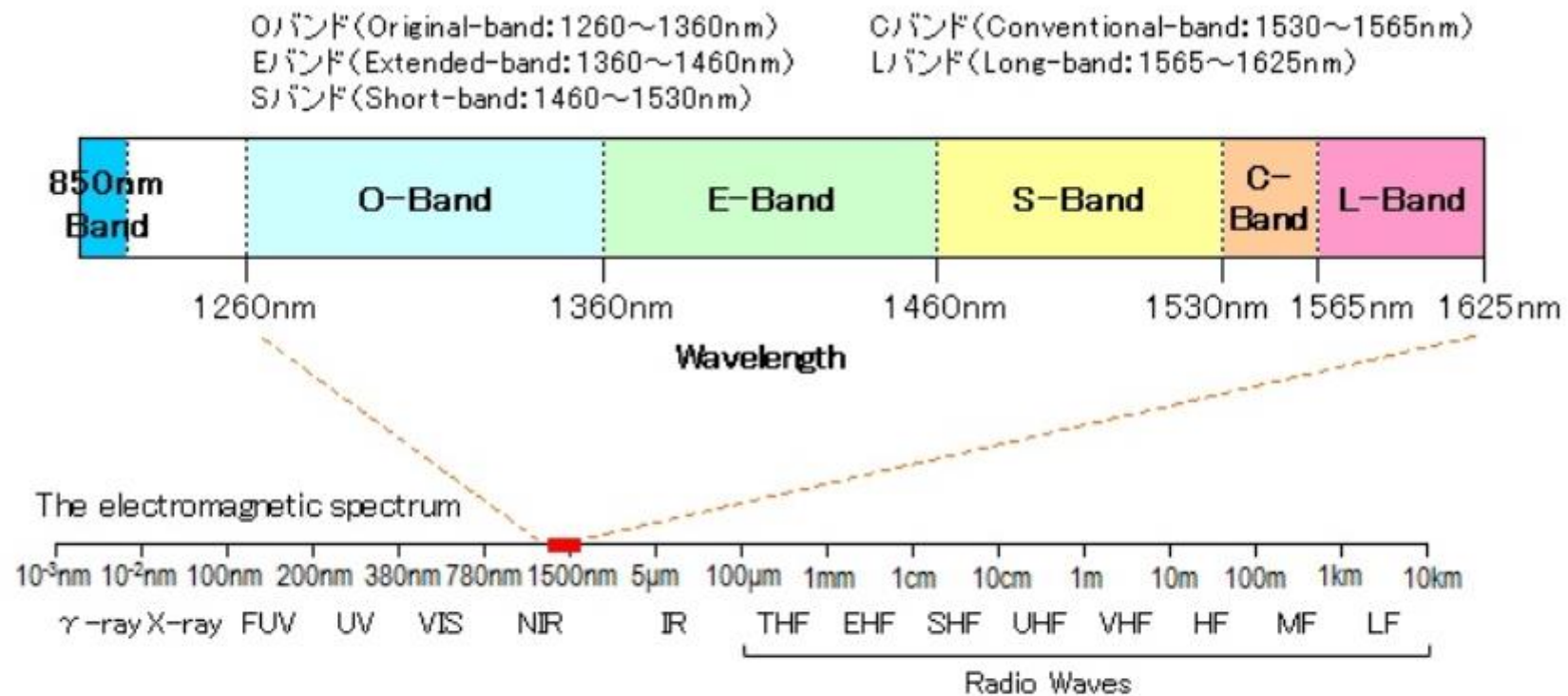


Figure 2 Electromagnetic spectrum & optical communication wavelength bands

Record speeds [\[edit \]](#)

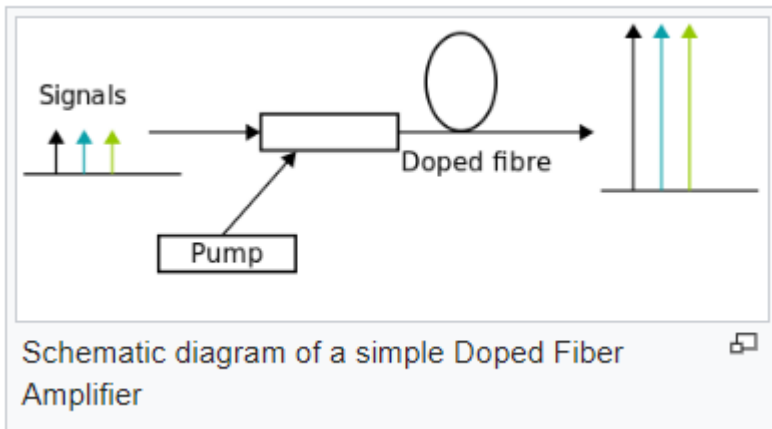
Each fiber can carry many independent channels, each using a different wavelength of light ([wavelength-division multiplexing](#)). The net data rate (data rate without overhead bytes) per fiber is the per-channel data rate reduced by the FEC overhead, multiplied by the number of channels (usually up to eighty in commercial [dense WDM](#) systems as of 2008).

Standard fibre cables [\[edit \]](#)

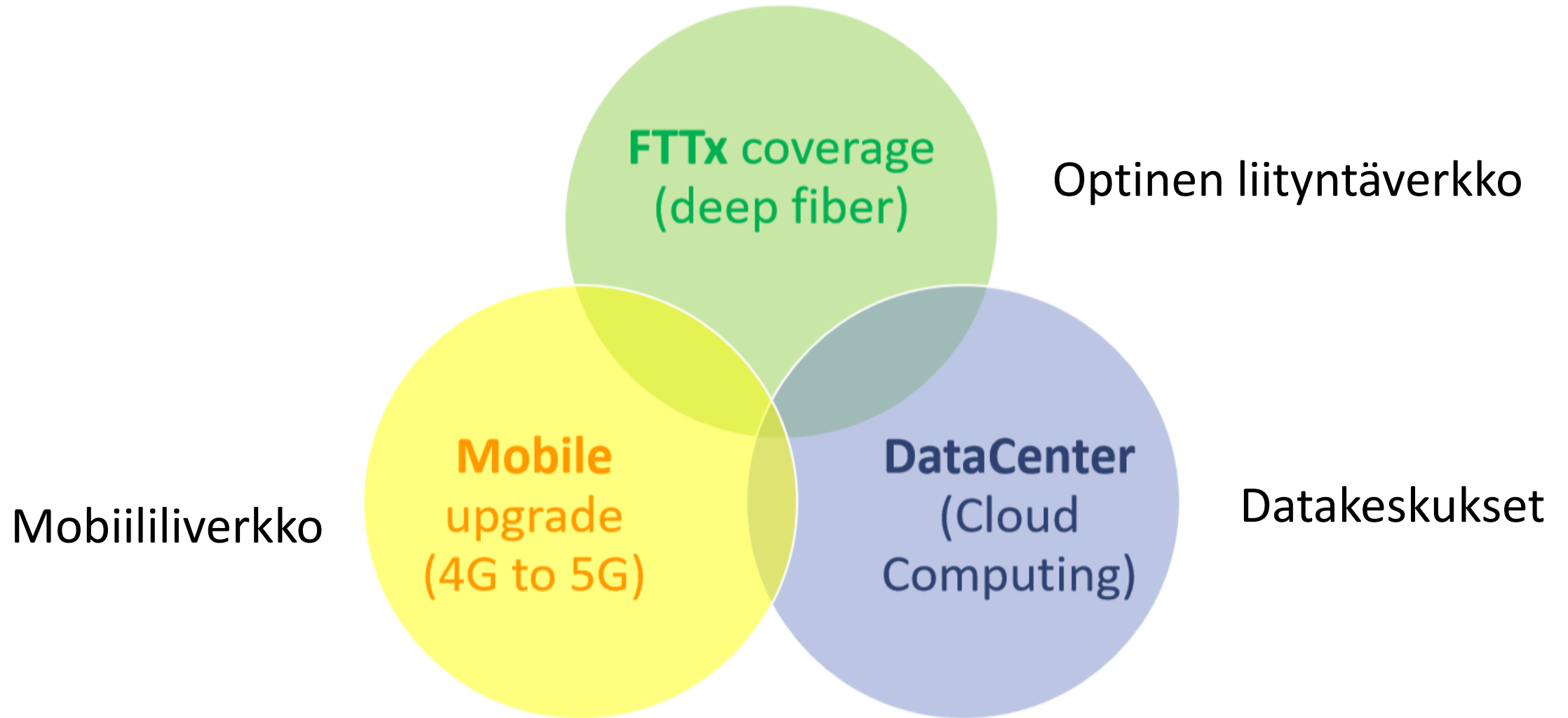
The following summarizes the current state-of-the-art research using standard telecoms-grade single-mode, single-solid-core fibre cables.

Year	Organization	Effective speed	WDM channels	Per channel speed	Distance
2009	Alcatel-Lucent ^[20]	15.5 Tbit/s	155	100 Gbit/s	7000 km
2010	NTT ^[21]	69.1 Tbit/s	432	171 Gbit/s	240 km
2011	NEC ^[22]	101.7 Tbit/s	370	273 Gbit/s	165 km
2011	KIT ^[23]	26 Tbit/s	>300		50 km
2016	BT & Huawei ^[24]	5.6 Tbit/s	28	200Gb/s	circa 140 km ?
2016	Nokia Bell Labs , Deutsche Telekom T-Labs & Technical University of Munich ^[25]	1 Tbit/s	1	1Tb/s	
2016	Nokia-Alcatel-Lucent ^[26]	65 Tbit/s			6600 km
2017	BT & Huawei ^[27]	11.2 Tbit/s	28	400 Gb/s	250 km

The 2016 Nokia/DT/TUM result is notable as it is the first result that pushes close to the [Shannon theoretical limit](#).



Nykyaikainen televerkko



Mikä 5G?



Suuri solutiheys

X

Suuri maksimi siirtonopeus

X

Suuri spektritehokkuus

X

Pieni latenssi (1 ms)

X

Katvealueiden peitto (MIMO)

X

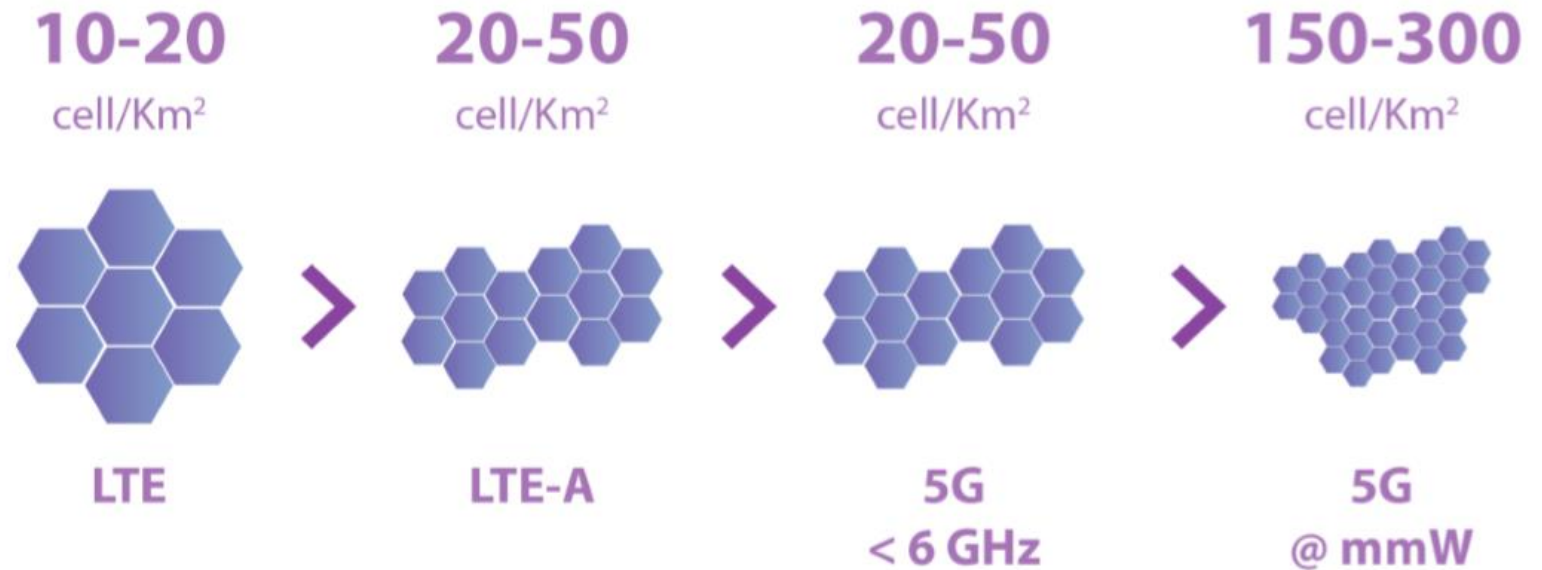
Suuri liityntätiheys (NB IoT)

X

Sisäpeiton helpompi toteutus

CELL DENSIFICATION

- Increasing the number of cells allows the sharing of the same spectrum in multiple locations.
- Densification increases the **fibre and powering demand**.



Cell densification as foreseen by NOKIA

Mikä 5G?



Suuri solutiheys

X

Suuri maksimi siirtonopeus

X

Suuri spektritehokkuus

X

Pieni latenssi (1 ms)

X

Katvealueiden peitto (MIMO)

X

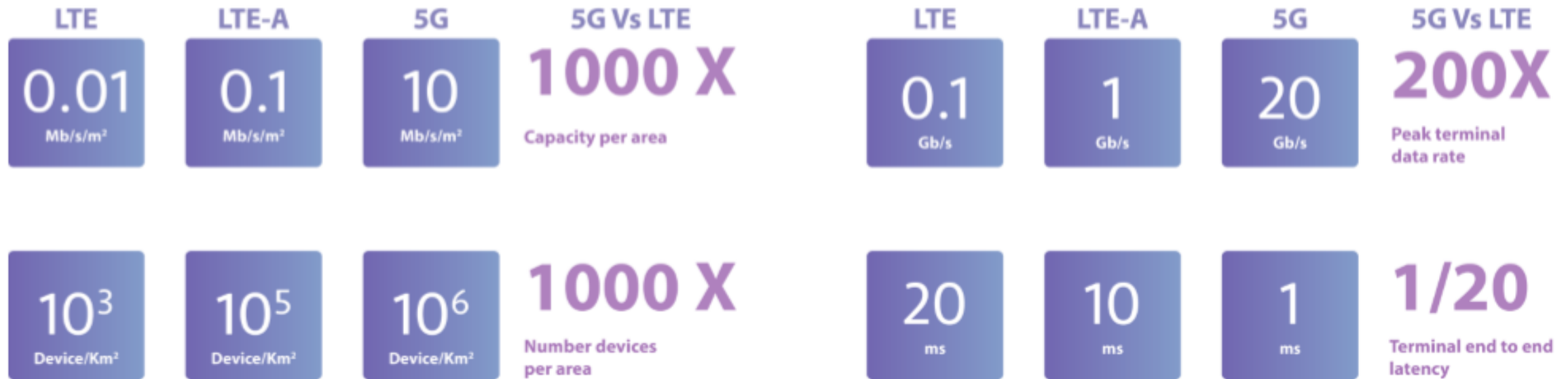
Suuri liityntätiheys (NB IoT)

X

Sisäpeiton helpompi toteutus

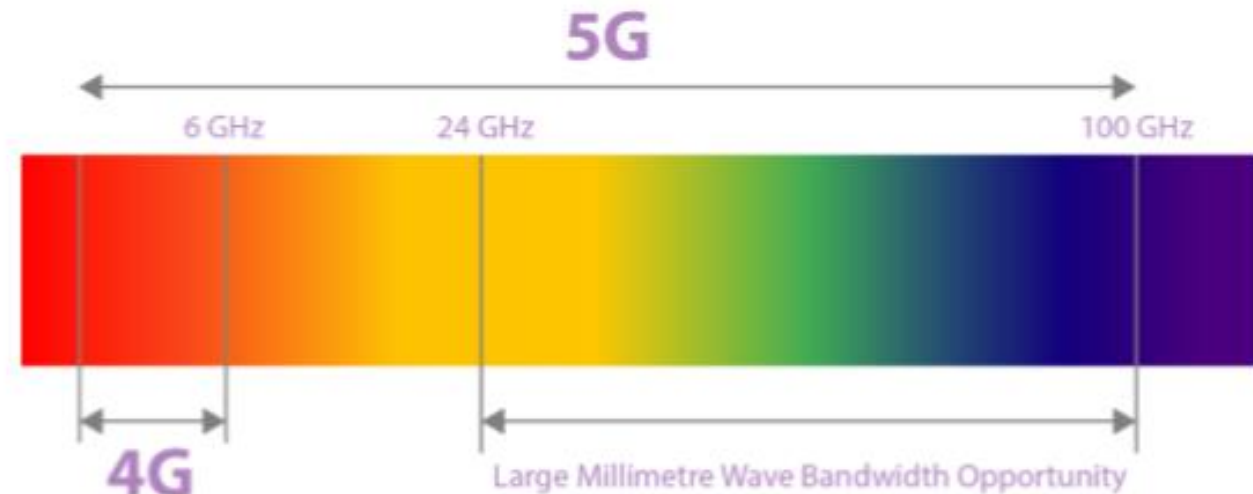
5G, LTE AND LTE ADVANCED COMPARED

Comparison is according to the IMT-Advanced and IMT-2020 by ITU.
LTE-A is the real 4G not LTE!

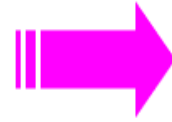
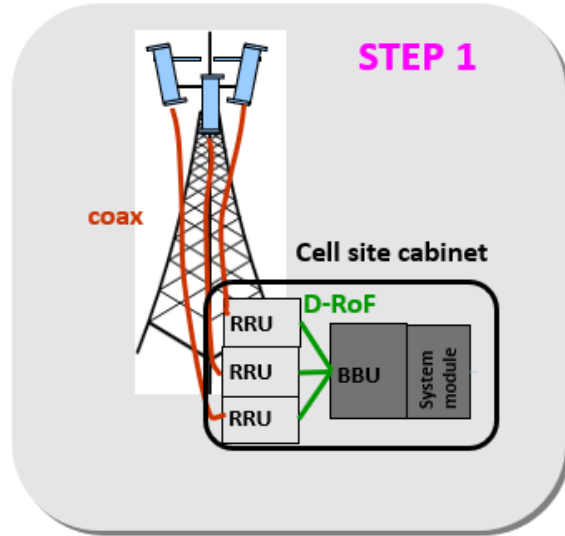


MORE BANDWIDTH @ MMW

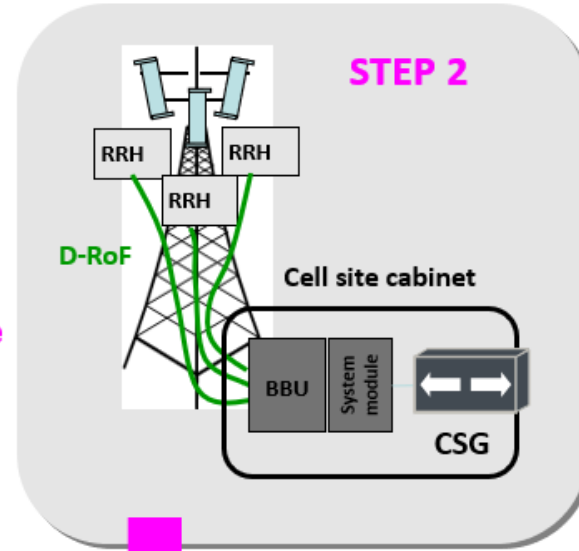
- At mmW there is more bandwidth.
- mmW travel short distances.
- Typical distance between cells is 200 m @ 28 GHz.



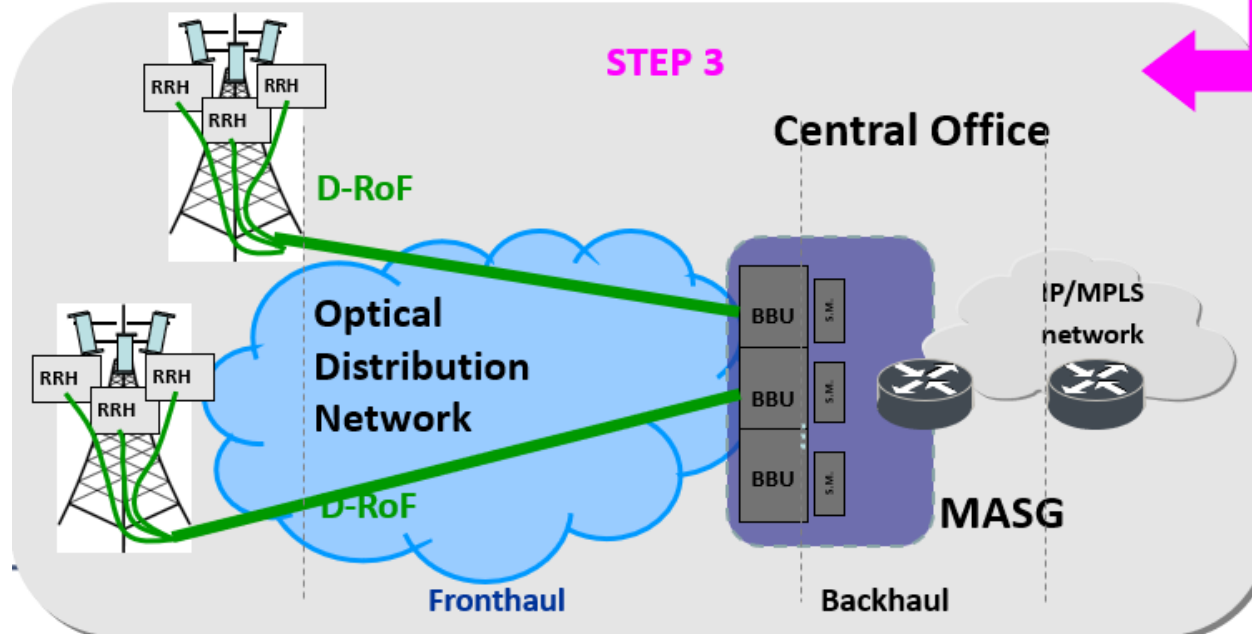
Cell Site Evolutions & Role of Optical Transmissions



FttA: RRH close to the antenna, energy savings, fibre cables to the antenna

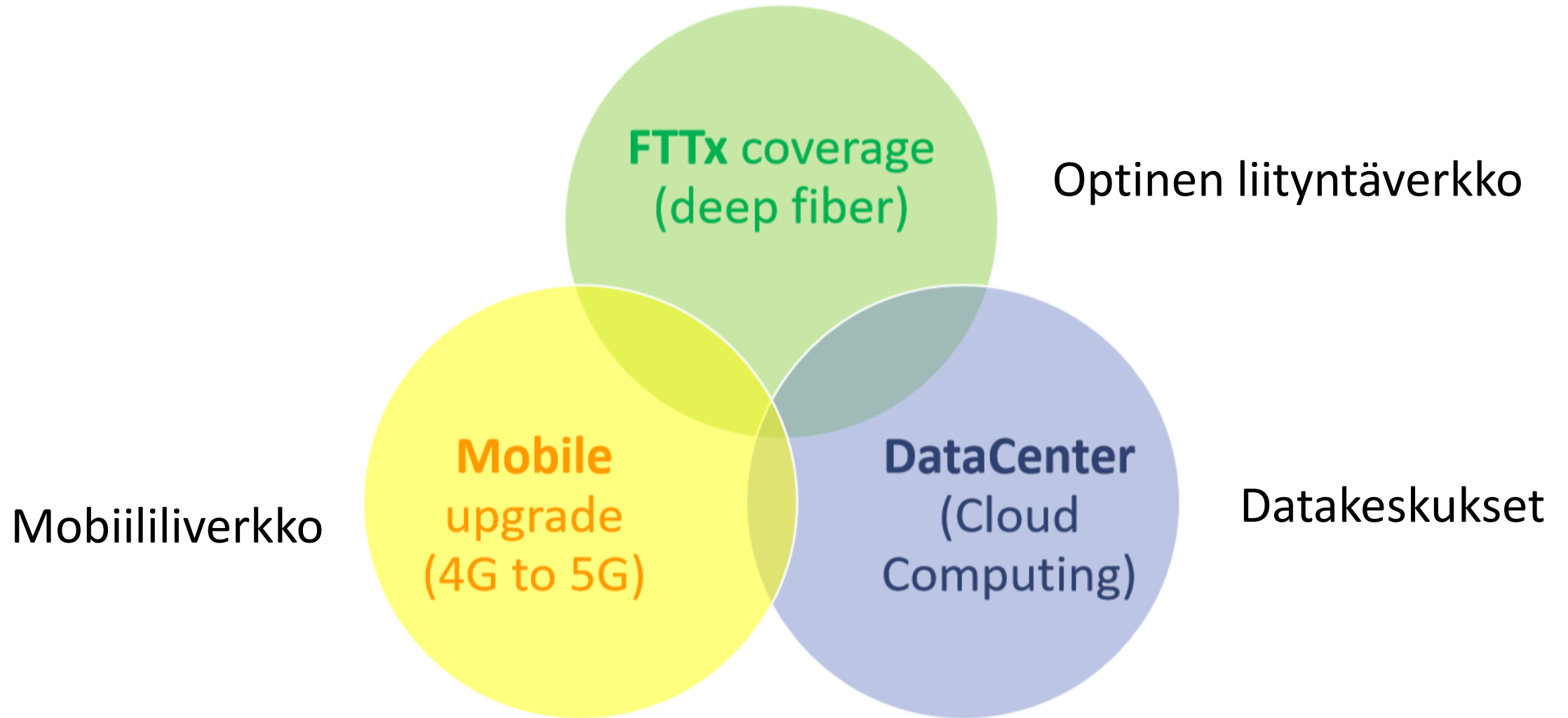


BBU colocalised in secured CO, RRH connected via optical fronthaul, energy and deployment savings (~20%), feasible today



- RRU: Remote Radio Unit
- RRH: Remote Radio head
- BBU: BaseBand Unit
- CSG: Cell-site Gateway
- MASG: Mobile Aggregation Site Gateway
- D-RoF: Digital Radio over fibre (CPRI or OBSAI standard)

Nykyaikainen televerkko



GOOGLE DATACENTER THE DALLES OREGON

Jupiter Server Row

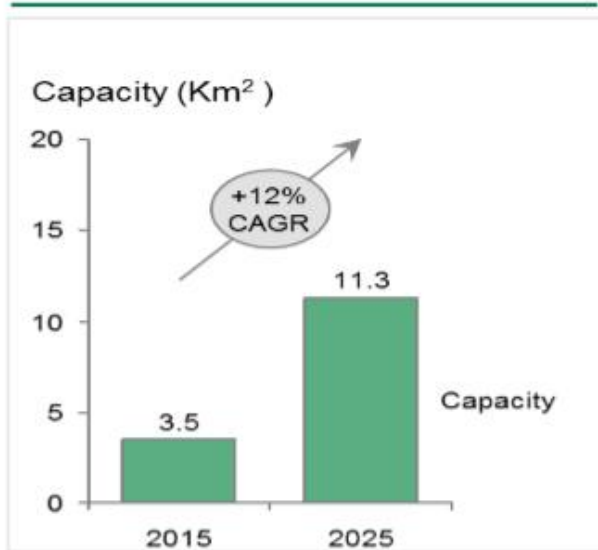


Jupiter Super Block Server Rack

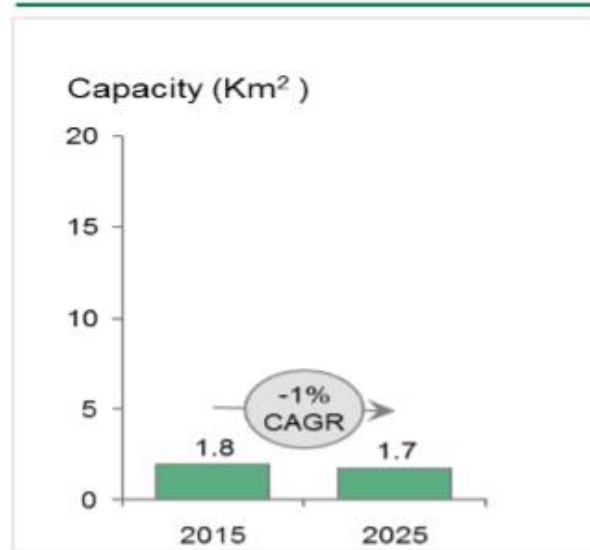


Data Centre Segmentation

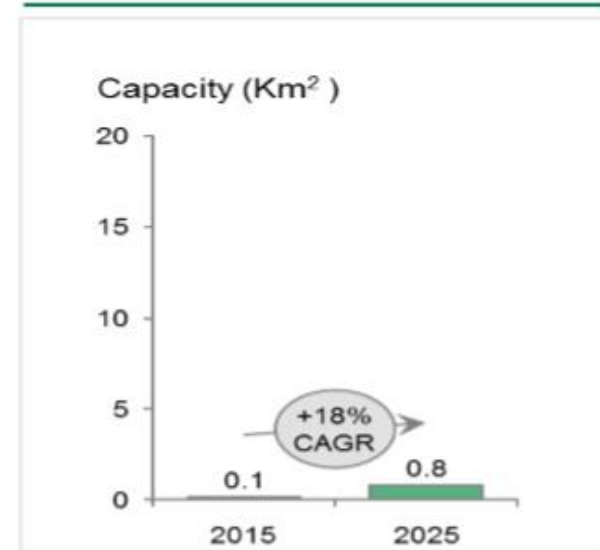
Hyperscale DC



Medium and small DC



Proximity DC



Owners

OTT



Specialties

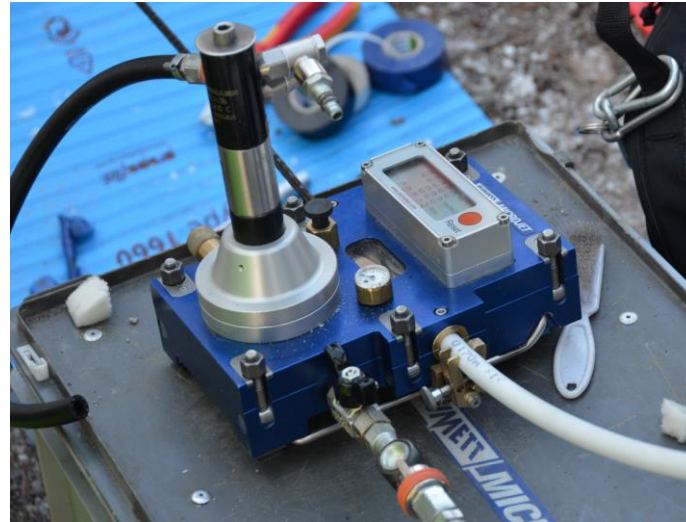


Telcos



Source: IDC, BCG experts, BCG analysis

FTTx (FTTB, FTTH)





1. TYÖNTEKIJÄ KOKOAA
TEHOMODUULIA
KOKOONPANOLINJALLA



2. KONENÄKÖSOVELLUS SEURAA
KOKOONPANOAA



3. SOVELLUS KYTKEYTYY
VIIVEETTÖMÄN 5G-YHTEYDEN
KAUTTA PILVIPALVELUUN
DATAKESKUKSESSA



4. ANALYTIikka OHJAA TYÖTÄ
JA ANTAA PALAUTTEEN
MAHDOLLISESTA VIRHEESTÄ

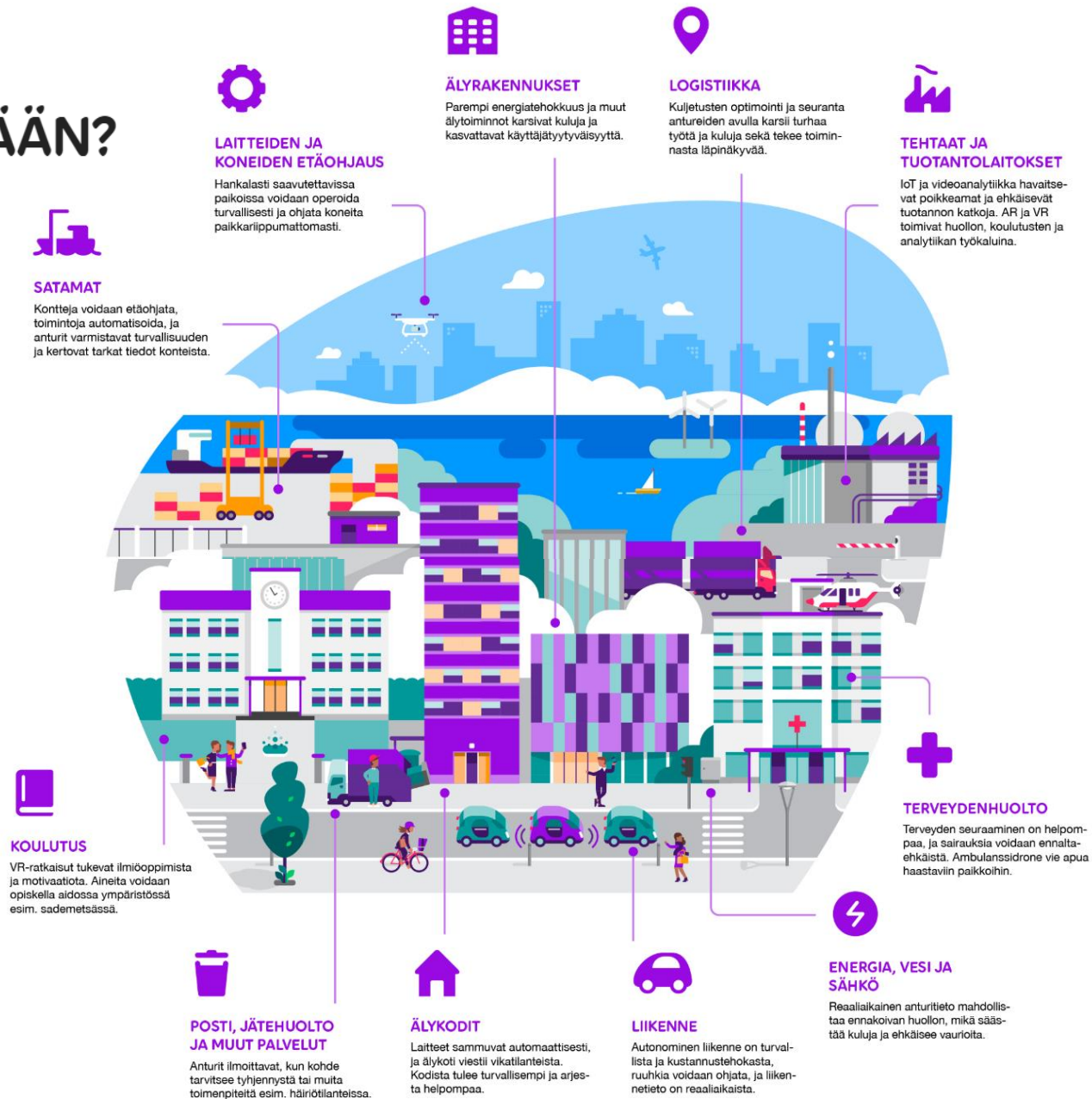
Ratkaisu käytännössä

Tekoälysovellus toimii työntekijän tukena seuraamalla videokameran avulla taajuusmuuttajien kokoonpanoa ja varmistamalla, että laite on oikein koottu asiakastilauksen ja tuotteen työohjeen mukaisesti. Nopeat yhteydet mahdollistavat asentajalle reaaliaikaisen ja viiveettömän palautteen omasta työstä, minkä odotetaan merkittävästi helpottavan kokoonpanoa käytössä

olleeseen paperiseen työohjeeseen verrattuna.

Projekti on toteutettu yhteistyössä vaativiin teollisuussovelluksiin erikoistuneen Atostek Oy:n sekä Telian kanssa. Atostek vastaa hankkeen konenäkö- ja tekoälysovelluksesta, ja Telia toteuttaa järjestelmän huippunopeat 5G-mobiiliyhteydet sekä vastaa tekoälysovelluksen tarvitsemasta laskentakapasiteetista datakeskuksessaan.

MISSÄ 5G TULEE NÄKYMÄÄN?



YHTEENVETO

- 5G-verkon suuri solutiheys vaatii kattavan kuituverkon. Tukiasema vaatii kuituliitännän ja sähkösyötön ”antennille” asti
- 5G:n pieni latenssi (≈ 1 ms) mahdollistaa uudet palvelut
- NB IoT mahdollistaa suuret liityntämäärät
- Televerkosta tulee älykäs tietoliikenneverkko siihen rakennettujen/liitettyjen datakeskusten myötä
- Teleoperattorit muuttuvat sisällön toimittajiksi. Kuituverkoon liitetyt datakeskuksista osa sijaitsee lähellä palveluiden käyttäjiä.
- Kiinteä optinen liityntäverkko ja mobiiliverkon runkoverkko integroituvat. Televerkon tietoliikenne liikkuu yhä enemmän optisessa kuidussa ja langattoman yhteyden pituus lyhenee.

Hedy Lamarr

Hedy Lamarr (oik. **Hedwig Eva Maria Kiesler**; 9. marraskuuta 1914 ^[a 1]Wien, Itävalta-Unkari – 19. tammikuuta 2000 Orlando, Florida, Yhdysvallat) oli itävaltalaisyntyinen näyttelijä. Hänen lempinimenään on ollut *The Most Beautiful Woman in Films* (Elokuvien kaunein nainen). Lamarr kehitti myös säveltäjä **George Antheilin** kanssa taajuushyppelyyn perustuvan **hajaspektritekniikan**, joka on perusta nykyisille mobiiliradiotekniikoille kuten **CDMA:lle** ja **WLANille**. Vuonna 1942 patentoidusta keksinnöstä Lamarr sai odottaa kunniaa vuoteen 1997 saakka, kunnes **Electronic Frontier Foundation** jakoi hänelle tunnustuksen nykyisin käytettävien laajakaistatekniikoiden hyväksi tehdystä urauurtavasta pohjatyöstä.^[2]

