

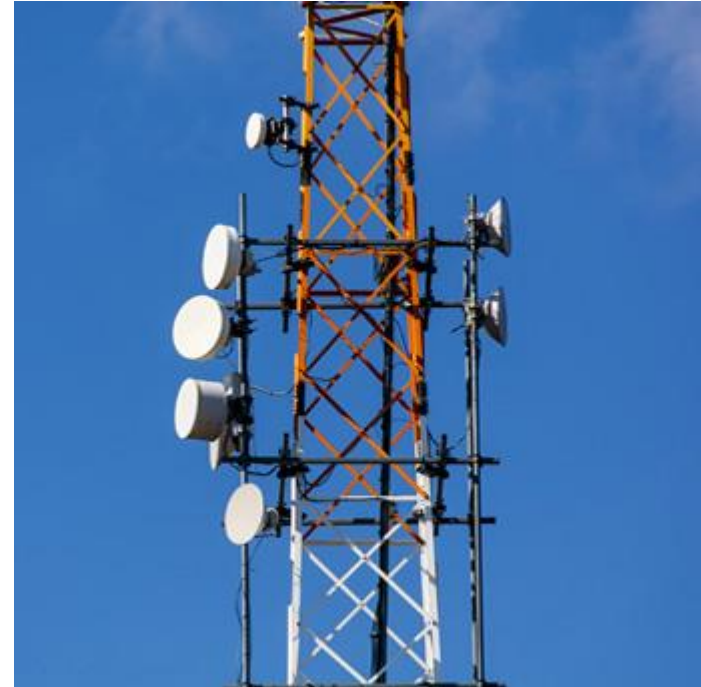
# Kohti 5G-verkkoja

Danske Bank 6.9.2017

Tommy Olenius, teknologiajohtaja, DNA

# Sisältö

- Verkko-teknoologiaan vaikuttavat trendit
  - Globaalit trendit
  - Viestintäpalvelut
  - Laajakaistapalvelut
- Teknologinen kehitys
  - 4G-evoluutio
  - 5G-vaatimukset
  - 5G-verkkoarkkitehtuuri
  - 5G-radioverkkotopologia
  - 5G-tiekartta



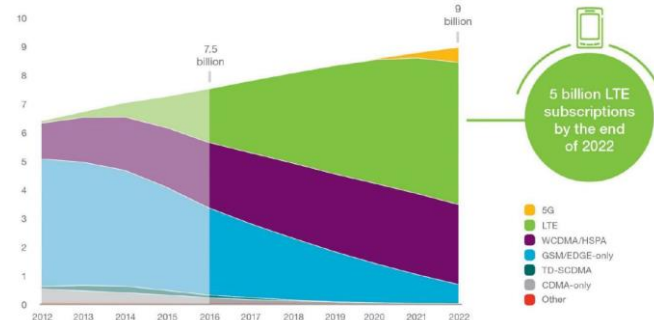
# Globaalit trendit

- 4G/LTE nousee globaalisti valtateknologiaksi vasta ensi vuonna
- 5G liittymämäärä saavuttaa 500 miljoonan rajan vuoden 2022 lopussa
- Teknologiamurros johtuu käyttötarpeen muutoksesta, mikä ohjaa ihmisiä älypuhelimien käyttäjiä.

- Pääasiassa videoliikenteen johdosta mobiilidatan määrä tulee 8-kertaistumaan 2022 mennessä
- Vuonna 2022 keskimääräinen mobiilidatavolyymi per asiakas saavuttaa 26 GT/kk
- Vuoden 2022 lopussa verkkoon on liitetty 17,6 miljardia IoT-laitetta

Source: LM Ericsson

Matkaviestinliittymät teknologioittain (miljardeja)



Verkossa olevat laitteet (miljardeja)

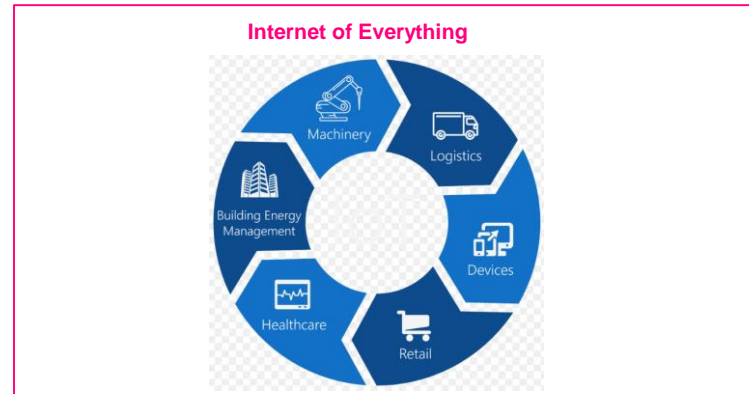
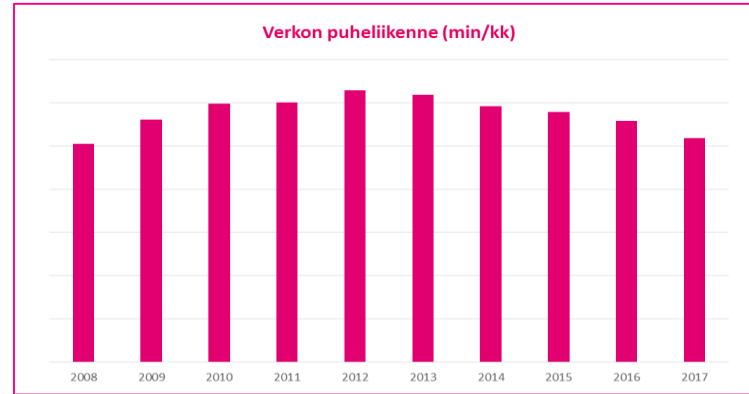
	2016	2022	CAGR
Wide-area IoT	0.4	2.1	30%
Short-range IoT	5.2	15.5	20%
PC/laptop/tablet	1.6	1.7	0%
Mobile phones	7.3	8.6	3%
Fixed phones	1.4	1.3	0%

# Trendit: Viestintäpalvelut

- Matkaviestinnän perinteisten piirikytkentäisten puhepalveluiden osuus vähenee
- Mobiilipuhe siirtyy entistä enemmän datan päälle (IP puhe), joko operaattorin VoLTE-palveluna tai OTT-viestintänä
- Yritys- ja yhteisö-asiakkaiden joukossa monipuoliset pilvipohjaiset puheviestintäratkaisut kasvattavat suosiotaan

- Koneiden välinen viestintä kehittyi räätälöidyistä M2M-toteutuksista, kohti standardoituja verkkokytettävyiden IoT-verkkopalveluita
- IoT-palveluvertikaalien kehittyminen tapahtuu sekä globaalisti että paikallisesti
- Kasvava palvelukirjo edellyttää sekä viivekriittisiä korkeankäytettävyiden, että suurivolyymisiä kustannus- ja energiatehokkaita yhteyksiä

Source: DNA



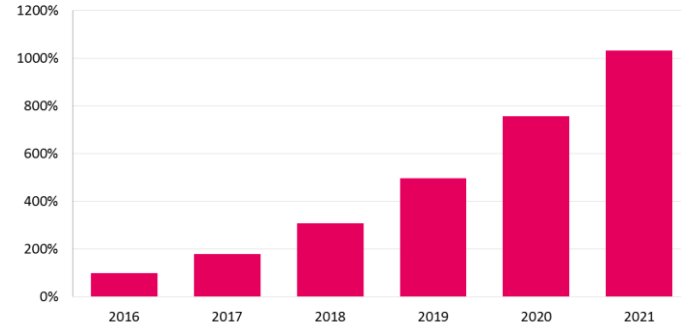
# Trendit: Laajakaistapalvelut

- IPTV:n suosio kasvaa sekä kiinteään että mobiiliin laajakaistan yli ja videon laatuvaatimukset kasvavat entisestään (SD -> HD -> UHD)
- Yritysten tietoliikenne-, IT-infra- ja ohjelmisto-palvelut hankitaan enenevässä määrin pilvestä kasvattaen edelleen laajakaistaliikennettä
- Laajakaistaliikenne 10-kertaistuu vuoteen 2022 mennessä

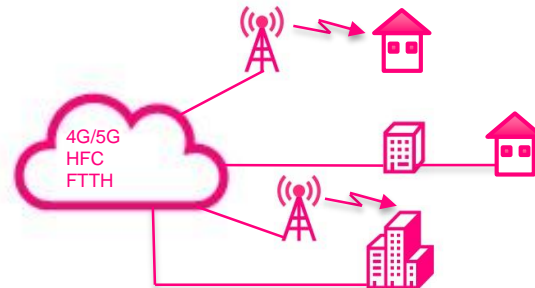
- Suurin osa kiinteistöjen sisäverkoista kaapelitoteutuksilla, pitää HFC-laajakaistan kilpailukykyisenä jatkossakin
- Kiinteät mobiililaajakaistaratkaisut (FWA) kasvattavat suosiotaan ja korvaavat paikoin kalliit tilaajakuidut pientaloalueilla
- Tilaajakuitumarkkinan uusi sääntely mahdollistaa palvelukilpailun kaupunkitaajamien tilaajakuitu-alueilla

Source: DNA

Mobiililaajakaistan volyyymiennuste (%)



Laajakaista tilaajayhteydet





# Teknologinen kehitys

28.08.2017

Julkinen

# 4G-evoluutio

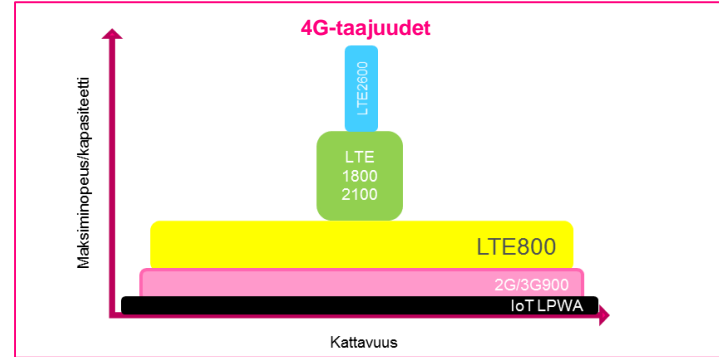
4G-mobiiliyhteys on loppuasiakkaan näkökulmasta keskeisin mobiilipalvelu lähivuosina. Puhepalvelu ja uudet IoT-tekniikat 4G-verkossa lisäävät palvelun laadun merkitystä.

- 4G-peruspeittotaajuudet; kaupungeissa 1800MHz ja maaseudulla 800MHz
- 800 MHz taajuusalueella tuodaan myös kaupunkiin sisätilakuuluvuuden varmistamiseksi
- 2100 MHz taajuudet siirretään laajasti 3G:stä 4G-käyttöön asiakassiirtymän myötä
- 2600 MHz taajuutta käytetään paikallisesti lisäkapasiteetin toteuttamiseen ”hot spotteihin”

- VoLTE/VoWiFi tuovat puhepalvelun ja NB-IoT sekä LTE-M esineiden internetin 4G-verkkoympäristöön
- 4G-tekniikka kehitty lähivuosina vahvasti kohti 5G-kyvykkyyksiä:

- Nopeammat vasteajat
- Massive ja MU-MIMO
- Älykäs monitieyhteys (4G+5G)
- RAN-virtualisointi

Source: DNA, LM Ericsson



## 4G standardiin tulevat 5G kyvykkyydet

	Massive MIMO	Monikäyt-täjä MIMO	Virtual RAN	Lyhyet viiveet	Monitie-yhteys
Korkea kapasiteetti	X	X	X		
Hyvä suorituskyky myös verkon reunalla	X	X			
Suuremmat käyttäjänopeudet	X				X
Nopeat vasteajat				X	
Taajuus-spektrin saatavuus					X
Korkea käytettävyys			X		
Uusia käyttötapauksia			X	X	X

# 5G-vaatimukset

5G-tekniikan ennustetaan mullistavan matkaviestintomailan lähivuosina parantamalla olemassa olevia palveluita ja mahdollistaen kokonaan uusia palveluita.

Vaatimukset standardille:

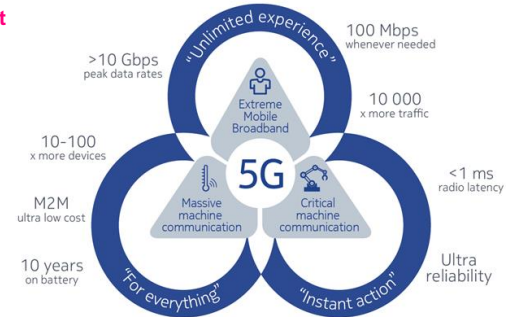
- Riittävä nopeus ja kapasiteetti mobiililaajakaistalle kaikissa tilanteissa (kustannus/bitti edelleen alas)
- Viivekriittiset korkean käytettävyyden palvelut
- Suuren mittakaavan kustannus- ja energiatehokkaat yhteysratkaisut IoT-palveluille

Vaatimukset teknologialle:

- Uudet leveämmät korkeat taajuuskaistat kapasiteetin tekemiseen ja matalat kaistat peiton tekemiseen
- Uudistunut radiorajapinta ja kehittyneempi antennitekniologia (myös päätelaitteet)
- Joustavampi verkkoarkkitehtuuri monipuolisten ja kovempien palveluvaatimusten toteuttamiseksi

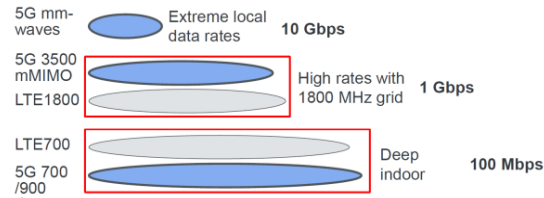
Source: DNA, Nokia

## 5G:n fokusalueet



## 5G Coverage Footprint

- Full coverage with 700 MHz or 900 MHz
- Match LTE 2 GHz with 5G 3,500 MHz massive MIMO
- Extreme local capacity with mm waves





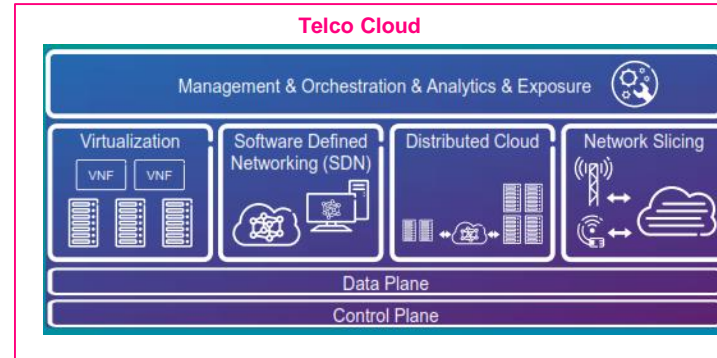
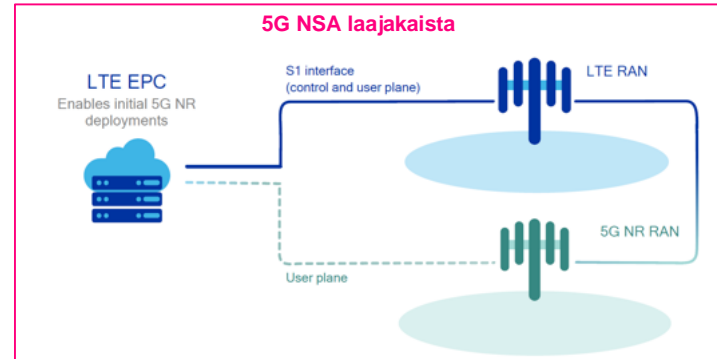
# 5G-verkkoarkkitehtuuri

5G-tekniikan uudet toiminnallisuudet tulevat tarjolle vaiheittain ja standardoinnissa hyödynnetään jo vakiintumassa olevia uusia virtuaalitekologioita.

- Ensimmäisen alustavan standardin 5G-tukiasemat (FWA) liitetään 4G välitysverkkoon (EPC) ja signaalointi kulkee 4G-verkon kautta (NSA – Non Stand Alone)
- 5G-välitysverkon (EPC) standardointi valmistuu Release 15 yhteydessä 2018 aikana
- Moni operaattori pitää 5G-välitysverkkoa kynnyskysymyksenä 5G-rakentamisen aloittamiselle

- Telco Cloud arkkitehtuuri mahdollistaa verkon virtualisoinnin ja ohjelmistopohjaisen määrittelyn
- Verkon viipalointi-kyvykkyyksillä (network slicing) voidaan taata e2e-palvelutasot eri sovelluksille
- MEC (Multi-Access Edge Computing) standardi tuo televiestintä- ja IT-prosessoinnin lähemmäs verkon reunaan mahdollistaen viivekriittiset palvelut

Source: DNA

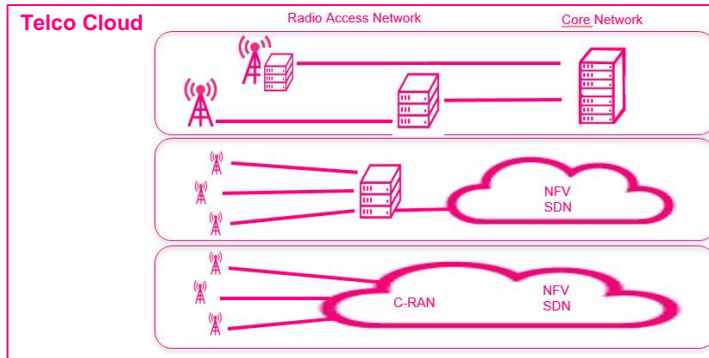


# 5G-radioverkkotopologia

5G-radioverkkoteknologia mahdollistaa tulevaisuudessa verkkotoimintojen joustavaa sijoittumista verkossa, jolloin prosessointi voidaan suorittaa joko verkon reunalla tai välitysverkossa, käyttötärpeiden mukaan optimoiden.

- Perinteinen hajautettu tukiasemaverkkomalli säilyy makroverkossa vielä pitkään
  - Kaupungeissa ja ruuhka-alueilla myös radioverkon keskeiset toiminnot virtualisoidaan C-RAN (Cloud Radio Access Network)
  - Radioverkkoprosessoinnin keskittäminen mahdollistaa optimaalisen radiorajapintatoiminnan
- 
- Viivekriittiset palvelut ja suuret datavolyymit vaativat myös siirtoverkkoratkaisujen ja tukiasemien välisen synkronoinnin optimointia
  - Virtualisointitekniikat mahdollistavat eri palveluiden vaatimat joustavat verkkoarkkitehtuuriratkaisut
  - Nykyisten keskuskäyttilöiden lisäksi paikalliset ja alueelliset datakeskukset toimivat virtualisointitekniikan sijoituspisteinä

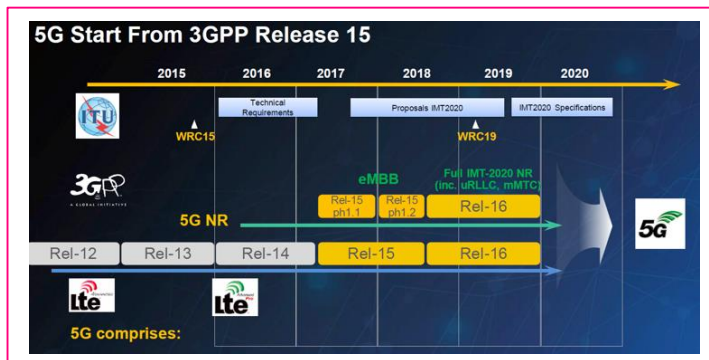
Source: DNA, LM Ericsson



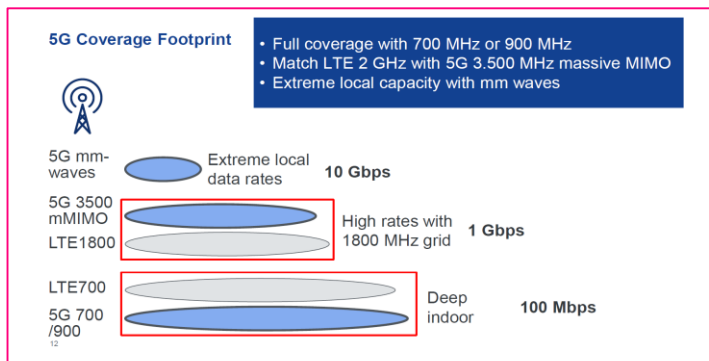
# 5G-tiekartta

5G-tekniikan ennustetaan mullistavan matkaviestintomailan lähivuosina parantamalla olemassa olevia palveluita ja mahdollistaen kokonaan uusia palveluita. 5G-tekniikan uudet toiminnallisuudet tulevat tarjolle vaihteittain.

- 5G-tekniikan ensimmäiset esikaupalliset pilotoinnit Yhdysvalloissa 2017 lopussa ja Koreassa 2018 olympialaisissa
- Kesällä 2018 valmistuva Release 15 kattaa pääasiassa 5G:n mobiililaajakaistapäivitykset ja 5G-core (EPC) välitysverkko toiminnallisuudet
- Release 16 mahdollistaa täydet 5G-toiminnallisuudet ja on kaupallisesti saatavissa vasta 2020 alkaen



- Suomessa 5G-tekniikan testaaminen tuotantoverkkoympäristössä alkaa 2018 aikana
- 3,5 GHz taajuushuutokauppa järjestetään 2018 (?)
- Kaupallinen 5G-toiminta voi alkaa 2019 alusta
- Korkeammat 5G-taajuudet jaetaan vasta vuoden 2019 WRC:n jälkeen?
- 4G jatkaa valtakiellogiana pitkälle 2020-luvulle



Source: DNA, Huawei, Nokia



**Kiitos! Tack!**