

# 5G – kaikki mitä yrityspäätäjän pitää tietää

# SISÄLTÖ:

<b>1. Johdanto</b>	<b>s. 3</b>
<b>2. Mitä 5G tarkoittaa?</b>	<b>s. 5</b>
<b>3. Mitä hyötyjä 5G:stä on yrityksille?</b>	<b>s. 9</b>
■ yritysverkkojen muutos	<b>s. 11</b>
■ kuidunveroinen kiinteä mobiiliyhteys	<b>s. 11</b>
■ verkon viipalointi	<b>s. 12</b>
■ 5G ja IoT: neljäs teollinen vallankumous	<b>s. 13</b>
■ AR/VR yrityskäytössä	<b>s. 15</b>
■ 5G ja reunalaskenta	<b>s. 16</b>
■ hyötyjen esimerkkejä eri toimialoilta	<b>s. 16</b>
<b>4. 5G:n aikataulut, standardit ja tekniikka</b>	<b>s. 19</b>
■ aikataulu	<b>s. 19</b>
■ taajuudet	<b>s. 20</b>
■ antenniteknologia	<b>s. 22</b>
■ virtualisointi	<b>s. 24</b>
<b>5. Toimi nyt!</b>	<b>s. 25</b>
<b>LIITE 1: 5G-standardit kehittyvät vauhdilla</b>	<b>s. 27</b>
<b>LIITE 2: Mitä 5G:n latenssi, kaistanleveys ja datanopeus tarkoittavat?</b>	<b>s. 28</b>



# 1

## Johdanto

Mobiiliverkkojen ja älypuhelimien aikakausi on jo mullistanut liiketoimintaa ja arkipäivää 2000-luvulla. Seuraava kehitysvaihe langattomassa viestinnässä eli 5G kuitenkin merkitsee niin isoa muutosta, että rohkeimmat ennusteet kuvailevat sitä sähkön ja autojen veroiseksi keksinnöksi. Uusi mobiilitekniologian sukupolvi muokkaa digitalisoituvaa maailmaa ja sen varaan rakentuu neljännen teollisen vallankumouksen selkäranka.

5G-verkot avautuivat Suomessa käyttöön vuonna 2019 maailman ensimmäisten maiden joukossa. Muutaman vuoden kuluessa 5G-peittoalue kattaa valtaosan Suomen asukkaista ja yrityksistä. Silloin koemme toden teolla, mitä mahdollistaa äärimmäisen nopea ja luotettava mobiiliverkkoihin perustuva tietoliikenne.

Kuluttajan näkökulmasta 5G:n tarpeellisuus on helppo ymmärtää. Mobiilidatan käyttäjinä me suomalaiset olemme maailman aktiivisimpia, ja DNA:n verkossa mobiilidata liikenne on nelinkertaistunut kolmen viime vuoden aikana. Henkilöä kohti mitattu käyttö ylittää jo gigatavun joka päivä, ja datan kulutus kasvaa vauhdikkaasti.

Miksi 5G-verkot ovat välttämättömiä liiketoiminnalle ja koko yhteiskunnalle? Menestyminen modernissa liiketoiminnassa riippuu verkkoyhteyksistä, ja yritysten tarpeet asettavat koko ajan kasvavia vaatimuksia verkkojen luotettavuudelle ja suorituskyvyille. Erityisen voimakkaasti kasvaa tarve saada ja jakaa informaatiota lähes reaaliaikaisesti erilaisissa pilviympäristöissä. Kun samaan aikaan datan ja laitteiden määrät räjähtävät, taustalle täytyy saada uusi verkkoratkaisu, joka kykenee valtavan datamäärän nopeaan käsittelyyn. 5G ei ainoastaan vastaa tämänhetkisiin vaatimuksiin, vaan menee niistä roimasti yli.

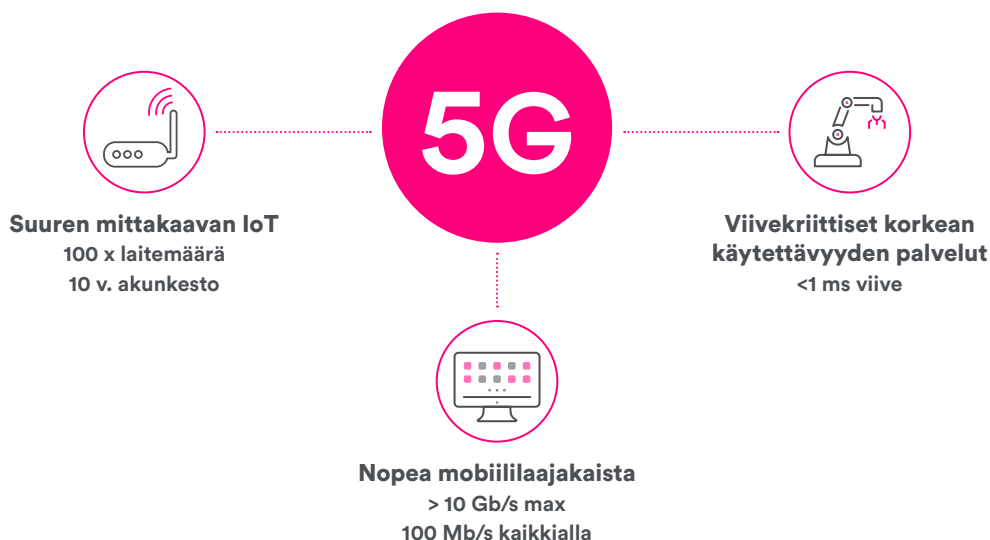
Yritykset pystyvät rakentamaan itselleen kilpailuetua 5G:stä, eikä tässä tarvitse aikailla. Jo nyt voi aloittaa varautumisen tulevaan tutkimalla omia kehitystarpeita ja verkkoinfrastruktuurin uusia vaatimuksia – mutta myös katsoamalla avoimesti täysin uusia mahdollisuuksia liiketoiminnan kehittämiseen ja digitalisointiin. On tärkeä huomata, että uutta kohti voi lähteä liikkeelle 4G-verkkojen kanssa, sillä 5G rakentuu täydentämään 4G-verkkoja.

Tällä hetkellä 5G herättää kuitenkin paljon kysymyksiä. Mitä 5G tarkasti ottaen on? Miksi se aiheuttaa niin suuren muutoksen? Mitä kaikkea uusi teknologia mahdollistaa?

Tämä opas tarjoaa lukijalle kokonaiskuvan 5G-verkoista, niiden tuomista hyödyistä ja mahdollisuuksista yrityksille sekä avaa 5G-teknologian olennaisimpia teknisiä uutuuksia ja viitoittaa tietä eteenpäin.

**Menestyminen modernissa liiketoiminnassa riippuu verkkoyhteyksistä, ja yritysten tarpeet asettavat koko ajan kasvavia vaatimuksia verkkojen luotettavuudelle ja suorituskyvyille.**

# 5G:N OMINAISUUDET JA TÄRKEIMMÄT VAIKUTUKSET



## 2

## Mitä 5G tarkoittaa?

5G tarkoittaa viidennen sukupolven matkapuhelinverkkojen teknologiaa. Käytännössä sitä voi kutsua luonnolliseksi jatkumoksi neljännelle sukupolvelle eli 4G:lle – Suomessa 5G onkin avautunut aluksi ns. kapasiteettikerrokseksi 4G:n päälle ja se näkyy käyttäjille lisätaajuutena.

5G-teknologia tuo mobiiliverkkoihin ennennäkemätöntä suorituskykyä ja tehokkuutta: useiden gigabittien huippunopeudet, äärimmäisen lyhyen viiveen, massiivisen kapasiteetin ja entistä yhtenäisemmän käyttäjäkokemuksen.

”Yritysten kannattaa tarttua 5G:hen, koska se tulee olemaan hyvin laajassa käytössä pitkälle tulevaisuuteen. Se mahdollistaa uusia palveluita mobiiliverkon ylitse ja luo kehitysmahdollisuuksia varsinkin alkuvaiheessa”, sanoo DNA:n radioverkkojen suunnitteluosaston päällikkö **Ari Lehtinen**.

### Miten 5G ja 4G eroavat toisistaan?

- 5G on merkittävästi nopeampi kuin 4G.
- 5G:n latenssi eli viive on tuntuvasti matalampi kuin 4G:ssä.
- 5G mahdollistaa valtavasti suuremmat käyttäjä- ja datamäärät kuin 4G.

Data liikkuu monin verroin vikkelämmin kuin 4G-verkoissa, jotka ovat jo hyvin nopeita. 5G:n keskimääräinen datanopeus ylittää sata megabittiä sekunnissa ja huippunopeudet yltävät jopa 20 gigabittiin sekunnissa. Se ei ainoastaan kohenna mobiililaajakaistan kokemusta, vaan myös tukee uusia palveluita, kuten viivekriittistä viestintää ja massiivista IoT:tä.

Raskaastikin verkkoon nojautuvat sovellukset pyörivät jouhevasti ja suuria tiedostoja voi käsitellä vaivatta. Videopalveluissa 5G mahdollistaa esimerkiksi 4K-tarkkuuden välittämisen ja katsomisen sujuvasti. Kokonaisen elokuvan voi teoriassa ladata mobiiliverkossa parissa sekunnissa, mutta pullonkaulaksi voi tulla laitteiden oma suorituskyky.

5G nostaa verkon tehokkuutta roimasti. Se jopa satakertaistaa mobiiliverkon kapasiteetin eli kyvyn välittää tietoliikennettä tehokkaasti. Käyttökokemuksesta tulee ruuhkaton, vaikka verkko olisi raskaassa käytössä. Datamäärät voivat kasvaa rajustikin, eikä tarvitse pelätä verkkojen menemistä tukkoon.

5G:n latenssi eli viive on noin kymmenen kertaa pienempi kuin 4G:ssä ja parhaimmillaan alle millisekunnin. Se mahdollistaa reaaliaikaisen käyttökokemuksen.

5G merkitsee kuitenkin paljon enemmän: se tekee mobiiliverkosta ensi kertaa täysin kiinteän yhteyden veroisen vaihtoehdon. Käyttäjät voivat hyödyntää 5G-yhteyksiä kuten kuituyhteyksiä, koska myös 5G takaa korkean kapasiteetin luotettavan yhteyden halutulla palvelutasolla. Mobiiliverkossa nopeat yhteydet tulevat olemaan saatavilla huomattavasti laajemmalla alueella.

Yrityksille, yhteiskunnille ja yksilöille 5G:n merkitys tulee olemaan paljon suurempi kuin millään aiemmalla mobiilitekniikan versiolla. 5G on suunniteltu tulevaisuuden teknologiatalouden moottoriksi, ja se aiheuttaa isoja taloudellisia mullistuksia. Mobiiliverkkojen rooli nousee uudelle tasolle, koska 5G ei yhdistä ainoastaan ihmisiä vaan myös liittyy yhteen koneita, esineitä ja laitteita. Mobiiliverkoista tulee sähköön kaltainen hyödyke ja kaiken kulmakivi.

5G mahdollistaa täysin uudet palvelut, sovellukset ja käyttökokemukset. Paljon puhutuista älykaupungeista tulee vihdoinkin totta, ei heti ja kerralla, vaan vaiheittain vuosien kuluessa – kaikki tarvittava tekniikka kuitenkin on hyvin pian tarjolla. Huippunopea mobiiliverkko ilman viivettä on edellytys itseajavien ajoneuvojen tulolle osaksi arkiliikennettä. Tuki viivekriittiselle viestinnälle ja etäohjaussovelluksille paranee niin, että esimerkiksi etäkirurgian kaltaiset kriittiset sovellukset tulevat olemaan turvallisesti käytettävissä.

Merkittävä 5G:n ajuri on esineiden internet. Tosin jo nyt DNA:n 4G-verkko mahdollistaa laajamittaiset esineiden internetin toteutukset, koska se tukee NB-IoT- ja LTE-M -teknologioita. NB-IoT (*Narrow Band Internet of Things*) ja

**”5G tekee mobiiliverkosta ensi kertaa täysin kiinteän yhteyden veroisen vaihtoehdon.”**

LTE-M ovat alun perin osa 4G-standardia, mutta ovat sittemmin otettu osaksi 5G:n IoT-konseptia. Teknologioiden avulla mobiiliverkon IoT tukee yhä useampia käyttötärpeita, soveltuen myös alhaisen virrankulutuksen ja edullisten päätelaitteiden vaatimuksiin sekä haastavammille kuuluualueille.

## 5G TARKOITTA TIIVISTETTYNÄ TÄTÄ:

- 5G on uusi matkaviestinstandardi, joka moninkertaistaa käyttäjän datanopeudet ja pienentää vasteaika.
- Datanopeudet noin kymmenkertaistuvat, huippunopeudet nousevat jopa useisiin gigabiteihin sekunnissa.
- 5G mahdollistaa kokonaan uudet palvelut mobiiliverkoissa, kuten jatkuvasti tasalaatuisena säilyvän 4K-videokuvan tai virtuaali-todellisuuden varaan rakennetut palvelut.
- 5G-standardointi etenee vaiheittain kattamaan entistä kehittyneemmän mobiililaajakaistan, viivekriittiset korkean käytettävyyden palvelut sekä suuren mittakaavan laitteiden välisen kommunikaation.
- Ensimmäisessä vaiheessa 5G-tekniikka parantaa mobiililaajakaista-palvelun laatua kuituyhteyksien veroisiksi.
- Ensimmäiset 5G-päätelaitteet ovat kodin laajakaistakäyttöön soveltuvia reititinlaitteita, ja vuonna 2020 markkinoille tulee jo suuri valikoima 5G-älypuhelimia.

### Mitä tapahtuu 4G:lle?

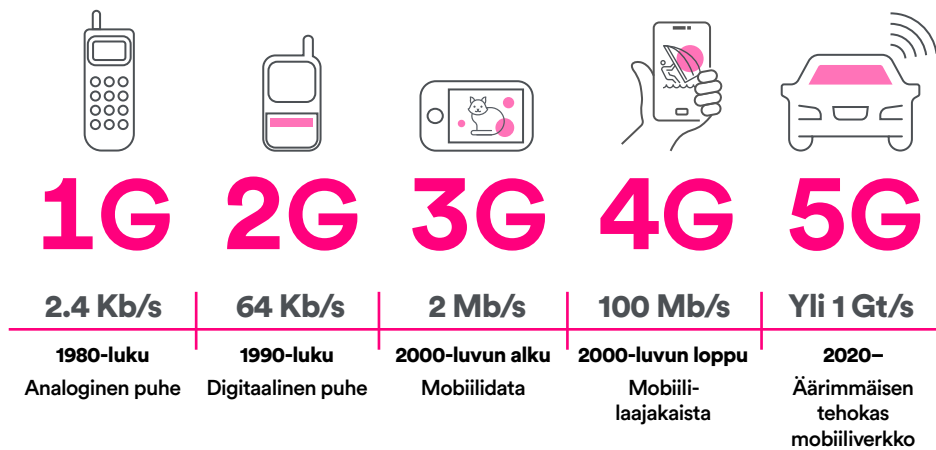
Jo tänä päivänä 4G:n teoreettinen huippunopeus on parhaimmillaan yli gigabitti sekunnissa. Hyvässä 4G:ssä käyttökokemus lähestyy jo hyvälaatuista kiinteää yhteyttä, ja 5G:ssä tilanne on luonnollisesti vieläkin parempi. 5G ei korvaa 4G:tä vielä pitkään aikaan, vaan täydentää sitä vaiheittain. Teknologian evoluution ensi vaiheessa 5G-verkkojen runkona toimii huippuunsa viritetty 4G-verkko.

Lähivuosina 5G:hen varautuminen nostaa 4G-liittymien nopeuksia ja parantaa 4G-käyttökokemusta, sillä mobiilidatan suurkuluttajat siirtyvät ensimmäisinä 5G-verkkoon vapauttaen 4G-verkon kapasiteettia muille. 5G:n rakentamisen yhteydessä parannetaan runkoverkkoa, mikä avaa lisää vaihtoehtoja hyvälaatuisen nopean yhteyden toteuttamiseksi. Tämä helpottaa esimerkiksi pilvipalveluiden sujuvaa käyttöä entistä laajemmalle käyttäjäkunnalle.

4G kehittyi edelleen ja se pysyy vielä 2020-luvulla vahvasti mukana kuvioissa. Verkkoinvestointien seurauksena myös 4G-palveluiden käytettävyys paranee edelleen.

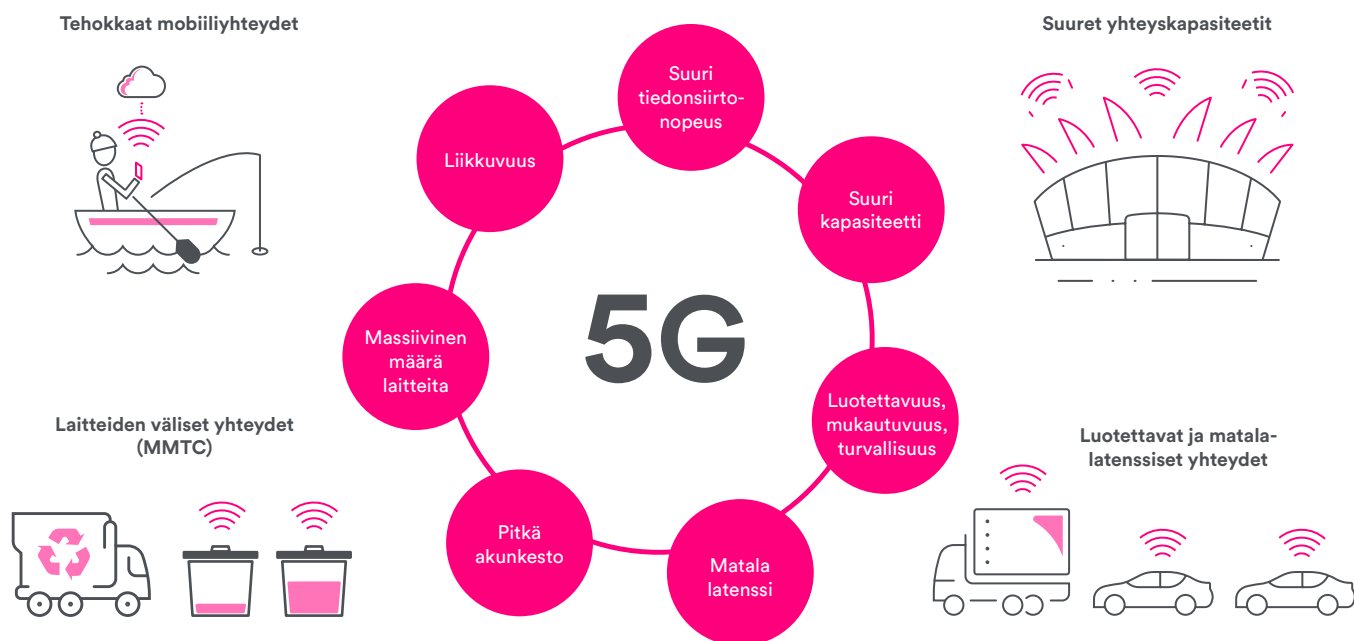
4G ja sen tekniset kyvykkyydet riittävät kaikkiin perinteisiin kuluttaja- ja yrityspalveluihin. Yritysten ei ole syytä viivästyttää esimerkiksi IoT-hankkeita ja pysähtyä odottamaan 5G:tä. Sitä paitsi esineiden internetin tarpeisiin kehitetyt 4G-verkon tekniikat NB-IoT ja LTE-M jatkavat perus-IoT-tekniikkana myös 5G-aikakaudella. Uusien verkkoprotokollien avulla data siirtyy luotettavasti mobiiliverkossa. Samalla sensoreiden akunkesto venyy jopa kymmeneen vuoteen.

## MOBIILITEKNOLOGIAN SUKUPOLVET





# 5G:N OMINAISUUDET JA NIIHIN LIITTYVÄT HYÖDYT



## 3

## Mitä hyötyjä 5G:stä on yrityksille?

Toimialasta riippumatta 5G-teknologia tarjoaa yrityksille monipuolisia uusia mahdollisuuksia kehittää liiketoimintaa sekä yrityksen sisäisten tarpeiden että asiakkaille tarjottavien palveluiden näkökulmasta. Yleinen etu on esimerkiksi tuottavuuden nousu. Paremmat mobiiliverkkojen yhteydet auttavat yrityksiä työskentelemään nopeammin ja tuottavammin sekä hyödyntämään kattavasti reaaliaikaista dataa, mikä säästää kustannuksia ja lisää liikevaihtoa.

Tärkeimmät 5G:n vaikutukset voidaan karkeasti tyypitellä neljään pääryhmään:

**Korkean kapasiteetin mobiiliyhteydet.** 5G parantaa mobiiliyhteyksien nopeuksia ja vasteaikoja älypuhelimissa, kodeissa ja yritysten toimipisteissä. Nykyistä tehokkaampi ja paremmin toimiva mobiiliyhteys varmistaa verkon käytettävyyden eri tilanteissa, esimerkiksi suurissa yleisötapahtumissa.



Uusi teknologia tuo tarjolle aiempaa sulavammin toimivat immersiiiviset eli täydellisen uppoutumisen elämykset, kuten virtuaalitodellisuuden (VR) ja lisätyn todellisuuden (AR) sovellukset. 5G:n myötä nopeiden, kuidunveroisten yhteyksien saatavuus laajenee myös käyttäjäkeskittymien ulkopuolelle ja varayhteyksiksi.

**Liikkuvan työn uusi ulottuvuus.** 5G helpottaa nykyistä etätyöskentelyä parantamalla etäneuvotteluita häiritseviä viiveitä sekä kuvan ja äänen laatua. Monissa tehtävissä reaaliaikaisuus ja hyvälaatuinen videokuva mobiiliverkon kautta mahdollistavat tehokkaamman liikkuvan työn. Esimerkiksi kenttähuoltoa voi tehdä sujuvasti lisätyn todellisuuden tekniikalla keskitetyn asiantuntijatiimin tukemana. Rakennustyömaalla ja suunnittelutoimistossa voidaan tarkastella tarkkaa 3D-mallia yhdessä reaaliaikaisesti – aivan kuin kaikki osapuolet olisivat saman fyysisen mallin äärellä.

**Viivekriittinen viestintä.** Äärimmäisen luotettavilla ja matalan viiveen yhteyksillä 5G mahdollistaa uusia palveluita, kuten kriittisen infrastruktuurin, tuotantolinjojen, robottien ja ajoneuvojen etähallinnan ja etäohjauksen.

**Massiivinen esineiden internet.** 5G yhdistää saumattomasti valtavan määrän mihin tahansa eri laitteisiin ja esineisiin sulautettuja antureita. Se kykenee hillitsemään mobiilidatan käyttöä ja virrankulutusta, mikä takaa erittäin kustannustehokkaat ratkaisut. Anturimäärien kasvu mahdollistaa reaaliaikaisen datan hyödyntämisen entistä laajemmin toimintojen automatisoimiseksi ja kehittämiseksi.

## Miten 5G muuttaa yritysverkkoja?

Hyötyjä yrityksille voi lähestyä yritysverkkojen muutoksen näkökulmasta. Käytännössä 5G tekee yritysverkkojen rakentamisesta aiempaa joustavampaa, tuo mahdollisuuden kuidunveroiseen kiinteään mobiiliyhteyteen, mahdollistaa paikalliset alhaisen viiveen palvelut sekä yrityksille räätälöidyt mobiiliverkon viipaloinnit.

Yritysverkot monimuotoistuvat kaiken aikaa, ja 5G nivoutuu tiiviisti kehitykseen kohti hybridiverkkoja. Yrityksen kannalta ilahduttavaa on, että se voi entistä helpommin ja joustavammin valita kuhunkin taroitukseen ja toimipisteeseen parhaiten soveltuvan yhteyden – täysin riippumatta siitä, onko yhteys kiinteä vai langaton.

5G tekee langattomista mobiiliverkoista yhä enemmän täysiverisen verkko-tekniikan muiden joukossa. 4G on jo tässä pitkällä, mutta 5G lisää ominaisuuksia ja se sopii ympäristöihin, joissa 4G ei olisi tällä hetkellä ensisijainen ratkaisu. 5G tai kuitu voidaan valita toimipistekohtaisen saatavuuden perusteella tai hyödyntää rinnakkain lisäämään joustavuutta ja vikasietoisuutta. Rajanvedot joustavat, eikä ole yhtä oikeaa kaikille sopivaa ratkaisua. Tämä vaatii muutoksia niin tekniikkaan kuin ajatteluun.

Yritysverkkojen kannalta erityisen hyödyllisiä ominaisuuksia 5G:ssä ovat uudet mahdollisuudet esimerkiksi mobiililiikenteen paikalliseen hallintaan niin sanotun lokaalin breakoutin avulla, jolla lyhennetään entisestään 5G:n matalia viiveitä, kun käytetään toimipistekohtaisia sovelluksia tai reunalaskentaa. Yksityisiä verkkoja voidaan rakentaa niin sanotulla verkkojen viipaloinnilla tai asiakaskohtaisilla laitteistoilla ja taajuuksilla. Yritykset pystyvät tämän ansiosta toteuttamaan mobiiliverkolla liiketoiminta- ja viivekriittisiä palveluita joustavasti ja erittäin korkealla tietoturvasallalla.

Myös operaattorit tuottavat yhä enemmän verkkopalvelunsa samasta verkon ytimeistä samoilla periaatteilla riippumatta teknologiasta. Yrityksen datayhteyksien kannalta ei ole enää suurta merkitystä sillä, käyttääkö yritys kuitu- vai mobiilitekniikkaa.

## Kuidunveroinen kiinteä langaton yhteys

Kuidun ja mobiilin rajaan iskeekin ensimmäinen 5G-palvelu markkinoilla: kiinteä langaton yhteys, englanniksi *Fixed Wireless Access* (FWA). Sanaparina kiinteä ja langaton saattavat ällistyttää. Mistä siis on kysymys? Lyhyesti sanoen kuidunkaltaisesta yhteydestä rakennuksiin ja alueille, joille kuitua ei ole saatavilla tai taloudellisesti kannattava rakentaa.

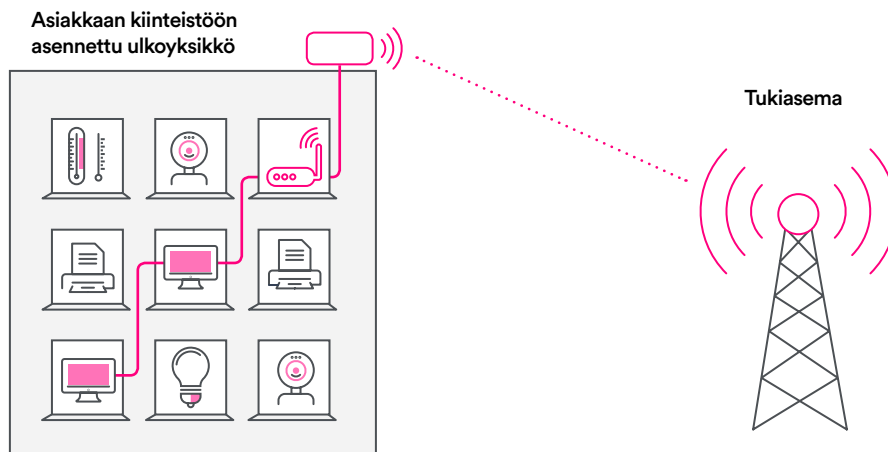
**”Käytännössä 5G tekee yritysverkkojen rakentamisesta aiempaa joustavampaa, tuo mahdollisuuden kuidunveroiseen kiinteään mobiiliyhteyteen, mahdollistaa paikalliset alhaisen viiveen palvelut sekä yrityksille räätälöidyt mobiiliverkon viipaleet.”**

Kiinteys viittaa päätelaitteeseen, joka asennetaan kiinteästi rakennuksen ulkopuolelle varustettuna ulkoisella radioyksiköllä. Datayhteys liitetään rakennuksen sisäkaapelointiin ja siitä edelleen langattomaan sisäverkkoon.

Ratkaisua voi verrata liikkuvaan laajakaistaan. Ratkaiseva ero on se, että FWA-yhteydessä laatu ja datanopeus ovat kuituyhteyden veroisia. Operaattori takaa tietyn nopeuden ja palvelutason, mikä ei ole tähän asti ollut mobiiliverkoissa mahdollista.

Yritykset voivat hyödyntää kiinteää langatonta yhteyttä pääyhteytenä kohteissa, jotka sijaitsevat operaattorien kuituverkkojen ulkopuolella. Muualla yritykset voivat käyttää FWA:ta varayhteytenä tai nopeuttaa toimitusaikoja esim. väliaikaisiin kohteisiin.

## KIINTEÄ MOBIILIIHTEYS (FWA)



### Verkon viipalointi ja yksityiset verkot avaavat yrityksille ruuhkattoman yksityistien

Kiinteän mobiiliverkon mahdollistaa 5G:n uusi verkon viipalointitekniikka, englanniksi *slicing*. Se on yksi suurimmista 5G:n tuomista eduista yritysten kannalta. Perinteisesti mobiiliverkko on aina tarkoittanut jaettua kais-taa kaikkien muiden saman tukiaseman käyttäjien kanssa, mutta viipalointi mullistaa tämän.

Yritysverkon kannalta viipalointi on kuin oman, yksityisen tien rakentaminen, jota muut autoilijat eivät pääse ruuhkauttamaan. 5G-verkoissa tietylle asiakkaalle, sovellukselle tai liikennetyypille voidaan osoittaa ja varata tietty vakiolaatuinen siivu koko mobiiliverkossa, siirtoverkoissa ja runkoverkoissa ja pitää se ainoastaan näillä käyttäjillä. Esimerkiksi tapahtuman videosisältö

tai kassajärjestelmät voidaan eriyttää omalle kaistalle tai IoT-laitteet omaan verkkoon rajaamaan tietoturvaohjeita.

Yritykselle voidaan käytännössä räätälöidä ikään kuin oma yksityinen 5G-verkko, joka on määritelty täsmällisesti yrityksen tarpeita vastaavaksi. Verkon viipalointi auttaa osaltaan hallitsemaan viivettä ja tietoturvaa sekä parantaa koko verkon toimintavarmuutta. Sen ansiosta kun voidaan esimerkiksi taata, että data pysyy yrityksen omissa it-järjestelmissä, eikä kierrä lainkaan operaattorin verkossa.

Viipaloinnin avulla 5G-verkkoa voidaan hyödyntää joustavasti erilaisiin tarpeisiin: oli kyse sitten erittäin suuren kapasiteetin tarjoamisesta, suuren laitemäärän liittämistä esineiden internetiin tai äärimmäisen pienen viiveen palveluiden tarjoamisesta.

Viipaloinnin ansiosta yritys voi tulevaisuudessa innovoida ja toteuttaa palveluita täysin 5G-infrastruktuurin varaan. Viipaloidun verkon ominaisuudet optimoidaan siten, että ne sopivat mahdollisimman hyvin haluttuun käyttötarkoitukseen. 5G vaikuttaa myös firmojen tietohallinto-osastojen arkeen. Esimerkiksi toimitiloihin ja niiden välille ei tulevaisuudessa tarvitse välttämättä rakentaa monimutkaisia kiinteitä tietoliikenneyhteyksiä, vaan viipalointiratkaisuilla niitä voi tehdä valtakunnallisen 5G-infrastruktuurin päälle.

Kriittisyysvaatimusten kasvaessa ratkaisuksi soveltuvat yksityiset verkot toteutettuina yksityisen verkon asiakaskohtaisella laitteistolla ja taajuudella. Esimerkiksi julkisessa turvallisuudessa, teollisuuden automaatiassa, älyliikenteessä ja logistiikassa kriittisiä menestystekijöitä ovat verkon toimintavarmuus, viiveen hallinta ja tietoturva, ja verkon häiriötilanteet voivat aiheuttaa merkittäviäkin turvallisuus- tai kustannusriskejä. Yksityisellä verkolla voidaan esimerkiksi taata, että data pysyy yrityksen omissa it-järjestelmissä.

## **5G ja IoT: Neljäs teollinen vallankumous saa vauhtia**

Esineiden internet on keskeinen teknologia puhuttaessa neljänestä teollisesta vallankumouksesta, jonka digitalisaatio ja internet ovat käynnistäneet 2000-luvulla. Ensimmäinen vallankumous johtui höyrykoneen keksimisestä, toinen vallankumous oli massatuotanto, kolmannen aiheutti tietokoneiden ja automaation keksiminen.

Nyt 5G-verkot kiihdyttävät murrosta, eikä kyse ole sattumasta. 5G:n ominaisuuksien suunnittelussa on kiinnitetty paljon huomiota esineiden internetin monimutkaisuuteen tarpeisiin: verkon pitää samaan aikaan sallia hurja määrä sensorilaitteiden yhteyksiä, minimoida viive ja energiankulutus sekä taata korkea tietoturva. Lisäksi on haluttu mahdollistaa liiketoimintakriittiset sovellukset.

5G:n roadmap sisältääkin kaksi erityisesti IoT-ratkaisuihin liittyvää standardia:

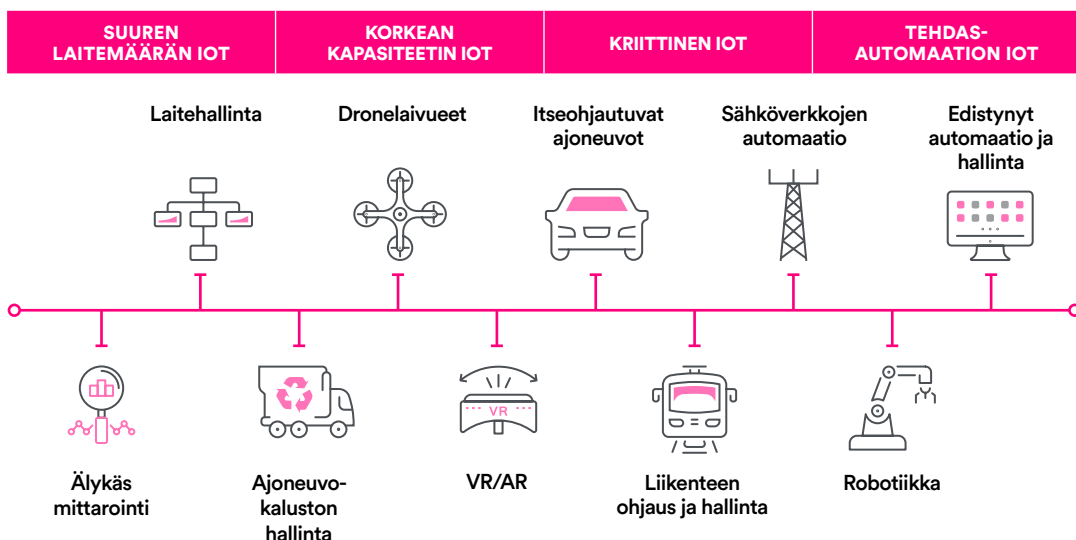
- **Massive IoT, mIoT:** Massiivisten laitemäärien liittäminen verkkoon. Saman 5G-tukiaseman alueella voi olla tuhansia mobiili-dataa käyttäviä sensoreita.
- **Ultra Reliable Low Latency Communication, URLLC:** Viivekriittiset korkean käytettävyyden palvelut, joita tarvitaan esimerkiksi tehdasprosessien automaatioissa, itseohjautuvissa autoissa ja etäkirurgiassa.

Esineiden internet saattaa nyt tuntua vieraalta, mutta 5G:n tulo voi tuoda siihen muutoksen. Ainakin sen mahdollisuudet on syytä kartoittaa.

Monessa yritysratkaisussa käyttötarpeet vaativat sekä IoT- että 5G-teknologiaa, jotta pullonkauloja kuten viivettä ei pääse syntymään. Tällainen tapaus on esimerkiksi 5G:n viipaloinnilla eristetty ison tehtaan automaatioon liitetty IoT-laiteverkko, jossa suuri joukko koneiden ja laitteiden IoT-sensoreita lähettää verkkoon valtavasti dataa suurella kapasiteetilla. Dataa ei kuitenkaan siirretä raakana operaattorin runkoverkkoon, vaan se prosessoidaan paikallisesti ja reaaliaikaisesti niin sanotulla reunalaskennalla.

Jo 4G-verkoissa yritysten saataville tulleet esineiden internetin tarpeisiin suunnitellut teknologiat NB-IoT ja LTE-M ovat tärkeitä myös 5G-verkossa. Niiden kehitys jatkuu, mutta 5G-verkko mahdollistaa standardien kehittyessä täysin uudenlaisia käyttömahdollisuuksia IoT:lle.

## 5G:N JA IOT:N ERILAISET KÄYTTÖTAPAUKSET



Kuvan lähde: Ericsson



## **5G mahdollistaa ensi kertaa kunnolliset AR/VR-toteutukset**

Jo monta vuotta olemme kuulleet hehkutusta, jonka mukaan virtuaalitodellisuus eli VR ja lisätty todellisuus eli AR yleistyvät osaksi arkipäivää. Näin ei kuitenkaan ole käynyt, ja yksi tärkeimmistä syistä on ollut se, että toimiakseen hyvin AR ja VR eivät siedä lainkaan verkon viivettä. Käyttäjän kokemus on ollut useissa tilanteissa kömpelö ja epämiellyttävä, kun kaikki on tuntunut tapahtuvan liian hitaasti ja resoluutio ei riitä edistyneempiin tarpeisiin. Siksi käyttö on jäänyt ennustettua rajallisemmaksi.

5G tuo radikaalin parannuksen, sillä sen keskeinen ominaisuus on hyvin pieni viive ja erinomainen verkon suorituskyky. Sen ansiosta lisätyn ja virtuaalitodellisuuden käytöstä tulee luonnollisen tuntuista, käytännössä reaaliaikaista ja luotettavaa, joten analyytikot uskovat, että VR/AR-sovellukset yleistyvät voimakkaasti 5G:n tullessa sekä yritysten että kuluttajien käytössä. Myös verkkolaitteiden valmistajat ja operaattorit arvioivat, että AR- ja VR-sovelluksista tulee 5G-verkkojen merkittävimpiä käyttötapauksia.

Yrityskäytössä tärkeitä sovelluskohteita ovat muun muassa laitesimulaatiot sekä erilaisten laitteiden etäohjaus ja etähuollot jopa etätyönä. Teollisuudessa työntekijät voivat nähdä kokoonpanoa tai korjaamista varten äärimmäisen tarkan digitaalisen kaksosen halutusta esineestä. Esimerkiksi huoltotyöntekijä voi auttaa asiakkaita jopa kotoaan käsin, olivat asiakkaat sitten Honkajoella tai Hongkongissa. Myös asiakaskokemuksesta saadaan elämyksellinen ja havainnollistava VR:n tai AR:n avulla vaikkapa huonekalujen sovittamiseen omaan kotiin. Eri toimialojen yrityksille avautuu kokonaan uudenlaisia mahdollisuuksia soveltaa lisättyä todellisuutta ja virtuaalitodellisuutta.

## 5G ja reunalaskenta

Yritysten kannalta hyvin mielenkiintoinen 5G:hen liittyvä uutuus on niin sanottu reunalaskenta (*Multi-Access Edge Computing, MEC*). Siitä on tulossa tärkein ratkaisu tuottaa verkkoon kytkettyjen laitteiden ja sensoriverkkojen raakadatasta käyttökelpoista tietoa sovellusten käyttöön. Ideana on prosessoida datamassoja verkon reunalla lähelle käyttöpaikkaa sen sijaan, että data lähetettäisiin pilvessä sijaitseville laskentapalvelimille.

Äärimmäisen nopea reunalaskenta varmistaa, että sovellukset toimivat jouhevasti. Lisäksi se estää verkkojen tukkeutumisen suuren data- ja käyttäjämäärän takia. Samalla tietoturva parantuu.

”Kun palveluita voidaan tuoda lähemmäs käyttäjiä, eikä dataa tarvitse hakea kauempaa, prosessointiviiveet pienenevät. Myös tiettyjä operaattorin verkon ytimen toiminnallisuuksia pystytään tuomaan tukiasemiin. Kun laskentaa voi tehdä entistä lähempänä, se helpottaa koko verkon toimintaa”, DNA:n radioverkkojen suunnitteluosaston päällikkö Ari Lehtinen kertoo.

Lyhyt viive on välttämätöntä esimerkiksi teollisten prosessien ja koneiden ohjaamisessa. Sitä suorastaan vaativat reaaliaikaiset sovellukset, jotka ovat voimakkaasti riippuvaisia erityisen alhaisesta latenssista, tarvitsevat suurta kaistanleveyttä ja suurta määrää jatkuvia yhteyksiä, kuten esineiden internet, tekoälysovellukset ja AR/VR. Myös videosisällöt hyötyvät reunalaskennasta: esimerkiksi 4K-videosisältöjä voidaan tuoda verkon reunalle.

Reunalaskennasta 5G-verkon reunalla hyötyvät kaikenlaiset asiakkaat, joiden liiketoimintaprosesseissa on viivekriittisiä tai paikallisia dataintensiivisiä palveluita ja paikallista tietoliikennettä.

Tyypillisiä käyttökohteita ovat esimerkiksi suuret tehtaot tai varasto- ja satama-alueet. Niiden koneissa, laitteissa ja ympäristössä voi olla valtavasti IoT-sensoreita tai -kameroita, joiden lähettämä data pitää pystyä käsittelemään nopeasti ja laskennan tulokset pitää viedä kokonaisuuden hallintaohjelmistoon. Esimerkiksi reaaliaikainen kuvantunnistus videokuvasta voi tapahtua reunalaskennalla ja ainoastaan analysoitu tieto viedään pilveen.

## 5G:n hyödyntämisen esimerkkejä eri toimialoilla

### Rakentaminen

Rakennustyömailla 5G voi ensimmäisenä näyttäytyä työmaalle nopealla toimitusajalla hankittavana verkkoyhteytenä, esimerkiksi kiinteä mobiiliyhteys (FWA) tai asiakkaalle dedikoitu viipale. Yhteys toimii sujuvasti kolmiulotteisten mallien ja videoneuvottelujen alustana. Iso uusi mahdollisuus on rakentamisen työkoneiden etäohjaus tai jopa autonominen ohjaus. Tulevaisuuden



rakennuskohteissa kaivinkoneita, torninostureita, kuorma-autoja ja trukkeja voi ohjata etänä, sillä 5G-verkossa näkee huippuluokan videokuvan käytännössä reaaliajassa, eikä hankalaa ja turvallisuuden vaarantavaa viivettä esiinny.

### **Älykkäät rakennukset**

Rakennukset voidaan varustaa suurella joukolla edullisia ja pieniä radiosensoreita, jotka seuraavat tilojen käyttöastetta, valaistusta ja lämpötilaa ja välittävät dataa mobiiliverkkoon. Napin kokoluokan sensoreiden verkottaminen langattomasti on paljon helpompaa kuin kaapelien vetäminen. Korkeatasoista videokuvaa voidaan välittää toimitiloista ympäri maailmaa, myös mobiililaitteisiin. Tuloksena syntyvät älykkäät rakennukset ovat nykyisiä joustavampia, tehokkaampia, turvallisempia ja lopulta myös edullisempia.

### **Valmistava teollisuus**

Teollisuudessa on perinteisesti käytetty kiinteitä verkkoyhteyksiä suurien automaatiojärjestelmien rakentamisessa, mutta jatkossa 5G mahdollistaa äärimmäisen tehokkaat, nopeat ja luotettavat yhteydet mobiiliverkossa. Tehdasautomaation arvioidaan yleisesti nousevan yhdeksi kaikkein suurimmista 5G:n yrityskäytön kohteista.

### **Logistiikka**

Erilaisissa rahdin käsittelyn ja kuljettamisen ratkaisuissa 5G sallii valtavien sensori- ja kameramäärien kylvämisen ajoneuvoihin, niiden moottoreihin ja laitteisiin sekä varastotiloihin ja itse rahtiin. Mobiiliverkoissa voi välittää reaaliajassa kuvaa ja dataa rahdin kulusta ja ympäristön olosuhteista esimerkiksi satamissa, tehtaissa ja varastoissa. Viiveettömyys mahdollistaa kriittisen, automaattisen koneiden välisen viestinnän, etäohjauksen ja esimerkiksi sataman tai rahtiterminaalin laajuisen operaatioiden automatisoinnin.

### **Vähittäiskauppa**

Verkkokauppa älypuhelimilla räjähti 4G:n tultua, ja 5G kiihdyttää kehitystä entisestään tarjoamalla uudenlaisia ostokokemuksia, kuten lisätyn todellisuuden ja virtuaalitodellisuuden sovellukset. Esimerkiksi vaatekaupassa asiakkaat pystyvät sovittamaan vaatteita uudella tavalla hyvin luontevasti. Asiakaskokemusten lisäksi mobiiliratkaisut edistävät myymäläprosessien digitalisaatiota sekä logistiikan automatisointia.



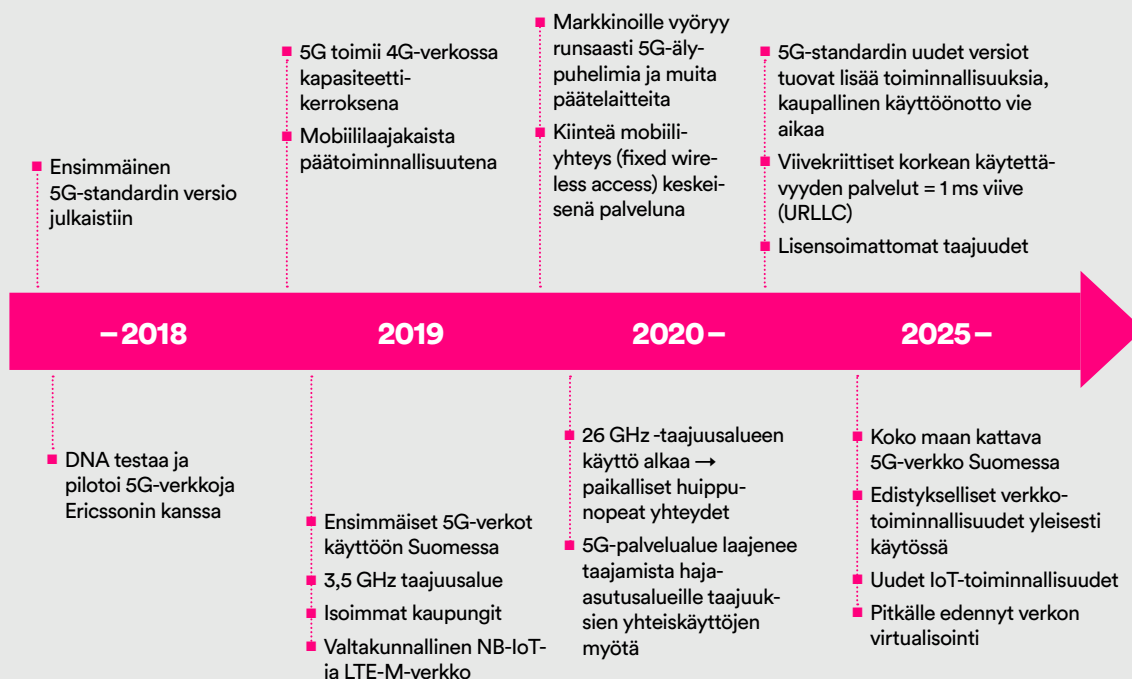
## **Energia ja vesi**

Yhteiskunnan huoltovarmuudelle kriittisen tärkeitä energiantuotannon voimallaitokset ja energiaverkot sekä vesilaitokset ja vesijohtoverkostot saavat 5G:stä suuren parannuksen toimintavarmuuteen. Esimerkiksi sähköyhtiöt ja vesiyhtiöt pystyvät varustamaan verkkonsa hurjalla määrällä antureita, jotka lähettävät jatkuvasti tietoa mobiiliverkossa. Mahdollisista verkossa esiintyvistä teknisistä ongelmista saadaan heti tietoa. Kun myös huoltoteknikoiden käytössä ovat 5G-yhteydet kentällä, he voivat nähdä jopa 3D-mallina, missä vika piilee. Kokeneempi asiantuntija tai laitetoimittajan edustaja voi opastaa etänä videoyhteydellä ja lisätyssä todellisuudessa, miten korjauksesta suoriutuu.

## **Terveydenhuolto**

Digitaalisen terveydenhuollon markkinoiden ennustetaan kasvavan tuntuvasti 5G:n viiveettömyyden, nopeuden ja luotettavuuden ansiosta. Liikkuvasta ambulanssista voi välittää potilaan elintoimintojen diagnostiikkadataa ja korkeatasoista videokuva, jolloin sairaalan lääkäri voi tehdä diagnoosin jo ennen kuin potilas saapuu perille. Tilannetietoisuus paranee. Sairaaloiden laitteistot ja tilat voidaan täyttää tuhansilla potilaita ja olosuhteita tarkkailevilla sensoreilla. Henkilöstön sisäinen viestintä voidaan ohjata täysin suljettuun paikalliseen 5G-verkkoon, mikä terästä potilasdatan yksityisyyden suoja. Reaaliaikaisesta etädiagnostiikasta ja jopa etäleikkauksista tulee mahdollisia – kirurgille voidaan välittää mobiiliverkossa jopa haptinen palaute eli kaukana tapahtuvan tekemisen voi tuntea käsissään.

## 5G:N AIKATAULU



# 4

## 5G:n aikataulu ja tekniikka

Maailmassa 5G:n käyttöönoton kärjessä on Etelä-Korea ja jossain määrin Yhdysvallat, mutta Suomi on mukana aivan etulinjassa. Etelä-Koreassa maan kolme operaattoria avasivat 5G-verkot huhtikuussa 2019 ja neljä kuukautta myöhemmin 5G-liittymäasiakkaiden määrä ylitti kahden miljoonan rajapyykin. Verkon peitoksi vuoden lopussa on arvioitu 90 prosenttia. Kiinassa puolestaan pystytetään vielä 2019 yli 300 000 kappaletta 5G-tukiasemia.

Kehitysvauhti riippuu lähinnä siitä, milloin 5G-teknologia on niin valmista, että käyttöönotto kannattaa aloittaa. Verkon rakentamisen lisäksi 5G:n käyttöönoton vauhtiin luonnollisesti vaikuttaa päätelaitteiden tulo markkinoille. Laittevalmistajien arvioidaan tuovan suuren valikoiman älypuhelimia ja modeemeita myyntiin vuodesta 2020 alkaen. Päätelaitetarjonta on tällä hetkellä hyvin rajallista. Päätelaitteet ovat kalliita ja useiden elinkaari rajoittuu 5G-käyttöönoton alkuvaiheeseen, kun useat alkuvaiheessa käytettävät piirisarjat eivät tue 5G:n vuonna 2020 yleistyvää standalone-arkkitehtuuria.

Suomessa ensimmäisenä ovat avautuneet 3,5 gigahertsin 5G-verkot vuonna 2019. Seuraavassa vaiheessa 5G-käyttöön tulevat matalammat taajuudet 700 megahertsistä lähtien. Ne laajentavat peittoalueita 2020 alkaen. Myöhemmin alkavat rakentua korkeampien radio- taajuuksien 5G-verkot, jotka tuovat merkittävästi lisää nopeutta ja välityskykyä. Sen jälkeen tulee vielä lisää taajuuksia. Ensin 5G tulee suurempiin kaupunkeihin, muutamassa vuodessa se leviää haja-asutusalueille.

**”Vuoden 2022 aikana Suomessa on edetty pitkälle valtakunnallisen kuuluvuuden osalta hyödyntäen eri taajuusalueita”, sanoo DNA:n radioverkkojen suunnitteluosaston päällikkö Ari Lehtinen.”**

”Verkkoa on päivitetty viime vuosina 5G-valmiuksien osalta. 5G-verkon rakentaminen alkaa vuoden 2019 aikana ja kiihtyy 2020 alkaen, kun sekä verkkolaitteiden että päätelaitteiden tekniikka kypsyy. Vuoden 2022 aikana Suomessa on edetty pitkälle valtakunnallisen kuuluvuuden osalta hyödyntäen eri taajuusalueita”, sanoo DNA:n radioverkkojen suunnitteluosaston päällikkö Ari Lehtinen.

Nopeiden kuituyhteyksien ansiosta 5G-verkon rakentaminen on Suomessa huomattavasti helpompaa ja edullisempaa kuin esimerkiksi Keski-Euroopassa, jossa on edessä suuria runkoverkon investointeja. Suomessa 5G-tukiasemat voidaan yleensä vain lisätä nykyisten tukiasemien rinnalle. DNA on jo päivittänyt 4G-verkon entistä suorituskykyisemmäksi ja 5G-käyttönotovalmiuteen keskeisillä alueilla, kuten Helsingissä, Turussa ja Tampereella.

Jos rakennusvauhtia verrataan aiempaan, Suomen valtakunnalliset 4G-verkot saatiin rakennettua viidessä, kuudessa vuodessa. Jokainen uusi teknologia on tullut nopeammin kuin edellinen.

Tahti riippuu standardien kehittämisestä ja päätelaitteiden tulosta markkinoille. Standardien julkaisun jälkeen kuluu tyypillisesti noin puoli vuotta ennen kuin markkinoilla alkaa näkyä kaupallisia toteutuksia. Tarkka ajoitus riippuu ennen kaikkea kysynnästä.

Päätelaitteiden osalta mittakaava on aluksi pieni, mutta vauhti kiihtyy ja hinnat alenevat vuodesta 2020 eteenpäin. Noin vuoteen 2022 mennessä 5G on mukana käytännössä kaikissa älypuhelimissa.

## **Miten se toimii – 5G-tekniikan perusteet**

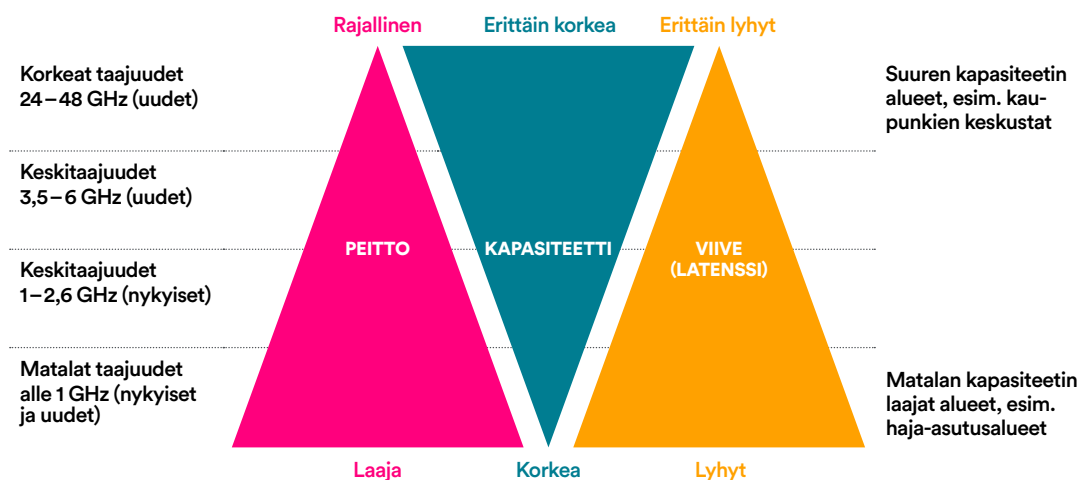
- Mitä merkitystä on 5G:n eri taajuuksilla?
- Miksi uusi antennitekniikka on olennaista?
- Miten virtualisointi liittyy 5G:hen?

5G-verkkojen ja niiden etujen ymmärtämiseksi on hyvä tietää joitakin perusasioita radioteknologiasta, johon perustuvat kaikki mobiiliverkot. Keskeinen perusasia mobiiliverkoissa on taajuudet. Niillä on paljon merkitystä niin verkkojen rakentamisen kuin käytön kannalta.

Jos taajuuksien merkitys on epäselvä, kannattaa painaa mieleen hyvin muutama yksinkertainen muistisääntö. Näiden sääntöjen perusteella voi tulkitella myös 5G-taajuuksia.

- Mitä korkeampi on matkaviestinverkon tukiaseman taajuus, sitä lyhyempi on sen kantama, mutta sitä enemmän on kaistaa käytettävissä, mikä tyydyttävästi näkyy suurempana kykyä välittää dataa – ja päinvastoin: mitä matalampi taajuus, sitä pidempi kantama ja vähemmän kaistaa.
  - Jos matkaviestinverkon tukiasema toimii matalalla taajuudella, sen peittoalue on suuri ja kuuluvuus parempi. Huippunopeuksiin ei yllätä. Tukiasemia tarvitaan harvakseltaan = haja-asutusalueen ratkaisu.
  - Jos tukiasema toimii korkealla taajuudella, peittoalue on pieni, latenssi matala ja datanopeus suuri. Tukiasemia pitää olla tiheässä = kaupunkialueen ratkaisu.
- Lisäksi: Mitä matalampi taajuus, sitä paremmin radiosignaali läpäisee rakenteita. Mitä korkeampi taajuus, sitä heikompi läpäisykyky.

## 5G-TAAJUUSALUEET, MAANTIETEELLINEN PEITTO, KAPASITEETTI JA LATENSSI



Kuvan lähde: Ericsson

5G toimii taajuuksista riippumatta ja tulee saataville usealla eri taajuusalueella. Suomessa 5G-verkkojen ensimmäisessä vaiheessa avautuvat verkot 3,5 gigahertsin taajuudella. Pian sen jälkeen tulevat muut nykykäytössä olevat taajuudet, erityisesti 700 megahertsin taajuus, joka on pääosin vapaana muusta käytöstä.

”Alkuvaiheessa 3,5 gigahertsin taajuus on monin tavoin ihanteellinen. Se on päätaajuus ympäri maailmaa ja päätelaitelaitetuki on paras”, Ericssonin järjestelmäasiantuntija **Jukka Möykkynen** kertoo.

Vastaavasti 700 megahertsin verkoissa yhden tukiaseman niin sanottu solukoko on useita kymmeniä kilometrejä. Matala taajuus mahdollistaa haja-asutusalueiden kattamisen ja maanlaajuiset 5G-verkot. Puutteena on se, että 700 megahertsin taajuudella jäädytään kauas 5G:n parhaasta suorituskyvystä.

Sen sijaan myöhemmin käyttöön tuleva 26 gigahertsin taajuus on äärimmäisen nopea. Kääntöpuolena on hyvin lyhyt kantama, mikä vaatii erittäin tiheän tukiasemaverkoston. Taajuus soveltuu esimerkiksi sisätiloissa pienillä alueilla teollisuusautomaation käyttöön. Suomessa 26 gigahertsin taajuusalue voi tulla jaettavaksi operaattorien kesken vuoden 2020 lopulta alkaen.

Koko Eurooppaan on tavoitteena saada sovittua 26 gigahertsin taajuusalueesta vuoden 2020 aikana. Yhdysvalloissa ensimmäiset 5G-verkot toimivat 28 gigahertsin taajuudella, Japanissa käytössä on jopa 38 gigahertsiä.

**Koko Eurooppaan on tavoitteena saada sovittua 26 gigahertsin taajuusalueesta vuoden 2020 aikana.**

## **Miksi uusi antennitekniologia on 5G:ssä olennaista?**

Hyvin merkittävää 5G:ssä on täysin uudenlainen antenni- ja radiotekniologia, koska juuri se parantaa roimasti käyttäjäkokemusta ja tuo rutkasti lisää suorituskykyä. Keskeisiä käsitteitä ovat 3,5 GHz:n ja sitä korkeammilla taajuuksilla käytettävä mMIMO- eli massive MIMO -antennitekniikka sekä *beamforming* eli keilanmuodostus.

Massive MIMO tarkoittaa, että 5G-tukiasemissa voi olla hurjan suuri määrä pikkuruisia lähettämiä ja niihin liittyviä antennielementtejä.

”5G-tukiasemien pienimpien yksittäisten antennielementtien koko on vain pari senttiä kertaa pari senttiä, ja MIMO-elementtien määrä voi olla esimerkiksi 64 kappaletta. Tämä tekee osaltaan mahdolliseksi keilanmuodostuksen”, Ericssonin ratkaisuarkkitehti **Petri Haapanen** kertoo.

## 5G:N KEILAMUODOSTUS



Jos radioaallot olisivat silmin nähtäviä, huomaisimme, että antennielementtien kautta lähetettävät radiosignaalit muodostavat erityisen kuvionsa: sen muoto muistuttaa hyvin kapeaa keilaa. Lähettimien avulla näitä keiloja voidaan tehdä useampia samalla radiolla. Tämän ansiosta signaalin laatu saadaan paremmaksi. Jokainen keila suuntautuu tarkasti staattisesti tai myöhemmin dynaamisesti esimerkiksi käyttäjiin.

”Tämä keila voi seurata käyttäjää, kun tämä liikkuu tukiaseman peittoalueella. Jos kaksi käyttäjää kohtaa, siinä hetkessä nopeus käyttäjää kohti puolittuu, mutta kun käyttäjät ohittavat toisensa, molemmat saavat taas oman keilan. Yhteyden laatu säilyy tasaisena”, Haapanen sanoo.

Mobiiliverkon aiempien sukupolvien tukiasemat jakavat peittoalueella yhden ja saman kapasiteetin siellä eri hetkinä olevien käyttäjien kesken. Jos näkisimme radiosignaalit, kuvio näyttäisi suurelta sateenvarjolta. Sitä mukaa kun käyttäjien määrä on kasvanut, kaikki käyttäjät ovat kokeneet, että verkkoyhteys hidastuu yhä enemmän. Lisäksi datanopeus laskee, kun käyttäjä siirtyy kohti tukiaseman peittoalueen reunaa. 5G:ssä nopeus pysyy peittoalueella tasaisena.



## 5G ja virtualisointi

Perinteisesti mobiiliverkkojen tietoliikenne on aina kulkenut operaattorin verkon niin sanottuun runkoon (core), mistä on väistämättä seurannut viivettä, kun datan on pitänyt kulkea aina runkopisteen kautta. Tähän 5G-tekniologia pystyy tuomaan yritysten kannalta tärkeitä muutoksia.

”5G tekee paljon helpommaksi verkkojen virtualisoinnin ja hallinnan. Sen ansiosta verkkorungon elementit voidaan toimittaa paikallisina viipaleina, jotka sijaitsevat verkon reunalla esimerkiksi yrityksessä. Silloin latenssi pienenee, eikä tietoliikenne ole alttiina verkkohäiriöille”, Ericssonin ratkaisuarhitekti Petri Haapanen sanoo.

Paikallisessa, virtuaalisessa 5G-verkon viipaleessa data siirtyy yritykselle eriytettyssä verkossa. Esimerkiksi sairaalassa henkilökunnan mobiiliviestintä pysyy sisäisessä verkossa tai koneita voi etäohjata. Verkkojen virtualisointi osaltaan saa aikaan sen, että 5G-verkoissa operaattori voi taata asiakkaille tietoliikenteen palvelutason.



# 5

## Toimi nyt!

Matkaviestintäverkkojen viides sukupolvi vaikuttaa niin isoihin kuin pieniin yrityksiin kaikilla toimialoilla, Suomen joka kolkassa. 5G koskettaa liiketoiminnan jokaista osaa, ja siksi sitä täytyy tarkastella joka suunnasta. Muutos ei tapahdu hetkessä. Jos yritys haluaa varmistaa, että se pääsee kiinni 5G:n hyötyihin, käyttöönoton suunnittelu ja valmistelut on hyvä aloittaa nyt.

### Näin varmistat yrityksesi 5G-valmiuden

- 1** Ala hyödyntämään jo 4G-tekniikan ja IoT:n tarjoamia mahdollisuuksia.
- 2** Ota 5G vahvasti mukaan eri osa-alueiden suunnitteluun.
- 3** Ideoi 5G:n mahdollistamia uusia tuotteita tai palveluita.
- 4** Osallista operaattorikumppani mukaan suunnittelemaan miten ja mitä teknologiaa voidaan hyödyntää.
- 5** Pilotoi ja testaa uusia palveluita.

5G etenee asteittaisena prosessina ja sen rinnalla elävät 4G ja muut verkoteknologiat. Yritykset pystyvät siksi koeponnistamaan tulevaisuutta ottamalla 4G-verkkoratkaisuihin kaikki irti. Lisäksi monet ratkaisut tulevat saataville teknologiariippumattomasti jo ennen 5G:tä. Moni yritys aloittaa 4G:llä ja siirtyy vaiheittain 5G:hen, kun esimerkiksi päätelaitetarjonta ja peitto ovat kunnossa.

Yrityksesi sisällä 5G on syytä ottaa vahvasti mukaan eri osa-alueiden suunnitteluun ja kehittämiseen – ICT-arkkitehtuurista tuotantoprosessien digitalisointiin. Tämä varmistaa sen, että tehtävät ratkaisut ottavat huomioon viidennen sukupolven verkkojen tuomat edut. Kun omat tietojärjestelmät ja verkkoympäristöt pystyvät saumattomaan 5G-käyttöön ottoon teknologian tullessa markkinoille, yritys saa merkittäviä kilpailuetuja. Minkä tahansa IT-hankkeen pitäisi varmistaa, että järjestelmät ovat yhteensopivia tulevaisuuden kanssa.

Oleennaista on liiketoiminnan sydämenä sykkivien järjestelmien joustavuus ja arkkitehtuurin tarkoituksenmukaisuus. 5G tuo paljon uusia mahdollisuuksia verkkoratkaisun toteuttamiseen.

Valtaosa 5G:n hyödyistä tulee liiketoiminnan uusista mahdollisuuksista. Jotta nämä hyödyt voi ulosmitata, liiketoimintajohdon ja ICT-organisaation on yhteisesti tarkasteltava, mitä uusia tuotteita tai palveluita 5G voisi avata yritykselle. Tämä vaatii ennakkoluulotonta ideointia ja 5G:n kommunikointia laajasti yrityksen sisällä.

Operaattorikumppani kannattaa ottaa mukaan varhaisessa vaiheessa. DNA:n asiantuntijat pystyvät neuvomaan, miten yritysverkon uuteen aikakauteen pääsee etenemään varmoin askelin, hyödyntämällä tarkoituksenmukaisesti 4G-teknologiaa ja ensimmäisiä 5G-palveluita sekä rakentamaan tiekarttaa tulevalle kehitykselle.

DNA on 5G-kehityksessä vahvasti mukana – ota yhteyttä asiantuntijoihimme, niin keskustellaan 5G:n mahdollisuuksista teidän yritykselle!



## 5G-standardit kehittyvät vauhdilla

Matkaviestinteknologioiden keskeisenä vahvuutena on standardointi ja ennustettavuus. Tietoliikennealan kattojärjestö 3GPP hyväksyi ja julkaisi 5G-standardin ensimmäisen version joulukuussa 2017. Standardi rakentaa sillan 4G- ja 5G-verkkojen välille ja edustaa teknistä 4G:n evoluutiota. Kyseessä on teknisesti niin sanottu non-standalone-standardi.

”Se tarkoittaa, että 5G ei pärjää yksinään, vaan kaipaa avukseen 4G-verkon teknologiaa. Myöhemmin tulee käyttöön standalone-standardi, joka on jo puhtaasti omillaan toimiva 5G, eikä se kaipaa kaveriksi 4G:tä tai muuta aiempaa tekniikkaa. Se tuo mahdollisuuden käyttää uusia 5G-taajuuksia ja nostaa selvästi kapasiteettia lisäämällä radiotekniikan tehokkuutta”, kertoo Ericssonin järjestelmäasiantuntija **Jukka Möykkynen**.

Standardin standalone-versio tuo myös esimerkiksi koneiden väliseen suoraan tietoliikenteeseen ja IoT-ratkaisuihin ominaisuuksia, joita ei vielä 4G:n kanssa pystytä toteuttamaan.

Ensimmäiset päätelaitteet tukevat vain non-standalonea, mutta eivät standalonea. Standalone on taaksepäin yhteensopimaton, mutta käyttäjien ei tarvitse huolestua. Päätelaitteissa molemmat standardin versiot tulevat todennäköisesti olemaan käytössä pitkälle tulevaisuuteen. Joskus tulevaisuudessa 4G-riippuvainen teknologia poistuu ja jäljelle jää pelkästään puhdas 5G. Muutoksen arvioidaan olevan hidas ja verrattavissa 2G:n poistumiseen.

Vuosina 2020–2021 on tulossa uusia 5G-standardin versioita, jotka ovat jo suunnittelupöydällä. Vasta näihin versioihin kuuluu niin sanottu URLLC eli äärimmäisen pienen latenssin tietoliikenne, joka mahdollistaa viivekriittisen teollisuusautomaation, koneiden reaaliaikaisen etäohjauksen tai jopa etäkirurgian. Lisäksi standardeihin on tulossa paljon uusia toiminnallisuuksia esimerkiksi teollisille sensoreille.

Tulevaisuudessa 5G-standardointi mahdollistaa myös lisensoimattomat 5G-taajuudet. Niillä yritykset voivat käyttää 5G:tä langattomien lähiverkkojen tekniikkana wifin tavoin. Tämäkin mahdollisuus yrityksissä kannattaa pitää mielessä.

### Mitä 5G:n latenssi, kaistanleveys ja datanopeus tarkoittavat?

5G:n matala viive eli latenssi selittyy niin sanotun radiorajapinnan muutoksilla. Entinen suurin mahdollinen lähetysvauhti on puolitetty ja laitteet voivat lähettää radiosignaaleja parhaimmillaan 0,5 millisekunnin välein. Näin edestakaisen mobiiliverkon viestin kulku kestää tasan 1 millisekunnin, mikä on usein mainittu pienin viive.

”Pitää muistaa, että todella pienet latenssit onnistuvat korkeilla kymmenien gigahertsien taajuuksilla niin sanotuilla millimetriaalloilla. Kun mennään kohti matalampia taajuuksia, latenssi nousee. Esimerkiksi 3,5 gigahertsin kohdalla puhutaan 3–5 millisekunnin latenssista. Kun 5G ja 4G ovat lähellä samaa taajuutta, latenssi asettuu 5–10 millisekuntiin”, järjestelmäasiantuntija Jukka Möykkynen Ericssonilta kertoo.

Tärkeä erityispiirre 5G:ssä on monikertainen kyky välittää tietoliikennettä verrattuna edeltäviin sukupolviin. Tukiasema voi käyttää niin sanottuja taajuusresursseja tehokkaammin eri käyttäjäryhmien välillä. Se takaa laadukkaan palvelun silloinkin, kun tukiasemalla on paljon liikennettä.

”Pelkästään 3,5 gigahertsin taajuus enemmän kuin kaksinkertaistaa taajuusresurssit. Lisäksi tukiasema voi käyttää saman taajuuden uudelleen monelle laitteelle monta kertaa keilanmuodostuksen ansiosta”, Möykkynen selostaa.

5G hyödyntää taajuuskaistaa paremmin kuin 4G. Se pystyy puristamaan kaiken irti sääntelyn sallimista toimintataajuuksista ja toimimaan hyvin laajalla kirjolla eri taajuuskaistoilla alkaen matalista alle gigahertsin taajuuksista keskitason 1–6 gigahertsiin ja millimetriaalloiksi sanottuihin korkeisiin taajuuksiin. 5G tukee paitsi lisensoituja myös jaettuja ja lisensoimattomia taajuustyypppejä. Se tukee myös laajaa valikoimaa tukiasemaverkon toteutustapoja sekä uusia yhteystapoja kuten suorita laitteiden välisiä yhteyksiä ja hajautettuja mesh-verkkoja.



Lue lisää yritysverkoista:

[dna.fi/yrityksille/dna-verkko/5g](https://dna.fi/yrityksille/dna-verkko/5g)

DNA Business auttaa mielellään yrityksellesi parhaiden ratkaisujen löytämisessä ja toteutuksessa. Ota yhteyttä yritysmyyntiimme:

**0800 30 20 30**