

omnitele

experience

TRAFICOM

Liikenne- ja viestintävirasto

Yleispalveluselvitys

Selvitysraportti, 11.10.2019



omnitele

experience

Best Practice Partner

Our mission is to provide the best strategic and operational techno-economic practices for organisations in wireless business transformation.

Over 30 Years of Excellence

The company was founded in 1988 to set up the world's first GSM network. Since then we have completed 1000+ projects in over 80 countries worldwide, always delivering the Omnitele Experience – a fact proven by our long-lasting client relationships.

International and Independent

Our headquarters is located in Helsinki, Finland and we have a local presence in the Netherlands. Our company is owned by Finnish telecom investors and we are independent of all operator groups and network equipment vendors.

The Omnitele Way

Our unique way of working sets us apart from the competition and gives us a strong identity in the world of telecommunications. We call this the *Omnitele Way*, which means being Tailored, Trusted and Intelligent.

omnitele

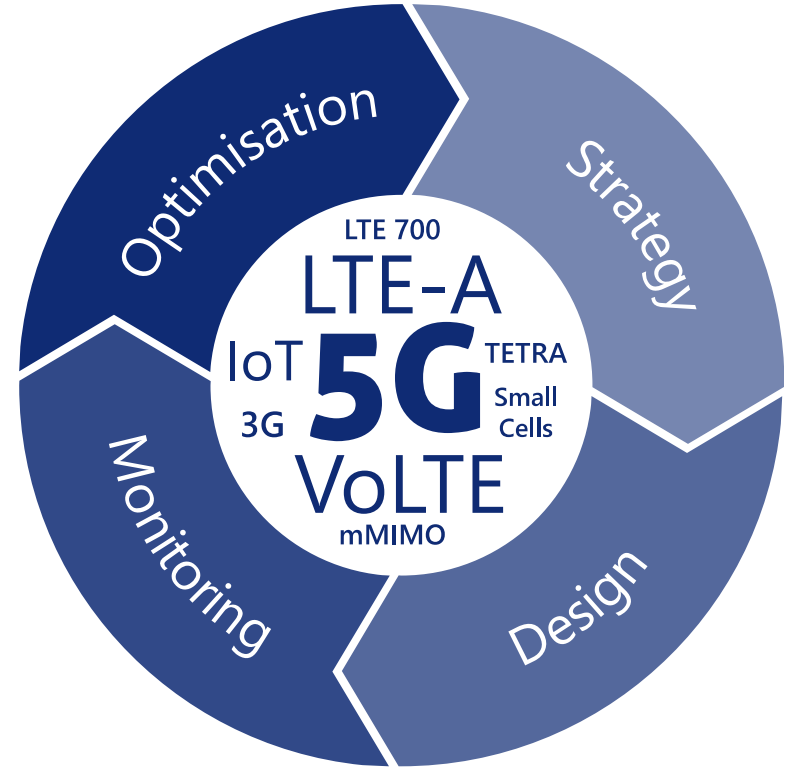
Network Transformation Consultancy and Professional Services

We support our customers throughout the network and technology life cycle – from strategy definition to optimisation of the implemented solution.

We are a trusted partner, who provides proven and tailored best practice solutions to your specific needs. We are both advisors and professional service partners to our customers.

We drive for maximised business value to our customers, and provide cost-efficient and future-proof solutions.

Our value stems from strong technical knowledge, understanding of best practices and operator business, complemented with innovative data analytics and tooling.



contents

1. Johdanto
2. Johdon yhteenveto
3. Analyysin tulokset
4. Menetelmä, oletukset ja lähteet

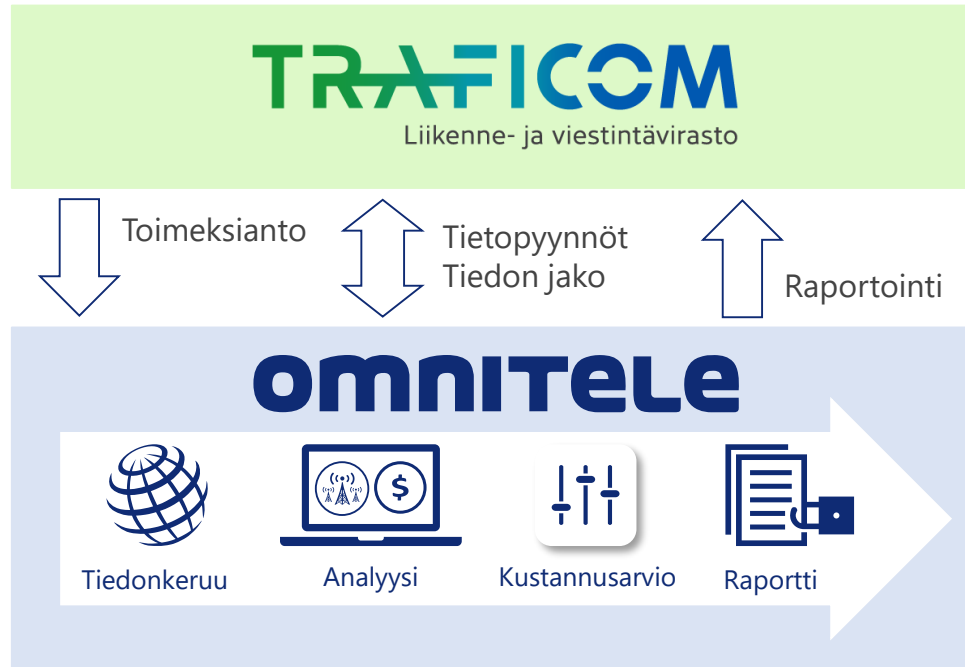
Taustaa ja selvityksen kuvaus

- Yleispalveluvelvollisuuden mukaan Yleispalveluyritysten (DNA, Elisa ja Telia) on tarjottava jokaiselle tilaajalle kohtuulliseen hintaan internet-yhteys, jonka vähimmäisnopeus saapuvassa liikenteessä on 2 Mbit/s
 - Keskimääräisen nopeuden sallitaan ajoittain vaihtelevan kuitenkin siten, että keskimääräinen vähimmäisnopeus saapuvassa liikenteessä on 1,5 Mbit/s 24 tunnin mittausjakson aikana ja 1 Mbit/s minkä tahansa 4 tunnin mittausjakson aikana.
- Omnitele arvioi selvityksessä Yleispalveluyrityksille mahdollisesti aiheutuvia kustannuksia mobiiliverkoissa, mikäli Yleispalveluvelvollisuuden vähimmäisnopeutta nostetaan
 - Tässä selvityksessä keskitytään arvioimaan kustannuksia Yleispalvelun toteuttamiselle vain mobiiliverkoissa. Käytännössä Yleispalveluvelvollisuuden mukainen Internet-yhteys voidaan toimittaa myös esimerkiksi kiinteän verkon tai satelliittiyhteyden avulla.
 - Koska arvio ei perustu tarkkaan tietoon mobiiliverkko-operaattorien radioverkoista ja asuntojen sijainnista, ovat arviot suuntaa-antavia. Käytännössä kattava (100 %) väestöpeitto voi vaatia arvioitua laajempia investointeja viimeisten haastavien sijaintien tavoittamiseksi, eikä siksi ole mielekästä toteuttaa yksinomaan mobiiliverkkojen avulla.

Johdanto

Selvitystyö

Itsenäinen selvitystyö Traficomın toimeksiannosta



Selvityksen kuvaus:

- Selvitystyössä arvioitiin Yleispalveluvelvoitteen muutoksista mahdollisesti aiheutuvia kustannuksia Yleispalveluyrityksille.
- Selvitys toteutettiin itsenäisesti ilman yhteyttä Yleispalveluyrityksiin.



Selvityksen kohde

Jos Yleispalveluvollisuuden Internet-yhteyksille asetettua vähimmäispalvelutasovaatimusta kasvatetaan, kuinka paljon Yleispalveluyritykset mahdollisesti joutuvat investoimaan verkkoonsa tarjotakseen vähimmäisvaatimusta vastaavan yhteyden asiakkailleen?

Selvityksen sisältö

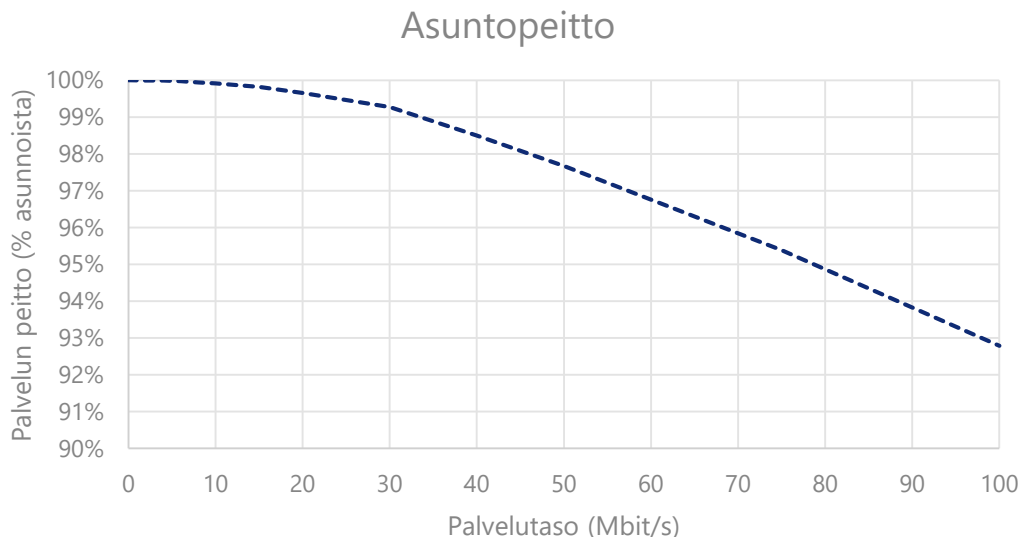
- Yleispalveluvollisuuden Internet-yhteyksien vähimmäisvaatimuksen nosto 2 Mbit/s:stä 4, 10 tai 30 Mbit/s:iin
- Arvio kustannusten suuruusluokasta
- Arvio keskeisten oletusten vaikutuksesta kustannusten suuruusluokka-arvioon

30 Mbit/s	↑	€€€€
10 Mbit/s		€€€
4 Mbit/s		€€
2 Mbit/s		€

contents

1. Johdanto
2. Johdon yhteenveto
3. Analyysin tulokset
4. Menetelmä, oletukset ja lähteet

LTE-peitto ilman liikennekuormaa kattaa lähes koko Suomen väestön



Traficomille raportoidun peruspeiton ulkopuolelle jäävien asuntojen arvioitu määrä on noin 440, eli noin 900 henkilöä. 2 ja 4 Mbit/s –peittoarviot perustuvat kuntatason arvioon peiton saavuttavuudesta peruspeiton ulkopuolella.

Omnitelen arvion mukaan eri nopeusluokkien peitossa on:

2 Mbit/s: 99,99 % asuntokunnista

~ 200 asuntoa peiton ulkopuolella

4 Mbit/s: 99,99 % asuntokunnista

~ 350 asuntoa peiton ulkopuolella

10 Mbit/s: 99,88 % asuntokunnista

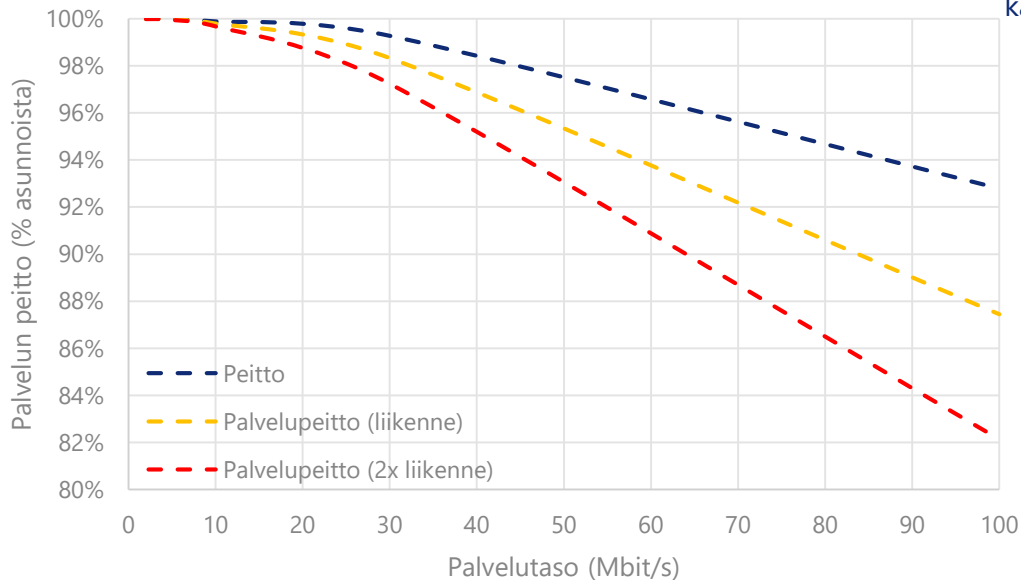
~ 3 200 asuntoa peiton ulkopuolella

30 Mbit/s: 99,27 % asuntokunnista

~ 19 600 asuntoa peiton ulkopuolella

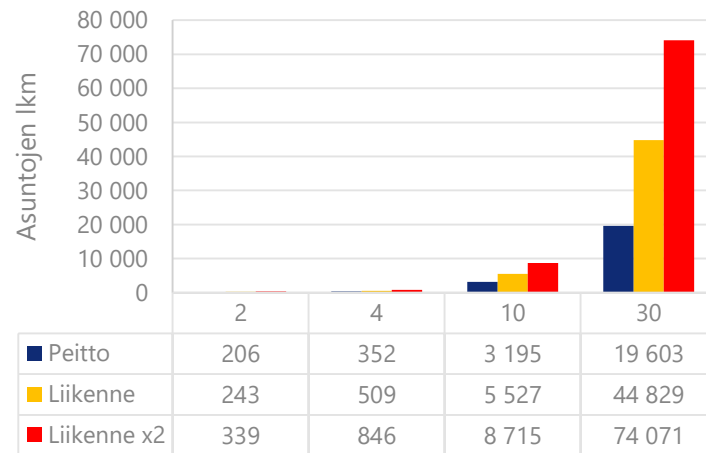
Liikennekuorman vaikutus vähentää palvelun saatavuutta merkittävästi

Palvelun kattavuus

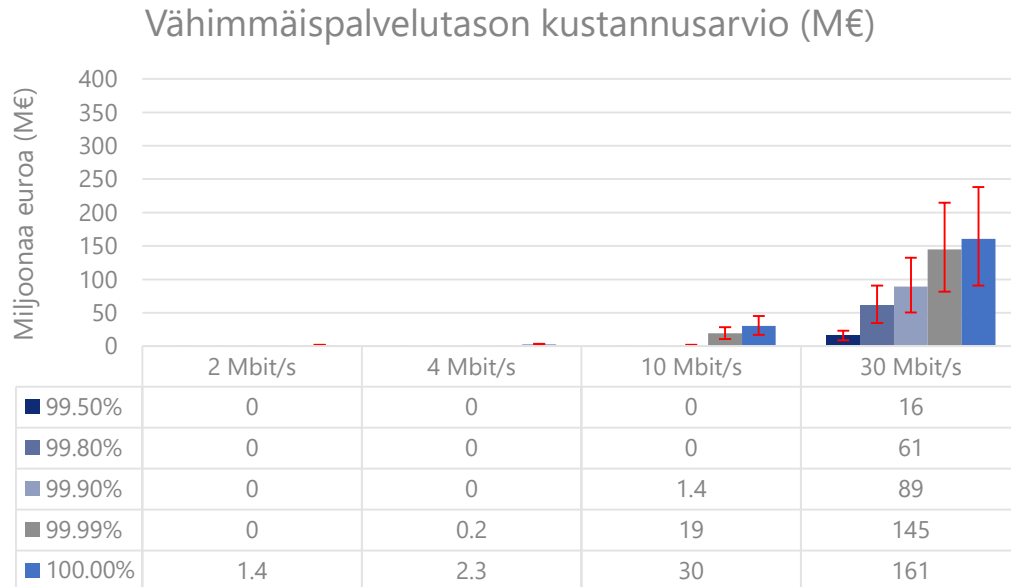


Kuvissa esitetty arvioidun keskimääräisen nykyliikenteen, sekä kaksinkertaisen liikenteen vaikutus palvelutasojen peittoon.

Asunnot palvelun peiton ulkopuolella



Peiton laajentamisen kustannusten suuruusluokka-arvio



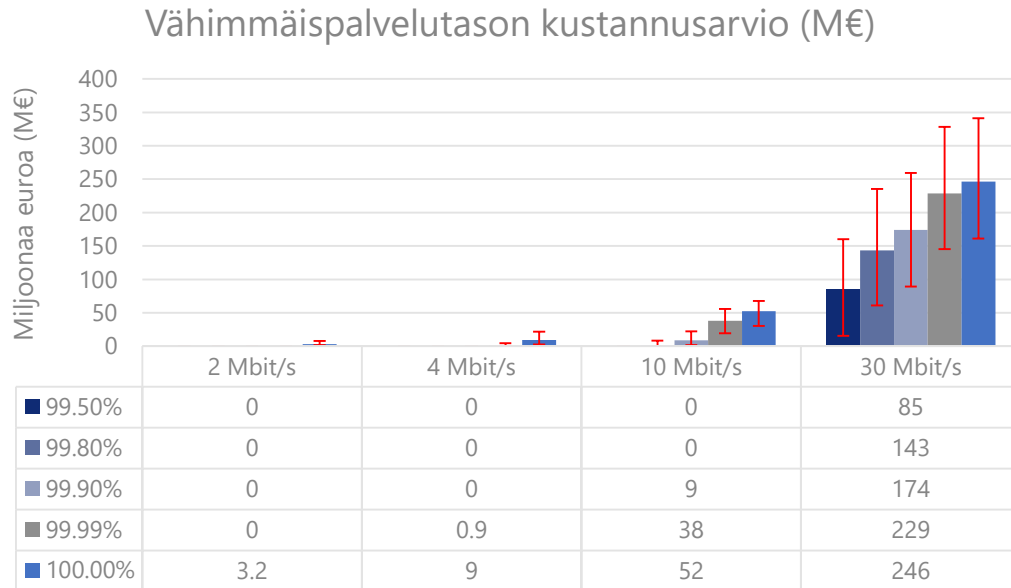
Kustannuksen suuruusluokka-arviot on esitetty kuvaajassa eri vähimmäisnopeuksille ja peittoprosenteille, ilman liikennekuorman vaikutusta.

Kuvaajassa esitetyille luvuille on lisäksi arvioitu kustannusten vaihteluväliä perustuen laajennusten yksikköhintojen herkkyyssanalyyysiin.

Tulokset eri palvelutasoille on tarkemmin esitetty 'Analyysin tulokset' -osiossa.

Johdon yhteenveto

Liikenteen vaikutus laajennuskustannuksiin



Kuvaajassa on esitetty arvio kustannuksista, jotka vaaditaan palvelutasojen tarjoamiseksi arvioidulla nykyliikenteellä.

Lisäksi kuvassa esitetään vaihteluväli eri liikennetasoilla:

- Ei liikennettä: peiton rakentamisen kustannus (ks. Edellinen sivu)
- 2-kertainen liikenne: kustannus palvelutason tarjoamiseksi kaksinkertaisella liikenteellä

Tulokset eri palvelutasoille on tarkemmin esitetty 'Analyysin tulokset' -osiossa.

Kustannusten suuruusluokka-arvio

- Yleispalveluvollisuuden vähimmäispalvelutason nosto 4 Mbit/s:iin voi arvion mukaan vaatia operaattoreilta yhteensä **useamman miljoonan** euron lisäinvestointeja.
- 10 Mbit/s vähimmäispalvelutaso vaatii mahdollisesti operaattoreilta jo merkittäviä lisäinvestointeja, ja vaadittavien lisäinvestointien suuruusluokka kasvaa helposti **kymmeniin miljooniin** euroihin.
- 30 Mbit/s vähimmäispalvelutaso vaatisi mahdollisesti **satojen miljoonien** eurojen lisäinvestointeja nykyverkkoihin.
 - Korkean nopeuden saatavuus riippuu merkittävästi paikallisesti liikennekuormasta ja rakennetusta kapasiteetista. Korkean vähimmäistavoitteen saavuttamiseksi vaadittavien investointien tarkemmassa arvioinnissa tarvitaan tarkempaa tietoa operaattorien verkoista, että kustannuksiin vaikuttavat tekijät voidaan ottaa tarkemmin huomioon.

contents

1. Johdanto
2. Johdon yhteenveto
3. Analyysin tulokset
4. Analyysin vaiheet, oletukset ja lähteet

Analyysin kuvaus

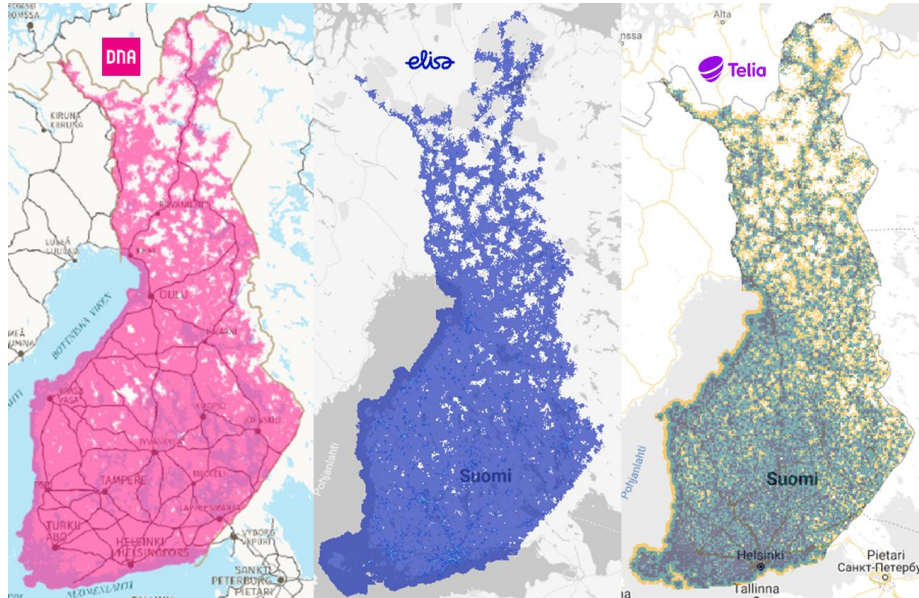
1. Omnitele on arvioinut rakentamisen kustannusta peitolle, jonka avulla vähimmäistavoitenopeus voitaisiin tarjota tilaajille ilman liikennekuormaa
2. Lisäksi Omnitele on arvioinut asiakkaille keskimäärin saman vähimmäisnopeuden tarjoamisen kustannuksia, ottaen huomioon liikennekuorman vaikutuksen saavutettavissa olevaan nopeuteen
3. Lisäksi on arvioitu kustannusten suuruutta suhteutettuna mahdollisiin tilaajavaatimuksiin

Keskeiset termit:

- Yleispalveluyritykset
 - DNA, Elisa ja Telia
- Palvelutaso
 - Internet-yhteyden tavoitetiedonsiirtonopeus, yksikkönä Mbit/s (megabittiä sekunnissa)
- Palvelupeitto
 - Tarvittava verkon peittotaso, jolla tilaajille voidaan tarjota tavoitteen mukainen palvelutaso

Analyysin tulokset

Yleispalveluyritysten 4G LTE-verkkojen yhteenlaskettu peitto kattaa 99,98 % väestöstä

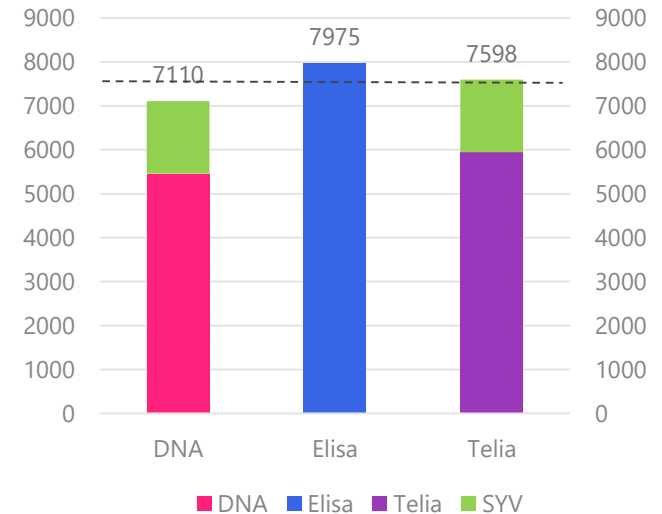


Maantieteellisessä peitossa on suuria katvealueita

Haasteet palvelupeaton rakentamisessa

- 2G ja 3G tekniikoilla ei realistisesti pystytä tarjoamaan riittävää palvelutasoa (4-10 Mbit/s) palvelualueen reunalla
- Pohjois-Suomen harvaan asuttujen alueiden peittämisen kustannustehokkuus
- Itärajan taajuusaluearajoitukset 800 MHz:n alueella (matalampi LTE -taajuus, jolla peittoa voidaan rakentaa kustannustehokkaasti)

Tukiasemamäärät



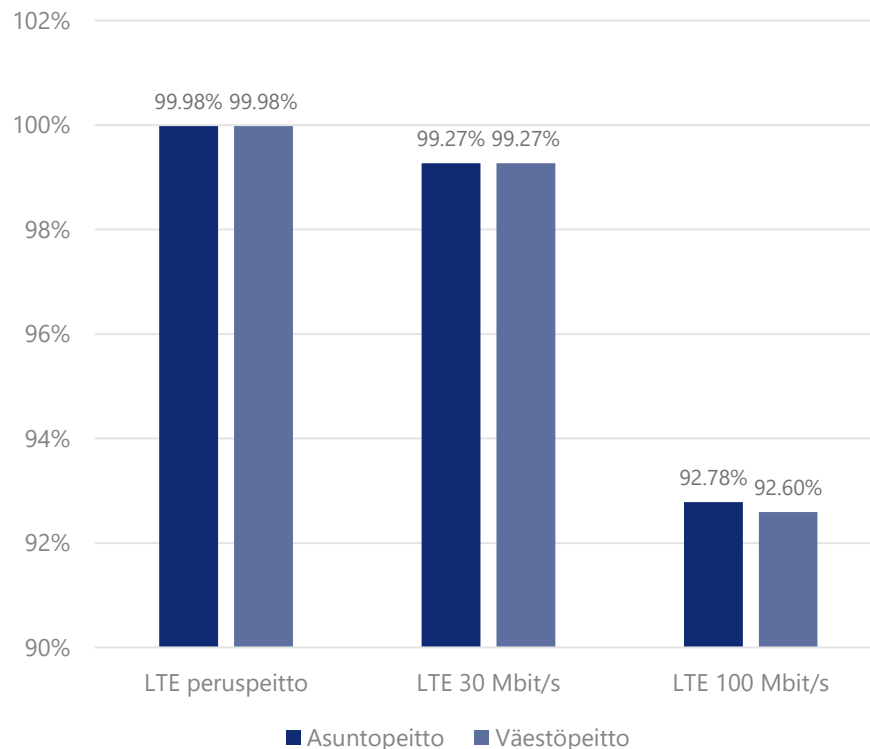
<https://www.cellmapper.net/networks?country=244&net=LTE>
25.9.2019

Analyysin tulokset

Mobiililaajakaistaverkkojen peitto

- Operaattorien Traficomille raportoima LTE-peruspeitto kattaa yhteensä 99,98 % väestöstä
~440 asuntoa ja ~900 henkilöä peiton ulkopuolella
- Omnitelen arvion mukaan peruspeitolla voidaan tarjota peittoalueen reunalla:
~5 Mbit/s haja-asutusalueella
~15 Mbit/s taajama-alueella
- Ero haja-asutus- ja taajama-alueiden välillä selittyy käytettävien taajuuksien kaistanleveydellä.

Kuvassa esitetty sekä väestö-, että asuntopeitto raportoiduissa LTE-peittoluokissa.

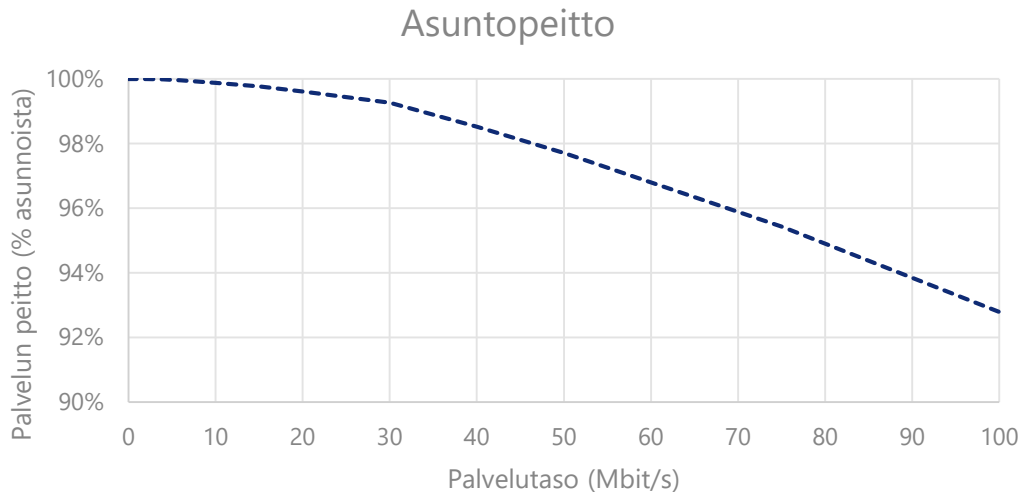


Arvio palvelutasojen saatavuudesta

Maakunnat	Väestöpeitto					Asuntopeitto				
	2 Mbit/s	4 Mbit/s	10 Mbit/s	30 Mbit/s	100 Mbit/s	2 Mbit/s	4 Mbit/s	10 Mbit/s	30 Mbit/s	100 Mbit/s
Ahvenanmaa	100.0 %	100.0 %	99.0 %	94.3 %	65.6 %	100.0 %	100.0 %	99.1 %	94.5 %	67.2 %
Etelä-Karjala	100.0 %	100.0 %	99.9 %	99.5 %	93.5 %	100.0 %	100.0 %	99.9 %	99.5 %	93.7 %
Etelä-Pohjanmaa	100.0 %	100.0 %	99.9 %	98.9 %	84.2 %	100.0 %	100.0 %	99.9 %	98.9 %	84.4 %
Etelä-Savo	100.0 %	100.0 %	99.6 %	97.3 %	82.7 %	100.0 %	100.0 %	99.6 %	97.3 %	82.7 %
Kainuu	99.7 %	99.5 %	98.4 %	94.7 %	83.9 %	99.7 %	99.5 %	98.4 %	94.6 %	83.9 %
Kanta-Häme	100.0 %	100.0 %	100.0 %	99.9 %	91.5 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	99.9 %	91.9 %
Keski-Pohjanmaa	100.0 %	100.0 %	99.9 %	99.4 %	89.8 %	100.0 %	100.0 %	99.9 %	99.5 %	90.0 %
Keski-Suomi	100.0 %	100.0 %	99.8 %	99.0 %	89.8 %	100.0 %	100.0 %	99.9 %	99.0 %	90.0 %
Kymenlaakso	100.0 %	100.0 %	99.9 %	99.4 %	93.6 %	100.0 %	100.0 %	99.9 %	99.4 %	93.7 %
Lappi	99.9 %	99.8 %	99.2 %	96.4 %	84.3 %	99.9 %	99.8 %	99.2 %	96.5 %	84.7 %
Pirkanmaa	100.0 %	100.0 %	100.0 %	99.7 %	94.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	99.7 %	94.3 %
Pohjanmaa	100.0 %	100.0 %	99.9 %	99.4 %	88.8 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	99.5 %	89.8 %
Pohjois-Karjala	100.0 %	100.0 %	99.7 %	97.8 %	84.6 %	100.0 %	100.0 %	99.7 %	97.8 %	84.7 %
Pohjois-Pohjanmaa	100.0 %	100.0 %	99.8 %	99.0 %	91.3 %	100.0 %	100.0 %	99.8 %	99.0 %	91.6 %
Pohjois-Savo	100.0 %	100.0 %	99.7 %	98.0 %	86.3 %	100.0 %	100.0 %	99.7 %	97.9 %	86.4 %
Päijät-Häme	100.0 %	100.0 %	100.0 %	99.8 %	94.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	99.8 %	94.2 %
Satakunta	100.0 %	100.0 %	100.0 %	99.6 %	92.2 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	99.6 %	92.4 %
Uusimaa	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	98.2 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	98.3 %
Varsinais-Suomi	100.0 %	100.0 %	100.0 %	99.9 %	94.1 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	99.9 %	94.4 %
Kaikki yhteensä	99.99 %	99.99 %	99.88 %	99.27 %	92.60 %	99.99 %	99.99 %	99.88 %	99.27 %	92.78 %
©Omnitele Ltd. 2019 18	Omnitelen arvio			Traficom tilasto		Omnitelen arvio			Traficom tilasto	

Analyysin tulokset

30 Mbit/s palvelun peiton ulkopuolelle jää noin 20 000 asuntoa



Traficomille raportoidun peruspeiton ulkopuolelle jäävien asuntojen arvioitu määrä on noin 440, eli noin 900 henkilöä. 2 ja 4 Mbit/s –peittoarviot perustuvat kuntatason arvioon peiton saavuttavuudesta peruspeiton ulkopuolella.

Omnitelen arvion mukaan eri nopeusluokkien peitossa on:

2 Mbit/s: 99,99 % asuntokunnista

~ 200 asuntoa peiton ulkopuolella

4 Mbit/s: 99,99 % asuntokunnista

~ 350 asuntoa peiton ulkopuolella

10 Mbit/s: 99,88 % asuntokunnista

~ 3 200 asuntoa peiton ulkopuolella

30 Mbit/s: 99,27 % asuntokunnista

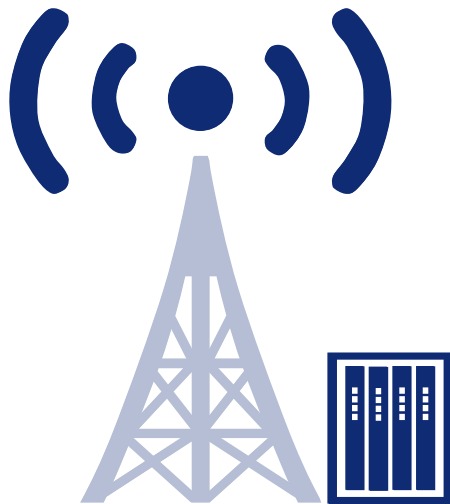
~ 19 600 asuntoa peiton ulkopuolella

100 Mbit/s: 92,78 % asuntokunnista

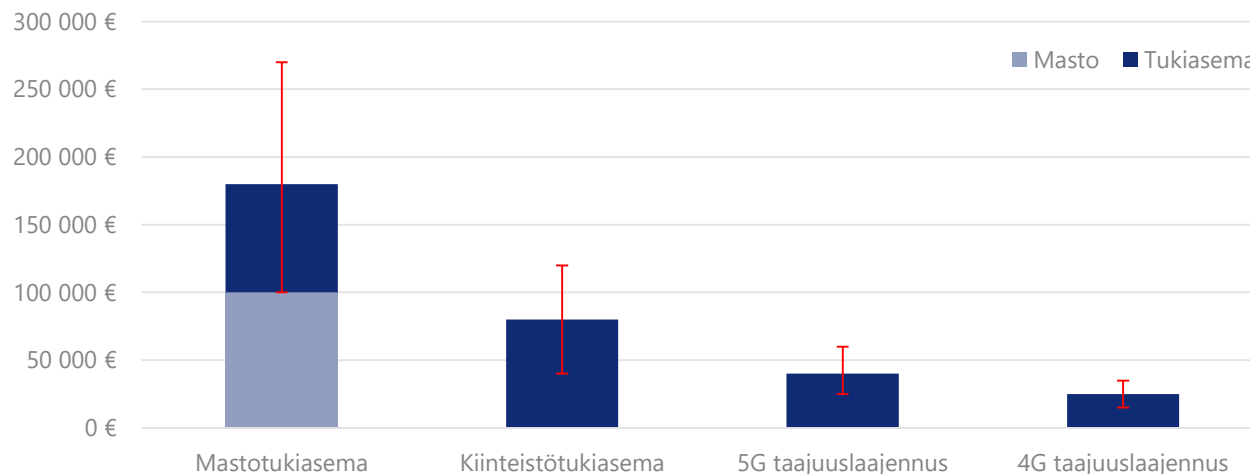
~ 193 000 asuntoa peiton ulkopuolella

Kustannusoletuks

- Selvityksen keskeiset kustannuselementit (tarkempi kuvaus raportin lopussa):
 - Maston rakentaminen
 - Uusi tukiasema (verkkolaitteet, antennit, asennukset, sähkön ja siirtoyhteyden toteutus, muut työt)
 - Taajuuslaajennukset olemassa oleviin tukiasemiin (verkkolaitteet, antennit, asennukset)



Kustannusoletuks



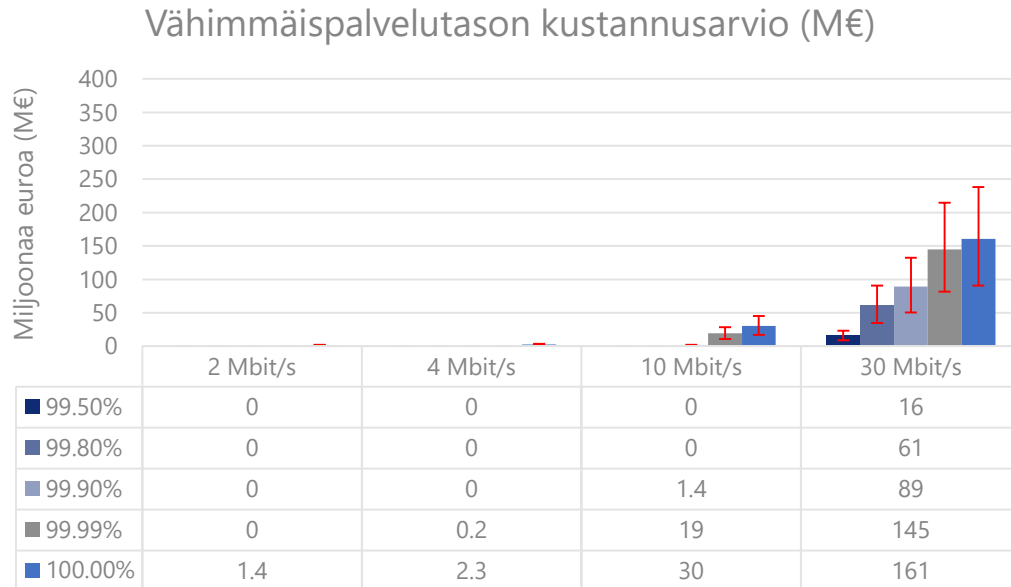
Kustannusten suuruusluokka-arvio

Peiton rakentamisen kustannukset

Kustannusten suuruusluokka-arviot

- Kustannusten suuruusluokka-arviot perustuvat arvioon vaadittavista laajennuksista eri palvelutasojen peiton kasvattamiseksi.
- Peiton laajennusvaihtoehdot:
 - Uudet tukiasemat
 - 700 MHz:n taajuuslaajennus
- Kustannusarviokuvaajissa on esitetty yksikköhintojen vaihteluvälin vaikutus lopputulokseen

Peiton laajentamisen kustannusten suuruusluokka-arvio



Kustannuksen suuruusluokka-arviot on esitetty kuvaajassa eri vähimmäisnopeuksille ja peittoprosenteille, ilman liikennekuorman vaikutusta.

Kuvaajassa esitetyille luvuille on lisäksi arvioitu kustannusten vaihteluväliä perustuen laajennusten yksikköhintojen herkkyyshanalyysiin.

Tulokset on esitetty seuraavilla sivuilla erikseen eri palvelutasoille.

Vähimmäispalvelutaso: 2 Mbit/s kuormittamattomassa verkossa

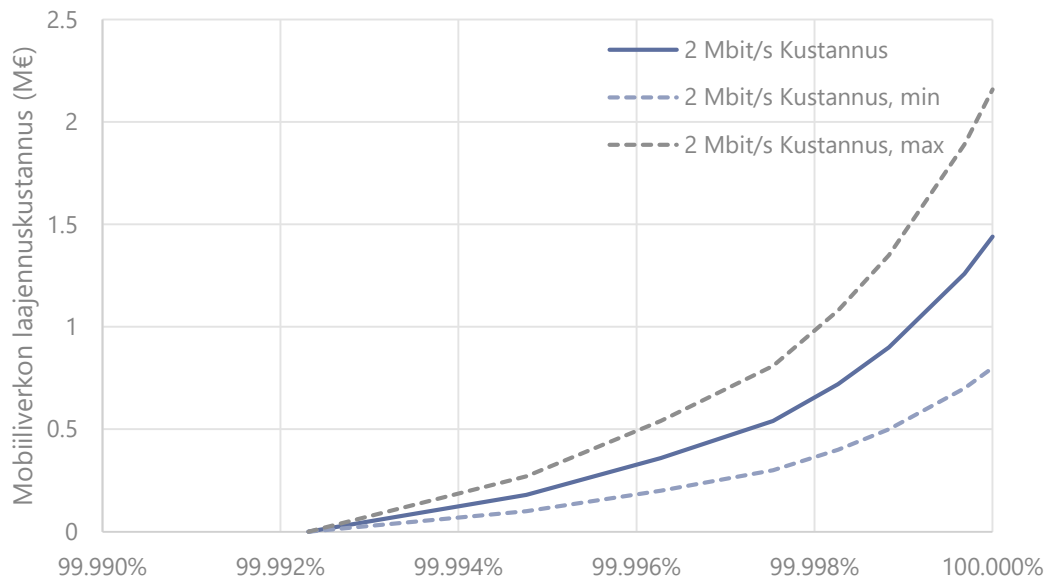
Omnitelen arvion mukaan noin 200 asutokuntaa jää 2 Mbit/s peittoalueen ulkopuolelle.

2 Mbit/s peittoalueen kasvattamiseksi tarvitaan investointeja lähinnä harvaan asutuilla alueilla Lapissa ja itärajan läheisyydessä.

Itärajan 800 ja 700 MHz taajuusalueiden käyttörajoitusten takia on peittoalueen kustannustehokas kasvattaminen alueella haastavaa.

Traficomien tietoon tulleet yhteydenotot tai valitukset palvelutasoon liittyen: noin 75 kpl vuosittain.

Palvelun peiton kustannusarvio: 2 Mbit/s



Asunnot peiton ulkopuolella

2 Mbit/s

268

214

161

107

54

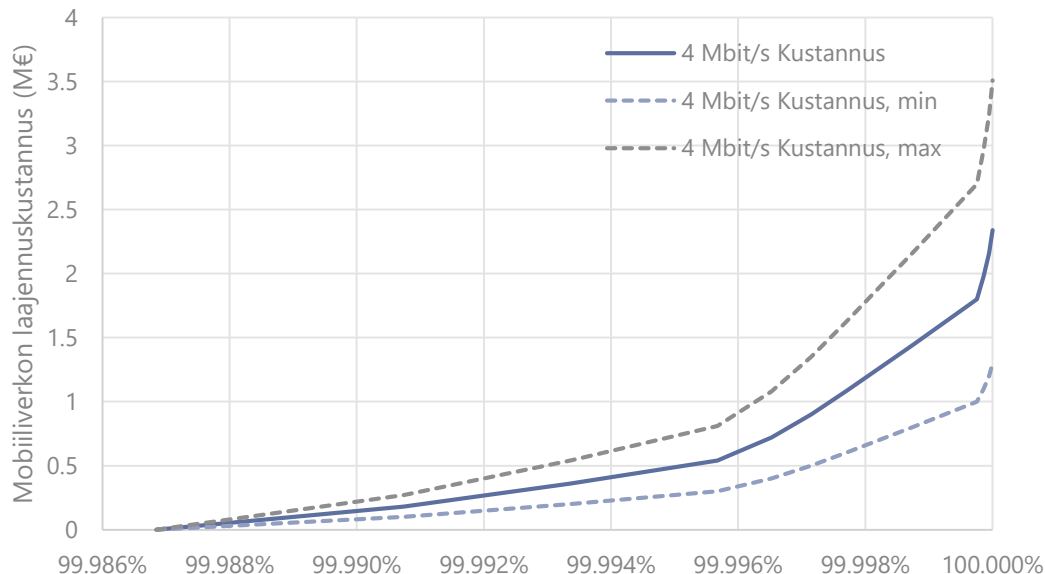
0

Vähimmäispalvelutaso: 4 Mbit/s kuormittamattomassa verkossa

Omnitelen arvion mukaan noin 350 asutokuntaa jää 4 Mbit/s peittoalueen ulkopuolelle.

Samoin kuin nykyisen 2 Mbit/s palvelutason tapauksessa, 4 Mbit/s peittoalueen kasvattamiseksi tarvitaan investointeja lähinnä harvaan asutuilla alueilla Lapissa ja itärajan läheisyydessä.

Palvelun peiton kustannusarvio: 4 Mbit/s



Asunnot peiton ulkopuolella

4 Mbit/s

375

322

268

214

161

107

54

0

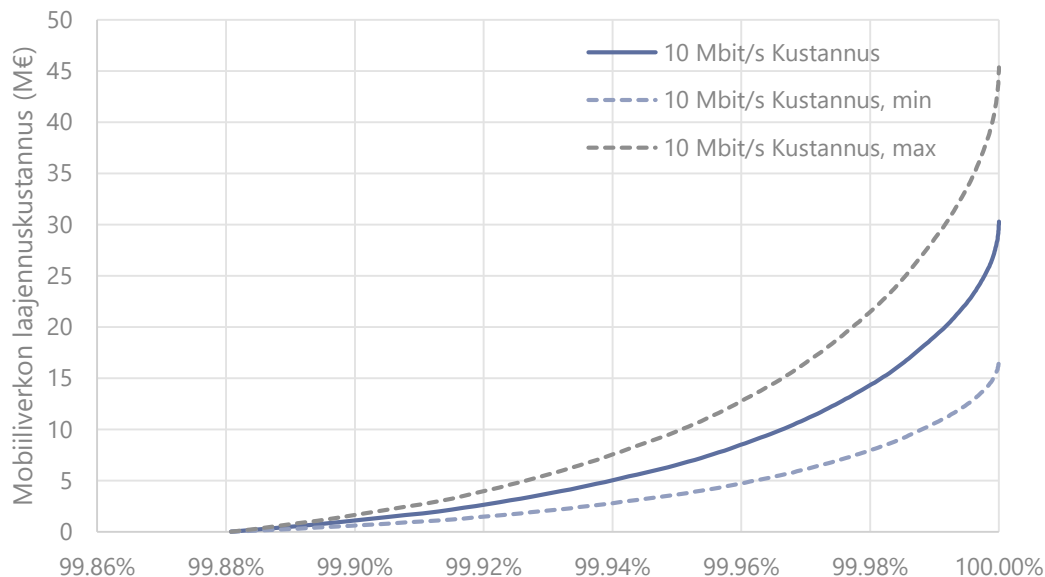
Vähimmäispalvelutaso: 10 Mbit/s kuormittamattomassa verkossa

Omnitelen arvion mukaan noin 3 200 asutokuntaa jää 10 Mbit/s peittoalueen ulkopuolelle.

10 Mbit/s palvelun ulkopuolelle jää asuntoja jo suuressa osassa maata, minkä takia palvelun tarjoaminen vaatii laajamittaista palvelun peiton laajentamista.

Viimeisten asuntojen tavoittaminen nostaa kokonaiskustannukset mahdollisesti moniin kymmeniin miljooniin.

Palvelun peiton kustannusarvio: 10 Mbit/s



Asunnot peiton ulkopuolella	Palvelutason saatavuus asutokunnille (%)							
10 Mbit/s	3 752	3 216	2 680	2 144	1 608	1 072	536	0

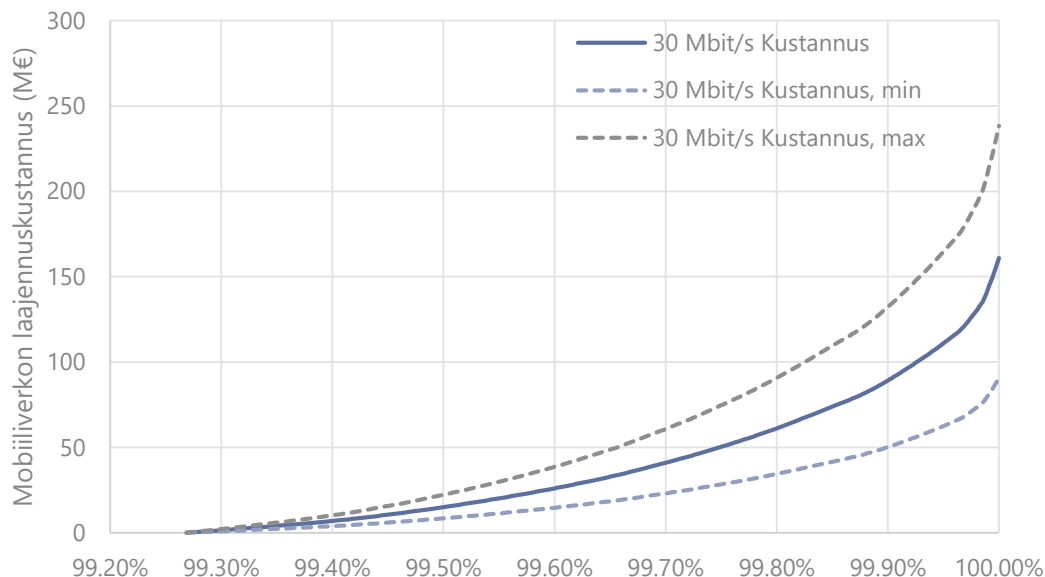
Vähimmäispalvelutaso: 30 Mbit/s kuormittamattomassa verkossa

Arviolta noin 19 600 asutokuntaa jää 30 Mbit/s peittoalueen ulkopuolelle.

Kustannukset nousevat erittäin merkittäviksi, jos tavoitellaan kattavaa palvelupeittoa.

Korkean nopeustavoitteen kustannusarvion tarkentamiseksi tarvitaan lisätietoa nykyverkoista ja käytössä olevista taajuusyhdistelmistä eri alueilla. Lisäksi arvio tulisi tehdä huomioon ottaen operaattorien suunnitelmat uusien taajuusalueiden käyttöönotosta.

Palvelun peiton kustannusarvio: 30 Mbit/s

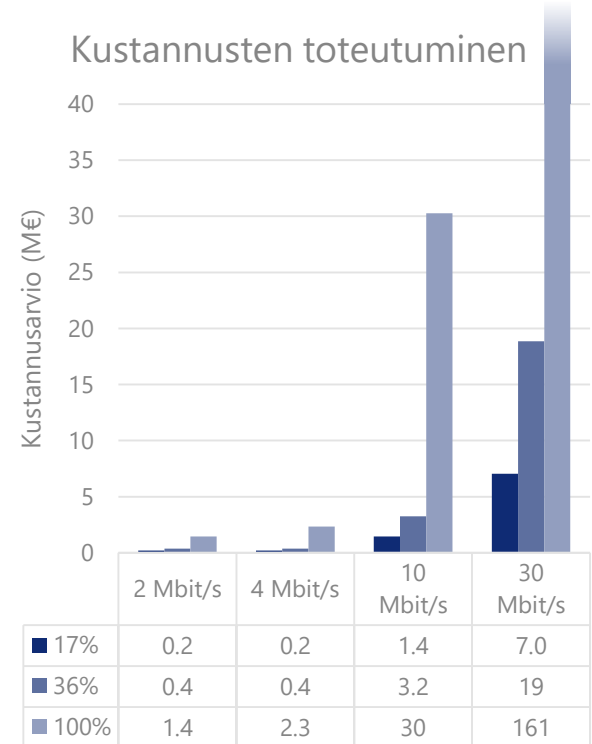


Asunnot peiton ulkopuolella		Palvelutason saatavuus asutokunnille (%)							
30 Mbit/s	21 441	18 761	16 080	13 400	10 720	8 040	5 360	2 680	0

Analyysin tulokset | Peiton rakentamisen kustannukset

Kustannusten toteutuminen

- Traficomien tietoon tulleet palvelutasoon liittyvät tilaajayhteydenotot tai -valitukset ovat olleet kahden edellisvuoden aikana n. 75 yhteydenottoa vuodessa.
 - Yhteydenottoja ei voida yhdistää suoraan yleispalvelulaaajakaistaan tai yleispalveluun (vain muutamassa yhteydenotossa on erikseen mainittu yleispalvelu)
 - Yhteydenotot eivät vielä ole suoranaisia vaatimuksia yleispalveluvollisuuteen vedoten
- Omnitelen arvion mukaan nykyisen yleispalveluvollisuuden mukaisen (2 Mbit/s) peiton ulkopuolella on noin 200 asuntoa.
 - Yhteydenotot suhteutettuna arvioituun peittoon: ~36 % ($75/206 = 36,4$ %). Yleispalveluvollisuuden mukaisen 2 Mbit/s peittoalueen kasvattaminen 36 %:lle peiton ulkopuolelle jäävistä asiakkaista maksaisi arviolta yhteensä ~400 000 €.
 - Jos yhteydenotot suhteutetaan nykyisen raportoidun peruspeiton ulkopuolelle jääviin asuntoihin (~440 asuntoa, ~900 henkilöä), on yhteydenottojen suhde peittoon ~17 % ($75/440$). Tämän osuuden tavoittamisen kustannus on arviolta noin 200 000 €.
- Oheisessa kuvaajassa on esitetty kunkin palvelutason mahdolliset kustannukset, jos ylläolevat yhteydenotto-osuudet toteutuisivat tilaajavaatimuksina yleispalvelulle kussakin yleispalveluskenaariossa.
- Lisäksi rinnalla arvioitu kokonaiskustannus kattavan peiton rakentamiseksi.
 - Yleispalveluvollisuuden vetoavien tilaajien suhteellinen määrä voi myös kasvaa merkittävästi, jos Yleispalveluvollisuuden vähimmäistavoitenopeutta nostetaan.
 - Yleispalveluvollisuuden liittyvät vaatimukset voivat olla peräisin haastavilta alueilta, joissa investoinneilla ei voida kasvattaa palvelupeittoa kovin tehokkaasti. Tällöin toteutuvat kustannukset voivat olla lähellä suoraa prosenttiosuutta täyden peiton (100 %) rakentamiskustannuksesta.

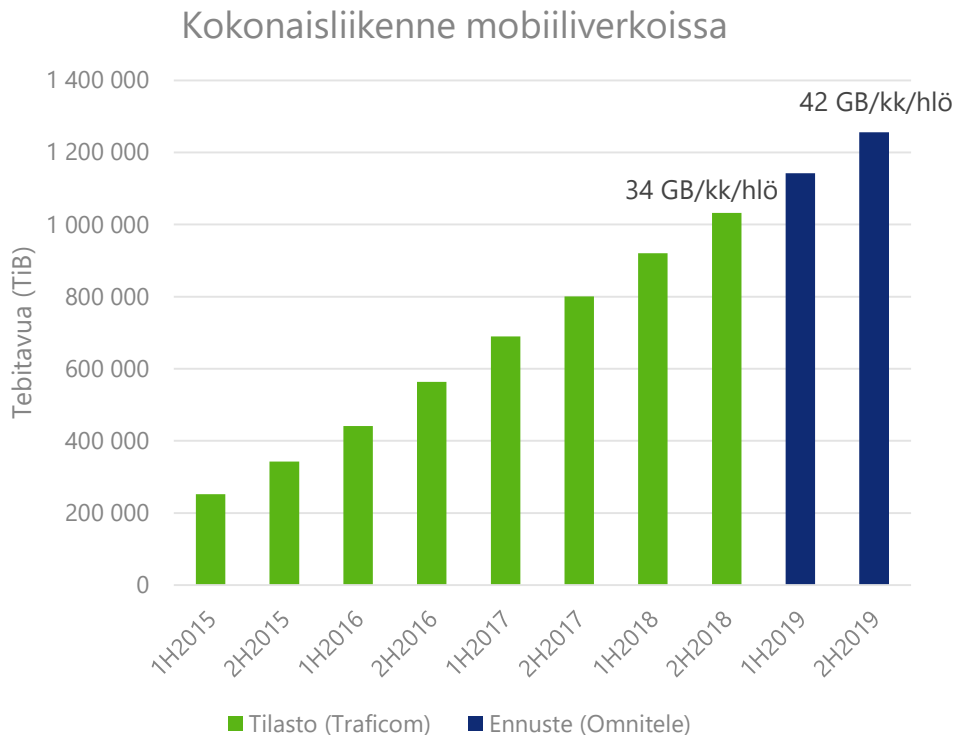


Kustannusten suuruusluokka-arvio

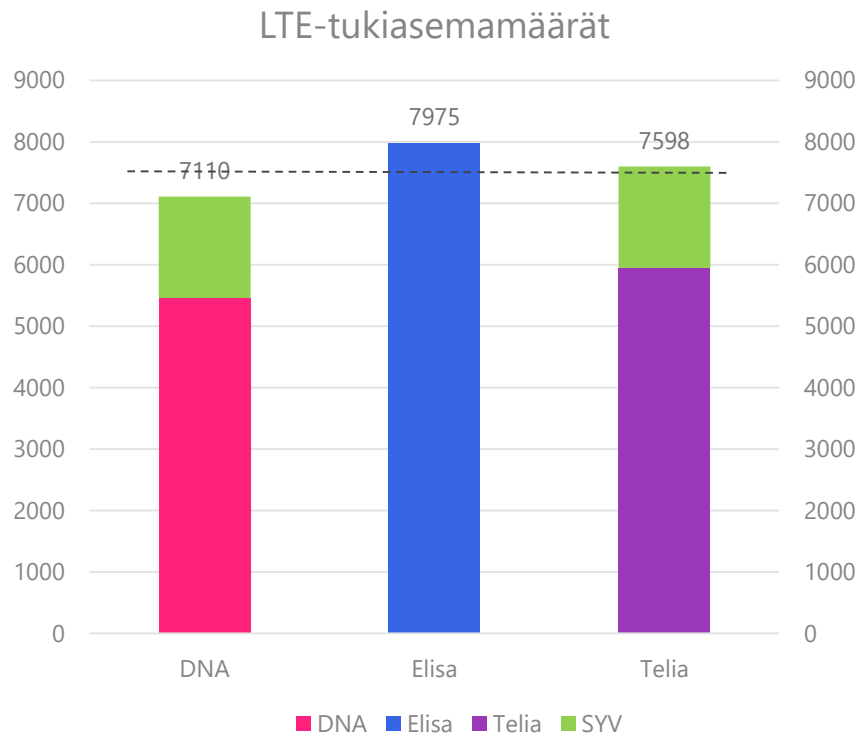
Liikennekuorman vaikutus
kustannuksiin

Liikenteen kehitys mobiiliverkoissa

- Liikennemäärät Traficomin tilastoista (2H2018 asti)
 - Oletettu lineaarinen liikenteen kasvu
- Kokonaisliikenne jaettu tasan väestölle
 - Keskimäärin ~42 GB/kk/hlö
 - Vastaa n. 700 Gbit/s keskimääräistä yhteiskuormaa mobiiliverkoissa
- Tukiasemien määrää on arvioitu Suomen kunnissa, perustuen julkiseen tietoon.
- Seuraavassa esitetään arvio valittujen palvelutasojen tarjoamisen kustannuksista ottaen huomioon liikennekuorma mobiiliverkoissa.



Yleispalvelu yritysten LTE-verkot



Lähde: Cellmapper <https://www.cellmapper.net/networks?country=244&net=LTE> (25.9.2019)

- Keskimäärin operaattoreilla on noin 7560 LTE-tukiasemaa
 - Cellmapper-palvelun tieto 25.9.2019
- Omnitele on arvioinut tukiasemien jakaumaa eri kunnissa perustuen väestömäärään ja pinta-alaan, sekä tyypillistä taajuuskäyttöä eri alueilla.
- Keskimääräinen liikennekuorma on jaettu arvioidulle tukiasemaverkolle.
 - Liikenteen on oletettu jakautuvan tasan kolmen mobiiliverkko-operaattorin kesken

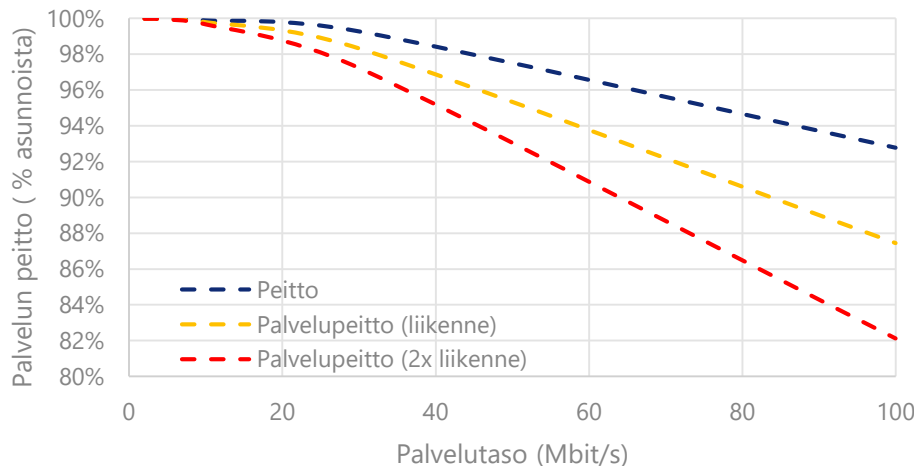
Kustannusten suuruusluokka-arviot

- Kustannusten suuruusluokka-arviot perustuvat arvioon vaadittavista laajennuksista palvelun peiton kasvattamiseksi ottaen huomioon arvioidun liikennekuorman vaatiman lisäkapasiteetin rakennustarpeen.
- Peiton laajennusvaihtoehdot:
 - Uudet tukiasemat
 - 700 MHz:n taajuuslaajennus
 - Kapasiteettilaajennukset (4G/5G-taajuuslaajennus kuntatasolla)
- Kustannusarviokuvaajissa on esitetty arvioidun liikennemäärän vaihtelun vaikutus lopputuloksiin
 1. Ei liikennettä (peiton rakentamisen kustannus)
 2. Arvioitu nykyliikenne
 3. Kaksinkertainen liikenne (2x arvioitu nykyliikenne)

Liikenteen vaikutus palvelun peittoon

Kuvassa esitetty arvioidun nykyliikenteen, sekä kaksinkertaisen liikenteen vaikutus palvelutasojen saatavuuteen.

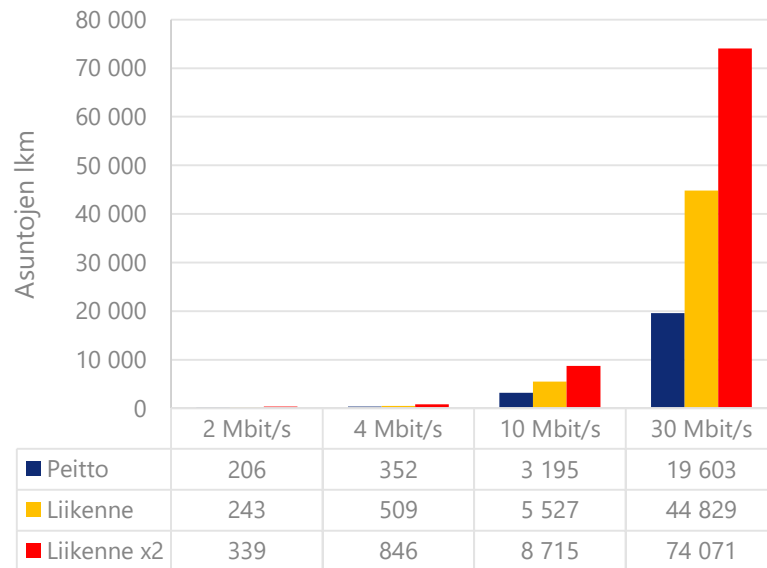
Palvelun peitto



Peitto-osuudet	2 Mbit/s	4 Mbit/s	10 Mbit/s	30 Mbit/s
Palvelupeitto	99.992 %	99.987 %	99.88 %	99.27 %
Palvelupeitto (liikenne)	99.991 %	99.981 %	99.79 %	98.33 %
Palvelupeitto (2x liikenne)	99.987 %	99.968 %	99.67 %	97.24 %

Arvio perustuu arvioituun nykyhetken liikenteeseen (Traficomien tilastoista johdettuna) ja Omnitelen arvioon tukiasemista ja käytössä olevista taajuuksista eri kunnissa.

Asunnot palvelun peiton ulkopuolella

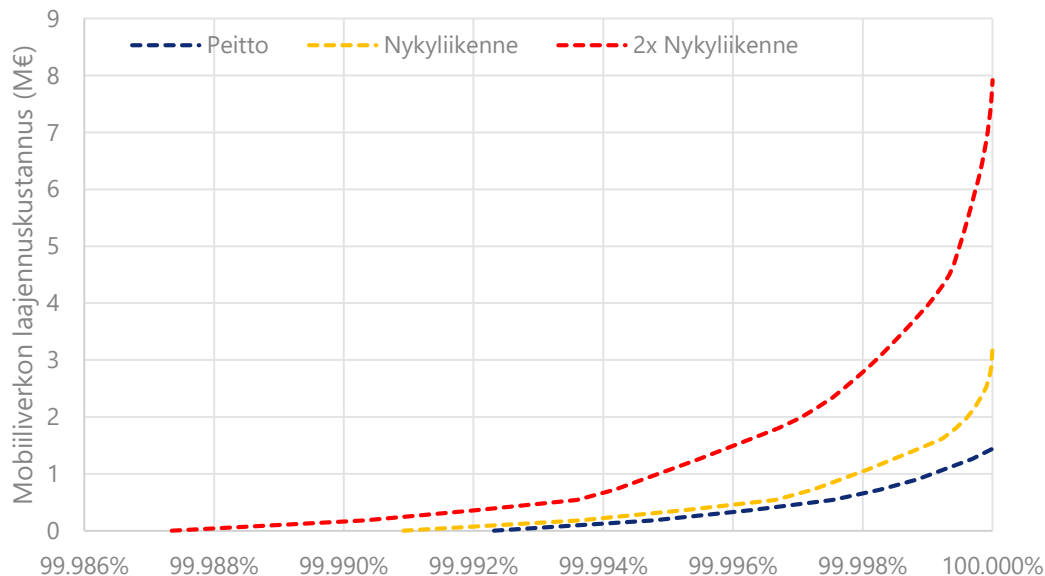


Vähimmäispalvelutaso: 2 Mbit/s

Kolmen skenaarion tulokset:

1. Ei liikennettä
~200 asuntoa peiton
ulkopuolella
2. Arvioitu nykyliikenne
~240 asuntoa peiton
ulkopuolella
3. 2x Arvioitu nykyliikenne
~340 asuntoa peiton
ulkopuolella

Palvelun peiton kustannusarvio: 2 Mbit/s



Asunnot peiton ulkopuolella

2 Mbit/s

375

322

268

214

161

107

54

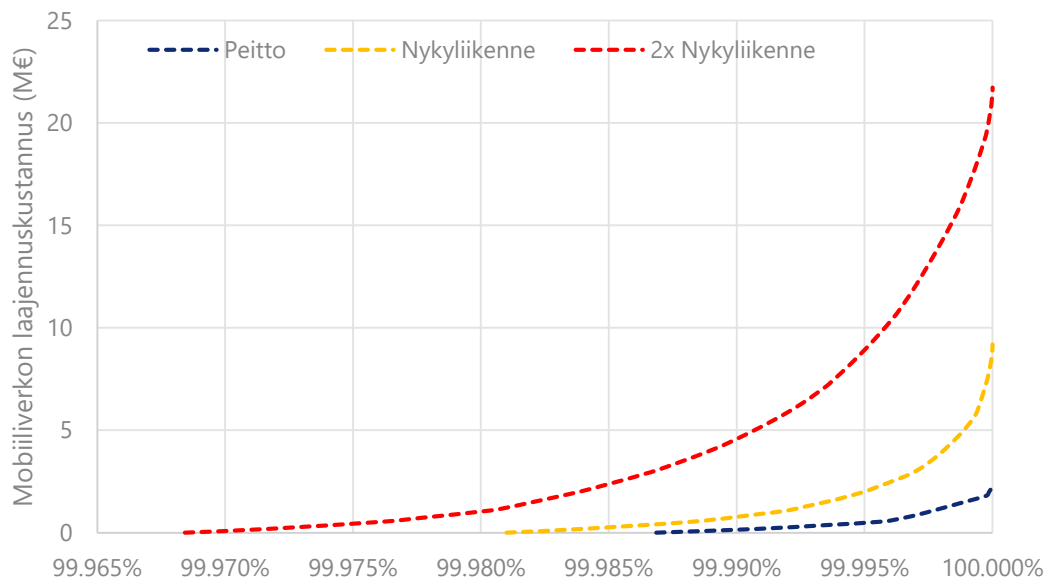
0

Vähimmäispalvelutaso: 4 Mbit/s

Kolmen skenaarion tulokset:

1. Ei liikennettä
~350 asuntoa peiton
ulkopuolella
2. Arvioitu nykyliikenne
~510 asuntoa peiton
ulkopuolella
3. 2x Arvioitu nykyliikenne
~850 asuntoa peiton
ulkopuolella

Palvelun peiton kustannusarvio: 4 Mbit/s



Asunnot peiton ulkopuolella

4 Mbit/s

938

804

670

536

402

268

134

0

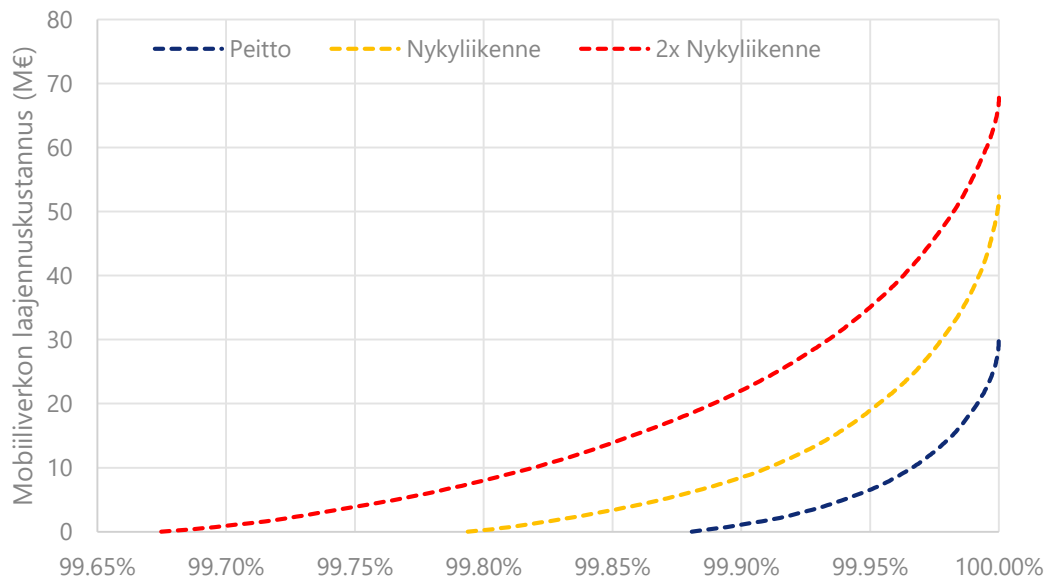
Palvelutason saatavuus asutokunnille (%)

Vähimmäispalvelutaso: 10 Mbit/s

Kolmen skenaarion tulokset:

1. Ei liikennettä
~3 200 asuntoa
peiton ulkopuolella
2. Arvioitu nykyliikenne
~5 500 asuntoa
peiton ulkopuolella
3. 2x Arvioitu nykyliikenne
~8 700 asuntoa
peiton ulkopuolella

Palvelun peiton kustannusarvio: 10 Mbit/s



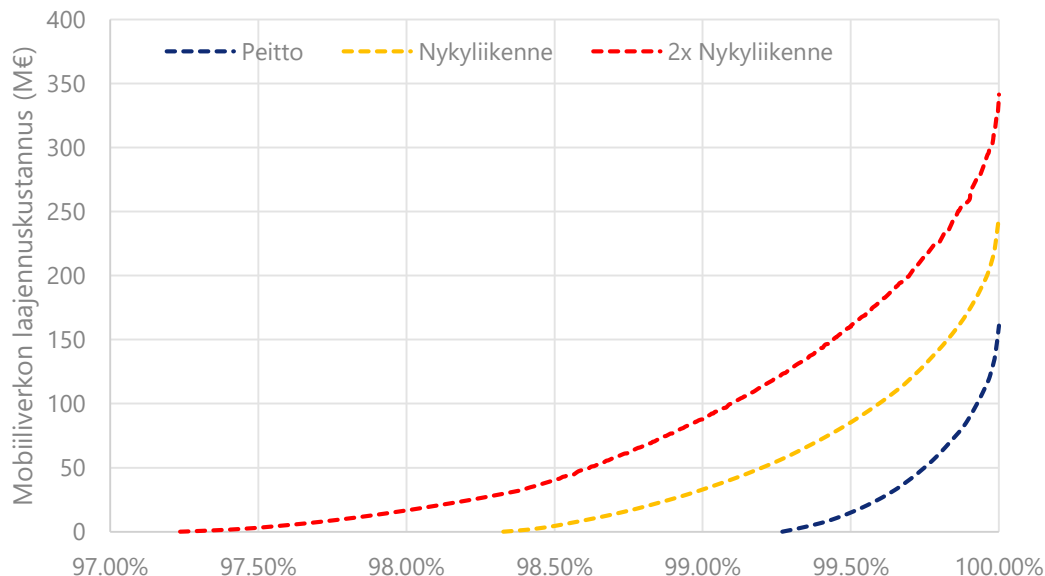
Asunnot peiton ulkopuolella		Palvelutason saatavuus asutokunnille (%)						
10 Mbit/s	9 380	8 040	6 700	5 360	4 020	2 680	1 340	0

Vähimmäispalvelutaso: 30 Mbit/s

Kolmen skenaarion tulokset:

1. Ei liikennettä
~19 600 asuntoa
peiton ulkopuolella
2. Arvioitu nykyliikenne
~44 800 asuntoa
peiton ulkopuolella
3. 2x Arvioitu nykyliikenne
~74 000 asuntoa
peiton ulkopuolella

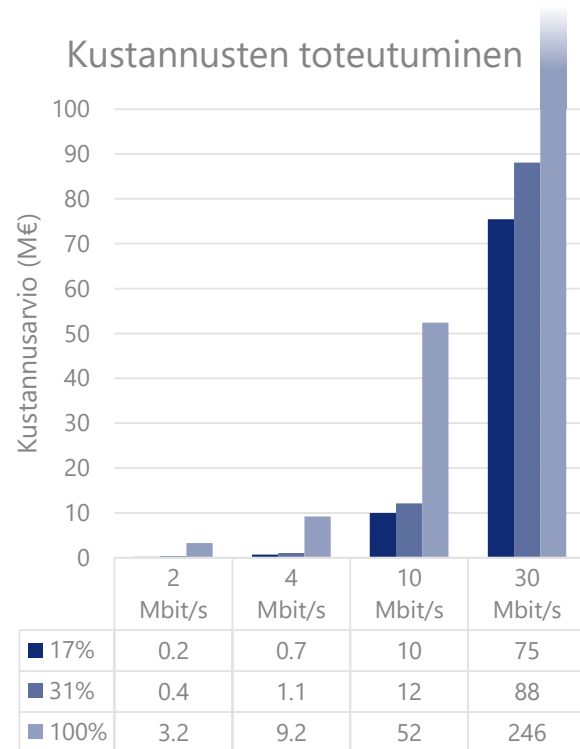
Palvelun peiton kustannusarvio: 30 Mbit/s



Asunnot peiton ulkopuolella	Palvelutason saatavuus asuntokunnille (%)						
30 Mbit/s	80 400	67 000	53 600	40 200	26 800	13 400	0

Kustannusten toteutuminen

- Traficomien tietoon tulleet palvelutasoon liittyvät tilaajayhteydenotot tai –valitukset ovat olleet kahden edellisvuoden aikana n. 75 yhteydenottoa vuodessa.
- Omnitelen arvion mukaan 2 Mbit/s –palvelupeiton ulkopuolella on noin 240 asuntoa.
- Yhteydenotot suhteutettuna arvioituun peittoon liikennekuorma huomioiden: ~31 % (75/243). Yleispalveluvollisuuden mukaisen 2 Mbit/s peittoalueen kasvattaminen 31 %:lle peiton ulkopuolelle jäävistä asiakkaista maksaisi arviolta yhteensä ~400 000 €
- Jos yhteydenotot suhteutetaan nykyisen raportoidun peruspeiton ulkopuolelle jääviin asuntoihin (~440 asuntoa, ~900 henkilöä), on yhteydenottojen suhde peittoon ~17 % (75/440). Tämän osuuden tavoittamisen kustannus on arviolta noin 200 000 €.
- Oheisessa kuvaajassa on esitetty kunkin palvelutason mahdolliset kustannukset, jos ylläolevat yhteydenotto-osuudet toteutuisivat tilaajavaatimuksina yleispalvelulle kussakin yleispalveluskenaariossa.
- Lisäksi rinnalla arvioitu kokonaiskustannus kattavan peiton rakentamiseksi.
 - Yleispalveluvollisuuteen vetoavien tilaajien suhteellinen määrä voi myös kasvaa merkittävästi, jos Yleispalveluvollisuuden vähimmäistavoitenopeutta nostetaan.
 - Yleispalveluvollisuuteen liittyvät vaatimukset voivat olla peräisin haastavilta alueilta, joissa investoinneilla ei voida kasvattaa palvelupeittoa kovin tehokkaasti. Tällöin toteutuvat kustannukset voivat olla lähellä suoraa prosenttiosuutta täyden peiton (100 %) rakentamiskustannuksesta.



Yhteenveto

Kuormituksella voi olla paikallisesti erittäin merkittävä vaikutus saavutettavissa olevaan palvelutasoon. Liikenteen vaikutus investointeihin on tärkeä huomioida, kun arvioidaan tarvittavia investointeja.

Liikenteen kasvaessa, kapasiteetti-investointeja tarvitaan palvelutason ylläpitämiseksi.

Korkeampien nopeustavoitteiden saavuttamiseksi vaaditaan

- Tiheämpään rakennettavaa tukiasemaverkkoa korkeampien taajuuksien hyödyntämiseksi
- Merkittävästi enemmän kapasiteetti-investointeja olemassa olevaan mobiiliverkkoon.

Herkkyysanalyysi

- Merkittävimmät kustannusarvioon vaikuttavat tekijät ovat laajennusten yksikköhinnat ja liikennemäärä
 - Hinta-arvioiden vaikutus (suoraan verrannollinen vaihteluväleihin): +/- 45 %
 - Koska hinta-arviot perustuvat oletuksiin, on niiden vaihteluväli melko suuri
 - Liikenteen vaikutus: +/- 50 %
- Myös oletukset uusilla laajennuksilla saavutettavasta peitosta vaikuttavat lopputuloksiin jonkin verran.
 - 700 MHz peitonparannuksen vaikutus lopullisiin kustannusarvioihin +/- 5 %
 - Uusien tukiasemien arvioidun peittoalueen koko: +/- 15 %

contents

1. Johdanto
2. Johdon yhteenveto
3. Analyysin tulokset
4. Menetelmä, oletukset ja lähteet
 - Menetelmän kuvaus
 - Oletukset
 - Taajuusoletukset
 - Kustannusoletukset
 - Lähteet

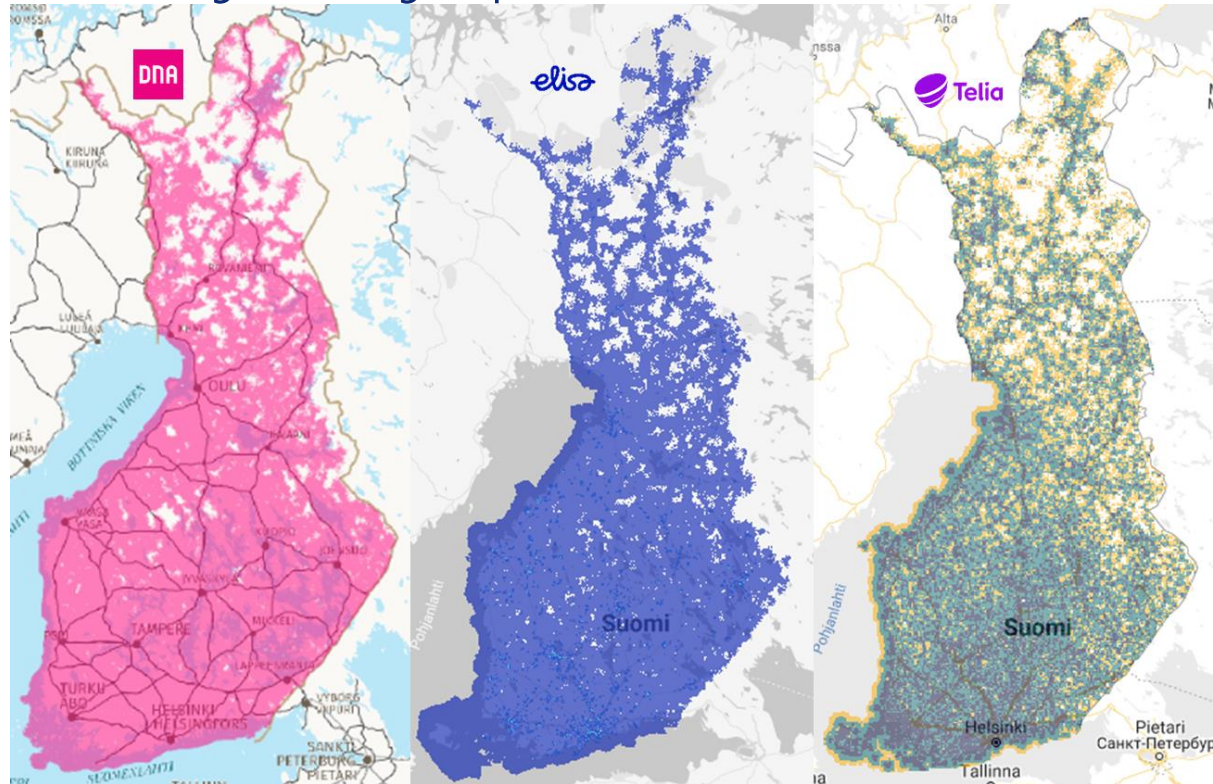
Menetelmän kuvaus

Selvitysmenetelmä

1. Arvio eri nopeusluokkien väestöpeitosta kunnittain
 - Perustuu Traficomien tilastoihin ja taajuusoletuksiin (esitely seuraavassa osiossa)
2. Peiton kasvattamiseksi vaadittavat laajennukset kunnittain
 - Perustuu taajuusoletuksiin (esitely seuraavassa osiossa)
3. Arvio liikenteen vaikutuksesta tarjottuun palvelutasoon
 - Perustuu oletuksiin tukiasemien määrästä kunnittain erilaisilla alueilla, sekä väestö- ja liikennemäärään kunnittain (esitely seuraavassa osiossa)
4. Palvelutason tarjoamiseksi vaadittavat laajennukset kunnittain ottaen huomioon liikennekuorman
 - Perustuu tukiasema- ja taajuusoletuksiin (esitely seuraavassa osiossa)

Oletukset

Taajuus- ja peittoalueoletukset



Palvelutasot

- Operaattorit raportoivat Traficomille palvelutasojen (Mbit/s) peittoa perustuen peitonvoimakkuusennusteisiin.
 - Operaattoriraportit: peruspeitto, 30 Mbit/s ja 100 Mbit/s
- Omnitele on arvioinut saavutettavaa palvelutasoa perustuen Traficomien määrittelemiін peiton voimakkuuden raja-arvoihin eri tiedonsiirtonopeuksille
 - Arvioissa on hyödynnetty myös Omnitelen itsenäisesti suorittamia mittauksia Suomessa. Mittaustulosten ja Traficomien määrittelemien raja-arvojen perusteella on arvioitu verkkojen peittoa eri nopeusluokissa
- Keskeinen oletus mobiiliverkoista
 - Haja-asutusalueiden LTE-peitto rakennettu 800 MHz:n taajuudella (peruspeitto ~5 Mbit/s)
 - Taajama-alueiden LTE-peitto rakennettu 1800 MHz:n taajuudella (peruspeitto ~15 Mbit/s)

Traficom:

Peiton voimakkuuden raja-arvot (dBm) eri nopeusluokille

	Taajuusalue (MHz)				
Nopeusluokka	700	800	1800	2100	2600
Peruspeitto	-110	-110	-110	-110	-110
30 Mbit/s (DL)	-85	-85	-100	-100	-100
100 Mbit/s (DL)			-85	-85	-85

Raja-arvot eri nopeusluokille käytettäessä taajuuskaistojen yhdistelmiä (CA, carrier aggregation)

	Taajuusalue (MHz)				
Nopeusluokka	700	800	1800	2100	2600
30 Mbit/s (DL)	-100	-100	-110	-110	-110
100 Mbit/s (DL)	-85	-85	-95	-95	-95

Lähtötiedot Traficomilta

Maakunnat	Maantieteellinen peitto			Väestöpeitto		
	4G Peruspeitto	4G 30 Mbit/s	4G 100 Mbit/s	4G Peruspeitto	4G 30 Mbit/s	4G 100 Mbit/s
Ahvenanmaa	100 %	78 %	16 %	100.0 %	94.3 %	65.6 %
Etelä-Karjala	99 %	85 %	31 %	100.0 %	99.5 %	93.5 %
Etelä-Pohjanmaa	100 %	70 %	19 %	100.0 %	98.9 %	84.2 %
Etelä-Savo	100 %	77 %	18 %	100.0 %	97.3 %	82.7 %
Kainuu	85 %	37 %	7 %	99.4 %	94.7 %	83.9 %
Kanta-Häme	100 %	87 %	35 %	100.0 %	99.9 %	91.5 %
Keski-Pohjanmaa	100 %	62 %	16 %	100.0 %	99.4 %	89.8 %
Keski-Suomi	100 %	74 %	23 %	100.0 %	99.0 %	89.8 %
Kymenlaakso	100 %	82 %	28 %	100.0 %	99.4 %	93.6 %
Lappi	68 %	25 %	4 %	99.7 %	96.4 %	84.3 %
Pirkanmaa	100 %	84 %	32 %	100.0 %	99.7 %	94.0 %
Pohjanmaa	100 %	80 %	27 %	100.0 %	99.4 %	88.8 %
Pohjois-Karjala	97 %	62 %	14 %	100.0 %	97.8 %	84.6 %
Pohjois-Pohjanmaa	97 %	53 %	12 %	100.0 %	99.0 %	91.3 %
Pohjois-Savo	100 %	71 %	18 %	100.0 %	98.0 %	86.3 %
Päijät-Häme	100 %	90 %	36 %	100.0 %	99.8 %	94.0 %
Satakunta	100 %	84 %	29 %	100.0 %	99.6 %	92.2 %
Uusimaa	100 %	95 %	51 %	100.0 %	100.0 %	98.2 %
Varsinais-Suomi	100 %	94 %	41 %	100.0 %	99.9 %	94.1 %
Kaikki yhteensä	89 %	56 %	16 %	99.98 %	99.27 %	92.60 %

Taajuus- ja peittoalueoletukset

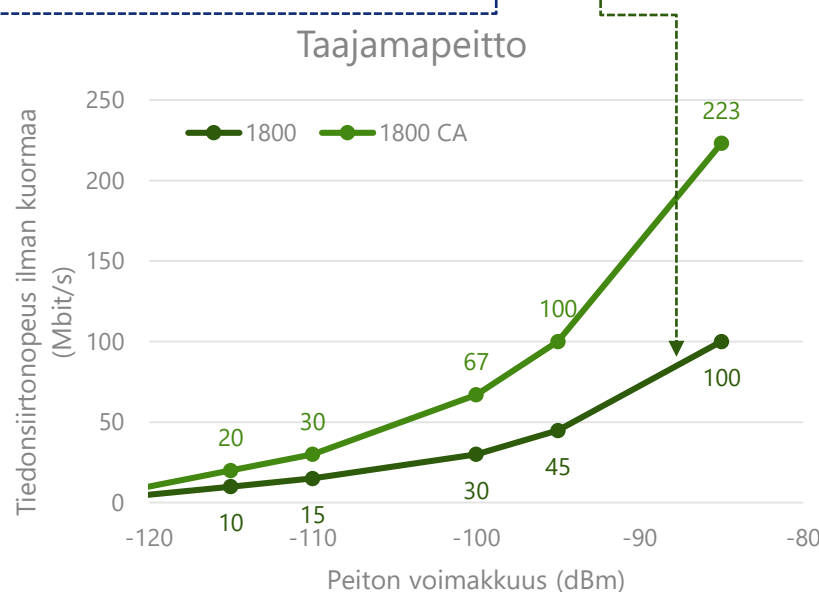
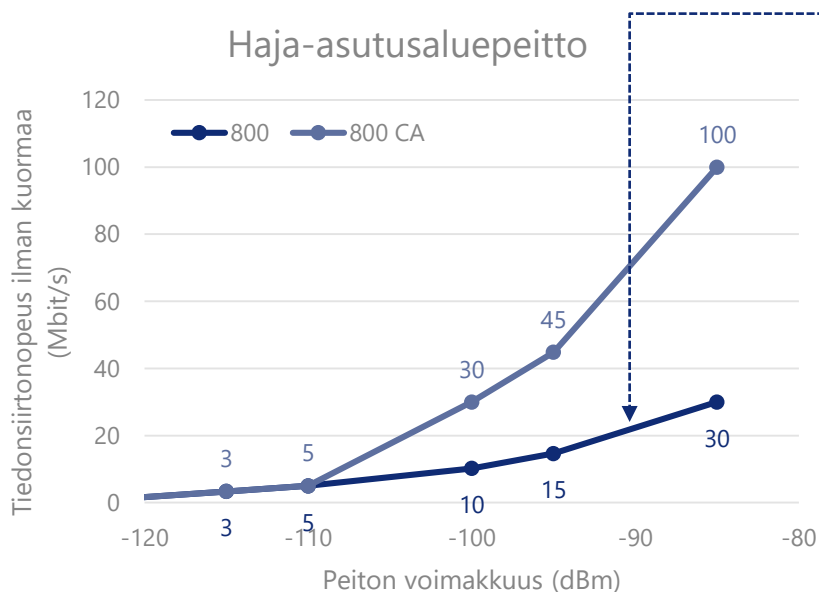
Taajuudet eri alueilla

Haja-asutusalueiden LTE 800 MHz – 10 MHz:n kaistanleveys

Taajama-alueiden LTE 1800 MHz – 20 MHz:n kaistanleveys

Peiton voimakkuuden raja-arvot (dBm) eri nopeusluokille

Nopeusluokka	Taajuusalue (MHz)				
	700	800	1800	2100	2600
Peruspeitto	-110	-110	-110	-110	-110
30 Mbit/s (DL)	-85	-85	-100	-100	-100
100 Mbit/s (DL)			-85	-85	-85

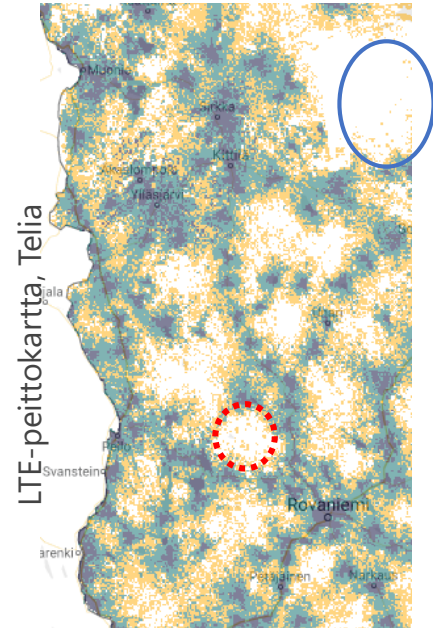
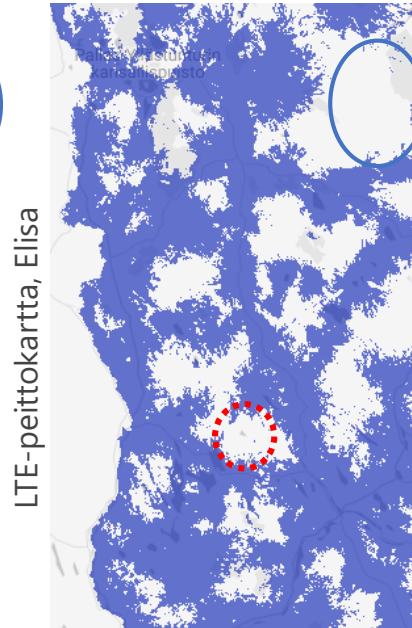
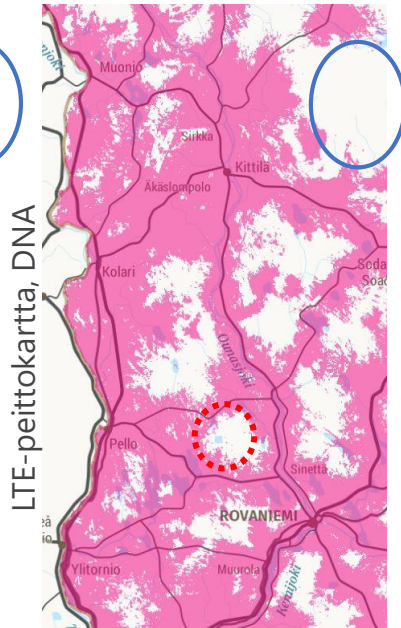
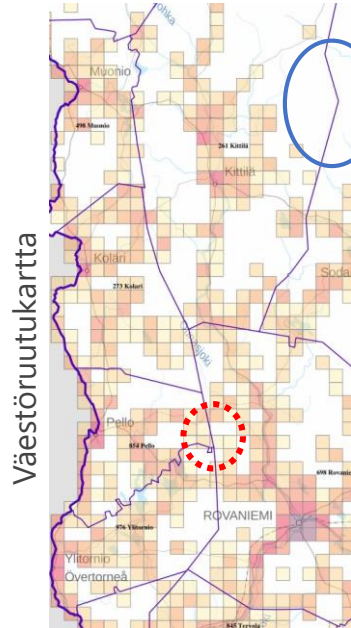


Kuvaajissa esitettyjä sääntöjä on käytetty arvioimaan eri palvelutasojen saatavuutta Suomen kunnissa

Taajuus- ja peittoalueoletukset

Peittoalueet kattavat asutun alueen ja valtaosa peiton ulkopuolelle jäävistä asunnoista on lähellä nykyistä peittoaluetta

- Ainakin yhden operaattorin peitto tyypillisesti kattaa asutut alueet melko hyvin
- Oletus: peiton ulkopuolelle jäävät asunnot ovat lähellä nykyistä peittoa



Arvio palvelutasojen saatavuudesta

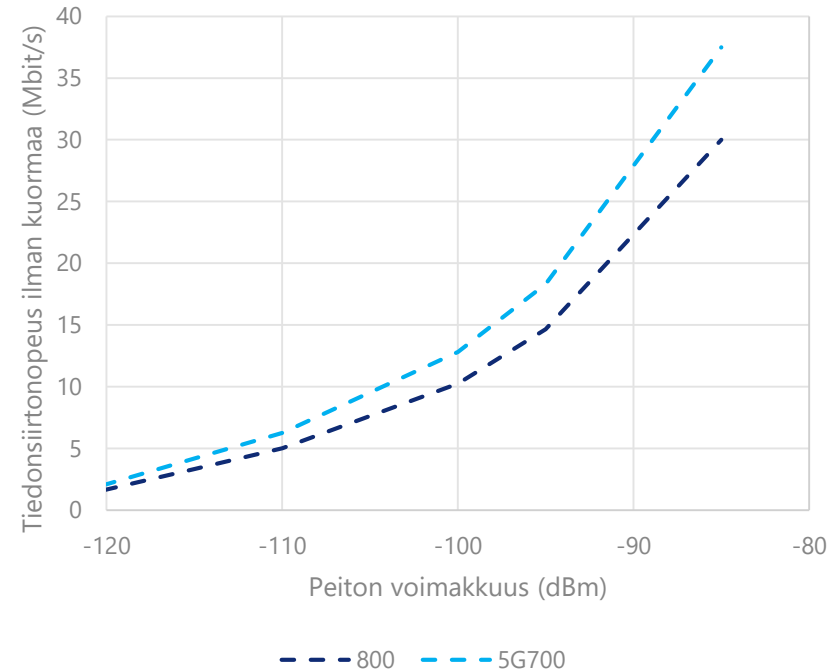
Maakunnat	Väestöpeitto					Asuntopeitto				
	2 Mbit/s	4 Mbit/s	10 Mbit/s	30 Mbit/s	100 Mbit/s	2 Mbit/s	4 Mbit/s	10 Mbit/s	30 Mbit/s	100 Mbit/s
Ahvenanmaa	100.0 %	100.0 %	99.0 %	94.3 %	65.6 %	100.0 %	100.0 %	99.1 %	94.5 %	67.2 %
Etelä-Karjala	100.0 %	100.0 %	99.9 %	99.5 %	93.5 %	100.0 %	100.0 %	99.9 %	99.5 %	93.7 %
Etelä-Pohjanmaa	100.0 %	100.0 %	99.9 %	98.9 %	84.2 %	100.0 %	100.0 %	99.9 %	98.9 %	84.4 %
Etelä-Savo	100.0 %	100.0 %	99.6 %	97.3 %	82.7 %	100.0 %	100.0 %	99.6 %	97.3 %	82.7 %
Kainuu	99.7 %	99.5 %	98.4 %	94.7 %	83.9 %	99.7 %	99.5 %	98.4 %	94.6 %	83.9 %
Kanta-Häme	100.0 %	100.0 %	100.0 %	99.9 %	91.5 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	99.9 %	91.9 %
Keski-Pohjanmaa	100.0 %	100.0 %	99.9 %	99.4 %	89.8 %	100.0 %	100.0 %	99.9 %	99.5 %	90.0 %
Keski-Suomi	100.0 %	100.0 %	99.8 %	99.0 %	89.8 %	100.0 %	100.0 %	99.9 %	99.0 %	90.0 %
Kymenlaakso	100.0 %	100.0 %	99.9 %	99.4 %	93.6 %	100.0 %	100.0 %	99.9 %	99.4 %	93.7 %
Lappi	99.9 %	99.8 %	99.2 %	96.4 %	84.3 %	99.9 %	99.8 %	99.2 %	96.5 %	84.7 %
Pirkanmaa	100.0 %	100.0 %	100.0 %	99.7 %	94.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	99.7 %	94.3 %
Pohjanmaa	100.0 %	100.0 %	99.9 %	99.4 %	88.8 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	99.5 %	89.8 %
Pohjois-Karjala	100.0 %	100.0 %	99.7 %	97.8 %	84.6 %	100.0 %	100.0 %	99.7 %	97.8 %	84.7 %
Pohjois-Pohjanmaa	100.0 %	100.0 %	99.8 %	99.0 %	91.3 %	100.0 %	100.0 %	99.8 %	99.0 %	91.6 %
Pohjois-Savo	100.0 %	100.0 %	99.7 %	98.0 %	86.3 %	100.0 %	100.0 %	99.7 %	97.9 %	86.4 %
Päijät-Häme	100.0 %	100.0 %	100.0 %	99.8 %	94.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	99.8 %	94.2 %
Satakunta	100.0 %	100.0 %	100.0 %	99.6 %	92.2 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	99.6 %	92.4 %
Uusimaa	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	98.2 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	98.3 %
Varsinais-Suomi	100.0 %	100.0 %	100.0 %	99.9 %	94.1 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	99.9 %	94.4 %
Kaikki yhteensä	99.99 %	99.99 %	99.88 %	99.27 %	92.60 %	99.99 %	99.99 %	99.88 %	99.27 %	92.78 %
©Omnitele Ltd. 2019 50	Omnitelen arvio			Traficom tilasto		Omnitelen arvio			Traficom tilasto	

Taajuus- ja peittoalueoletukset

700 MHz taajuusalue

- 700 MHz:n taajuus tarjoaa kustannustehokkaan ratkaisun peiton parantamiseksi ja kapasiteetin lisäämiseksi haja-asutusalueilla.
- 5G 700 MHz:lla saadaan arviolta noin 25 % parannus verrattuna LTE 800 MHz:iin.
- Käytännössä 700 MHz:n avulla voidaan kasvattaa peittoa vain rajatusti. Uusia tukiasemia tarvitaan kasvattamaan peittoa nykyisten peittoalueiden ulkopuolelle.

Peittoarvio - LTE 800 MHz ja 5G 700 MHz



Taajuusoletusten tarkkuus

- Traficomille raportoitavat kentänvoimakkuusarvot (dBm) perustuvat peittoennusteisiin, joiden tarkkuus riippuu mm. käytettävistä etenemismalleista ja käytettävien karttojen tarkkuudesta.
- Eri palvelutasoille määritelty kentänvoimakkuusraja-arvot edustavat hyvää approksimaatiota kentänvoimakkuuden ja saavutettavan tiedonsiirtonopeuden korrelaatiosta.
 - Perustuen Omnitelen itsenäisesti suorittamiin mittauksiin, saavutettavat datanopeudet kuitenkin vaihtelevat huomattavasti eri kentänvoimakkuustasoilla.
- Vaihtelut raja-arvoissa eivät kuitenkaan olennaisesti vaikuta selvityksen kustannusarvioiden suuruusluokkaan.

Taajuus- ja peittoalueoletukset

Väestön jakauma

- Selvityksessä on hyödynnetty tilastoitua väestöjakaumaa Suomen kunnissa
 - Väestö, asunnot ja pinta-ala jaoteltu eri asumistiheyden mukaan kaupunki- ja maaseutuluokkiin kunnittain
- Asuntotietona käytetty vakituksia asuntoja
- Eri kuntien tukiasemamäärää on arvioitu perustuen asuntomäärään ja pinta-alaan eri aluetyypeissä

Tilasto väestöstä ja asunnoista

Vakituiset asunnot

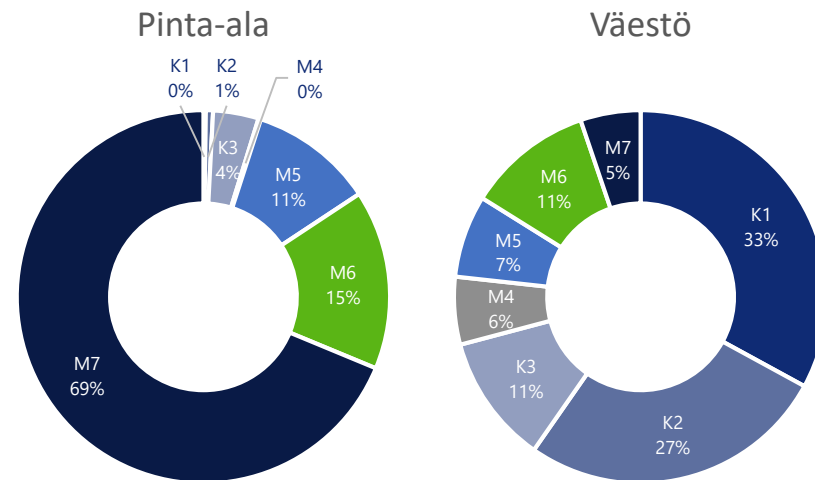
Suomen virallinen tilasto (SVT): Asunnot ja asuinolot [verkkajulkaisu].

ISSN=1798-6745. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 23.9.2019].

Saantitapa: <http://www.stat.fi/til/asas/tau.html>

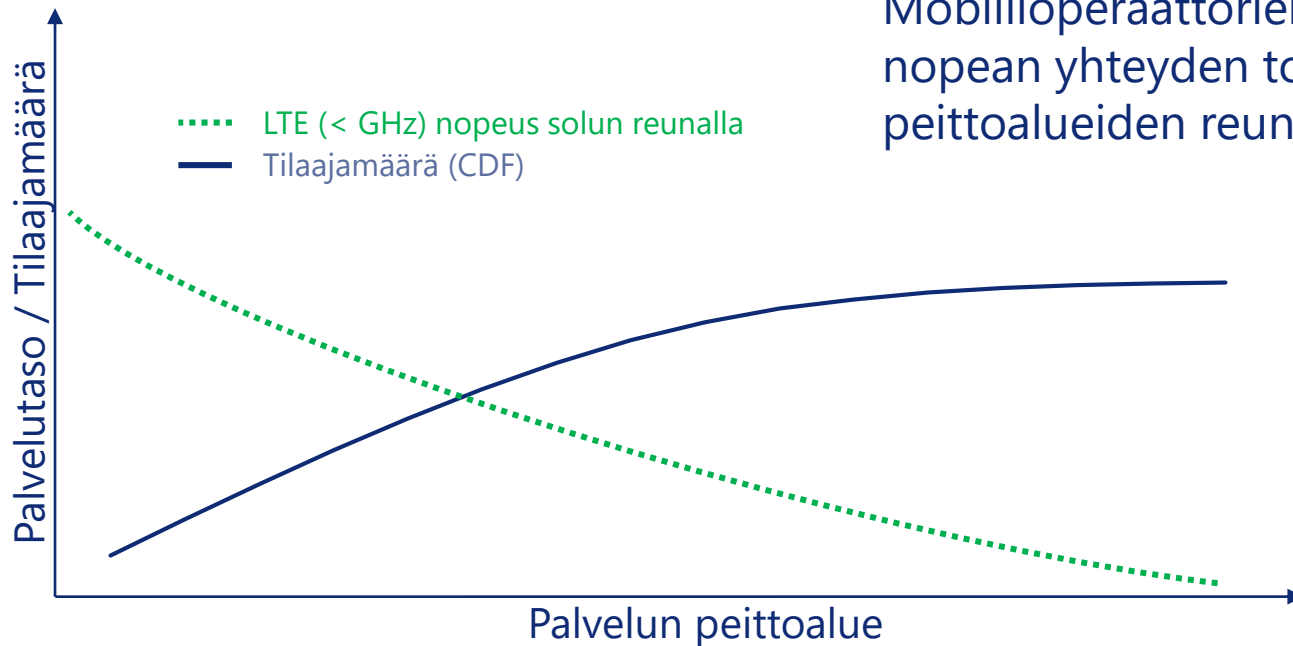
Tilastoa maankäyttöluokista

https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Elinymparisto_ja_kaavoitus/Yhdyskuntarakenne/Tietoa_yhdyskuntarakenteesta/Kaupunkimaaseutu_luokitus/Kartat_ja_tilastot



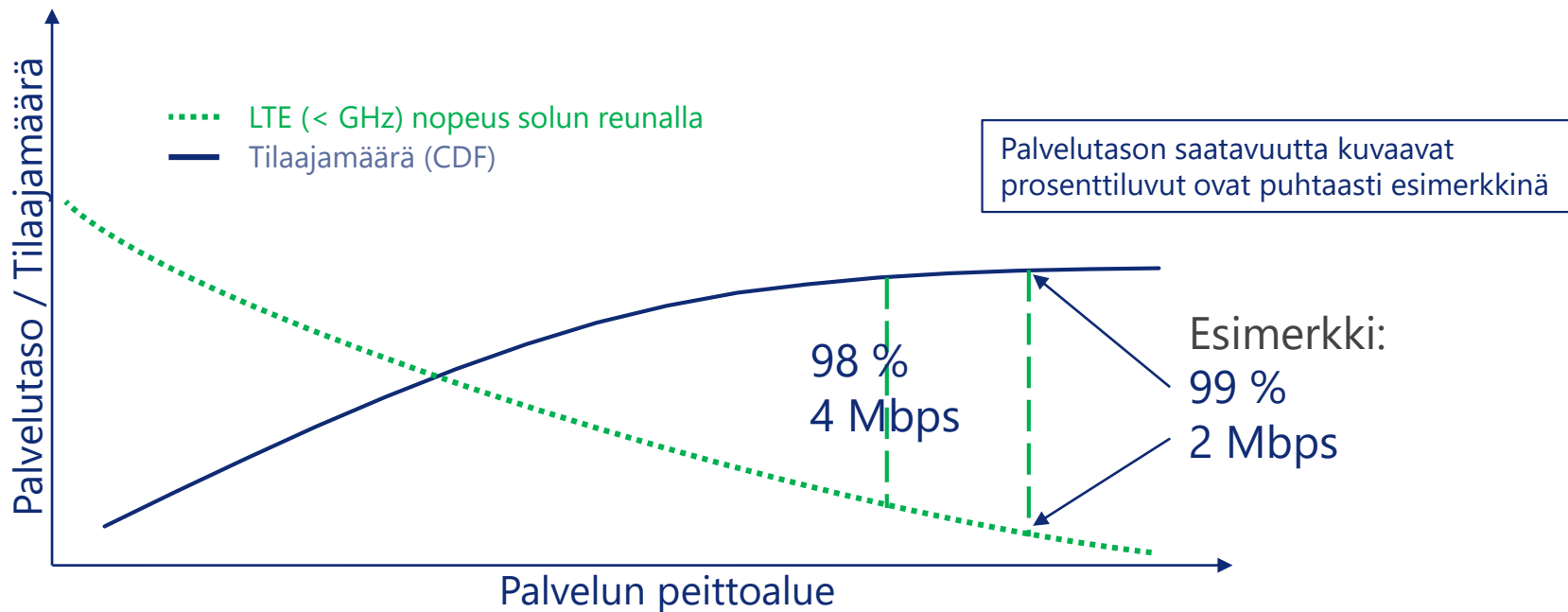
K1	Sisempi kaupunkialue
K2	Ulompi kaupunkialue
K3	Kaupungin kehysalue
M4	Maaseudun paikalliskeskus
M5	Kaupungin läheinen maaseutu
M6	Ydinmaaseutu
M7	Harvaan asuttu maaseutu

Palvelutaso peittoalueella

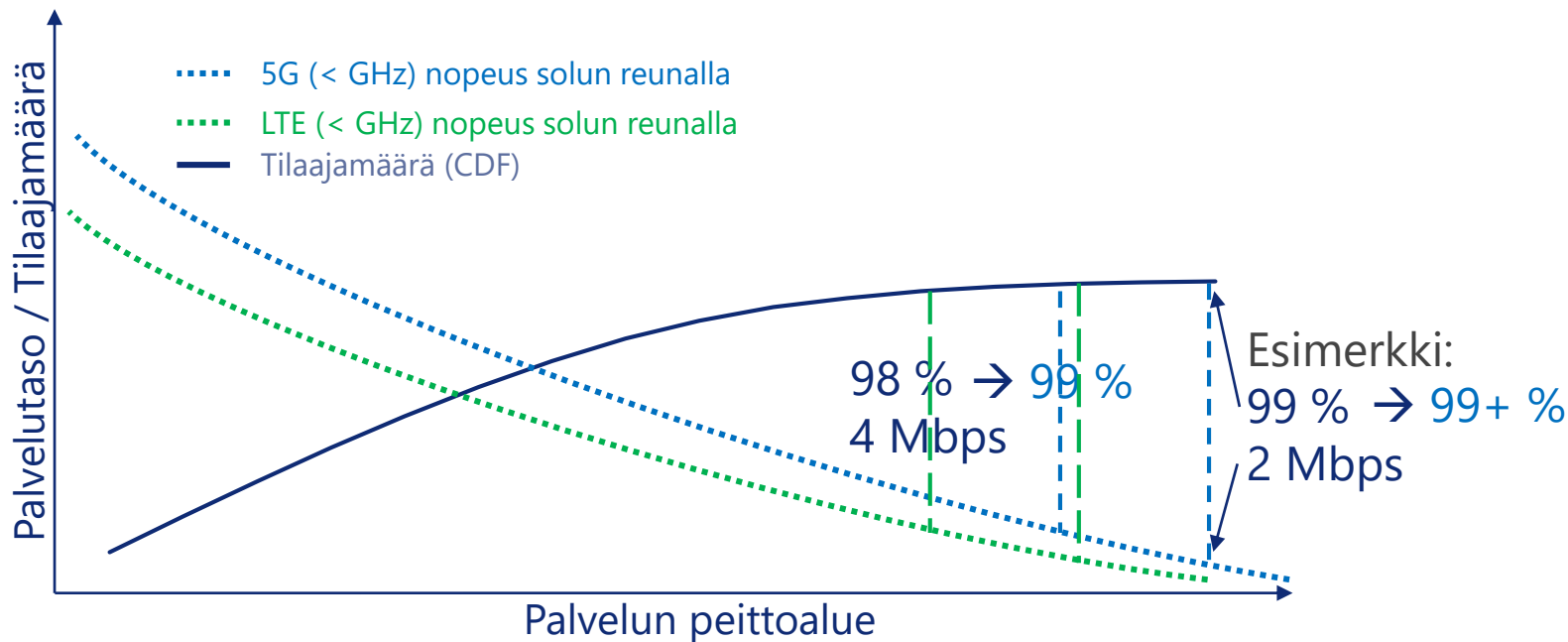


Mobiilioperaattorien haasteena on nopean yhteyden toimittaminen peittoalueiden reunoilla oleville tilaajille.

Palvelutaso peittoalueella: LTE (800 MHz)

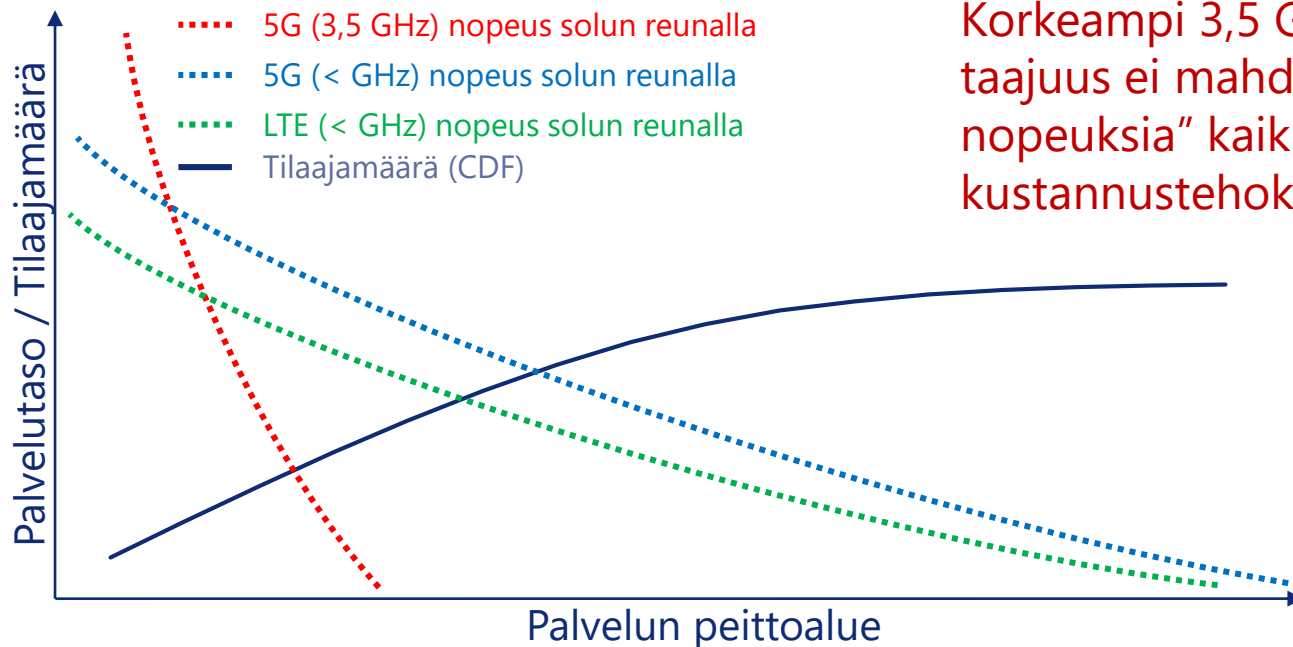


Palvelutaso peittoalueella: 5G (700 MHz)



Taajuusoleutukset | Taustaa

Palvelutaso peittoalueella: 5G (3,5 GHz)



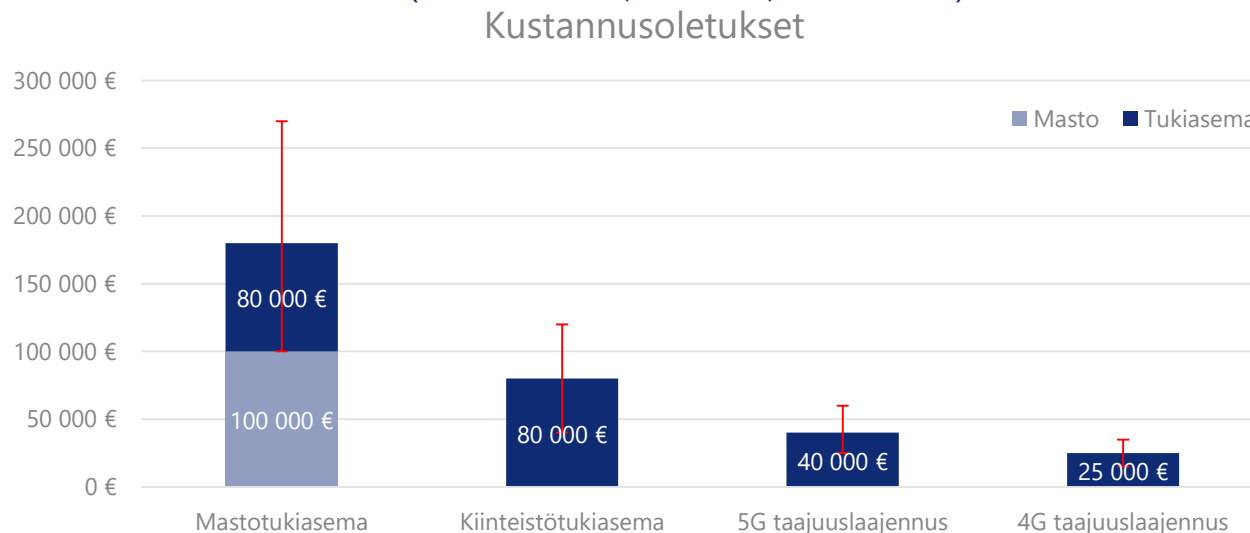
Korkeampi 3,5 GHz:n 5G-taajuus ei mahdollista "5G-nopeuksia" kaikille tilaajille kustannustehokkaasti

Kustannusoleukset

Kustannusoletuksset

▪ Selvityksen keskeiset kustannuselementit:

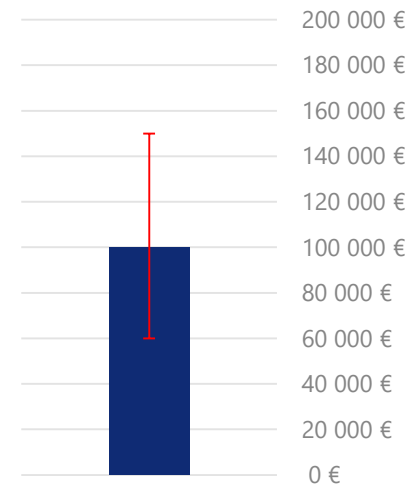
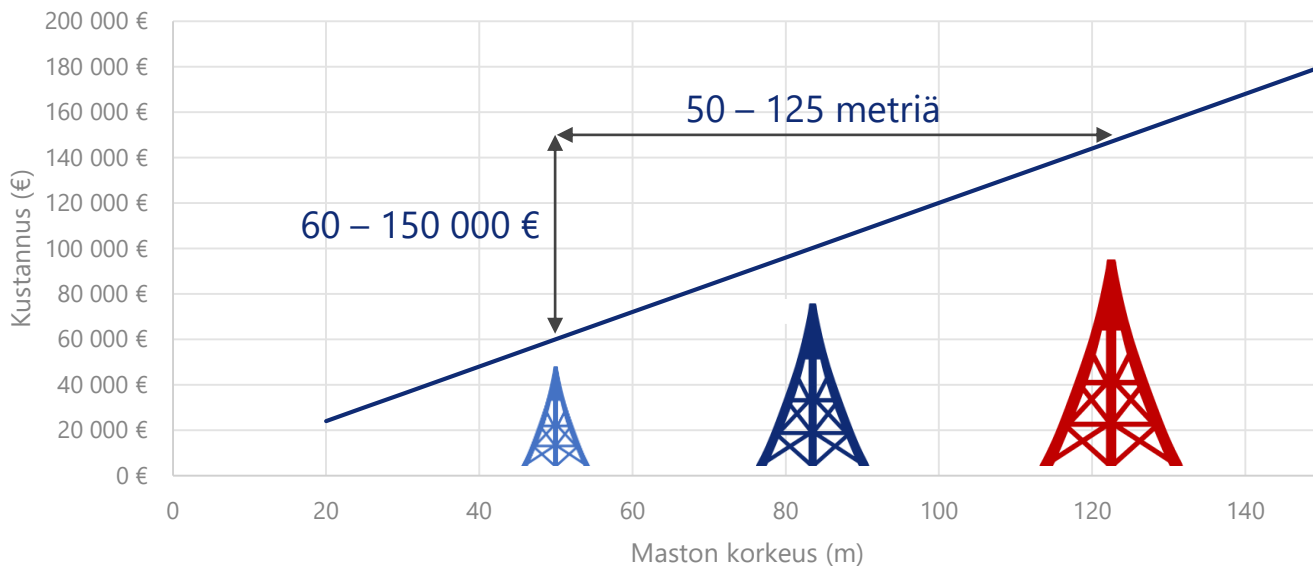
- Maston rakentaminen
 - pääsääntöisesti nykyisen peiton ulkopuolella joudutaan rakentamaan uusia mastoja, koska olemassa olevat mastot ovat pitkälti jo käytössä
- Uusi tukiasema (verkkolaitteet, antennit, asennukset, muut työt)
- Taajuuslaajennukset olemassa oleviin tukiasemiin (verkkolaitteet, antennit, asennukset)



Mastot

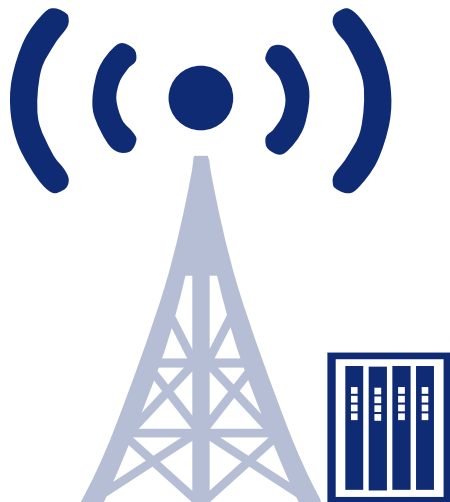
- Oletettu maston rakennuskustannus esitetty kuvaajassa
 - Keskimäärin: 80 metriä korkea masto, 100 000 € (vaihteluväli 60 – 150 000 €)

Maston rakennuskustannus



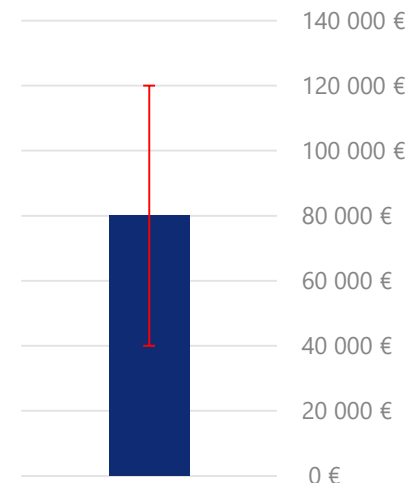
Tukiasema

- Tukiaseman rakennuskustannuksiin (CapEx) kuuluvat mm. antennit ja verkkolaitteet, niiden asennukset ja vaadittavat yhdyskuntarakennustyöt
 - Tilavuokrat, siirtoyhteyden ja sähkön sopimushinnat eivät ole mukana analyysissä (OpEx)



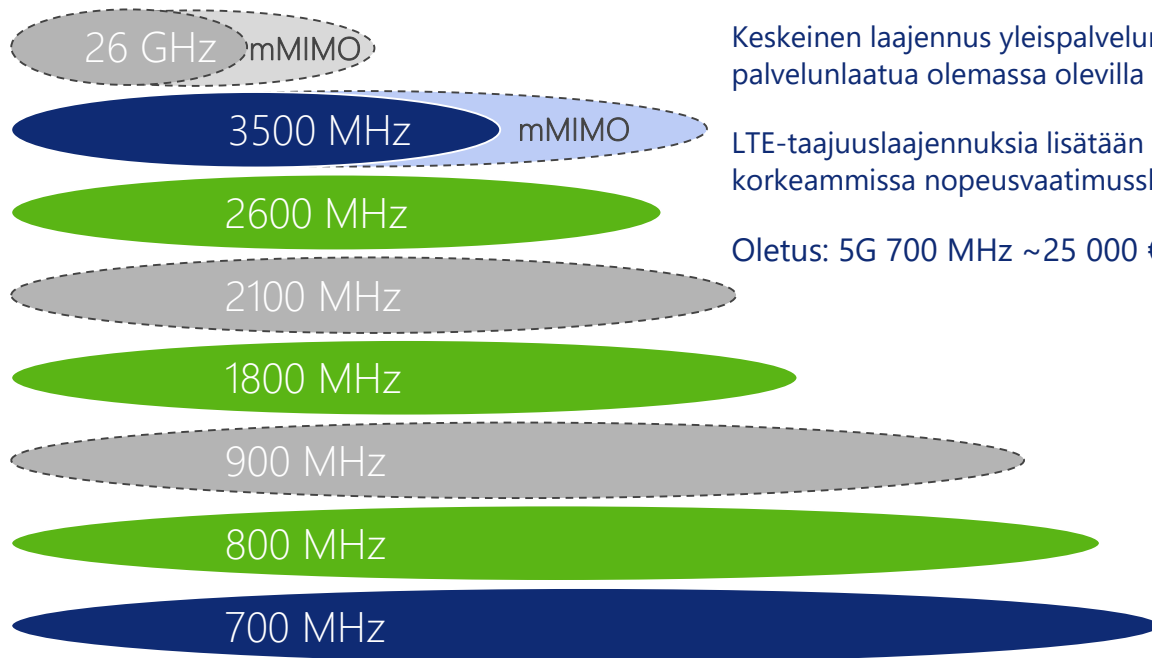
Oletus

- Uuden tukiaseman keskimääräinen kustannus: 80 000 €
- Vaihtelu: 40 – 120 000 €
 - Riippuen vaadittavista töistä ja tukiasemaan asennettavista taajuuksista



Taajuuslaajennukset

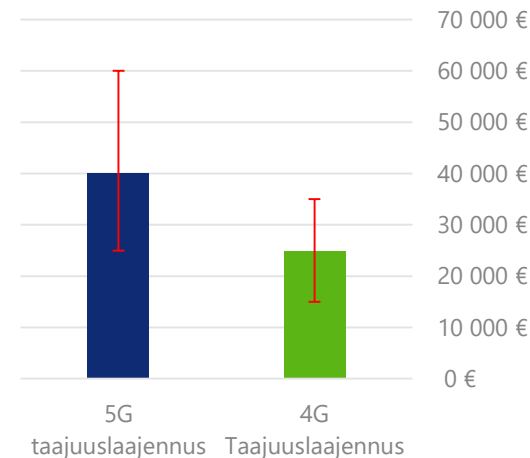
Vähimmäispeittoa arvioidessa keskitytään peiton kasvattamiseen matalilla taajuualueilla. Korkean taajuuden 5G-toteutuksilla ei toteuteta väestöpeiton kasvattamista kustannustehokkaasti



Keskeinen laajennus yleispalvelun kannalta: 5G 700 MHz, jolla voidaan parantaa palvelunlaatua olemassa olevilla palvelualueilla.

LTE-taajuuslaajennuksia lisätään uusiin tukiasemiin tarpeen mukaan korkeammissa nopeusvaatimusskenaarioissa

Oletus: 5G 700 MHz ~25 000 €



Peittoalueen koko

Lähteet

Lähteet

- Traficomilta saatu aineisto:
 - LTE-peitto kunnittain (nro: 6/2019)
 - Maantieteellinen LTE-peitto maakunnittain (nro: 12/2018)
 - Tieto vuosittaisista palvelutasoon liittyvistä valituksista
- Suomen virallinen tilasto (SVT): Asunnot ja asuinolot [verkojulkaisu]. ISSN=1798-6745. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 23.9.2019].
 - Saantitapa: <http://www.stat.fi/til/asas/tau.html>
- Tilastoa maankäyttöluokista.
 - Saantitapa: https://www.ymparisto.fi/fi-Elinymparisto_ja_kaavoitus/Yhdyskuntarakenne/Tietoa_yhdyskuntarakenteesta/Kaupunkimaaseutu_luokitus/Kartat_ja_tilastot
- Operaattorien peittokartat
 - DNA. Saantitapa: <https://www.dna.fi/peittokartta>
 - Elisa. Saantitapa: <https://elisa.fi/kuuluvuus/>
 - Telia. Saantitapa: <https://www.telia.fi/asiakastuki/verkko/verkko/verkkokartta>
- Väestöruutuaineisto: 5 x 5 km 2018 (Tilastokeskus).
 - Saantitapa: <https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/>



WE ANSWER

omnitele

Contact

Name Jani Nieminen
Title Director, Advisory Services
Phone +358 44 994 7968
Email jani.nieminen@omnitele.com

Omnitele Ltd

Phone +358 9 695 991
Email contact@omnitele.com
Website www.omnitele.com
Address Omnitele Ltd. Mäkitorpantie 3B, 00620 Helsinki, Finland

maximised customer experience
minimised network cost
