

Mastomarkkinaselvitys

Traficom / Liikenne- ja viestintävirasto

Lopullinen raportti

31.01.2023

Sisällysluettelo

YHTEENVETO.....	3
1. JOHDANTO	4
2. MASTOMARKKINA SUOMESSA.....	5
2.1 Yleiskatsaus matkaviestinverkkoihin ja teleoperaattoreihin	5
2.2 Matkaviestinverkon infrastruktuuri.....	7
2.2.1 Tukiasematyyppin valinta	8
2.3 Mastojen omistus ja markkinarakenne	8
2.4 Muutokset markkinatilanteessa	11
2.5 Tulevaisuuden näkymät	16
3. LAITETILAMARKKINA SUOMESSA	18
3.1 Laittilojen omistus- ja markkinarakenne	18
3.2 Muutokset markkinatilanteessa	18
4. YLEISIMMÄT RAKENTEET JA SOVELTUVUUS YHTEISKÄYTTÖÖN.....	22
4.1 Yleisimmät mastotyytit	22
4.2 Mastojen soveltuvuus yhteiskäyttöön.....	23
4.3 Yleisimmät laitetilatyytit ja soveltuvuus yhteiskäyttöön	23
4.4 Laittilojen tekniset ominaisuudet	24
5. MASTOTUKIASEMARAKENTAMINEN	27
5.1 Nykytila Suomessa	27
5.2 Maantieteelliset vaikutukset rakentamiseen	27
5.3 Rakentamisen toimitusketju	28
5.4 Mastotukiasemarakentamisen kustannukset.....	31
5.5 Kunnallinen päätöksenteko ja maankäyttö	32
6. MASTOJEN JA LAITETILOJEN YHTEISKÄYTTÖ	36
6.1 Yhteiskäytön hinnoittelu	36
6.2 Keskeiset havainnot mastorakennuttajien haastatteluista	36
6.3 Keskeiset havainnot matkaviestinoperatorien haastatteluista.....	37

YHTEENVETO

Tämän selvityksen tarkoituksena oli tilasto- ja kirjallisuusanalyysiin sekä toimijakohtaisiin haastatteluihin perustuen muodostaa kokonaiskuva Suomen mastomarkkinan nykytilasta ja kuvata sen viimeaikaisia muutoksia, sekä arvioida sen kehitystä lähitulevaisuudessa. Erityisesti luotiin katsaus mastorakentamiseen ja siihen liittyviin kustannuksiin, muuttuviin tekniisiin ratkaisuihin, sekä arvioitiin mastotukiasemien yhteiskäytön toimintaperiaatteita ja tilaa Suomessa. Mastomarkkinaa tarkasteltiin nimenomaisesti langattomien matkaviestinverkkojen kontekstissa.

Selvityksen tilaajana toimi Traficom ja selvityksen toteuttajana Rejlers Finland Oy. Selvityksen julkisessa osassa ei esitetä yksityiskohtaisia kustannus- tai hintatietoja eikä toimijoiden yksilöityjä tietoja

Dataliikenteen määrän kasvu, uusien teknologioiden korkeammat taajuusalueet, sekä korostunut tietoliikenneyhteyksien rooli ovat kiihdyttäneet mastorakentamista Suomessa. Taajamissa mastoverkostoa tiivistetään vastaamaan kapasiteettihaasteisiin ja haja-asutusalueella langattomilla verkoilla korvataan muun muassa poistuvia kiinteitä yhteyksiä. Dataliikenteen ei odoteta laantuvan tulevaisuudessa, joka edelleen lisää mastoinfran tarvetta.

Mastoinfran rooli liiketoiminnassa ja arvon luonnissa on viime vuosina korostunut. Markkinan toimijarakenne onkin siirtynyt enemmässä määrin tower-yhtiöiden hallinnoimaksi, perinteisen matkaviestinoperaattorien hallinnoiman markkinan sijaan. Liiketoiminnan lisääntyneet mahdollisuudet ovat myös houkuttelleet mastomarkkinalle yhä useampia toimijoita.

Suomen mastoinfran korvausvelka on 2000-luvulla hiljalleen kasvanut. Samalla kun uudisrakentamisen investointitarve kasvaa, myös korvaamisrakentamiseen tarvitaan lisäinvestointeja tulevaisuudessa. Kiristynyt korkomarkkina kuitenkin vaikeuttaa investointien rahoitusta.

Mastorakentamisen kustannukset ovat viime vuosina rajusti nousseet. Tähän ovat syynä materiaalihintojen ja erityisesti energian hinnan nousu, sekä tuotantokapasiteettien alenema ja toimitusketjujen globaalit haasteet. Kohonneet rakentamiskustannukset lisäävät entisestään mastorakentajien investointiriskiä ja pääoman tarvetta.

Dataliikenteen määrän kasvu on lisännyt tukiasemien tehonkulutusta merkittävästi. Tehonkulutuksen kasvu on lisännyt erityisesti ostosähkön kustannuksia, sekä voimalaitteisiin tarvittavien investointien määrää. Tehonkulutuksen kasvu ja siihen liittyvä laitekannan lisääntyminen on myös lisännyt mastotukiasemien laitetoissa esiintyvää lämpökuormaa. Lämpökuormalla on vaikutuksia laitetojen viilennysratkaisuihin sekä investointitarpeeseen viilennyslaitteiden ja akustojen osalta.

Suomessa mastotukiasemien yhteiskäyttö on ollut normaali toimintatapa jo pitkään. Yhteiskäytön käyttöaste on kuitenkin muun muassa tower-yhtiöiden myötä kohentunut ja toiminta tehostunut. Mastotukiasemien rakentamiseen ja käyttöön liittyvien kustannusten viimeaikainen nousu ei ole täysin siirtynyt yhteiskäytön hinnoitteluun. Yhteiskäytön hintataso ei muutoinkaan ole pysynyt inflaation mukana. Yhteiskäytön hintoihin onkin odotettavissa korotuksia, jolla kohennetaan toimijoiden kannattavuutta ja varmistetaan lisääntyneiden investointien rahoitustarve.

1. JOHDANTO

Mastomarkkinan voidaan katsoa olevan voimakkaassa muutoksessa ja siihen vaikuttavat samanaikaisesti useat eri muutosajurit. Samankaltaiset muutokset ovat nähtävissä sekä Suomessa että globaalisti. Viimeisen viiden vuoden aikana erityisesti tietoliikenneyhteyksien merkityksen korostuminen, toimijarakenteiden muutokset ja tietoliikenneinfrarakentamisen kiihtyminen ovat muokanneet mastomarkkinaa. Lyhyemmällä aikavälillä mastomarkkinaan ovat vaikuttaneet 2022 vuoden energiakriisi ja laajemmin korostunut inflaatiotilanne.

Tietoliikenneverkkojen merkitys on korostunut uusimpien teknologioiden myötä ja tietoliikenneinfra nähdään oleellisena osana Suomen nykyistä ja tulevaisuuden kilpailukykyä. Sekä kuluttajien että yritysten tietoliikenteen tarpeen moninaistuvat ja standardit kasvavat, joka vaikuttaa myös tietoliikenneinfran vaatimuksiin. Yksi tietoliikennetoimialan megatrendeistä on jo pidempään ollut matkaviestinverkoissa siirretyn dataliikenteen määrän huomattava kasvu. Dataliikenteen määrän kasvulla on merkittäviä vaikutuksia rakennettavaan infraan.

5G-teknologia tuo uudenkaltaisia palveluita ja toisaalta haasteita, joihin infran on kyettävä vastaamaan. Myös datatalouden tulevaan kasvuun toimiva tietoliikenneinfra on edellytys. Uudet teknologiat ja kasvaneet tarpeet ovatkin kiihdyttäneet mastoinfran rakentamista ja kasvutrendin voidaan odottaa jatkuvan tulevaisuudessa.

Mastoinfran yhteiskäyttö, eli antenni- ja laitepaikkojen vuokraaminen muille toimijoille ja kilpailijoille, on ollut normaali käytäntö Suomessa jo pitkään. Mastoinfran rakentaminen ei kuitenkaan aiemmin ole perustunut liiketoimintaan yhteiskäytön kautta, vaan rakentamista ovat ohjanneet viestintäverkkojen ja yksittäisten teleoperaattorien tarpeet. Yhteiskäytön edistämisestä onkin tullut tärkeää mastorakentamisen ajuri.

Mastoinfraa on perinteisesti Suomessa rakennettu valtakunnallisten teleoperaattorien toimesta. Viimeisten vuosien aikana Suomessa mastoinfran rakentaminen on hiljalleen alkanut siirtyä siihen erikoistuneille toimijoille, eli ns. tower-yhtiöille. Mastoinfran rakentamiseen erikoistuneet tower-yhtiöt pyrkivät tekemään liiketoimintaa nimenomaan yhteiskäytön kautta. Teleoperaattorien rooli infran rakennuttajana ja omistajana pienenee ja siirtyy kohti infran hyödyntämistä vuokraamistoiminnan kautta.

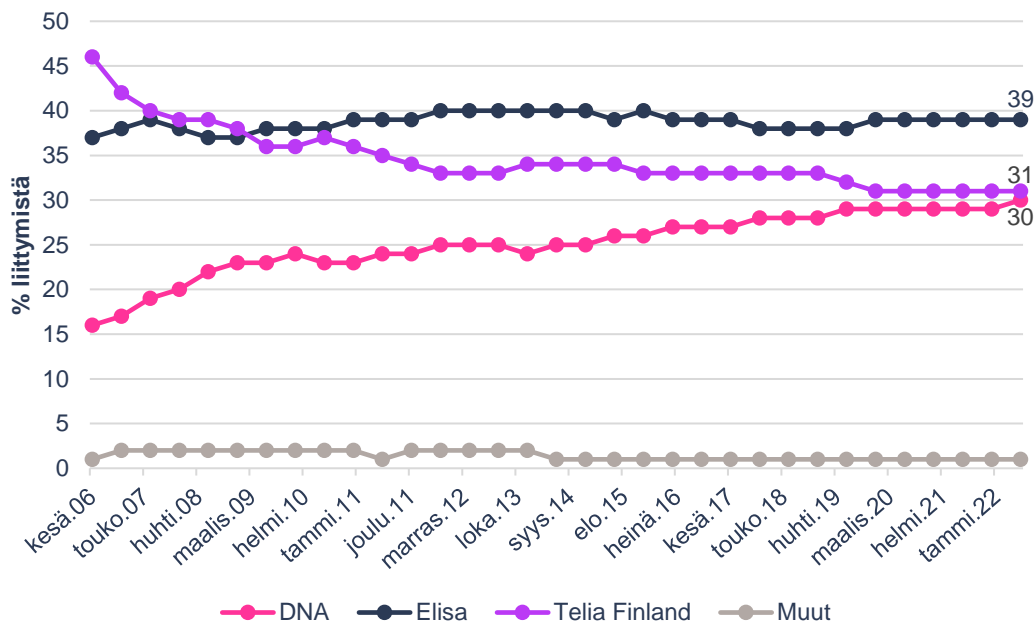
Tässä selvityksessä tarkastellaan mastomarkkinan lähivuosien muutoksia, nykytilaa sekä lähitulevaisuuden näkymiä asiantuntijaorganisaation näkökulmasta.

2. MASTOMARKKINA SUOMESSA

2.1 Yleiskatsaus matkaviestinverkkoihin ja teleoperaattoreihin

Teleoperaattoreiden välinen kilpailutilanne on ollut Suomessa historiallisesti kova ja matkaviestinmarkkina hyvin keskittynyt. Pitkään jatkuneella valtion monopolilla, sekä 2000-luvun vaihteeseen asti kestäneellä Radiolinjan ja Soneran duopolilla on pitkäkantaisia vaikutuksia myös nykypäivän markkinaan ja siihen liittyvään infrastruktuuriin.¹ Nykyisin markkina on käytännössä jaettu kolmen suuren teleoperaattorin, DNA:n, Elisan ja Telian kesken. Kun tarkastellaan matkaviestinverkon liittymien jakaumaa, on kolmen suurimman yhteinen markkinaosuus noin 99 %². Uusien tulokkaiden murtautuminen nykyisen kaltaiselle markkinalle onkin hyvin epätodennäköistä.

Kuvio 1. Matkaviestinliittymien osuudet Suomessa²



Suomi on yksi Euroopan harvaan asutetuimmista maista. Suomen pinta-alasta 68 % on harvaan asuttua maaseutua, jossa asuu vain noin 5 % väestöstä.³ Valtioneuvosto velvoittaa teleoperaattoreille myönnettyissä verkkotoimiluvissaan, että perusverkkopeiton tulee kattaa 99 prosenttia Manner-Suomen väestöstä sekä kaikki Manner-Suomen valtatie, kantatie, seututiet ja yhdystiet.⁴ Tämä asettaa erityisiä haasteita verkon toteutukselle ja siihen liittyvälle infrastruktuurille. Suomessa on kuitenkin globaalin vertailunkin perusteella erittäin

¹ Aholuoto, S., Matkapuhelinoperaattoreiden kilpailu Suomessa, 2021

² Traficom, Matkaviestinverkon liittymät, 2022

³ Tilastokeskus, Tilastointi väestörakenteesta Suomessa, 2022

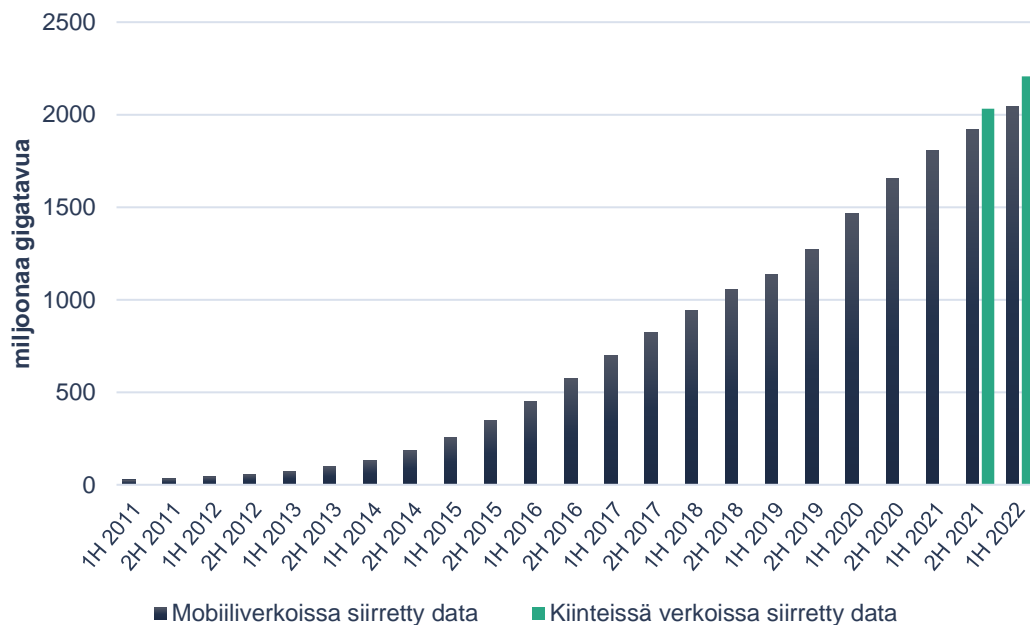
⁴ Valtioneuvosto, Päätös digitaalista matkaviestinverkkoa koskevista verkkotoimiluvista, 2018

edistyksellinen matkaviestinverkko⁵. Tällä hetkellä 4G-taajuuksien peruspeitto kattaa 99% Suomen väestöstä ja noin 92% maantieteellisesti⁶.

Peruspeitolla tarkoitetaan peittoaluetta, jonka sisällä päästään määriteltyihin taajuuskohtaisiin signaalivoimakkuuksien arvoihin⁷. Peittoarvoilla kuvataankin verkon kattavuutta lähinnä teoreettisella tasolla, eikä siitä välttämättä saada kuvaa kuluttajien tai yritysten kokemasta palvelutasosta tai tarpeesta todenmukaisesti. Se antaa kuitenkin vertailukohtaa ja indikaatiota verkon kokonaistasosta.

Tulevaisuudessa kenties merkittävin haaste matkaviestinverkkojen teknisen toteutuksen kannalta on verkoissa siirretyn datamäärän kasvu. Matkaviestinverkoissa siirretyn datan määrä on vuodesta 2018 yli tuplaantunut ja trendi jatkunee samanlaisena lähitulevaisuudessa. Datamäärän kasvuun vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa käyttäjien kulutustottumusten muutos, palvelujen siirtyminen enemmistöön matkaviestinverkkoihin, mobiililaitteiden yleistyminen koko väestöllä sekä nopeiden verkkojen maantieteellinen kattavuus ja niiden edullinen hinta.^{8,9}

Kuvio 2. Datankäytön kehitys Suomessa⁸



⁵ Euroopan komissio, Digitaalitalouden ja -yhteiskunnan indeksi (DESI), 2022

⁶ Omnitele, Selvitys matkaviestinverkkojen kapasiteetin riittävytydestä ja vaadittavista lisäinvestoinneista tv-katselun enimmäishetkinä, 2022

⁷ Traficom, Tietopyynnöissä ja tilastoissa käytettävät viestintäpalveluja- ja verkkoja koskevat määritelmät

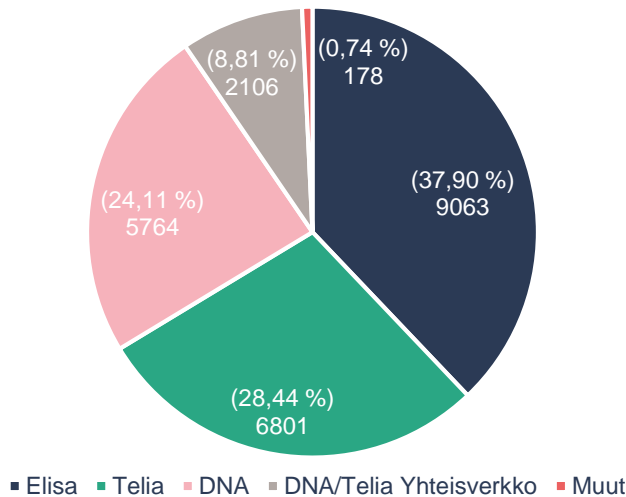
⁸ Traficom, Viestintäverkoissa siirretty tieto -tilastointi, 2022

⁹ DNA, Datakronikka -julkaisu, 2022

2.2 Matkaviestinverkon infrastruktuuri

Matkaviestinverkon rakenne jaetaan radioliityntäverkkoon, siirtoverkkoon ja core-verkkoon, joista mastomarkkinan osalta oleellinen on radioliityntäverkko. Radioliityntäverkon avulla matkaviestinverkon käyttäjät päätelaitteineen liittyvät teleoperaattorien ylläpitämiin langattomiin verkkoihin. Radioliityntäverkko koostuu tukiasemista, jotka tekniikan osalta käsittävät antennit, radioyksiköt, kantataajuusyksikön, laitteita yhdistävät kaapelit, sekä

Kuvio 3. 4G LTE-tukiasemien määrä Suomessa



siirtoyhteysverkon laitteet ja usein valokuituyhteyden.¹⁰

Tukiasemat jaotellaan tässä selvityksessä sijoituspaikan mukaan joko mastotukiasemiin tai kiinteistötukiasemiin.

Mastotukiasema sijoitetaan maastoon ja se käsittää maston ja erillisen laitetilakopin- tai kaapin, joihin tukiaseman eri komponentit sijoitetaan. Yhdessä mastotukiasemassa voi siis olla useiden eri teleoperaattorien tukiasemia.

Mastotukiasemarakentamisesta puhuttaessa kyseessä on maston, sekä muiden passiivi-infran rakenteiden rakentaminen

tukiasemakäyttöön.

Kiinteistötukiasema käsitteenä voidaan ymmärtää monella tavalla ja niiden osalta ratkaisuja on monenlaisia. Tyypillisimmässä kiinteistötukiasemassa tukiaseman antennit ja radioyksiköt asennetaan rakennuksen julkisivuun tai katolle tukirakenteita käyttäen. Laitteistoa yhdistävät kaapelit viedään kiinteistön sisätiloihin, jossa sijaitsee tukiaseman laitetila, tyypillisesti sijoitettuna kiinteistön tekniseen tilaan. Kiinteistötukiasemia hyödynnetään monenlaisten rakenteiden yhteydessä ja teknisiä ratkaisuvaihtoehtoja on monia.

Suomessa on noin 24 000 4G LTE-tukiasemaa. Nämä tukiasemat jakautuvat kiinteistö- ja mastotukiasemien kesken. Tukiasemien jakauma omistajittain on esitetty kuviossa 3. Nykyiseillään 3,5:n ja 0,7 GHz:n taajuusalueilla toimivia 5G-tukiasemia Suomessa on noin 4500.¹¹

Mastojen kokonaismäärää voidaan arvioida lentoesterekisteriin kirjattujen mastojen mukaan. Fintrafficin ylläpitämässä lentoesterekisterissä oli joulukuussa 2022 kirjattuna 8694 yli 30 metriä korkeaa mastoa ja 752 alle 30 metriä korkeaa mastoa. Rekisteri ei huomioi alle 30 metriä korkeita mastoja, jotka eivät ilmailulain mukaan ole luvanvaraisia. Tällaisia mastoja voidaan arvioida olevan noin 500-1000. Mastojen kokonaismäärä olisi siten noin 9500-10000.

¹⁰ Kuntaliitto, Langattomat viestintäverkot, 2021

¹¹ Cellmapper, Statistics about networks by country, 2022

2.2.1 Tukiasematyyppin valinta

Kiinteistötukiasema

Tukiaseman toteutusmuoto valitaan aina kyseessä olevan suunnittelukohteen mukaan. Määräviä tekijöitä ovat talous-, rakennus- ja radiotekniset seikat. Kiinteistötukiasema vaatii olemassa olevaa, yleisesti ottaen korkeahkoa rakennuskantaa, joka rakennusteknisesti soveltuu tukiaseman sijoitukseen. Radioteknisesti kiinteistötukiasemat eivät välttämättä tarjoa optimaalista radioverkon vastetta ja tukiaseman antennipintojen korkeudessa ja suuntauksessa joudutaan ajoittain tekemään kompromisseja. Kiinnitysalustana olevan kiinteistön oman sisäverkon toimivuus saattaa myös jäädä heikoksi. Kiinteistötukiasemalla saavutettava vaste saattaa kuitenkin olla myös erinomainen ja lopputulos riippuukin aina useista tekijöistä.

Kiinteistötukiasemissa matkaviestinverkon toimijat ovat aina vuokralaisen roolissa ja kiinteistön omistaja päättää vuokrausehdoista. Sen myötä ongelmia usein aiheuttavat vuokrahinnoittelu, säännöllisesti vaihtuvat hallitukset, säteilyn stigma ja muun muassa sähköön liittyvät seikat. Lisäksi erilaiset kiinteistöjen korjaushankkeet sattavat vaatia tukiaseman väliaikaista poistoa, siten aiheuttaen alueelle epämääräisiä verkon katvealueita.

Huolimatta kiinteistötukiasemien negatiivisista puolista teleoperaattorit pyrkivät toteuttamaan kaupunkien keskusta-alueiden verkkoja hyödyntäen pääosin kiinteistötukiasemia. Tämä johtuu osin mastojen ilmeisistä rakenteellisista haittapuolista, mutta myös enenemissä määrin kustannustekijöistä, sillä kiinteistötukiaseman kustannukset ovat vain murto-osan mastotukiaseman kustannuksista, vaikkakin myös kiinteistötukiasemien kustannukset ovat noususuunnassa.

Mastotukiasema

Mastotukiasema mahdollistaa lähtökohtaisesti halutun korkeuden ja suuntauksen antennille, jonka myötä saavutettava radiotekninen vaste on erinomainen. Lisäksi masto tarjoaa keskitetyn ratkaisun kaikille operattoreille, joten se tukee erinomaisesti yhteiskäyttöä. Masto ja laitetila on suunniteltu nimenomaan matkaviestinkäyttöön, joten tekniikan osalta ei jouduta tekemään kompromisseja ja rakenteet palvelevat erinomaisesti käyttötarkoitustaan. Myös laitekantaan tehtävät päivitykset on helppo toteuttaa kyseessä ollessa mastotukiasema.

Mastotukiasemien rakentamista rajoittaa niiden hinnan lisäksi kunnalliseen päätöksentekoon liittyvät seikat. Mastotukiaseman suunnittelu- ja lupaprosessi voi kestää vuosia ja maston saaminen tiettyihin paikkoihin voi olla mahdotonta. Siinä missä kiinteistötukiasema voidaan sijoittaa osaksi olevaa rakennuskantaa, tulee mastotukiasemaa varten rakentaa uusia rakenteita ja niitä varten löytää rakentamiseen soveltuva paikka, jonka löytäminen ei tiiviissä kaupunkirakenteessa ole itsestäänselvää. Mikäli maston rakennuspaikan osalta joudutaan tekemään lupa- tai rakennusteknisistä syistä kompromisseja, kärsii todennäköisesti myös saavutettava radioverkon vaste.

2.3 Mastojen omistus ja markkinarakenne

Mastomarkkinalla mastojen omistajien tulovirrat koostuvat vuokratuloista, joita saadaan, kun mastoista vuokrataan tilaa muiden toimijoiden laitteille. Valtaosa markkinan liikevaihdosta syntyy vuokraamalla mastoista antenni- ja radiolaittepaikkoja teleoperaattoreille. Näiden lisäksi mastoissa on vuokralla runsaasti erilaista laitekantaa eri tyyppisiin käyttötarkoituksiin. Mastoista vuokrataan paikkoja muun muassa tv- ja radiolähettimille, gps-paikannuslaitteille, antureille ja mittareille, paikallisradiotekniikalle, sekä IoT -laitteille.

Käytäntönä markkinalla on, että maston rakennuttaja myös lähtökohtaisesti omistaa maston ja vastaa sopimusehtojen määrittämisestä ja sen vuokraamisesta edelleen. Yhteisrakentamista

tai yhteisomistajuutta ei harjoiteta mastojen osalta, sillä toimijoilla on erilaisia käytäntöjä muun muassa mastopaikkojen hinnoitteluun. Mastojen huolto- ja ylläpitotehtävät on myös yhteisomisteisissa mastoissa koettu hyvin haasteelliseksi.

Matkaviestinverkkojen käytössä olevia mastoja omistavat ja rakennuttavat tänä päivänä Suomessa pääasiassa teleoperaattorit tai teleoperaattorien omistamat tower-yhtiöt. Voidaan arvioida, että noin 90% kyseessä olevista mastoista on teleoperaattoriomisteisia. Tämän lisäksi markkinalla toimii suuri joukko erilaisia yrityksiä, joilla ei ole organisatorisia kytköksiä teleoperaattoreihin. Seuraavassa käsitellään mastomarkkinan keskeisimpiä toimijoita ja niiden toimintaa matkaviestinverkkojen kontekstissa.

Digita on viestintäverkkojen operaattori¹² ja sillä on pitkään jatkuneen radio- ja tv-toimintansa myötä satoja erilaisia mastoja Suomessa. Digitan tv- ja radioverkon mastokanta muodostuu 38:sta päälähetysaseman mastosta sekä tätä verkkoa täydentävistä rakenteellisesti vaatimattomammista mastoasemista. Vaikka näiden mastojen varsinainen pääkäyttötarkoitus kohdistuu tv- ja radioyhteyksien jakeluun, hyödynnetään mastoja hyvin merkittävin osin myös matkaviestinverkon yhteiskäytössä. Mastoista vuokrataan antenni- ja laitepaikkoja teleoperaattoreille sekä muille toimijoille¹³. Digita sen lisäksi vuokraa muiden masto-omistajien mastoista paikkoja omaan käyttöön ja yritys onkin nettovuokraaja, eli vuokralla useammassa mastossa kuin mitä se itse omistaa.

Noin viisi vuotta sitten Digita aloitti aktiivisesti rakennuttamaan mastoja erityisesti teleoperaattorien tarpeisiin. Nämä niin kutsutut matkaviestinmastot suunnitellaan rakenteellisesti matkaviestinverkko edellä ja mastojen sijainnit perustuvat teleoperaattorien verkkojen katveisiin tai kommunikoituihin tarvealueisiin. Digita on lähivuosina kasvattanut myös epäorganisesti mastokantaansa ostamalla eri yhtiöiden mastoja^{14,15}.

Digitan niin sanottu matkaviestinliiketoiminta perustuu mastojen korkeaan käyttöasteeseen ja siitä saataviin vuokratuottoihin. Toiminnan taustalla on pyrkimykset luoda toimijoille lisäarvoa jalostamalla yhteiskäytön prosesseja ja mastoinfran hyödyntämismahdollisuuksia. Digita vuokraa mastoja myös pienemmässä määrin muille toimijoille, sekä hyödyntää niitä omissa tarpeissaan, muun muassa IoT-käytössä. Digita omistaa kaikki rakennuttamansa mastot ja vastaa niiden vuokrauksesta itse.

DNA Oyj on Suomessa toimiva teleoperaattori, joka kehittää ja ylläpitää omia matkaviestinverkkoja vuokraamalla antenni- ja laitepaikkoja mastotukiasemien omistajilta. DNA lisäksi vastaa DNA Tower Finland Oy:n omistamien mastojen alivuokrauksesta tietyille pienemmille asiakkaille.

DNA Tower Finland Oy on mastotukiasemien rakennuttaja ja rakennuttamiensa mastojen omistaja. DNA Tower vuokraa omistamistaan mastoista antenni- ja laitepaikkoja pienemmille toimijoille sekä teleoperaattoreille, mukaan lukien emoyhtiö DNA:lle. Uusia mastoja ja niihin liittyvää infraa yhtiö rakennuttaa ensisijaisesti emoyhtiönsä tarpeisiin. Johtuen yhtiön lyhyestä historiasta ja rakennushankkeiden pitkistä läpivientiajoista, mastotukiasemahankkeet on pääosin käynnistetty aikana, jolloin Tower -yhtiötä ei oltu vielä perustettu.

Tulevaisuudessa DNA Tower kuitenkin pyrkii enemmissä määrin infratoimintojen tehostamiseen ja kannattavaan liiketoimintaan, irrallaan emoyhtiöstään. Toisin sanoen se

¹² Ei tule sekoittaa teleoperaattoreihin, joihin Manner-Suomessa lasketaan DNA, Elisa ja Telia

¹³ Digita Oy, Palvelut tuulivoimayhtiöille, kts. erityisesti Tuulimittaus Digitan omissa mastoissa

¹⁴ Digita Oy, Digita ostaa Cinian mastoliiketoiminnan, 2021

¹⁵ Turun Sanomat, Caruna myy käytöstä poistettuja tietoliikennemastoja Digitalle, 2022

pyrkii rakennuttamaan mastotukiasemia, joihin ennustettu yhteiskäytön käyttöaste ja siten vuokratuotto on mahdollisimman suuri.

Elisa Oyj on toistaiseksi ainoa Manner-Suomessa toimiva teleoperaattori, joka toimii myös mastotukiasemien rakennuttajana. Elisa rakennuttaa mastoja omaan käyttöön ja vuokraa niistä antenni- ja laitepaikkoja muille teleoperaattoreille, sekä muille toimijoille. Yhtiö myös vuokraa muilta mastojen omistajilta paikkoja oman verkkonsa käyttöön. Elisa omistaa rakennuttamiensa mastotukiasemien rakenteet ja vastaa niiden edelleen vuokraamisesta. Elisa myös vastaa uuden viranomaisverkon (Virve 2.0) rakentamisesta, joka siirtyy 2020-luvulla TETRA-verkkorakenteesta Elisan kaupalliseen LTE-verkkoon.

SYV eli Suomen Yhteisverkko Oy on Pohjois ja Itä-Suomen alueelle toimiva verkkoyhtiö. Se on DNA Oyj:n ja Telia Finland Oyj:n puolittain omistama. SYV ei ole teleoperaattori, eikä se tarjoa liittymäpalveluita. Se käytännössä yhdistää DNA:n ja Telian verkot, jolla pyritään tehokkaampaan infran rakentamiseen ja operointiin. SYV on perustettu toimimaan alueella, jossa markkinavetoinen verkon rakennus on haasteellisempaa. SYV ei omista omia mastotukiasemia ja se vuokraa antenni- ja laitepaikkoja mastojen omistajilta.

Telia Finland Oyj on Suomessa toimiva teleoperaattori, joka kehittää ja ylläpitää omia matkaviestinverkkoja vuokraamalla antenni- ja laitepaikkoja mastotukiasemien omistajilta.

Telia Towers Finland Oy on mastotukiasemien rakennuttaja ja rakennuttamiensa mastojen omistaja. Telia Towers vuokraa omistamistaan mastoista antenni- ja laitepaikkoja pienemmille toimijoille sekä teleoperaattoreille, mukaan lukien saman konsernin Telia Finland Oyj:lle.

Pienemmät ICT-yhtiöt käsittävät erikokoisia ICT-alan palveluita tarjoavia yrityksiä, jotka osana muuta liiketoimintaa harjoittavat myös mastojen rakennuttamista ja mastopaikkojen vuokrausta. Näistä erityisesti voidaan mainita paikalliset puhelinyhtiöt ja -osuuskunnat, joista osa kuuluu Finnet-liittoon. Puhelinyhtiöt omistavat omilla paikallisalueillaan mastoja, joita on hyödynnetty aiemmin muun muassa vanhempien puhelinteknologioiden kanssa. Nykyään näitä mastoja vuokrataan teleoperaattoreille ja muille toimijoille liiketoiminnallisessa tarkoituksessa.

Paikallisilla puhelinyhtiöillä saattaa olla oman sijaintikunnan alueella vahva asema ja siten valtakunnallisia toimijoita parempia mahdollisuuksia uusien mastojen rakennuttamiseen¹⁶. Puhelinyhtiöistä osa onkin aktivoitunut matkaviestinverkon käyttöön tulevien mastojen rakennuttamisessa lähivuosina, kun mastopaikkojen vuokraaminen on nähty kannattavana liiketoimintana¹⁷. Sen myötä osa yhtiöistä onkin pyrkinyt kohti valtakunnallista mastoliiketoimintaa, paikallistoiminnan sijaan.

Sähkö- ja sähköverkkoyhtiöt omistavat mastoja, joita on hyödynnetty muun muassa omien siirtoyhteyksien toteutuksessa. Näitä mastoja vuokrataan jossain määrin teleoperaattoreille ja muille toimijoille. Tätä toimintaa ollaan kuitenkin vähentämässä, eikä uusia mastoja matkaviestinverkkojen yhteiskäyttöä varten rakenneta lisää, sillä mastopaikkojen vuokraamista ei nähdä osana ydinliiketoimintaa. Sähköasemien välinen tietoliikenne siirtyy lisäksi vähitellen satelliittiyhteyksiin ja kaupallisiin verkkoihin¹⁸.

¹⁶ Laitilan Sanomat, Telemaston rakentamiselle vesitorinmäkeen poikkeamislupa, 2022

¹⁷ Salon Seudun Sanomat, Lounea rakentaa Salon keskustaan mobiilioperaattoreille 5G-tukiasemia, 2021

¹⁸ Järviradio, Ensimmäisen tietoliikennemaston myynnistä sopimus, 2019

Kuvio 4. Mastomarkkinan suurimmat toimijat

	Masto-omistus	Vuokraa mastopaikkoja	Vuokralla mastossa
DNA Oyj			✓
Telia Finland Oyj			✓
Elisa Oyj	✓	✓	✓
DNA Tower Finland Oy	✓	✓	
Telia Towers Finland Oy	✓	✓	
Suomen Yhteisverkko Oy			✓
Digita Oy	✓	✓	✓
Pienemmät ICT-yhtiöt	✓	✓	✓
Muut*	✓	✓	✓

* Puolustusvoimat, energiayhtiöt, sähköverkkoyhtiöt, ilmatieteenlaitos, viranomaistahot, jne.

Muiden kuin edellä listaamattomien tahojen osalta markkinatilanne on hajanainen. Satunnaisia ja yksittäisiä mastoja omistavat monet eri yritykset. Myös mastopaikkoja vuokraavat hyvin erilaiset tahot, monipuolisesti eri käyttötarkoituksiin. Näiden osalta toiminnan laajuus ei ole markkinatilannetta määrittävää tai liikevaihdollisesti merkittävää.

Yhteiskäytön käyttöaste

Yhteiskäytön käyttöaste kuvaa yhtä mastotukiasemaa käyttävien teleoperaattorien määrää. Suomessa optimaalisessa tapauksessa jokaista mastotukiasemaa hyödyntää kolme operaattoria. Tällöin yhteiskäytön käyttöaste olisi 3. Useinkaan muita vuokralaisia kuin teleoperaattoreita ei lasketa yhteiskäytön käyttöasteeseen selkeyden ja liikevaihdollisen merkittävyyden vuoksi. Korkea käyttöaste vähentää mastojen kokonaismäärää, lisää mastomarkkinan kannattavuutta, sekä vähentää infraan tarvittavien investointien määrää.

Yhteiskäyttöä rajoittavat kuitenkin monet tekijät. Näistä merkittävimpinä ovat matalat tai kapasiteetiltaan vajavaiset mastot, sekä teleoperaattoreiden verkkojen epähomogeenisuus. Tower-yhtiöiden mukaantulo markkinalle on merkittävästi kasvattanut käyttöastelukemia. Euroopassa käyttöaste vuonna 2020 oli arvioiden mukaan 1,3 teleoperaattorien hallinnoimissa mastoissa, sekä 1,7 tower-yhtiöiden hallinnoimissa mastoissa¹⁹. Suomessa yhteiskäytön käyttöaste on todennäköisesti lähellä lukemaa 2,0.

2.4 Muutokset markkinatilanteessa

Tower -yhtiömalli

Viime vuosien suurimpia Euroopan laajuisia muutoksia mastomarkkinalla on tower-yhtiömallin (eng. TowerCo) voimakas yleistyminen ja kehittyminen. Tower-yhtiöiden liiketoiminta perustuu matkaviestinmastojen ja siihen liittyvän passiivi-infran rakennuttamiseen ja ylläpitoon sekä sen vuokraamiseen eri toimijoille. Liikevaihdoltaan merkittävimmät asiakkaat tower-yhtiöille ovat teleoperaattorit, jotka vuokraavat antenni- ja laitepaikkoja mastoista, laitetilapaikkoja laiteloista, sekä varmennettua sähköä laitetilän omistajan voimalaitteistolta. Tower-yhtiöt

¹⁹ EY Parthenon, The economic contribution of the European tower sector, 2020

tyypillisesti kasvattavat liiketoimintaa orgaanisesti rakennuttamalla uusia mastotukiasemia, mutta myös epäorgaanisesti ostamalla olevaa mastokantaa.

Matkaviestinverkkojen vaatimaa infrastruktuuria on perinteisesti rakennettu niin, että jokainen teleoperaattori on rakentanut tarvitsemansa infran omaan käyttöön, oman verkon määrittelemien tarpeiden mukaisesti. Näitä mastoja on käytetty omien antenni- ja radiolaitteiden alustana ja satunnaisesti vuokrauskäyttöön. Vaikka yhteiskäyttöä on harjoitettu jo pidemmän aikaa, toiminta ei aiemmin ole ollut säännöllistä tai fokusoitunutta. Toiminnan yleinen järkevöittäminen ja tehostaminen, pyrkimys kustannussäästöihin, sekä viranomaissääntely ovat kuitenkin johtaneet yhteiskäytön kehittymiseen ja sen edistämiseen.

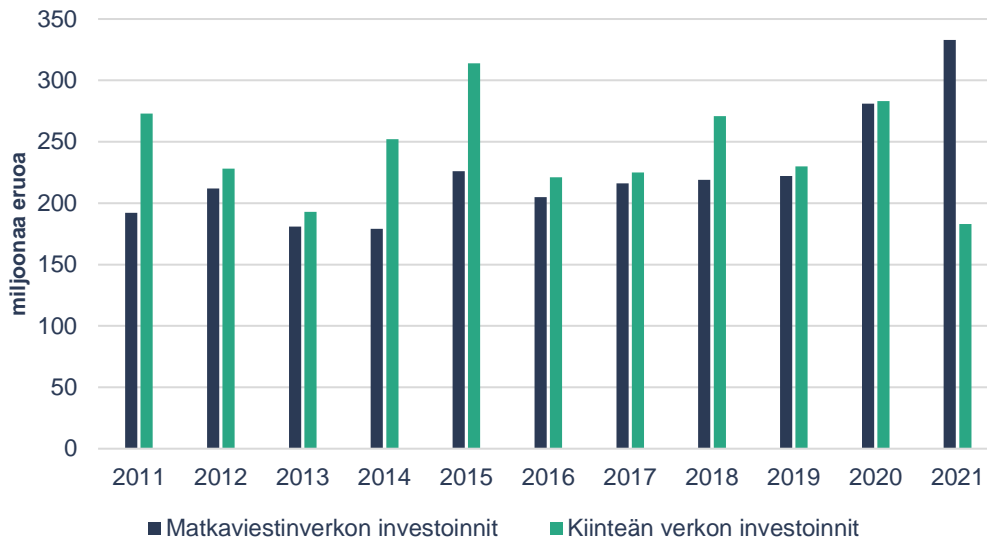
Laajamittaisen yhteiskäytön yleistyttyä mastoinfra on alettu nähdä arvokkaana liiketoiminnan osa-alueena ja mahdollistajana. Eriyttämällä infraliiketoiminnot voidaan infran rakentamista ja hallinnointia tehostaa merkittävästi. Tower-yhtiöiden hallinnoimissa mastoissa onkin tilastollisesti merkittävästi parempi yhteiskäytön käyttöaste kuin teleoperaattorien omistamissa mastoissa¹⁹.

Teleoperaattoreille yksi merkittävä kilpailuedun lähde on pitkään ollut mobiiliverkon kattavuus ja nopeus. Nykyisin kaikki kolme teleoperaattoria pystyvät tarjoamaan käytännössä saman kaltaisen ja valtaväestölle riittävän verkon toimintakyvyn, pienin alueellisin rajauksin. Kun verkon peruspeitto kattaa käytännössä koko väestön ja hyvin nopea 100 Mbit/s nopeuksiin yltävä verkkokin kattaa noin 93% kotitalouksista on kilpailuetua haettava muista tekijöistä, kuin verkon laajasta peitosta tai nopeuksista.²⁰

Matkaviestinverkon infran rakentaminen ja ylläpito on hyvin pääomaintensiivistä. Teleoperaattorien investointiaste pelkkään matkaviestinverkkoon onkin suhteessa liikevaihtoon korkea, vuonna 2021 16%, eli yhteensä 333 miljoonaa euroa. Tower-yhtiöittäminen ja mastokannan myyminen vapauttaa teleoperaattorien pääomaa muuhun käyttöön. Kun kilpailuetutekijöitä haetaan 5G:n myötä palveluista ja datasta, ei pääomaintensiivinen infrarakentaminen ole välttämättä paras investointikohde. Yksi todennäköinen kilpailutekijä teleoperaattoreille tulevaisuudessa on nopeus tuoda uusia teknologioita ja sovelluksia kuluttajille. 5G:n laajamittainen markkinaimplementaatio itsessään vaatii teleoperaattoreilta paljon pääomaa, johon infrarakentaminen voi olla hidasteena.

²⁰ McKinsey, The next telco battleground: Network experience and competitiveness

Kuvio 5. Teleoperaattorien matkaviestinverkkoon tekemät investoinnit

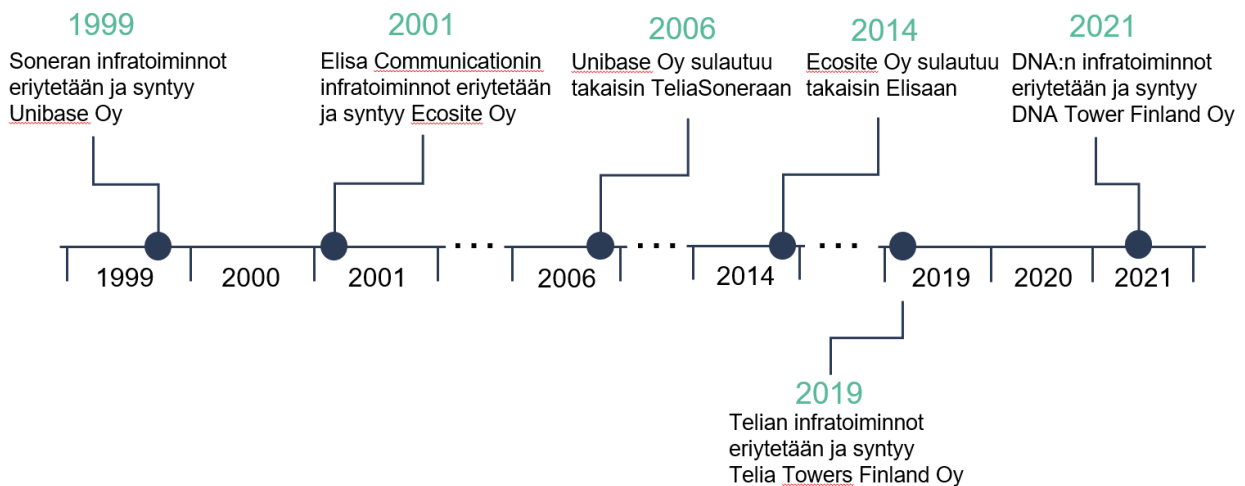


Eriyttämällä infraliiketoiminnot ydinliiketoiminnasta, infran ja siihen liittyvän toiminnan arvonmääritys myös helpottuu. Tällä on merkitystä, mikäli mastoliiketoimintaa pyritään myymään. Voidaan pitää todennäköisenä sitä, että mastoinfran osalta nähdään Suomessa lisää kaupankäyntiä tulevaisuudessa, kuten muualla Euroopassa on laajamittaisesti tehty.

Tower -yhtiöt Suomessa

Suomessa ensimmäinen tower-yhtiö perustettiin jo 1999, kun silloinen Sonera eriytti infraliiketoiminnot omaksi yhtiökseen. Samoihin aikoihin myös Elisa Communication toteutti samaa strategiaa ja perusti Ecosite Oy:n vuonna 2001. Molemmat yhtiöt kuitenkin fuusioitiin takaisin emoyhtiöihinsä 2000- ja 2010-lukujen aikana. Kuviossa 6 on esitetty Suomessa toimivien ja toimineiden teleoperaattorien tower-yhtiöiden aikajana.

Kuvio 6. Teleoperaattorien hallinnoimien tower -yhtiöiden historia Suomessa



Tällä hetkellä Suomessa toimii kolme suurempaa tower-yhtiötä: DNA Tower Finland Oy, Telia Towers Finland Oy ja Digita Oy. Paikalliset puhelinyhtiöt ja vastaavat ICT-yhtiöt harjoittavat paikallisesti liiketoimintaa samalla mallilla, toiminta ei kuitenkaan vielä ole laajamittaista.

Digitan ydinliiketoimintaa on tv- ja radiopalvelujen jakelu ja operointi. Se on kuitenkin lähivuosina merkittävästi aktivoitunut matkaviestinmastojen rakennuttajana ja toimii sillä saralla puhtaasti tower -yhtiömallilla. Digitan omistaa digitaaliseen infraan keskittynyt kansainvälinen pääomasijoittaja DigitalBridge.

DNA Tower Finland Oy on osa DNA Oyj:tä ja sen myötä osa norjalaista Telenor -konsernia. Telenor hankki enemmistöosuuden DNA:sta 2019. Vuonna 2021 DNA Oyj:stä eriytettiin yhtiön mastoliiketoiminta ja rakentamisen toiminnot omaksi yhtiökseen DNA Tower Finland Oy:ksi. Samalla valtaosa DNA Oyj:n omistamasta langattoman verkon passiivi-infrasta siirtyi tower-yhtiön hallintaan. Tämä käsittää muun muassa mastot, laitetilat tekniikoineen, tontit, sähköliittymät, sekä maanvuokra- ja yhteiskäyttösopimukset. Tower-yhtiön eriyttäminen noudatteli Telenorin globaalia strategiaa ja oli sen myötä oletettu muutos markkinalla²¹.

Kuten aiemmin on todettu, DNA Tower rakennuttaa mastotukiasemia ensisijaisesti emoyhtiönsä tarpeisiin, samalla pyrkien hyödyntämään rakenteitaan myös muille toimijoille vuokraamiseen. Vahvan teleoperaattorikytköksen myötä yhtiö ei toimi puhtaasti tower-yhtiömallilla.²² Yhtiö kuitenkin pyrkii tulevaisuudessa enemmissä määrin toimimaan itsenäisenä toimijana.

Telia Towers Finland Oy on osa monikansallista Telia Company -konsernia, johon kuuluu myös maayhtiö ja teleoperaattori Telia Finland Oy. Telia Towers perustettiin 2019, kun Telia Finland eriytti mastoliiketoiminnan yhtiöstä. Mastotukiasema ja muu niihin liittyvä passiivi-infra siirrettiin Towers -yhtiön omistukseen.

Telia Company myi vuonna 2021 49% osuuden Telia Towersista pääomasijoittajille Brookfieldille ja Alectalle noin 1,5 miljardin hintaan. Kauppa käsitti 4700 mastotukiasemaa Norjassa ja Suomessa, jotka yksittäin siis arvotettiin noin 324 000 euron arvoisiksi. Telia Company jatkaa Telia Towersin enemmistöomistajana 51% osuudella yhtiöstä.²³

Erityisesti uuden omistarakenteen myötä Telia Towers on siirtynyt toimimaan tower-yhtiömallilla irrallaan emoyhtiöstään. Telia Towers rakennuttaa ja operoi mastotukiasemia erityisesti teleoperaattorien käyttöön vuokraten niistä antenni- ja laitepaikkoja.

Kilpailutilanne

Mastomarkkinan kilpailutilanne on kiristynyt lähivuosina. Kilpailutilanteen kiristymiseen on erityisesti vaikuttanut siirtyminen pois teleoperaattorikeskeisestä mastorakentamista, kohti neutraalien mastorakennuttajien markkinaa. Mastoja rakennutetaan entistä enemmän ja kilpailu parhaista mastopaikoista on koventunut. Erityisesti Digita ja paikalliset puhelinyhtiöt ovat tehostaneet matkaviestinmastojen rakennuttamista ja siten kiristäneet kilpailua.

Mastorakennuttajat pyrkivät myös seuraamaan muuttoliikkeitä ja kaupunkirakenteen kehitystä entistä tarkemmin. Entistä enemmän mastohankkeita suunnitellaan jo kaavoitusprosessien luonnosvaiheissa yhdessä kuntien ja kaupunkien kanssa. Tällä varmistetaan pääsy radioverkon kannalta tärkeille paikoille ja toisaalta helpotetaan luvanhankinnan ja rakentamisen prosessia.

²¹ Towerxchange, Telenor Forms Tower Holding in Europe and appoints CEO, 2021

²² DNA, Financial Statements Bulletin, 2021

²³ Inderes, Telia myy osan Suomen ja Norjan mastoista markkinahintaan, 2021

Maantieteellinen vaikutus

Markkinan kilpailutilanne on kovimmillaan siellä missä kuluttajia on eniten, eli suurimpien väestökeskittymien alueilla. Datankäytöllä on merkittävä rooli mastotukiasemien omistajien ansaintalogiikassa. Kuluttajien ja dataliikenteen määrä korreloi vahvasti teleoperaattorien tarvitsemien antennien ja muiden laitteiden kokoon ja määrään. Tämä taas nostaa vuokran määrää ja parantaa mastotukiaseman omistajan tuottoja ja mastotukiaseman kannattavuutta.

Haja-asutusalueelle siirryttäessä mastorakentamisen kannattavuus heikkenee ja markkinavetoinen rakentaminen on haastavampaa. Yksi tekijä – ja toisaalta ratkaisu – tähän on Suomen Yhteisverkko Oy, joka yhdistää DNA:n ja Telian verkkotoiminnot. Tämä luonnollisestikin tarkoittaa mastojen omistajille vuokralaisten määrän vähentymistä, kun kahden yrityksen sijaan vuokralla onkin ainoastaan yksi. Vaikkakin, johtuen vuokrien määräytymisperusteista, ei vuokratuotto aivan puolitu, se kuitenkin laskee merkittävästi.

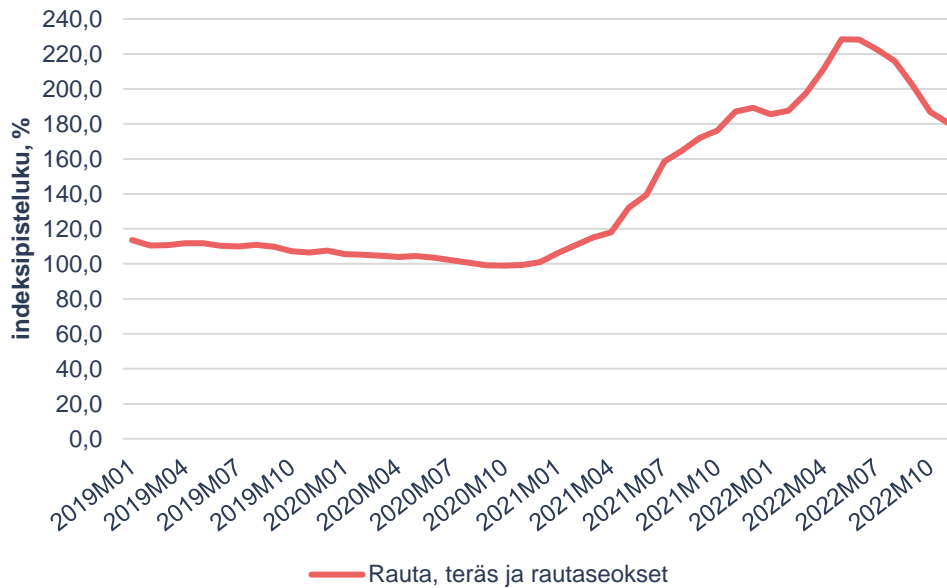
Kustannusten nousu

Lähivuosina kustannustason vaihtelulla on ollut merkittäviä vaikutuksia mastomarkkinaan. Vuosien 2017-2021 aikana mastorakentamisen hintakehitys oli maltillista sekä hyvin ennakoitavissa. Vuotuinen kustannusnousu oli vuosittain luokkaa 1-3 %. Koronapandemiakaan ei aiheuttanut merkittäviä heilahteluja hintoihin, korkeintaan ajoittaisia saatavuushaasteita konepajoilla. Vuosien 2020 ja 2021 välillä mastomateriaalin hinnassa ei ollut huomattavia eroja.

Tultaessa vuoteen 2022 Venäjän hyökkäyssota Ukrainassa ja sen aiheuttama energiakriisi siirtyi välittömästi materiaalityöntekijöiden hintoihin. Erityisesti kallistui teräksen hinta. Kuvion 7 tuottajahintaindeksi kuvaa teräksen osalta mastomateriaalin hintavaihtelua kohtalaisesti. Vuoden 2021 keskihintoihin verrattuna toimittajien hinnat nousivat vuoden 2022 helmimaaliskuuhun mennessä noin 20 % ja noin 40 %:n nousuhuippu saavutettiin kesällä 2022. Kesän 2022 jälkeen hintataso on pysynyt vakaana ja osin laskenut maltillisesti. Korkean kustannustason lisäksi globaalit kriisit ovat heikentäneet tiettyjen materiaalien ja laitteiden saatavuuksia, jolla on ollut merkittävä vaikutus toimitusaikoihin.²⁴

²⁴ Perustuen mastotoimittajien kustannusanalyysiin

Kuvio 7. Tuottajahintaindeksin 2019M01-2022M10 aikavälin kehitys²⁵



2.5 Tulevaisuuden näkymät

Mastomarkkinan kilpailutilanteen voidaan olettaa edelleen kiristyvän tulevaisuudessa. Tähän vaikuttaa erityisesti mastoinfran merkityksen korostuminen ja kiihtyvä rakentamistarve. Alan suurimmat toimijat pääsääntöisesti arvioivat mastorakentamisen lisääntyvän maltillisesti ja myös kilpailutilanteen kiristyvän.

Mastojen kokonaismäärä tulee lisääntymään uusien asuinalueiden ja kaupunkirakenteiden laajenemisen mukana. Mastoverkoston tulee uusien teknologian rajoitteista ja datankäytön lisääntymisestä johtuen myös tihentää erityisesti taajama-alueilla. Maaseudulla lähitulevaisuuden kiinteän kupariverkon purkamisen vaatii korvaavia laajakaistaratkaisuja, joka hyvin todennäköisesti vaikuttaa myös mastoverkoston laajuuteen²⁶.

Viranomaisverkkojen siirtyminen kaupallisiin verkkoihin tulee todennäköisesti lisäämään mastojen määrää pohjoisen alueilla, jossa mastorakentamista ei muutoin ohjaa markkinavetoisuus. Mastokannan tihentymistä voivat lisätä myös esimerkiksi uusien palveluiden aiheuttamat kuluttajatottumusten muutokset kuten liikenteen laajamittainen automaatio ja siihen liittyvät sovellukset²⁷.

Uudisrakentamisen lisääntymisen lisäksi oleva mastokanta vaatii enemmässä määrin investointeja ja korvaamisrakentamista. Oleva mastokanta koostuu laajalti 70-, 80- ja 90-luvulla rakennetuista mastoista, jotka ovat käyttöikänsä päässä tai lähestyvät sitä. Lisäksi olevassa mastokannassa on runsaasti mastoja, jotka eivät rakenteellisen kapasiteetin tai korkeuden myötä mahdollista yhteiskäytön lisäämistä tai uuden teknologian tuomista

²⁵ Tilastokeskus, Tilastointi tuottajahintaindeksistä, 2022

²⁶ DNA, Vuosikertomus, 2021

²⁷ Sitowise, Viestintäverkkojen kustannus selvitys, 2020

mastoon. Näiden seikkojen myötä korvaamisrakentamisen odotetaan myös kiihtymään tulevaisuudessa merkittävästi.

Mastomarkkinalle on tulevaisuudessa odotettavissa uusia toimijoita ja investointeja. Markkina Suomessa on muun Euroopan mukana siirtymässä entistä voimakkaammin teleoperaattorivetoisesta rakentamisesta kohti tower-yhtiöiden hallinnoimaa markkinaa. Sen myötä teleoperaattorien infrayhtiöiden eriyttämisen, sekä niiden emoyhtiöistä irtaannuttamisen voidaan olettaa kehittyvän edelleen. Tower-yhtiömalli on liiketoimintana kypsynyt ja nähty kannattavana, joka todennäköisesti houkuttelee alalle uusia toimijoita tai sijoittajia. Kiristynyt korkomarkkina tosin haittaa investointien rahoitusta, joka saattaa hidastaa mastoinfran kehitystä Suomessa.

Älykäs kaupunki

5G:n ja erityisesti siihen liittyvien korkeampien taajuuksien myötä on arvioitu tulevaisuudessa käytettävien mastojen kokoa ja näköä. Valaisinpylväitä ja vastaavia matalia rakenteita hyödyntävä hyvin tiheä tukiasemaverkosto on ollut paljon esillä keskusteluissa ja erilaisia älypylväitä on rakennettukin suurimpiin kaupunkeihin, kuitenkin lähinnä testimielessä^{28,29}.

Nykyisen kaltainen mastorakentaminen ja -verkosto tulee kuitenkin olemaan alan toimijoiden mukaan Suomessa käytettävä ratkaisu vielä huomattavan pitkään. Pienitehoisen ja tiheän 5G-tukiasemaverkoston toteutuksesta uupuu vielä selvät liiketoimintamallit Suomessa. On arvioitu, että kaupunkien rooli tulee olemaan keskiössä toiminnan edistämisessä ja verkkotoimijoiden koordinoinnissa. Toistaiseksi epätodennäköistä kuitenkin on, että älykaupungit ja niihin liittyvät passiivi-infran ratkaisut laajamittaisesti vaikuttaisivat mastoinfraan tai -markkinaan järkeväksi katsottavan tarkasteluajan puitteissa.³⁰

²⁸ Kauppalehti, Suomalaistekniikka takaa, että 5G-tukiasemasta ei lopu sähkö, 2022

²⁹ Orbis Oy, Älypylväs valmistuu monialaisella yhteistyöllä, 2019

³⁰ Forbes, Smart Cities And 5G, 2022

3. LAITETILAMARKKINA SUOMESSA

3.1 Laitetilojen omistus- ja markkinarakenne

Suomessa ei toimi yrityksiä, jotka rakennuttaisivat ainoastaan mastotukiasemien laitetoja, vaan rakennuttajat ovat samoja kuin mastojenkin kohdalla. Masto- ja laitetilamarkkinat ovatkin keskenään homogeenisia ja noudattelevat pitkälti samoja toimintaperiaatteita.

Mastotukiasemien yhteydessä olevan laitetilän omistaa lähtökohtaisesti aina tukiaseman rakennuttaja, eli sama taho, joka omistaa myös maston. Yksittäistapauksissa maston ja laitetilän omistaa eri yritys. Tällaiset tapaukset johtuvat pääasiassa historiallisista yhtiöjärjestelyistä ja omistajanvaihdoksista. Laitetilän vuokraamisesta ja sopimusehdoista vastaa aina laitetilän omistaja. Yksittäistapauksissa mastotukiaseman yhteydessä voi olla toimijakohtaisia omia laitetoja. Lähtökohtaisesti järkevämpää ja kustannustehokkaampaa kuitenkin on, että mastolla ja laitetilalla on yksi omistaja ja muut toimivat vuokralaisina.

Laitetilojen omistajat vuokraavat laitetoista teline- tai kaappipaikkoja, mahdollista siirtoyhteyttä sekä sähköä ja sähkönsyötön varmennusta. Laitetilän voimalaitteiston omistaa laitetilän omistaja ja se veloittaa sähköstä sekä varmennuksesta vuokralaisen käytön mukaan. Laitetilän omistaja vastaa palveluntarjoajana siitä, että voimalaitteet ja varavoimaratkaisu, eli käytännössä akusto, mahdollistavat vuokralaisille viranomaismääräysten mukaisen varmistusajan.

Siirtoyhteysverkko

Elisa ja tietyt pienemmät ICT-yhtiöt ovat ainoita mastorakennuttajia, jotka hallinnoivat myös omaa siirtoyhteysverkkoa. Kuituverkkoja omistavat yhtiöt pyrkivät priorisoimaan oman siirtoyhteyden käyttöä omissa laitetoissaan, jolloin ne voivat vuokrata siirtoyhteyttä myös laitetilän muille vuokralaisille.

Rakennuttajat, joilla ei ole omaa siirtoyhteysverkkoa sijoittavat mastotukiaseman rakentamisen aikana muiden kaapelireittien yhteyteen suojausputkituksen tulevalle kuituyhteydelle. Tyypillisesti ensimmäisenä tukiasemaan liittyvä teleoperaattori tuo omalla kustannuksellaan kuituyhteyden laitetoilaan. Muut vuokralaiset voivat joko vuokrata tältä teleoperaattorilta jatkossa siirtoyhteyttä, tai tuoda oman kuituyhteyden laitetoilaan.

Osa mastorakennuttajista ei koe siirtoverkkoyhteyden tarjoamista vuokralaisille oleellisena tai erityisen merkityksellisenä osana mastoliiketoiminnan palvelukokonaisuutta. Vaikka teleoperaattorit ja muut vuokralaiset siirtoverkkoa tarvitsevatkin, on se nähty hoituvan kuituverkon omistajien ja vuokralaisten keskinäisten prosessien kautta.

3.2 Muutokset markkinatilanteessa

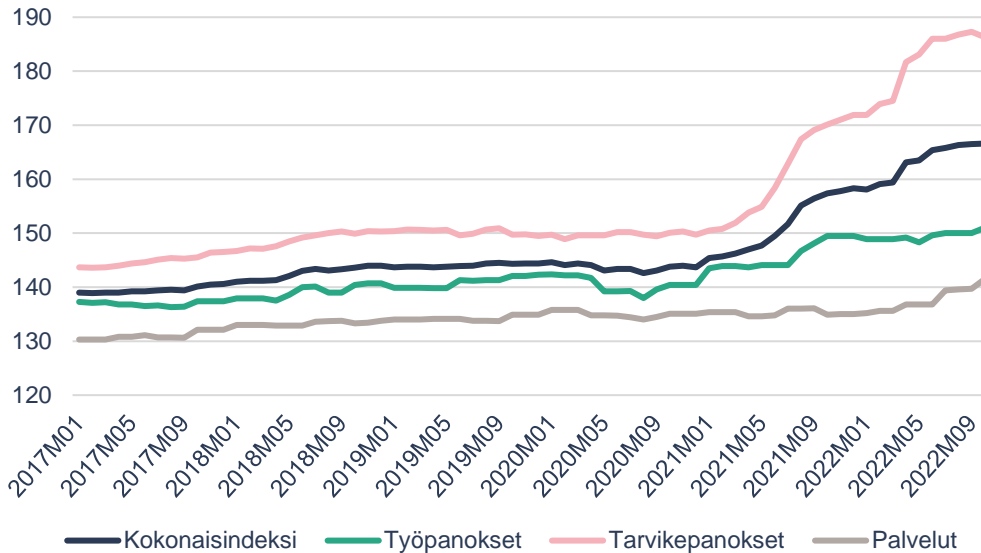
Kustannustason nousu

Lähivuosien yleinen kustannustason nousu on näkynyt myös laitetilamarkkinassa. Laitetilojen rakentamiskustannukset ja rahtihinnat kasvoivat 2010-luvulla maltillisesti. Viimeisen kahden vuoden aikana kustannusten nousu on kuitenkin merkittävästi kiihtynyt. Tämä on johtunut erityisesti materiaalien saatavuushaasteista sekä polttoaineen ja energian hinnan noususta. Kustannusten nousu ei rajoitu ainoastaan masto- tai laitetilamarkkinaan, vaan noudattelee pitkälti kuviossa 8 esitettyä rakennuskustannusindeksiä.

Kustannusten nousu on suurelta osin siirtynyt laitetoimittajien hintoihin. Polttoaineiden hintojen nousu on nostanut rahtihintoja ja lisännyt laitetilatoimittajien maantieteellisen sijainnin merkitystä toimittajien kilpailutuksessa. Laitetilän osuus mastotukiaseman

kokonaisinvestoinnista on kuitenkin suhteessa pieni, joten laittiloihin liittyvien kustannuserien kasvulla ei ole merkittäviä kokonaisinvestointeihin liittyviä vaikutuksia.

Kuvio 8. Rakennuskustannusindeksin 2017M01-2022M10 aikavälin kehitys³¹



Tukiasemien energiankulutus ja teho

Mastotukiasemien kokonaisenergiankulutus on muutamassa vuodessa tuplaantunut (kuviot 9). Tämä selittyy suurelta osin dataliikenteen lisääntymisellä³². Nykyisellään tukiasemissa on myös siirtymävaiheen johdosta päällekkäisiä teknologioita ja sen myötä energiatehokkuus osin kärsii. Tulevaisuudessa tukiasemalaitteiston energiatehokkuus tulee paranemaan, eli samalla määrällä energiaa pystytään kuljettamaan enemmän datayksiköitä³³. Myös muita energiansäästökeinoja pyritään edistämään³⁴. On kuitenkin todennäköistä, että dataliikenteen määrä tulee kasvamaan tulevaisuudessa, joka kasvattaa väistämättä myös energiankulutusta.

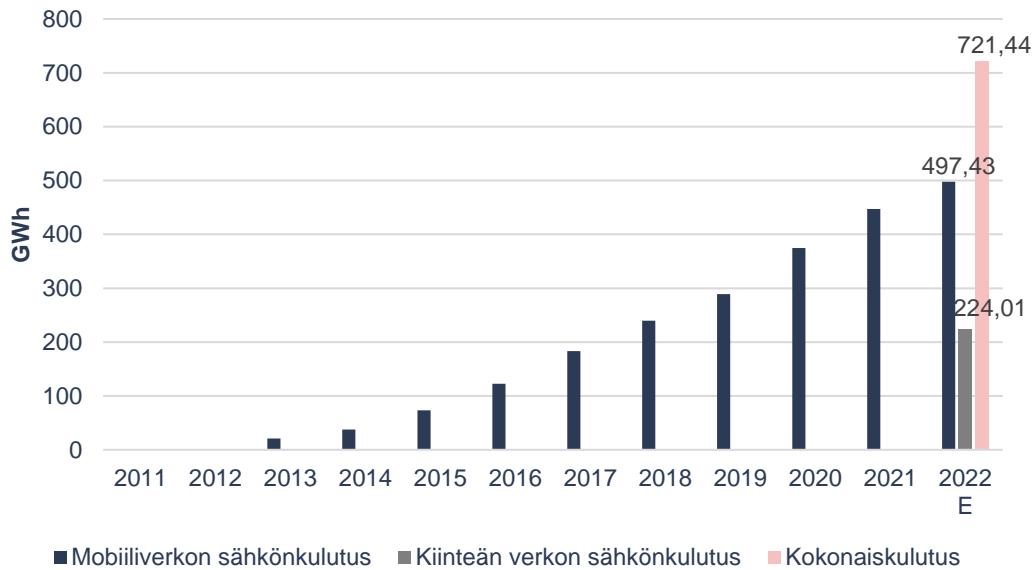
³¹ Tilastokeskus, Rakennuskustannusindeksin tilastointi, 2022

³² Tarkemmin energiankulutukseen vaikuttaa etupainotteisesti tehtävät kapasiteettilisäykset, jotka kuitenkin perustuvat arvioituun dataliikenteeseen ja sen kasvuun

³³ Telia, Mitä Telia tekee sähkön säästämiseksi, 2022

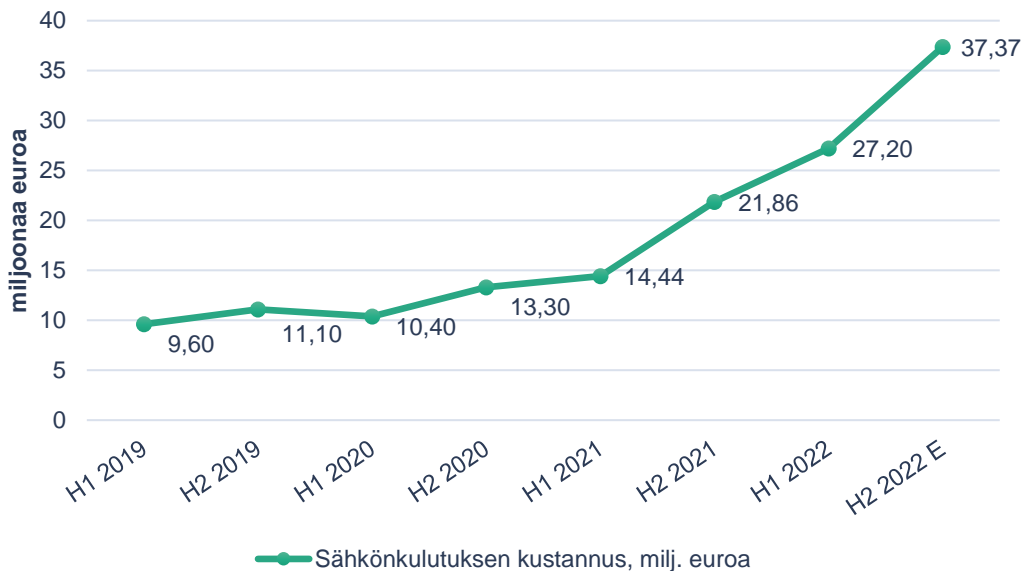
³⁴ Elisa, Tukiasemien hiilijalanjälkeä pienemmäksi, 2020

Kuvio 9. Matkaviestinverkkojen sähkönkulutus^{35,36}



Ostoenergia on merkittävä osa mastotukiaseman juoksevista kustannuksista ja myös suuri liiketoiminnallinen tekijä laitetararakennuttajille ja laitetalan vuokralaisille. Samalla kun energiankulutus on tasaisesti kasvanut, on kasvanut myös energianhinta. Energiamarkkinan volatiliteetti on myös ollut korkealla tasolla, joka on vaikeuttanut ennakoitavuutta ja yhteiskäytön hinnoittelua sähkön osalta.

Kuvio 10. Matkaviestinverkkojen sähkönkulutuksen kustannus^{35,36,37}



³⁵ Traficom, Viestintäverkkojen energiankulutuksesta ensimmäinen tutkimus, 2022

³⁶ Traficom, Viestintäverkoissa siirretty tieto, 2022

³⁷ Tilastokeskus, Sähköhinnan tilastointi kuluttajatyypeittäin, 2022

Vuosien 2019 ja 2022 välillä matkaviestinverkkojen sähkönkulutus on noin 1,7-kertaistunut. Samalla sähkönkulutuksen kustannus on lähes nelinkertaistunut 9,6 miljoonasta 37,37 miljoonaan euroon (kuvio 10). Tämä johtuu sähkönkulutuksen kanssa samanaikaisesta sähkön hinnan noususta. Kustannus sisältää sähköenergian, verkkopalvelumaksun ja verot, eli sähkön kokonaisostohinnan. Kustannusten arvioinnissa on hyödynnetty vuositasolla 150 GWh kuluttaneiden yritysten keskiostohintoja. Matkaviestinverkon energiankulutuksena kohti siirrettyä gigatavua on käytetty 0,12kWh/Gt, joka pohjautuu Traficomien julkaisemiin tutkimustuloksiin³⁵.

Toimijoiden välillä on eroja siinä, miten sähkön hinta ja -kulutus on haitannut toiminnan kannattavuutta. Sähkön hinnan nousu saadaan sopimusehtojen mukaisella viiveellä siirrettyä osittain vuokrahintoihin, joten pääasiassa kustannusnousu rasittaa vuokralaisia, eli teleoperaattoreita. Myös toimijoiden sähkö Sopimuksissa on luonnollisesti eroja ja osa toimijoista on eri instrumentein suojannut tehokkaasti sähkön hintaa, jolloin vaikutukset ovat jääneet vähäisemmiksi. Erityisesti Telia on antanut julkisuuteen kommentteja korkean sähkön hinnan heikentävästä vaikutuksesta yrityksen kannattavuuteen^{38,39}. Yleisestikin voidaan kuitenkin todeta sähkön hinnan viimeaikaisella nousulla olevan merkittävät vaikutukset mastomarkkinaan, niin välittömästi kuin välillisestikin.

Mastotukiasemien tehontarve on merkittävästi kasvanut uusien teknologioiden ja dataliikenteen määrän lisääntymisen myötä. Viidessä vuodessa tukiasemien keskimääräinen tehontarve on arviolta kaksinkertaistunut ja huipputehot jopa 3-4 kertaistuneet. Huipputehot ylittävät nykyisin täyden konfiguraation kohteissa pahimmillaan yli 10 kilowattiin yhtä teleoperaattoria kohden. Tehonkulutuksen kiihtyminen on aiheuttanut huomattavaa uudistustarvetta mastotukiasemien laitetiloihin ja lisännyt investointiriskiä mastorakennuttajille. Muutostarpeita ja teknisiä ominaisuuksia on käsitelty tarkemmin kappaleessa 4.4.

³⁸ Helsingin Sanomat, Teleoperaattori Telia joutuu nostamaan hintojaan energia-kriisin takia, 2022

³⁹ Arvopaperi, Telian osinko pienenee hieman – kertoi uudesta ohjeistuksesta, 2023

4. YLEISIMMÄT RAKENTEET JA SOVELTUVUUS YHTEISKÄYTTÖÖN

4.1 Yleisimmät mastotyypit

Suomessa matkaviestinverkkojen käyttöön rakennettavat mastot voidaan jaotella kahteen pääryhmään maston rakenteellisen tuentatavan mukaan: 1. harustettuihin mastoihin ja 2. vapaasti seisoviin mastoihin. Näistä edelleen vapaasti seisovat voidaan jakaa tavanomaisiin vapaasti seisoviin ristikkomastoihin sekä vapaasti seisoviin putkiristikkomastoihin. Vapaasti seisovat ristikkomastot tunnetaan toimialalla nimellä ”vapari” ja putkiristikkomastot nimillä ”antennipylväs” tai ”pylväs”.

Maston rakenteen osalta määräävin tekijä on tarvittava antennipinnan korkeus. Korkeus on ensimmäinen mastotyyppiä rajaava tekijä. Vaadittava korkeus mitoitetaan niin että vaadittava minikorkeus ylittyy kaikilla kolmella teleoperaattorilla (vuokralaisella). Tyypillisesti yhdelle teleoperaattorille varataan mastosta tilaa kolmesta neljään metriä pystysuunnassa.

Toinen maston rakennetta oleellisesti mitoittava ja tyyppiä rajoittava tekijä on siihen suunniteltu antennikapasiteetti ja sen aiheuttama tehollinen tuulipinta-ala. Kolmelle operaattorille suunniteltu matkaviestinmastot mitoitetaan kestävästi vähintään 24 neliömetrin tehollisen tuulipinta-alan aiheuttaman kuorman.

Antennikorkeuden ja kuormituksen lisäksi maston tyyppin valinnassa huomioidaan soveltuvuus ympäristöön, sekä mahdolliset tilarajoitteet. Tiiviiseen kaupunkirakenteeseen valitaan mahdollisimman vähän ympäristö- ja näköhaittaa aiheuttava mastotyyppi ja toisaalta sellainen, joka vie mahdollisimman vähän tilaa. Seuraavassa käydään läpi käytetyt mastotyypit, niiden käyttötarkoitukset ja rajoitteet.

Antennipylväs

Antennipylväs, tai vapaasti seisova putkiristikkomasto, on käytetyistä mastotyypeistä kevytrakenteisin. Antennipylväs voidaan nykyisillä kuormitusvaatimuksilla toteuttaa 54 metriin asti. Yleisimmin käytetään 36 metrin tai 42 metrin pylväitä. Tällöin päästään pääsääntöisesti alimmankin antennipinnan osalta yli täysikasvuisen puuston, joka Suomessa kasvaa noin 25 metriin.

Antennipylväs on ulkonäöltään vähiten näköhaittaa aiheuttava ja sen myötä sitä käytetäänkin erityisesti taajamien alueella. Antennipylväs on myös yksinkertainen kasata ja rakentaa, sekä kustannustehokas alhaisilla korkeuksilla.

Vapaasti seisova ristikkomasto

Vapaasti seisovia ristikkomastoja käytetään, mikäli korkeusvaade tai antennipylvään kapasiteetti ei mahdollista pylvään käyttöä. Vapaasti seisovalla ristikkomastolla voidaan nykyisillä kuormitusvaatimuksilla toteuttaa korkeimmillaan 72-75 metrin kohde. Tyypillisimmin vapaasti seisovia ristikkomastoja käytetään 48-65 metrin korkeisten mastojen toteutukseen.

Vapaasti seisovan ristikkomaston tilavaade on samankaltainen kuin antennipylvään, mutta sen aiheuttama näköhaitta on hieman antennipylvästä suurempi. Kapasiteetiltaan ne tyypillisesti mitoitetaan samalle määrälle tekniikkaa. Vapaasti seisovat rakenteet ovat kustannustehokkaita ratkaisuja noin 60-70 metriin, jonka jälkeen on tarkasti analysoitava, voidaanko kohteessa hyödyntää harustettua mastoa.

Harustettu ristikkomasto

Harustettuja ristikkomastoja voidaan käytännössä rakentaa niin korkeaksi kuin on tarve. Esimerkiksi Digitan päälähetysasemien mastot ovat usein yli 300 metriä korkeita. Harustettujen mastojen osalta kapasiteetti ei juurikaan muodostu ongelmaksi ja matkaviestinverkon käytössä ne tyypillisesti mitoitetaan yli kaksinkertaisella tuulikuormalla

vapaasti seisoviin mastoihin verrattuna. Tyypilliset harustetut matkaviestinmastot ovat Suomessa 70-100 metrin korkuisia.

Harustetut mastot vaativat harustensa myötä reilusti enemmän tilaa kuin vapaasti seisovat mastot. Ne myös aiheuttavat usein merkittävämmän näköhaitan kuin muut mastot. Tämän myötä niitä käytetään pääasiassa taajama-alueiden ulkopuolella, jossa vaadittava antennien korkeusasema on korkea ja käytettävät solukoot suurempia.

4.2 Mastojen soveltuvuus yhteiskäyttöön

Karkeasti arvioituna ainoastaan viimeisen vajaan viiden vuoden aikana rakennetut vapaasti seisovat mastot soveltuvat yhteiskäyttöön optimaalisella tavalla. Nämä mastot on mitoitettu kuormalle, joka syntyy kolmen teleoperaattorin ja Digitan kaltaisen toimijan yhteiskäytöstä, nykyisin antenni- ja laitekonfiguraatioin. Näissä uudemmissa mastoissa on myös huomioitu kuormitus, joka syntyy, kun radioyksiköt sijoitetaan nykyisen käytännön mukaisesti laittilan sijaan mastoon.

Voidaankin sanoa, että suurin osa nykyisestä mastokannasta vapaasti seisovien mastojen osalta ei palvele yhteiskäyttöä optimaalisella tavalla. Vaikka yhteiskäyttö ja monioperaattoritarpeet on huomioitu jo pidempään esimerkiksi korkeuden osalta, on nämä mastot mitoitettu aikansa tekniikan mukaan, eikä nykyisiä kuormitustarpeita ole osattu ottaa huomioon. Alhaisemman kapasiteetin kohteissa pyritään kuitenkin antenni- ja laiteoptimoinnin kautta saamaan mastoihin mahdollisimman monta vuokralaista ja heidän kriittisin laitteisto. Olevan mastokannan keskimääräinen rakenteellinen kapasiteetti on kuitenkin merkittävä yhteiskäytön edistämistä haittaava tekijä. Harustettujen mastojen osalta tilanne on kuitenkin parempi, sillä ne on mitoitettu lähtökohtaisesti korkeammille kuormille.

Vielä nykyisinkin kuitenkin rakennetaan täysimittaiseen yhteiskäyttöön soveltumattomia mastoja. Ilmiö kuitenkin rajoittuu pääsääntöisesti ainoastaan Helsingin seudulle. Riittävän korkeita mastoja ei nähdä tietyissä paikoissa kaupunkikuvan kannalta mahdollisina viranomaisten toimesta, jolloin mastorakennuttajille ainoa mahdollisuus on rakentaa täysimittaiseen yhteiskäyttöön soveltumattomia mastoja.

4.3 Yleisimmät laitetilatyypit ja soveltuvuus yhteiskäyttöön

Mastotukiasemien yhteydessä olevat laitetilat ovat valtaosin yhdenmukaisia kaikkien rakennuttajien kesken. Jo yli 20 vuotta Esari Oy on toimittanut hyvin merkittävän osan kaikista mastotukiasemien laittiloista valtakunnallisesti, joka lisää laittilakannan yhteneväisyyttä. Laitetilat ovat mastotukiasemille räätälöityjä ja toimitetaan valmiiksi tehdasrakennettuina työmaille⁴⁰.

Tyypillinen matkaviestintukiasemakäyttö asettaa melko vähän teknisiä tai toiminnallisia vaatimuksia laittiloille. Näistä tärkeimpiä ovat laittilan sisätilan koko, lattiakapasiteetti, sekä yleinen soveltuvuus kalustuksille, sähköistykselle, ilmanvaihdon ja lämmitys- ja viilennysratkaisuille.

Mastotukiasemien laitetilat voidaan kategorisoida koon mukaan laitekaappeihin (1-3 k-m²), pieniin laittilakoppeihin (8-10 k-m²) sekä suuriin laittiloihin (15-30 k-m²). Pääsääntöisesti käytetään aina mahdollisimman pientä suunniteltuun käyttöön soveltuvaa laittilaa, sillä

⁴⁰ Esari Oy, Laittilaesite, 2021

laitetilojen rakentamiskustannukset kasvavat koon myötä. Yhteiskäytön vaatimukset ja lämpökuorma ovat kuitenkin nykyisin määrittäviä tekijöitä laittilan valinnassa. Seuraavassa käsitellään yleisimmin käytetyt laittilatyytit, niiden käyttötarkoitukset ja rajoitteet.

Laitekaapit

Laitekaapit ovat nimensä mukaisesti kaappimallisia laittiloja. Kooltaan ne ovat pääsääntöisesti alle kolme kerrosalaneliötä. Laitekaappeja on pääsääntöisesti käytetty 2000-luvulla rakennettujen pylvästukiasemien yhteydessä. Viime vuosina niitä on rakennettu lähinnä Helsingin alueelle, niiden määrä kuitenkin vähenee jatkuvasti.

Laitekaapit eivät palvele yhteiskäyttöä optimaalisella tasolla. Tilan puolesta laitekaappeihin ei voida sijoittaa useampien teleoperaattorien laitteistoja täydellä 4G- ja 5G-konfiguraatiolla. Tämä osittain johtuu myös siitä, että tilaan ei voida järkevästi sijoittaa aktiivisia jäähdytyskoneita ja vapaan ilmatilavuuden määrä on vähäinen. Sen myötä lämpökuorma laitekaapeissa muodostuu ongelmaksi.

Pienet laittilakopit

Pienet laittilakopit ovat tyypillisimpiä mastotukiasemien yhteydessä käytettyjä laittiloja. Yleisin koko on laittilatoimittajasta riippuen 8,5-10,0 k-m².

Laittilakopit palvelevat hyvin yhteiskäyttöä. Koppeihin saadaan sijoitettua tarpeen vaatiessa kahdeksan laitekaappipaikkaa. Tyypillisesti laittilan omistajan voimalaitejärjestelmä akustoineen vie yhden kaappipaikan ja jokainen teleoperaattori käyttää yhden kaappipaikan. Toistaiseksi ei ole nähtävillä, että laittilakoppien tila olisi yhteiskäyttöä rajoittava tekijä tulevaisuudessakaan. Laittilakopeissa vapaa ilmatilavuus on melko vähäinen ja lämpökuorma saattaa muodostua ongelmaksi. Koppi kuitenkin mahdollistaa erilaisten viilennysratkaisujen toteutuksen ja sen kautta lämpökuorman hallinnan.

Suuret laittilat

Suuria laittiloja käytetään mastotukiasemien yhteydessä pääasiassa silloin kun laittilaa hyödynnetään langattoman matkaviestinverkon tukiasemakäytön lisäksi myös kuituverkon jakelupisteinä. Tällöin vähimmäisvaatimuksena on 15 k-m²:n ala. Suurissa laittiloissa vapaan ilmatilavuuden määrä on huomattavasti korkeampi kuin pienemmissä laittiloissa ja niiden käytön voidaan arvioida tulevaisuudessa lisääntyvän myös lämpöteknisistä syistä, myös pelkkään matkaviestintukiasemakäyttöön.

4.4 Laittilojen tekniset ominaisuudet

Sähköistys ja voimalaitteet

Tukiasemien huipputehon kasvulla on ollut merkittäviä vaikutuksia laittilojen sähköistykseen, sekä laittiloihin sijoitettavien voimalaitteiden ja varavoima-akustojen vaatimuksiin. Akuston määrä ja kapasiteetti on kasvanut ja tasasuuntaajajärjestelmiä sekä sähköliittymiä päivitetään suurempiin. Tehonkulutuksen kasvuun liittyvä investointitarve on olevan laittilakannan osalta merkittävä ja investointien hitaus rajoittaa ajoittain yhteiskäyttöä.

Laittilan sähköliittymän tyypillinen mitoitus on vielä muutamia vuosia sitten ollut kolmivaiheinen liittymä 25 ampeerin sulakkein. Nykyisin vähimmäisvaade on kolmivaiheinen 35 ampeerin sulake, jolla päästään noin 24 kW:n tehoon. Korkean käyttöasteen mastotukiasemissa on jo nyt käytössä myös 50 ampeerin sulakekokoa, jolloin sulakkeiden läpi kulkeva maksimiteho on noin 35 kW. Mikäli tukiasemien huipputehot jatkavat kasvua tulee liittymäkokoa edelleen kasvattaa. Tällöin ongelmaksi saattaa muodostua liittymien

saatavuusongelmat, sekä kustannustekijät. Tehoja pyritäänkin ensisijaisesti rajoittamaan laiteoptimoinnilla ja energiansäästöratkaisuilla. Liittymäkoon kasvatus olevaan laitetilään usein tarkoittaa myös muiden sähkölaitteiden, kuten mittaus- tai ryhmäkeskuksen, sekä kaapelointien päivitystarvetta.

Voimalaitepuolella huipputehojen kasvu on kasvattanut myös tasasuuntaajalta vaadittua kapasiteettia. Uudemmissa kohteissa käytetään tyypillisesti tasasuuntaajayksikköä, jonka teho on noin 23kW 48VDC -nimellisjännitteellä. Käytetyt voimalaitteet ovat modulaarisia, joten päivitystarve ei aina tarkoita koko järjestelmän vaihtoa. Vanhemmissa laitetoissa voimalaitteistoon liittyvä päivitystarve on kuitenkin huomattava.

Mastotukiasemien laitetoissa varavoimaratkaisuna käytetään pääsääntöisesti akkuvarmennusta. Lisäksi laitetoissa on liitännä siirrettävälle varavoimakoneelle. Yksi akusto koostuu tyypillisesti neljästä 12 voltin sarjaan kytketystä akusta, joiden kapasiteetti vaihtelee 100 ja 190 ampeeritunnin välillä. Akustoja on tyypillisesti kolme. Akuston kapasiteetin mitoittaa tukiaseman suunniteltu teho, sekä Traficomin ”Määräys viestintäverkkojen ja -palvelujen varmistamisesta sekä viestintäverkkojen synkronoinnista”⁴¹. Akkuina käytetään päätynapaisia suljettuja lyijyakkuja niiden kustannustehokkuuden myötä. Laajamittaisesta siirtymisestä uudempiin energiatiheämpiin akkuratkaisuihin on ollut keskusteltua toimialalla^{42,43}. Toistaiseksi markkinavetoista siirtymää rajoittaa kuitenkin saatavuus- ja hintatekijät.

Laitetilassa akut on sijoitettu voimalaitekaappiin, jossa akuille on omat akustotelineet. Akkujen määrän ja kapasiteetin kasvaessa on laitetilän lattiakapasiteetin riittävyttä arvioitu kohdekohtaisesti. Vanhemmissa laitetoissa mitoitettu lattiakapasiteetti ei usein ole riittävä akustojen päivitykselle. Useimmiten kantaviin rakenteisiin ei ole kuitenkaan tarpeen tehdä muutoksia, vaan käytetään lattiakuormaa jakavia levytyksiä. Uudempien laitetojen lattiakapasiteetti on paikallisesti 1500 kg/m², joka ei muodostu pullonkaulaksi, vaikka akkujen määrä tulevaisuudessa kasvaisikin merkittävästi.

Lämpökuorma

Laitetojen lämpökuormaa on lähivuosina lisännyt niihin sijoitettujen laitteiden määrä, tehonkulutuksen kasvu, yhteiskäytön lisääntyminen, sekä ilmaston lämpeneminen. Tukiasemien radioyksiköt on jo viime vuosikymmenen aikana pyritty pääsääntöisesti sijoittamaan laitetilän sijaan mastoon, lähelle antennia. Tällä on ollut signaalivaimennuksen minimoinnin lisäksi huomattava laitetilän lämpökuormaa alentava vaikutus. Kuitenkin kokonaislämpökuorma laitetoissa on 5G-tekniikan myötä kasvanut merkittävästi.

Korkeat lämpötilat lyhentävät varmennusakuston elinikää ja kapasiteettia. Optimaalinen lämpötila tukiasema-akustolle on 20-25 °C ja 10 asteen korkeampi toimintaympäristö karkeasti puolittaa akun käyttöikä⁴⁴. Tukiasemien tehonkulutuksen kasvu ja toisaalta uusien taajuusalueiden varmennusaikojen pidentymiset ovat kasvattaneet akustolta vaadittavaa kapasiteettia. Sen myötä voimalaitejärjestelmään ja akustoon tehtävät investoinnit ja niihin liittyvät juoksevat kustannukset ovat lisääntyneet. Lämpökuorman hallinnalla laitetojen omistajat pidentävät akuston elinikää ja vähentävät vaihtotarvetta.

⁴¹ Traficom, Määräys viestintäverkkojen ja -palvelujen varmistamisesta sekä viestintäverkkojen synkronoinnista, 2021

⁴² Kauppalehti, Elisa muuttaa tukiasemat toimimaan tuulivoimaloiden tukena – kapasiteetiksi jopa 150 MWh, 2022

⁴³ Nyström, Samuel, Telian voimalaiterakennuttamisen laatukäsikirja, 2022

⁴⁴ GNB Nordic, Suljettujen lyijyakkujen käyttöohje, 2022

2010-luvulla laitetilakopeissa viilennyksen perusratkaisuna on laajalti käytetty pienikokoisia koneellisia tulo- ja poistoilmapuhaltimia (kanavapuhaltimia). Ratkaisu on kustannustehokas ja ollut useimmiten riittävä ennen lämpökuorman lähivuosien kasvua. Nykyisin kanavapuhaltimilla ei päästä enää lämpimällä kaudella optimaalisiin lämpötiloihin, mikäli laitetilaa hyödyntää useampia toimijoita.

Laitetilojen viilennyksen tehostamiseksi laitetilojen omistajat käyttävät nykyisin merkittävässä määrin erilaisia aktiivisia split-jäähdytyslaitteita. Aktiivisten jäähdytyslaitteiden käyttö aiheuttaa investointi- sekä jatkuvan huolto- ja ylläpitotarpeen. Niiden käyttö kuitenkin pidentää akuston käyttöikä, vähentää sen uudistustarvetta, sekä minimoi hellepäivien aiheuttamia epäsäännöllisiä teknisiä häiriöitä ja huoltotarpeita.

Toimialalla ollaan laitetilojen viilennysratkaisujen osalta siirtymävaiheessa, eikä yhtenäistä käytäntöä lämpökuormien hallintaan vielä ole. Toimijat hakevat aktiivisesti uusia kustannustehokkaita viilennysratkaisuja, jotka edistäisivät myös vihreää siirtymää. Vaikka energian hinnan nousu vähentää kompressoreilla toimivien aktiivisten jäähdytyslaitteiden kustannustehokkuutta, niiden käyttö todennäköisesti lisääntyy korkean käyttöasteen laitetoissa tulevaisuudessa.

5. MASTOTUKIASEMARAKENTAMINEN

5.1 Nykytila Suomessa

Suomessa on viime vuosina rakennettu noin 180-210 uutta mastotukiasemaa vuosittain. Lisäksi olevien mastotukiasemien mastoja on vaihdettu 40-60 ja laittiloja samainen määrä. Mastorakennuttajille se on tarkoittanut suuruusluokaltaan noin 30 miljoonan euron vuosittaisia investointeja, matkaviestinverkon kokonaisinvestointimäärän ollessa noin 300 miljoonaa euroa. Suurimpia mastotukiasemien rakennuttajia Suomessa ovat Digita, DNA Tower Finland Oy, Elisa Oyj ja Telia Towers Finland Oy.

Suomessa nykyinen mastokanta on alkanut laajamittaisesti rakentua 70-luvulta lähtien ja rakentaminen on ollut kiivasta siitä lähtien. Matkaviestinverkon laajennustarve on ollut jatkuvaa ja uusia mastoja on rakennettu kiivaasti laajentuvan kaupunkirakenteen ja dataliikenteen kasvun mukana. Investoinnit ovatkin painottuneet uuteen infraan ja olevan mastokannan korjausvelka on hiljalleen kasvanut. Elinkaaren päättymisen lisäksi mastojen korvaustarvetta lisäävät voimakkaasti aiemmin käytetyt liian alhaiset korkeudet, sekä riittämätön rakenteellinen kuormitettavuus. Lisäksi nopeasti kehittyvät teknologiat ja niiden myötä muuttuvat asiakastarpeet voivat nopeastikin vaikuttaa olevan infran päivitystarpeeseen. Korjausvelan sijaan voidaan puhua merkittävästä mastokannan korvausvelasta, jonka rahoitus tulevaisuudessa saattaa johtaa yhteiskäytön hinnoittelun kiristymiseen. Kasvava korvausvelka saattaa joillain toimijoilla myös lisätä ulkoisen investointipääoman tarvetta lähitulevaisuudessa.

Euroopan mastomarkkinan on arvioitu kasvavan 1-3 % vuositahtia seuraavien viiden vuoden tarkastelujakson aikana¹⁹. Suomessa näkymät ovat samankaltaiset ja mastorakentamisen odotetaan edelleen inkrementaalisesti kasvavan tulevina vuosina. Kasvua odotetaan niin uudisrakentamisessa kuin korvaamisrakentamisessa.

5.2 Maantieteelliset vaikutukset rakentamiseen

Maantieteellisellä sijainnilla on joitakin huomattavia vaikutuksia matkaviestinverkon infrastruktuuriin ja mastorakentamiseen. Taajamissa, joissa käyttäjiä ja sen myötä dataliikennettä on eniten, mastorakentaminenkin on vilkkainta. Taajamissa mastotukiasemien toimintasäde on joitain satoja metrejä. Haja-asutusalueilla mastotukiaseman peittoalue on usein säteeltään useita kilometrejä.

Taajamissa yleisimmin rakennettava mastotukiasema käsittää 36-42 metriä korkean putkiristikkomaston ja noin 9 k-m²:n suuruisen laittilan. Taajamarakentamista ohjaa markkinavetoisuus, sillä rakenteisiin tarvittavat investoinnit ovat suhteessa pieniä ja yhteiskäyttö dataliikenteen myötä volyymiltään suurta. Vaikka taajamissa maanvuokrien kustannukset – ja toisaalta voimalaitteisiin sekä viilennykseen liittyvät investointitarpeet – ovat kasvaneet, voidaan toiminnan kannattavuuden arvioida olevan kohtalaisella tasolla.

Haja-asutusalueille tyypillisesti käytettävä peittoalue on taajamia laajempi ja sen myötä vaadittavat korkeudet mastoille huomattavasti suurempia. Korkeammat mastot ovat kalliimpia rakentaa ja haja-asutusalueiden rakennuspaikat vaativat usein myös enemmän infrarakentamista, joka edelleen lisää kustannuksia. Osa toimijoista pyrkii laajalti yhdistämään kuituverkon ja langattoman matkaviestinverkon rakentamista haja-asutusseudulla. Tällä tavoin saavutetaan merkittäviä kustannussäästöjä. Lähtökohtaisesti haja-asutusrakentaminen vaatii kuitenkin huomattavasti suurempia investointeja kuin taajamarakentaminen ja kuten kappaleessa 2.4 todetaan, mastotukiaseman kannattavuus usein heikkenee taajama-alueiden ulkopuolelle mentäessä.

5.3 Rakentamisen toimitusketju

Mastotukiasemarakentaminen on melko vakiintunutta toimintaa Suomessa ja siihen liittyvät toimitusketjut kohtalaisen jalostuneita. Seuraavassa käsitellään tyypillisen uuden mastotukiasemahankkeen suunnittelu-, toteutus- ja -ylläpitoprosessia, sekä siihen liittyvää toimitusketjua.



RADIOVERKKOSUUNNITTELU

Mastotukiasemien sijainti perustuu ensisijaisesti matkaviestinverkon tarpeeseen, joten radioverkkosuunnittelulla on erityinen rooli tukiasemien esisuunnitteluvaiheessa. Radioverkkosuunnitteluvaiheessa radioverkkosuunnittelija määrittää alueen, johon sijoitettuna masto antennineen tuottaa tarvittun peitto- tai kapasiteettilisäyksen. Lisäksi radioverkkosuunnittelija määrittää antennille tarvittavat korkeuden, eli käytännössä maston korkeuden.

Teleoperaattoreilla on omat radioverkkosuunnittelijat, joiden kautta mastohankkeet käynnistyvät. Myös teleoperaattorien hallinnoimat tower-yhtiöt hyödyntävät toistaiseksi pitkälti emoyhtiöiden radioverkkosuunnittelua. Mastorakennuttamisen siirtyessä enemmässä määrin tower-yhtiöille muuttuu myös radioverkkosuunnittelun rooli. Tower-yhtiöillä ei pääsääntöisesti ole omia radioverkkosuunnittelijoita, tai varsinkaan tarkkaa näkyvyyttä teleoperaattoriasiakkaiden verkkoihin. Muun muassa Digitalla on omien ydinliiketoimintojensa myötä omaa radioverkkosuunnittelutoimintaa, ei kuitenkaan matkaviestinverkkojen kontekstissa. Tower-yhtiöt pyrkivät jatkuvan yhteistyön ja omien kyvykkyyksien kautta kartoittamaan teleoperaattoriasiakkaiden tarpeet ja sen kautta määrittämään mastoille sijainnit ja muut parametrit, joilla saavutetaan mahdollisimman korkea yhteiskäytön käyttöaste.

Hiljalleen yleistyvät myös nimenomaan mastoliiketoimintaan kehitellyt järjestelmät, jotka mahdollistavat teleoperaattoreille ja muille toimijoille mastojen tarveilmoitusten ja saatavuuskyselyjen tekemisen järjestelmän kautta keskitetysti. Tällainen on esimerkiksi Telia Towersin ARPI-järjestelmä, joka on lisännyt läpinäkyvyyttä ja toiminnan tehokkuutta toimialalla.

YLEISSUUNNITTELU JA LUPAMENETTELYT

Mastotukiaseman sjoitusalueen ja muiden tarveparametrien määrittämisen jälkeen hankkeesta tehdään investointipäätös ja hanke siirtyy rakentamisen yleissuunnittelu- ja lupamenettelyvaiheeseen. Vaihe käsittää mastotukiaseman tarkan rakennuspaikan määrittämisen, yleisen rakennusteknisen toteutuksen suunnittelun (pääpiirustukset), maanvuokrauksen tai maanhankinnan, maankäytön- ja rakentamisen lupien, sekä muiden tarvittavien viranomaislupien ja -selvitysten hankinnan.

Teleoperaattorit ja muut suurimmat mastorakennuttajat hankkivat rakennussuunnittelun ja lupavaiheen palvelut ulkopuoliselta toimijalta ja toimivat käytännössä projektinjohtomallilla. Pienemmällä toimijoilla työ tehdään tyypillisesti kokonaan oman organisaation sisällä.

RAKENTAMISEN VALMISTELU

Rakentamisen valmistelu käsittää tarjouspyyntöasiakirjojen laadinnan, urakoitsijoiden kilpailutuksen, urakoitsijoiden valinnat, sekä urakkasopimusten laadinnan. Useat

mastorakennuttajat kilpailuttavat kohteita suuremmissa erissä, jolla pyritään volyymialennuksiin. Volyymialennukset voivat laskea pääurakoinnin kustannuksia jopa kymmeniä prosentteja. Osa mastorakennuttajista ulkoistaa osan rakentamisen valmisteluvaiheen töistä rakennuttajakonsultille.

TOTEUTUSSUUNNITTELU

Toteutussuunnitteluvaiheessa kilpailutuksen perusteella valittu mastotoimittaja (pää toteuttaja) tekee mastoon liittyvän geo-, perustus- ja rakennesuunnittelun. Geosuunnittelussa määritetään kohteen maaperän ominaisuudet ja maston perustustapa. Geosuunnittelun tyypillisesti toteuttaa maaperätutkimuksiin erikoistunut toimija, joka on sopimussuhteessa joko mastorakennuttajaan, mastotoimittajaan tai rakennuttajakonsulttiin. Maaperätutkimuksen perusteella tehtävän maston rakennesuunnittelun tekee tyypillisesti rakennesuunniteluun erikoistunut toimija, joka on sopimussuhteessa mastotoimittajaan. Toteutussuunnitteluvaiheessa rakennuttaja nimeää hankkeelle turvallisuuskoordinaattorin. Turvallisuuskoordinattorina toimii usein rakennuttajakonsultti.

RAKENTAMINEN

Rakentamisvaihe käsittää mastotukiasemaan liittyvien rakennustöiden toteutuksen. Mastotoimittaja toimii pää toteuttajana ja hoitaa siihen liittyvät lakisääteiset vastuut. Kuviossa 11 on lueteltu tyypillisen mastotukiaseman oleelliset rakentamisvaiheet ja roolit.

Kuvio 11. Mastotukiaseman rakentamisen rakennusvaiheet

Työvaihe	Tekijä*
Sijainnin merkintä	Kunnan mittauspalvelut
Rakennuspaikan ja tiealueiden raivaus	
Huoltotien rakennus ja suojaputket	
Sähkön liittymiskaapeli rakennusalueen rajalle	Sähköverkkoyhtiö
Perustusmontun kaivuutyöt	
Maston anturan muotti- ja rauditustyöt	
Anturan valu ja jälkihoito	
Maadoitusten asennus	
Perustusmontun täyttö	
Laitetilan perustusten ja pihan rakentaminen	
Laitetilan toimitus työmaalle	Laitetilatoimittaja
Liittymiskaapelin kytkentä sähköpääkeskukseen	
Masto-osien toimitus työmaalle	
Maston kasaus ja pystytys ajoneuvonosturilla	
Maadoitusten kytkennät ja kaapeliarinnan asennus	

*mikäli muu kuin mastotoimittaja tai mastotoimittajan alainen urakoitsija

TAKUUAIKA

Rakentamisvaihe – vaadittujen dokumentointi- ja ilmoitusmenettelyjen kanssa – päättää mastotoimittajan urakan ja rakennuttajan tekemän vastaanottotarkastuksen jälkeen alkaa urakkasopimuksessa määritelty takuu aika.

Maston ja laittilan valmistuttua voimalaiturakoitsija pääsee tekemään voimalaitteiden, akustojen ja niihin liittyvien kalusteiden asennukset, sekä sähköistykset ryhmäkeskukseen. Tyypillisesti rakennuttajan ja voimalaiturakoitsijoiden kanssa on tehty pitkähköjä palvelusopimuksia, joiden puitteissa toimitaan, ilman kohdekohtaista kilpailutusta.

Voimalaitteasennusten jälkeen mastotukiaseman yhteiskäyttöprosessi voi edetä asiakkaan (vuokralaisen) antenni-, kuitu- ja laiteasennuksiin, jotka tehdään teleurakoitsijan toimesta. Sekä voimalaitteasennuksia että antenni- ja laiteasennuksia tekevät pääasiassa samat suuret toimijat. Johtuen eri tilaajasta ja aikataulutuksesta, ei synergiaetuja urakoitsijoiden kohdalla välttämättä saavuteta ja samassa kohteessa toimii saman toimialan eri urakoitsijoita.

Kuviossa 12 on selkeyden vuoksi listattu tärkeimmät mastotukiasemarakentamisen roolit ja vastuut, sekä merkittävimmät toimijat.

Kuvio 12. Mastotukiasemarakentamisen yleisimmät roolit ja vastuut

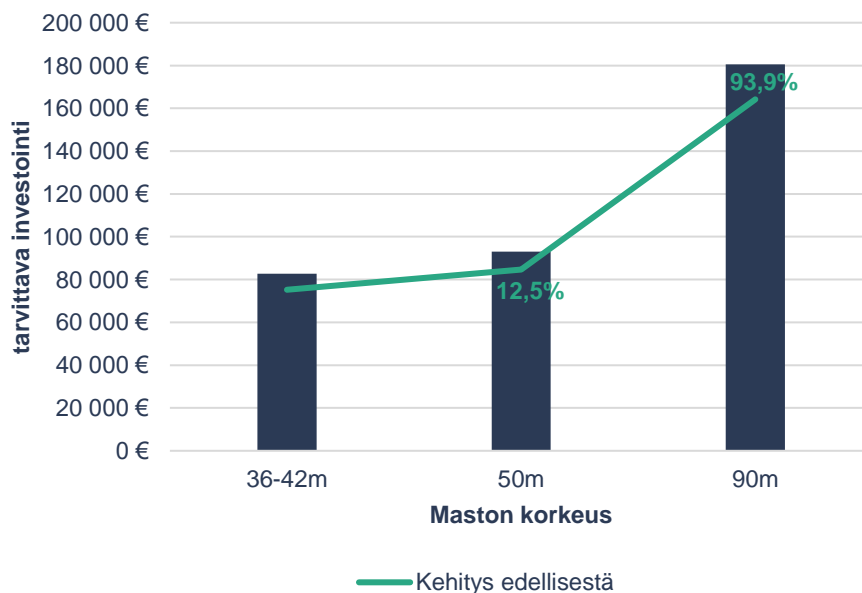
Rooli	Merkittävät toimijat	Tärkeimmät vastuut	Sopimussuhteet
Mastorakennuttaja	Digita Oy DNA Tower Finland Oy Elisa Oyj Telia Towers Finland Oy	Rakennuttajan vastuut Hankesuunnittelu Rakentamisen valmistelu	
Rakennuttajakonsultti	Rejlers Finland Oy Despro Engineering Oy Sitema Oy	Yleissuunnittelu ja lupamenettely Pääsuunnittelu Rakentamisen valmistelu Turvallisuuskoordinointi	Rakennuttajan kanssa
Mastotoimittaja	Aerial Oy Comtower Oy Mastcraft Oy	Päätoteuttajan vastuut Rakennesuunnittelu Maston kasaus ja pystytys työmaalla Maanrakennus- ja perustustyöt Sähköliittymä ja mittarointi Ylläpito ja huolto	Rakennuttajan kanssa Usein aliurakoitsijoiden ja rakennesuunnittelijan kanssa
Laitetilatoimittaja	Esari Oy Harri Haavikko Oy Vilart Teemu Heinonen Oy	Laittilan rakennesuunnittelu Laittilan rakennus, sähköistys ja IV-asennukset tehtaalla Laittilan toimitus työmaalle Ylläpito ja huolto	Rakennuttajan kanssa
Voimalaiturakoitsija	Enersense Oy Eltel Oy Netel Oy	Voimalaitteiden ja akustojen toimitus ja asennukset työmaalla Sähkötyöt Ylläpito ja huolto	Rakennuttajan kanssa Usein aliurakoitsijoiden kanssa
Teleurakoitsija	Enersense Oy Eltel Oy Netel Oy	Laittilan ja maston laite- ja antenni- asennukset Siirtoyhteysasennukset Ylläpito ja huolto	Vuokralaisen kanssa Usein aliurakoitsijoiden kanssa

5.4 Mastotukiasemarakentamisen kustannukset

Kuten kappaleessa 5.2 on todettu, mastotukiasemainvestoinnin suuruuteen vaikuttaa merkittävästi tarvittavien rakenteiden laajuus. Erityisesti maston rakennetyyppi ja sen korkeus vaikuttaa huomattavasti kustannuksiin. Kuviossa 13 on kuvattu keskimääräisiä rakennuskustannuksia käyttäen yleisimpiä rakennetyyppejä. Tässä käsitellyt kustannukset perustuvat julkisesti saatavilla oleviin lähteisiin ja kuvaavat lukijalle mastorakentamisen rakentamisen suuruusluokkaa.

Esitetyt lukemat perustuvat Traficomien julkaiseman Viestintäverkkojen kustannuselvityksen rakentamiskustannusarvioihin vuodelta 2020²⁷. Kustannuselvityksen keskimääräisiä hintoja on korjattu vuosien 2020 ja 2022 välisellä rakennuskustannusindeksin kokonaisindeksin muutoksella³¹. Vuoden 2020 kokonaisindeksin keskiarvoluku oli 143,7 ja vuoden 2022 keskiarvoon nousua oli 13,7% (163,4).

Kuvio 13. Mastotukiaseman keskimääräiset investointikustannukset maston rakennetyypeittäin²⁷



Kustannuksiin on huomioitu maston materiaali- ja työkustannukset, maanrakentamisen kokonaiskustannukset, sähköliittymä, voimalaitteet ja muut kustannukset kuten rahti- ja tarvikkeet, eli se kuvaa mastotukiaseman rakentamiseen vaadittavaa kokonaisinvestointia.

Kuviosta 13 nähdään että kyseessä ollessa 90 metriä korkea harustettu masto, tarvittava investointi on lähes kaksinkertainen verrattuna 50 metriä korkean masto käsittävään mastotukiasemaan. Nousu selittyy erityisesti mastomateriaalin osuuden kasvulla ja maanrakentamiseen liittyvien työ- ja materiaalierien lisääntymisellä.

5.5 Kunnallinen päätöksenteko ja maankäyttö

Suomessa kunnilla ja kaupungeilla on melko vahva autonominen asema, joka näkyy mastorakentamisessa muun muassa hyvin erisältöisissä rakennusjärjestyksissä ja muissa rakentamisen käytännöissä. Mastojen ja niihin liittyvien rakenteiden hankesuunnitteluun tai luvitukseen ei ole olemassa yhtenäisiä käytäntöjä, vaan käytännöt vaihtelevat kunnittain ja ajoittain myös viranomaisesta riippuen. Tarvittavien lupien ja lausuntojen kirjo ulottuu myös kuntien ulkopuolelle ja pahimmillaan erilaisia lupia mastotukiasemalle tarvitaan toistakymmentä, vaikka kyseessä on niin sanotun perusinfran standardimuotoinen rakentaminen.

Poikkeaminen ja naapurien kuuleminen

Asemakaava, joka on tärkein alueiden käytön suunnittelua ja rakentamista ohjaava taso, ei pääsääntöisesti huomioi tietoliikenneinfran tarpeita. Kuitenkin mastotukiasemienkin rakentaminen ja sijaintien määrittäminen perustuu pitkälti asemakaavan noudatteluun. Asemakaava-alueilla mastoja rakennetaan pääsääntöisesti asemakaavan yleisille alueille, kuten puistoihin tai muille viheralueille. Johtuen alueiden käyttötarkoituksesta poikkeamisesta ja rakennusoikeudettomuudesta, joudutaan mastotukiasemien lupia hakemaan useimmiten poikkeamismenettelyn kautta. Myös asemakaava-alueiden ulkopuolella joudutaan usein erityisesti harustetuille mastoille hakemaan suunnittelutarveratkaisupäätös ennen rakentamisen lupia.

Poikkeamisluvan tai suunnittelutarveratkaisun hakeminen tarkoittaa mastorakennuttajille usein viivästyksiä infran rakentamiseen, lisääntyneitä kustannuksia, sekä jopa mainehaittaa. Poikkeamislupa edellyttää tavanomaista laajempaa naapurien kuulemistä, joka usein tarkoittaa kuulutusta paikallislehdessä. Mastorakentamisen suunnittelu usein myös rikkoo uutiskynnyksen ja hanke nostetaan uutiseksi samaiseen paikallislehteen.^{45,46}

Mastotukiasemien kuulemisessa saadaan tyypillisesti runsaasti huomautuksia kuntalaisilta, erityisesti kun kyseessä on poikkeamisluvan yhteydessä tehtävä kuulutus⁴⁷. Huomautuksien antajia tai niissä käsiteltävää sisältöä ei rajata mitenkään. Huomautuksissa esiintyvät usein samat teemat, kuten jäävaara, säteilyasiat, maisemahaitta ja maston vaikutukset kiinteistöjen arvoon⁴⁸. Maston lupahakemukseen edellytetään selvitys muun muassa hankkeen vaikutuksista maisemaan ja naapureihin⁴⁹. Selvityksessä on tyypillisesti jo ennalta vastaukset kuntalaisten huomautuksissa esiintyneihin seikkoihin. Yleisesti voidaan todeta, että valitusprosessissa käsiteltävät asiat eivät useinkaan ole lupa-asian ratkaisemisen kannalta relevantteja, eikä niitä tulisi maankäyttö- ja rakennuslain mukaan käsitellä.

Naapurien vastustuksen myötä mastohankkeiden sijaintia päädytään usein arvioimaan uudelleen kunnan viranomaisten toimesta⁵⁰, vaikka maankäyttö- ja rakennuslaki ei edellytä vaihtoehtoisten sijaintien arviointia luvan käsittelyssä⁵¹. Mikäli kunta naapurien vastustuksesta

⁴⁵ Aamulehti, Matkapuhelinmasto uhkaa pilata rannassa asuvien maiseman Näsijärvellä, 2022

⁴⁶ Nurmijärven uutiset, Lintumetsän mastolle etsitään uutta sijoituspaikkaa – poikkeamislupa jäi pöydälle, 2022

⁴⁷ Valkeakosken Sanomat, Valkeakoskelle nousee monta uutta mastoa tänä vuonna, 2020

⁴⁸ Länsiväylä, Lapsiperheet pelkäävät syöpäriskiä lisäävää säteilyä, 2017

⁴⁹ Maankäyttö- ja rakennusasetus 64 §

⁵⁰ Aamulehti, Tampereelle halutaan rakentaa seitsemän uutta tukiasemaa, 2022

⁵¹ Esimerkiksi Hämeenlinnan HO:n päätökset Dnro 21272/03.04.04.04.16/2021 tai Dnro 03153/14/4111

huolimatta päättää poikkeamisluvan myötä, ei ole harvinaista, että asia etenee lopulta hallinto-oikeuden käsiteltäväksi. Tämä tarkoittaa hankkeen pitkittymistä jopa vuosilla.

Hallinto-oikeudessa riita-asia päätetään lähtökohtaisesti aina mastorakennuttajan eduksi. Usein hallinto-oikeus perusteluissaan lisäksi toteaa, että valituksen tekijällä ei ole asiassa valitusoikeutta ja kunnan olisi tullut jättää alun perinkin oikaisuvaatimus tutkimatta⁵². Kunnan viranomaisten maankäyttö- ja rakennuslain virheelliset tulkinnat saattavatkin merkittävästi viivästyttää mastotukiasemahankkeita. Lisäksi voidaan yleisellä tasolla todeta, että viranomaisten vajavainen tietotaito tietoliikenneinfrastruktuurin vaikeuttaa ja pitkittää hankkeiden läpivientiä.

Asemakaavan mukainen rakentaminen

Vaikka mastotukiasemille tarkoitettuja ET-, EMT- tai ohjeellisia mastoalueita ei suurimmassa osassa asemakaavoista ole, ne yleistyivät hiljalleen uusimpien kaava-alueiden osalta. Yleistynyt ja tiivistynyt mastorakentaminen on lisännyt lupakäsittelyihin liittyvää ongelmatiikkaa ja mastojen rakennuttajat kokevat asemakaavan mukaisen rakentamisen ratkaisuksi. Raskaat lupakäsittelyt kuormittavat myös kuntia, joten mastojen huomioiminen kaavaprosessissa on myös viranomaisen etu. Asemakaavan mukaisella mastotukiaseman rakentamisella saavutetaan merkittäviä aikataulu- ja kustannushyötyjä.

Mastotukiasemille sopivien kaava-alueiden suunnittelu asemakaavoihin ei ole helposti toteutettavissa. Uusien asemakaavojen luonnos- ja ehdotusvaiheissa annetaan nykyisin vaihtelevasti ehdotuksia mastotukiasemien paikkoja koskien. Yhteneväistä tai keskitettyä toimintamallia ei toistaiseksi ole. Mikäli kaavaprosessin aikana ei saada lainkaan ehdotuksia mastotoimijoilta, ei kaavoittaja todennäköisesti huomioi tukiasemia lainkaan. Jos ehdotuksia antavat yksi tai muutama toimija, jää kaavoittajan tehtäväksi tehdä kompromissi ehdotusten suhteen. Kompromissi saattaa palvella yhtä verkko-operaattoria erinomaisesti, mutta ei välttämättä ole alueen verkon kokonaisuuden kannalta paras mahdollinen ratkaisu.

Erityisesti mastojen kokonaismäärän minimoimisen kannalta tärkeää olisi, että alueiden suunnittelu toteutetaan läpinäkyvästi ja mahdollisimman laajassa yhteistyössä eri toimijoiden kanssa. Mastotukiasemille tarkoitettuja kaava-alueita tulisi suunnitella yhdessä kunnan kaavoituksen, mastorakennuttajien, sekä teleoperaattoreiden kanssa. Tällöin saavutetaan todennäköisimmin kaikille verkko-operaattoreille tyydyttävä soluverkko, minimoidaan mastojen kokonaismäärä ja saavutetaan hyvä yhteiskäytön käyttöaste, sekä vähennetään poikkeamismenettelyjen kunnille aiheuttamaa työkuormaa ja muuta luvitukseen liittyvää problematiikkaa.

Toistaiseksi laajamittaisen kaavayhteistyön edistäminen nojautuu kuitenkin yksittäisten tahojen aktiivisuuteen ja kaipaa selkeämpiä toimintamalleja. Tyypillisesti mastojen kaava-alueiden osalta aktiivisia toimijoita ovat mastorakennuttajat, jotka pyrkivät seuraamaan aktiivisesti uusien kaava-alueiden suunnittelua. Osissa kunnissa on myös otettu aktiivista otetta mastopaikkojen suunnitteluun, kuten Hyvinkäällä ja Oulussa. Myös Tampereen ja Kangasalan rajalle rakentuvia laajoja Ojala ja Lamminrahka -kaava-alueita on suunniteltu yhteistyössä mastorakennuttajien, teleoperaattorien ja kaupunkien kanssa. Yhteistyötoiminnalla on saatu aikaan hyviä tuloksia.

⁵² Esimerkiksi Helsingin HO:n päätös Dnro 00744/18/4111 tai Hämeenlinnan HO:n päätös Dnro 20453/03.04.04.04.16/2020

Maanvuokrahinnoittelu ja sijoittaminen

Maanvuokrien hinnat ovat merkittävästi nousseet ja niiden merkitys korostus mastoliiketoiminnassa viimeisen kymmenen vuoden aikana. Siinä missä vuokrien yleinen hintataso on erityisesti kasvukeskusten kiinteistöjen arvon mukana noussut, myös kuntien hinnoitteluperiaatteita on vähitellen muutettu mastorakennuttajien kannalta epäedulliseen suuntaan.

Yhä useampi kunta on siirtynyt käyttämään kiinteää tai maston korkeudesta riippuvaa hinnoittelua mastotukiasemien maanvuokrissa. Tällaiset hinnoittelumallit eivät perustu maan käypään arvoon. Valtakunnallisesti maanvuokrat tyypillisimmän taajamaan sijoitettavan mastotukiasematyyppin osalta vaihtelevat kunnasta riippuen 150-3600 e/v välillä. Kuviossa 14 on esitetty suurimpien kaupunkien hintajakaumaa mastotukiasemalle, joka käsittää tyypilliset 42m korkean antennipylvään ja 9 k-m²:n suuruisen laittilan.

Kuvio 14. Tyypillisen taajaman mastotukiaseman maanvuokrajakauma Suomessa⁵³



Espossa sijaitsevan mastotukiaseman, jonka tilavaade on noin 100 m², 50 vuotisen elinkaaren maanvuokrakustannus on elinkustannusindeksi huomioiden noin 200 000 euroa. Samassa tilanteessa Tampereella kustannus on ainoastaan kymmenes Espoon hintatasoon verrattuna.

Mastotukiaseman investointikustannukseen verrattuna maanvuokran elinkaarikustannus voikin olla mitä tahansa 20 ja 200 prosentin välillä. Kun huomioidaan koko mastokanta, maanvuokrien elinkaarikustannus voi siis olla jotain 200 miljoonan ja kahden miljardin euron välillä, jota voi pitää vähintäänkin merkityksellisenä tietoliikenneinfran kokonaisinvestointitarpeen kannalta.

Kuntien tehdessä päätöksiä käytettävistä hinnoittelumalleista, hinnoittelun perustana käytetään useimmiten muita, korkeampia vuokria periviä kuntia, eikä kyseisen kunnan maan käypää arvoa. Pirkkalan kunnan mastopaikkojen hinnoittelua koskevassa selvityksessä todetaan: ”Aiemmin on katsottu, että masto- ja laittilat luokiteltaisiin yleishyödyllisiin

toimijoihin, joille vuokranhinnoittelu tulisi olla maltillinen. Tähän myös lainsäädäntö viittaa. Toisaalta jokainen tukiasemayritys luokitellaan samalla myös voittoa tavoittelevaksi kaupalliseksi toimijaksi, joille vuokranmääritys tulisi olla samalla tasolla kuin muilla teollisen- tai kaupanalan toimijoilla.”⁵⁴

⁵³ Perustuen kuntien julkisiin maanvuokrauspäätöksiin vuodelta 2022

⁵⁴ Pirkkalan kunta, Masto ja laittila-alueiden vuokraamisen yleisohje, 2022

Kuntien kohtuuton maanvuokrahinnoittelu heikentää mastomarkkinalla toimivien yritysten kannattavuutta ja todennäköisesti hidastaa mastoinfran kehitystä. Tietoliikenneverkkojen yhteiskunnallisen merkityksen korostuessa uusien teknologioiden myötä, olisi Suomen kilpailukyvyinkin kannalta ensisijaisen tärkeää, että mastotoimijat nähtäisiin yleishyödyllisinä toimijoina ja mastotukiasemien maanvuokrahinnoittelua kohtuullistetaan. Myös useat muut yleiset sopimusehdot ovat mastotoimijoiden kannalta monesti epäedullisia ja varsinaiseen sopimusneuvotteluun ei kuntien kanssa ole mahdollisuutta. Erityisesti kuntien vaatimat lyhyet vuokra-ajat voivat aiheuttaa merkittävän investointiriskin mastorakennuttajalle.

Sijoittaminen

Kuntien kohtuuttomat maanvuokrat ja muut käytetyt sopimusehdot ovat johtaneet sähköisen viestinnän palveluista annetun lain mahdollistaman sijoittamisen yleistymiseen. Laki antaa teleyritykselle⁵⁵ oikeuden sijoittaa maston ja muut tukiasemarakenteet toisen omistamalle tai hallitsevalle alueelle rakennusviranomaisen luvalla⁵⁶. Sijoittamisesta puhutaan mediassa usein virheellisesti ”pakkosijoituksena”. Sijoitusprosessi on kuitenkin ensisijassa iteratiivinen neuvotteluprosessi ja sijoittaminen itsessään on mastotoimijalle epämieluisa vaihtoehto, jota käytetään mikäli muita keinoja välttämättömän tukiaseman säilyttämiseen tai rakentamiseen ei ole.

Kuntien maanvuokrauspäätökset ja niissä ilmenevät vuokratasot ovat julkisesti nähtävillä olevia asiakirjoja. Sen myötä kuntien korkea vuokrataso heijastelee myös yksityisten maanomistajien pyytämiin vuokratasoihin⁵⁷. Sopimusneuvotteluista myös uutisoidaan ajoittain ja maan laskennalliseen käypään arvoon saatetaan viitata ”nimellisenä korvauksena”⁵⁸. Yksityisten tahojen hintataso onkin merkittävästi noussut ja erityisesti maanvuokrasopimuksia uusittaessa vaaditut korotukset voivat olla satoja prosentteja. Olettavaa onkin, että sijoitusmenettely edelleen yleistyy tulevaisuudessa, kun olevan mastokannan päättyviä maanvuokrasopimuksia joudutaan päivittämään.

⁵⁵ Vastoin lain määritelmää sijoittamista hakevat myös tower-yhtiöt, jotka toistaiseksi ovat teleyrityskonserniin kuuluvia

⁵⁶ Laki sähköisen viestinnän palveluista § 229

⁵⁷ Maaseudun Tulevaisuus, Maanomistajille tarjotaan telemastojen alueista surkeita vuokria, 2021

⁵⁸ Maaseudun Tulevaisuus, Maanomistaja selätti pörssi-yhtiö Elisan telemaston vuokra-alueita koskeneessa kiistassa, 2021

6. MASTOJEN JA LAITETILOJEN YHTEISKÄYTTÖ

6.1 Yhteiskäytön hinnoittelu

Mastotukiaseman yhteiskäytön hinnoittelu perustuu lähtökohtaisesti rakentamiseen tarvittavien investointien ja mastotukiaseman elinkaaren juoksevien kustannusten määrään. Laskennallisen elinkaaren nettotuottojen tulee olla tuotto-odotuksen verran perusinvestointia suuremmat. Tower-yhtiöillä hinnoittelun ja kannattavuuden laskennan voidaan ajatella olevan edellä mainitulla tavalla yksiselitteinen. Teleoperaattoreilla mastotukiasemainvestointien kannattavuuteen liittyy kuitenkin myös verkkotoiminnan hyötyelementti, eikä investoinnin kannattavuuden tai yhteiskäytön hinnoittelun laskenta ole välttämättä niin yksiselitteistä.

Teleoperaattorit vuokraavat mastotukiasemien omistajilta tyypillisesti mastotilaa antennille ja radioyksiöille, käyttö- tai asennusoikeuden tarvittaville antennikaapeleille, tilaa laitekaapille laitetilasta, sekä sähköenergiaa ja sähkönsyötön varmennusta.

Mastotilan hinnoitteluun vaikuttaa tyypillisesti vuokralaisen tarvitsemien antennien ja radioyksiköiden koko, määrä ja korkeusasema. Edellä mainitut tekijät määrittävät myös vuokralaisen laitteista mastoon kohdistuvan kuormituksen. Vuokralaisen mastotilan vuokra määräytyykin pitkälti sen mukaan, kuinka suuren osan masto rakenteellisesta kokonaisuudesta se tarvitsee omille laitteilleen.⁵⁹

Laitetilan laitepaikat hinnoitellaan tarvittavan tilan mukaan. Laitetilassa on tyypillisesti ainoastaan laitetilan omistajan voimalaitejärjestelmä, joten vuokralla olevat toimijat maksavat käyttämästään sähköstä laitetilan omistajalle. Sähköstä veloitetaan toteutuneen kulutuksen mukaan. Sähköenergian hinnoittelu perustuu laitetilan omistajan ostosähkön kustannuksiin.⁵⁹

Keskimääräinen vuokralaisen sähkön kulutus vaikuttaa usein myös sähkönsyötön varmennuksen hintaan. Siitä huolimatta, että varmennuksesta maksetaan keskimääräisen sähkön kulutuksen mukaan, ei varmennusta välttämättä hyödynnetä lainkaan. Traficomien määräysten mukaisesti varmennuksen olemassaolo on kuitenkin välttämätöntä⁴¹. Sähkön kulutukseen sidottu varmennushinnoittelu korostaa sähkön osuutta yhteiskäytön kustannuksissa, sillä jokainen energiayksikkö maksetaan sekä energian että varmistuksen osalta.⁵⁹

Yhteiskäytön hinnoittelussa on toimialalla pyrkimyksiä siirtyä ns. parametrilaskennasta tuotteistettuun pakettihinnoitteluun. Pakettihinnoittelussa voidaan käyttää läpinäkyvää kiinteää hinnoittelua, jonka myötä vuokraamisen prosessi tehostuu ja tyypillisimmissä tapauksissa hinta laskee.

6.2 Keskeiset havainnot mastorakennuttajien haastatteluista

Suomessa toimivat mastorakennuttajat katsovat, että Suomi on edelläkävijä mastojen ja laitetilojen yhteiskäytön osalta. Verrattuna muuhun Eurooppaan Suomessa on yhteiskäyttöä harjoitettu jo pitkään ja toiminta nähdään normaalina osana mastoliiketoimintaa. Suomessa monista muista maista poiketen, ei myöskään ole havaittu kulttuuria, jossa vuokralaisia ei kilpailullisista syistä päästetä mastoon tai laitetilaan vuokralla, vaikka siihen olisi teknisesti mahdollisuus. Vaikka infraa ei ole aiemmin rakennettu priorisoiden yhteiskäyttöä, on infraa

⁵⁹ Lahtinen, Henri, Elisan matkapuhelinverkon juoksevat kustannukset ja niiden minimointi, 2017

pyrityt jakamaan aina mahdollisuuksien mukaan. Kilpailutoiminta on nähty konkretisoituvan infran sijaan muussa toiminnassa.

Yhteiskäytön prosessi toimii Suomessa masto-omistajien mielestä pääsääntöisesti erinomaisesti. Teleoperaattorien ja mastorakennuttajien välinen kanssakäyminen on toimivaa ja asiakastarpeet melko helposti määriteltävissä. Toistaiseksi kaikilla teleoperaattoreilla on edelleen vahva organisatorinen yhteys infrayhtiöön, joka edesauttaa yhteiskäytön edistämistä. Osa suurimmista tower-yhtiöistä edelleen hyödyntää teleoperaattorin järjestelmiä ja prosesseja, joten yhteistoiminnan harjoittaminen on luonnollisestikin helppoa siltä osin.

Pieniä kehityskohteita nähtiin kuituverkon rakentamisen läpinäkyvyydessä. Lisäksi mastorakennuttajille eduksi olisi teleoperaattoriasiakkaiden tarpeiden kartoitus etupainotteisesti. Nykyisellään saatavuuskyselyitä tai tarveilmoituksia tehdään vastaamaan sen hetkiseen tilanteeseen, eikä ennakoidusti tulevaisuuteen.

Mastomarkkinan nähdään olevan monin tavoin murroksessa ja erityisesti tower-yhtiöiden tulo markkinalle muuttaa hiljalleen kilpailuasetelmia ja markkinan dynamiikkaa. Mastoliiketoiminta on alettu laajamittaisesti nähdä nimenomaan liiketoimintana, teleoperaattoreiden harjoittaman tukitoimintojen sijaan. Tämä tarkoittaa toiminnan tehostumista kaikilla osa-alueilla. Yksi esimerkki tästä on toimialalle saadut nimenomaan mastoliiketoimintaa tukevat tietojärjestelmät, joita hankintaan nimenomaan yhteiskäytön tehokkaaseen edistämiseen. Toimijat pyrkivät enemmässä määrin myös tuotteistamaan palveluita ja sen kautta yksinkertaistamaan palveluprosesseja sekä hinnoittelumalleja.

Mastorakennuttajien kesken on jonkin verran eriäviä mielipiteitä yhteiskäytön hinnoittelun nykytilasta ja tulevasta kehityksestä. Korkea inflaatio ja kohonneet rakentamisen kustannukset on havaittu toimialalla ja näillä tekijöillä on ollut jo vaikutusta myös yhteiskäytön hinnoitteluun. Erityisesti sähkön kohonnut hinta on näkynyt vuokralaisille sähkön korkeampana hinnoitteluna, jopa siinä määrin että siitä on muodostunut yhteiskäyttöä rajoittava tekijä. Yhteiskäytön hinnat eivät kuitenkaan noudattele kustannustason nousua kauttaaltaan ja sähköä lukuun ottamatta hintataso markkinalla on ollut kohtalaisen vakaa.

Inflaation lisäksi osa markkinan toimijoista näkee yhteiskäytön hinnoittelussa tulevaisuuden tarpeen yleiselle hintatason korotukselle, jolla varmistetaan tulevaisuudessa lisääntyvien investointien läpivienti. Osa toimijoista ei näe hintojen korotukselle merkittäviä tarpeita, ilmeisiä inflaatioeriä lukuunottamatta. Yksittäisten suurten toimijoiden potentiaalisilla hinnan korotuksilla uskotaan olevan lumipalloefektin omaisesti vaikutus koko toimialan hinnoitteluun.

6.3 Keskeiset havainnot matkaviestinoperaattorien haastatteluista

Matkaviestinoperaattorien näkemyksen mukaan yhteiskäytön prosessi toimii Suomessa hyvin ja toiminta on vakiintunutta. Vaikka matkaviestinoperaattorien ja mastorakennuttajien ero on toistaiseksi melko häilyvä, tower-yhtiöiden mukaantulo markkinalle on vaikeuttanut jonkin verran yhteiskäytön ehdoista sopimista. Puhtaasti teleoperaattorien hallinnoimassa markkinassa tilanne nähtiin vakaampana ja toimijoiden samanlainen agenda vakautti hintatasoa ja toimintaa yleisesti. Osa toimijoista katsoo, että mikäli tower-yhtiöt jatkavat matkaviestinoperaattorinomistuksesta irtaantumista, saattaa se vaikuttaa yhteiskäytön vuokraushintoihin ja edelleen vaikeuttavan sopimusehdoista sopimista. Mahdollisten hinnannousujen uskotaan kuitenkin olevan inkrementaalisia.

Vaikka toimintatavat ja tietojärjestelmät eroavat toimijasta riippuen hieman, on yhteiskäyttöprosessi vakiintunut ja toimiva. Toimintaa on harjoitettu jo pidemmän aikaa ja markkina sen osalta alkaa kypsyä. Mastorakennuttajien tapaan myös

matkaviestinoperaattorien tahtotila on yksinkertaistaa toimintaa ja hinnoittelua pidemmälle tuotteistettujen palvelujen kautta.

Ongelmia yhteiskäytön prosessissa tuottavat lähinnä saatavuuskyselyiden perusteella tehtävien investointien läpivientiajat. Esimerkiksi tehontarpeen kasvaessa voimalaitteisiin tarvittavia päivityksiä joudutaan saatavuusongelmien takia odottamaan mahdollisesti useita kuukausia, joka viivästyttää mahdollisesti pientenkin päivitysten tekoa. Laajamittaisen 5G:n käyttöönoton ja siitä johtuvan jatkuvan investointitarpeen johdosta vuokralaisten toivomia päivityksiä ei välttämättä priorisoida ensisijaisesti, joka saattaa aiheuttaa pitkiäkin viiveitä toimitusaikoihin.

Sähköenergian hinnoittelu osana yhteiskäyttöä on aiheuttanut hankaluuksia toimialalla vuoden 2022 aikana. Sähkön hinnan nousu on nostanut laittilojen omistajien kustannuksia, joka on siirtynyt vuokrahintoihin sähkökomponentin osalta. Joidenkin laittilojen omistajien sähköenergian hinnoittelu nähdään jo kohtuuttomana ja hinnoittelu onkin vähentänyt yhteistyöhalukkuutta matkaviestinoperaattorien keskuudessa näiden toimijoiden kohdalla. Toimijoiden kesken on myös erilaisia arvioita siitä, kuinka kustannusperusteisia hintoihin tehdyt korotukset todellisuudessa ovat. Sähkön hinnan odotetaan kuitenkin tasoittuvan kuluvan vuoden aikana, joka todennäköisesti helpottaa tilannetta myös yhteiskäytön hinnoittelun osalta. Osa toimijoista kuitenkin katsoo, että energian hinnoitteluun tulisi saada tulevaisuudessa jonkinlainen hintoja säätelevä mekanismi sähköenergian osalta.

Useissa tapauksissa sähköenergian ostamiseksi ei laittilan vuokralaisella ole vaihtoehtoja, vaan sähköenergia on ostettava laittilan omistajalta. Tällöin mahdolliset laittilan omistajan epäedulliset sähkö sopimukset aiheuttavat kerrannaisvaikutuksia vuokralaisille. Osa toimijoista katsoo, että kustannustehokkaampaa usein olisi investoida omaan voimalaitteistoon ja maksaa sähköstä omien sopimusten mukaan. Laittilojen omistajilla saattaa kuitenkin olla omia taloudellisia intressejä ja niiden myötä halu hyödyntää omaa voimalaitteistoa.

Osa toimijoista katsoo yhteiskäytön hintatason olevan nykyisellään kohtuullinen, kun sähköenergia jätetään huomiotta. Osa toimijoista kokee, että yleinen hintataso mastomarkkinalla on korkea ja kustannustehokkuuden sekä loppuasiakashintojen ylläpitämiseksi hintatasoa olisi syytä madaltaa.

