

omnitele

Selvitys matkaviestinverkkojen kapasiteetin riittävydestä ja vaadittavista lisäinvestoinneista tv-katselun enimmäishetkinä

Liikenne- ja viestintävirasto Traficom

Versio 1.0

14.04.2022

Omnitele on Liikenne- ja viestintävirasto Traficomın toimeksiannosta selvittänyt matkaviestinverkoissa vaadittavia investointeja tilanteessa, jossa television jakelu maanpäällisessä antenni-tv-verkossa mahdollisesti siirtyisi laajakaistaverkkoihin vuoden 2027 jälkeen.

Selvityksessä keskitytään lähinnä muutoksen teknis-taloudellisiin edellytyksiin ja vaikutuksiin. Kokonaisuus on kuitenkin moniulotteinen ja selvitys ei ota kantaa siihen, pitäisikö laajakaistajakeluun siirtyä vai ei. Selvityksessä ei vertailla eri jakelutekniikoiden paremmuutta vaan siinä käsitellään investointitarpeita matkaviestinverkkoihin, jos antenni-tv-jakelua siirtyisi niihin.

Tämä selvitys on vain osa isompaa kokonaisuutta ja muitakin selvityksiä tarvitaan tulevaisuuden TV-jakelua pohdittaessa. Selvityksen johtopäätökset ja muut esitetyt asiat eivät ole Traficomın kanta ja mitään päätöksiä mahdollisista televisionjakeluun liittyvistä toimenpiteistä tai muutoksista ei ole tehty.



Sisällysluettelo

Tiivistelmä	4
1 Johdanto	10
2 Television jakelukanavat	11
2.1 Antenni- ja kaapelijakelu	11
2.2 Uudet jakelumuodot	12
2.3 Mahdollinen siirtymä koskee vain antennitalouksia	14
2.3.1 Antenni- vs. kaapelitaloudet	14
2.3.2 Antennijakelusta laajakaistaan	15
2.4 Keskiössä on television peruspalvelun säilyttäminen	16
3 Kohdealueen määrittely	17
3.1 Riittävän nopea laajakaista	17
3.2 Laajakaistan saatavuus ja käyttö tällä hetkellä	18
3.2.1 Kiinteän laajakaistan saatavuus	18
3.2.2 Kiinteän laajakaistan käyttö	19
3.3 Kiinteän laajakaistan saatavuuden ja käytön odotettu kehitys	22
3.3.1 Keskustat	23
3.3.2 Taajamat	24
3.3.3 Haja-asutusalueet	28
3.3.4 Vapaa-ajan asunnot	31
3.4 Yhteenvedo kiinteän verkon saatavuuden ja liittymämäärän kehityksestä 2022–27	31
4 Matkaviestinverkkoihin siirtyvä liikenne	33
4.1 Television katseluhuiput	33
4.2 Katseluhuipun valinta mitoitukseen	35
4.3 Kuvan laaduksi HD & UHD	36
4.4 Pakkausmenetelmien kehitys	36
4.5 Erialaisten jakelukanavien käyttö yleistyy	37
5 Matkaviestinverkkojen kehitys	39
5.1 Matkaviestinverkkojen nykytila	39
5.1.1 Verkkojen saatavuus	39
5.1.2 Matkaviestinverkoissa käytettävät taajuusalueet	40
5.1.3 Arvio matkaviestinverkkojen kapasiteetista	42
5.2 Matkaviestinverkkojen kehitys vuoteen 2027 mennessä	44
5.2.1 Matkaviestinverkkojen liikennemäärien kehitys	44
5.2.2 Matkaviestinverkon laajennusten kustannusarviot	46
5.2.3 Kokonaisinvestoinnit kasvavan liikenteen takia	48



6	Matkaviestinverkoissa vaadittavat lisäinvestoinnit.....	51
6.1	Arvioidut skenaariot:.....	51
6.2	Markkinaehtoisesti rakentuvan kapasiteetin riittävyys	52
6.3	Vaadittavat lisäinvestoinnit: 530 tuhatta kotitaloutta ilman kiinteää laajakaistaliittymää vuonna 2027	55
6.4	Vaadittavat lisäinvestoinnit: 230 tuhatta kotitaloutta, joissa kiinteä laajakaista ei ole saatavilla vuonna 2027	58
6.5	Vaadittavat lisäinvestoinnit vapaa-ajan asuntoja varten	59
6.6	Yhteenveto matkaviestinverkoissa vaadittavista investoinneista.....	60
7	Vastaanotossa vaadittavat muutokset	65
7.1	Kiinteistöjen sisäverkot.....	65
7.1.1	Kerros- ja rivitalot	65
7.1.2	Omakotitalot	66
7.2	Vaadittavat liittymät ja tilit.....	66
7.2.1	Laajakaistaliittymät	66
7.2.2	Kaapeli- ja IPTV-liittymät	66
7.2.3	Mobiiliverkon liittymät	68
7.2.4	Vaatimus käyttäjätulistä.....	68
7.3	Päätelaitteet	69
7.4	Muutos television käyttötavoissa ja käyttökokemuksessa	69
7.5	Yhteenveto vaihtoehtoista	70
	Liite: tarkempi kuvaus lisäinvestointitarpeen arviosta	72



Tiivistelmä

Omnitele on Liikenne- ja viestintävirasto Traficomien toimeksiannosta selvittänyt matkaviestinverkoissa vaadittavia investointeja tilanteessa, jossa television jakelu maanpäällisessä antenni-tv-verkossa mahdollisesti siirtyisi laajakaistaverkkoihin vuoden 2027 jälkeen. Antenni-tv-verkossa olevista talouksista matkaviestinverkkoihin siirtyisivät kaikki ne, joilla ei ole tarkoitukseen sopivaa kiinteää laajakaistaa käytössään. Kaapeli-tv-verkossa olevia talouksia antenni-tv-jakelun mahdollinen päätyminen ei käytännössä koskisi lainkaan.

Omnitele lähestyy asiaa neutraalisti. Emme esitä arvoväittämiä eri vaihtoehtojen paremmuudesta tai siitä, tulisiko antenniverkosta siirtyä laajakaistajakeluun vai ei. Lähtökohtamme on korostetun teknis-taloudellinen. Asian yhteiskunnallisiin ulottuvuuksiin emme ota kantaa lainkaan. Kokonaisuus on moniulotteinen, mutta tässä keskitytään lähinnä muutoksen teknisiin ja taloudellisiin edellytyksiin. Television ja sen jakelun tulevaisuus ovat kuitenkin ajankohtaisia teemoja, ja tätä selvitystä voidaan pitää avauksena kiinnostavaan ja tärkeään keskusteluun.

Selvityksen tavoite

Suosituimmat televisio-ohjelmat keräävät ajoittain jopa lähes kaksi miljoonaa katsojaa, kaikilla kanavilla yhteensä voi huippuhetkillä olla jopa lähemmäksi 2,5 miljoonaa yhtäaikaista katsojaa ja television äärellä vietetään keskimäärin 3,5 tuntia päivässä. Television merkitys on kuitenkin merkittävästi monipuolistunut niin kulutustapojen, päätelaitteiden kuin jakelutapojenkin suhteen. Erityisesti Internetin yli tapahtuva jakelu on muuttanut television luonnetta ja antanut katsojille aikaisempaa paremmat mahdollisuudet valita katsomansa sisältö, katsomisen ajankohta ja palvelun tekninen laatu omien mahdollisuuksien ja mieltymysten mukaan. Laajakaistaverkot tarjoavat selvästi monipuolisemmat mahdollisuudet kuin perinteiset joukkoviestintäverkot, kaapelitelevisio ja maanpäällinen antenniverkko. Toisaalta mikään laajakaistaverkko ei tällä hetkellä ole läheskään yhtä kattava kuin kattavimmat antenniverkot. Television tulevia jakeluratkaisuja pohdittaessa on siten otettava kantaa mm. vaihtoehtojen jakeluverkkojen odotettuun kehitykseen ja niiden suhteelliseen kustannustehokkuuteen tulevaisuuden television jakelussa. Eniten paineita kohdistuu antenniverkkoon.

Tässä selvityksessä arvioidaan mahdollisuuksia siirtää television antenniverkon jakelu laajakaistaverkkoihin vuoden 2027 alussa. Siirtymä tapahtuisi sekä kiinteään että langattomaan laajakaistaverkkoon niin, että jos taloudessa on jo valmiiksi käytössään riittävän nopea kiinteä laajakaistayhteys vuoden 2027 alussa, television vastaanotto siirtyisi antennista kiinteän verkon liittymään. Jos taas tällaista kiinteää liittymää ei joko ole saatavilla tai se ei ole käytössä, talouden televisiovastaanotto siirtyisi antennista mobiiliverkon laajakaistaan. Tältä osin tulee arvioida, kuinka paljon mobiiliverkkoihin olisi investoitava lisää, jotta siirtymä antennista mobiiliverkkoihin olisi mahdollinen. Verkojen lisäksi arvioidaan, minkälaisia muutoksia siirtyminen antennista laajakaistajakeluun aiheuttaisi kotitalouksien vastaanottolaitteistoissa, vaadittavissa yhteyksissä ja tilauksissa samoin kuin käyttökokemuksessa. Siten selvityksessä on kolme pääteemaa:

- Kiinteän laajakaistaverkon kehityksen arviointi; kuinka kattavasti riittävän nopea kiinteä laajakaista on saatavilla ja käytössä vuoden 2027 alussa
- Kuinka paljon mobiiliverkkoihin on investoitava, jotta kiinteän laajakaistaverkon ulkopuolelle jäävät taloudet voivat siirtää television vastaanoton antennista mobiiliverkkoon
- Vaadittavat muutokset television vastaanoton laitteissa ja käytännöissä kotitalouksissa

Pääteemojen arvioinnissa otetaan muiden tekijöiden ohella huomioon tv-kuvan laadun, pakkaustekniikoiden, päätelaitteikannan ja television käyttötapojen odotettu kehitys.

Keskeiset tulokset

Mikäli antenni-tv-jakelu loppuisi ja antennitalouksissa siirryttäisiin TV-vastaanotossa kokonaan laajakaistajakeluun, niin se aiheuttaisi merkittävän lisäinvestointitarpeen matkaviestinverkkoihin. Tämä lisäinvestointitarve kohdistuu pääosin haja-asutusalueille, joissa kiinteää laajakaistaa ei ole saatavilla ja jonne markkinaehtoisesti ei arvioida rakentuvan riittävää matkaviestinverkon kapasiteettia. Koska haja-asutusalueilla vaadittavat lisäinvestoinnit koostuvat suurelta osin uusien tukiasemien rakentamisesta, myös tukiasemaverkon ylläpitokustannukset kasvavat.



Vuoden 2027 alussa on arviolta 530 000 kotitaloutta, joissa ei ole kaapeli-tv-liittymää tai riittävän nopeaa kiinteää laajakaistaa käytössä. Jos antenni-tv-lähetyksestä siirryttäisiin laajakaistajakeluun, niin nämä kotitaloudet jäisivät matkaviestinverkkojen laajakaistapalvelun varaan. TV-katselun enimmäishetkiä varten näiden kotitalouksien tv-katselun mahdollistamiseksi vaadittaisiin arviolta noin 130 miljoonan euron lisäinvestointia matkaviestinverkkoihin. Jos niissä kotitalouksissa, joissa riittävän nopea kiinteä laajakaista on liittymismaksua vastaan saatavilla vuoteen 2027 mennessä, otetaan kiinteä laajakaista käyttöön, matkaviestinverkkoihin vaadittaisiin myös vähemmän lisäinvestointeja, arviolta yhteensä noin 75 miljoonaa euroa.

Matkaviestinverkoissa vaadittavat lisäinvestoinnit tv-katselua varten (HD-laadulla)	Kiinteä laajakaista ei saatavilla	Kiinteä laajakaista ei käytössä	Kiinteä laajakaista ei käytössä + Vapaa-ajan asunnot
Kotitaloudet matkaviestinverkkoon	230 000	530 000	530 000 + 500 000
Lisäinvestointitarve, milj. euroa	75	130	270 (+140)
Lisäylläpitokustannus, milj. euroa vuodessa	+4,5	+12	+30 (+18)

Osa kotitalouksien tv-katselusta siirtyy vapaa-ajan asuntoihin esimerkiksi lomakausina ja näinä aikoina tv-katselukysyntä keskittyy entistä enemmän haja-asutusalueille. TV-katselun mahdollistamiseksi myös vapaa-ajan asunnoissa enimmäiskatseluhetkillä, vaadittaisiin matkaviestinverkoissa arviolta yhteensä noin 270 miljoonan euron lisäinvestointeja.

Jakelutekniikan muutos

Toisin kuin antennijakelussa, jossa tarvittava kapasiteetti riippuu siitä, kuinka monta eri kanavaa verkossa jaetaan, laajakaistajakelussa kapasiteetin tarve riippuu siitä, kuinka monta yksittäistä laitetta tv-sisältöjä kullakin hetkellä vastaanottaa. Tässä selvityksessä tarkastellaan laajakaistajakelua vain ns. unicast-tekniikalla, jossa jokaiselle laitteelle jaetaan oma lähete ja siten jokaista laitetta varten tarvitaan myös riittävä kapasiteetti jakeluverkoissa. Nykyinen antenniverkon jakelu on toteutettu broadcast-tekniikalla, jossa jokainen päätelaite vastaanottaa samaa lähetettä. Antennijakelu ei siten ole riippuvainen katsojien määrästä, ja enimmäiskatseluhetkinä sama tv-sisältö pystytään jakamaan tehokkaasti kaikille verkon peittoalueen katsojille. Laajakaistakapasiteetin tarve enimmäiskatseluhetkinä on suoraan katsojamäärästä riippuvainen. Toisin sanoen broadcast-tekniikan kapasiteettitarve riippuu tarjonnan laajuudesta, kun taas unicast-tekniikan kapasiteettitarve on suoraan verrannollinen kysynnän määrään.

Vuonna 2027 kiinteissä laajakaistaverkoissa kapasiteettia on arvion mukaan riittävästi korkealaatuiselle tv-sisällölle, koska tuolloin käytössä olevat kiinteät verkot ovat käytännössä kuituverkkoja. Verkoissa on tilaa kasvavalle liikenteelle. Sen sijaan matkaviestinverkoissa rakennettava kapasiteetti tyypillisesti mitoitetaan tarpeen mukaan, eikä ylimääräistä kapasiteettia juuri rakenneta ennakoon. Toisin sanoen, lisäliikenne, joka matkaviestinverkkoihin tulisi antennijakelun loppuessa, vaatisi laajamittaista lisäkapasiteetin rakentamista.

Antennijakelun matkaviestinverkkoihin siirtämisen kannalta tärkeää olisi ymmärtää todellinen TV-katselukysyntä eri alueilla. Nykyisessä antenniverkossa ei yksisuuntaisen jakelutekniikan vuoksi tämänkaltaista tietoa ole saatavilla. Matkaviestinverkoissa todellinen kysyntä selvinnee vasta kun katselu siirtyisi matkaviestinverkkoihin, mikä tarkoittaa käytännössä sitä, että palvelun saatavuutta ei voida matkaviestinverkoissa mitoittaa tarkasti etukäteen. Käytännössä myös todellisen kysynnän vaihtelu erilaisien ja eriaikaisten enimmäiskatseluhetkien aikana voi olla alueellisesti suurta, minkä takia kapasiteetin täydennysrakentamista jouduttaneen suunnittelemaan ja toteuttamaan jatkuvasti matkaviestinverkoissa. Tässä selvityksessä onkin arvioitu matkaviestinverkon lisäinvestointien tarvetta lähtökohtaisesti usein toistuville enimmäiskatseluhetkille, olettaen kysynnän jakautuvan tasaisesti väestön jakauman mukaan.

Koska tv-katselukysyntää ei voida ennustaa tarkasti etukäteen ja matkaviestinverkoissa palvelun vaatima lisäkapasiteetti riippuu kysynnän määrästä, ei tv-palvelun saatavuutta voida käytännössä taata samalla tavalla kuin antenni-tv-verkossa.

Kiinteiden laajakaistayhteyksien saatavuuden ja käytön kehitys

Kaupungeissa ja keskustoissa kiinteän verkon saatavuus on hyvällä tolalla. Kuiturakentaminen on kerrostalokohteissa erittäin tehokasta, liittymiä on kattavasti saatavilla ja laajasti myös käytössä. Television



jakelun kannalta vielä uusia kuituverkkojakin tärkeämpi tekijä on kuitenkin kaapeliverkko. Valtaosa keskustakohteiden talouksista on kytketty kaapeliverkkoon, ja antennijakelun mahdollinen päätyminen ei näitä talouksia edes kosketa. Nämä taloudet voivat jatkaa television katselua, kuten ennenkin. Kuiturakentamisen eteneminen kuitenkin parantaa talouksien mahdollisuuksia vastaanottaa televisiolähetyskäytännöllä eri tavalla ja varmistaa, että myös uudenlaiset laajakaistan mukanaan tuomat kulutusmahdollisuudet ovat käytettävissä. Itse asiassa kuiturakentamisen myötä kaapeli- ja laajakaistaverkot ovat lähentyneet toisiaan niin, että eroa ei välttämättä edes huomaa. Tämän tarkastelun kannalta molemmat joka tapauksessa ovat kehittyneet hyvin suotuisasti: antennijakelun mahdollinen päätyminen ei näillä alueilla aiheuta mitään merkittäviä haasteita.

Suurten keskustojen ulkopuolella erityisesti kaupunkien kehysalueilla ja taajamissa kiinteiden laajakaistaverkkojen kehitys on juuri tällä hetkellä dynamisessa vaiheessa. Teknologiamurros kuparista kuituun on muuttanut toimialaa ja lisännyt kiinteiden laajakaistayhteyksien tarjontaa. Monet entiset paikalliset ja alueelliset teleyhtiöt ovat laajentaneet toimintaansa oman perinteisen alueensa ulkopuolelle ja etsivät aktiivisesti kiinnostavia kuituverkon rakennuskohteita. Alalle on tullut myös kokonaan uusia pääomasijoittajien rahoittamia yrityksiä. Tämä on johtanut jopa ainutlaatuisen kilpailutilanteeseen kuituverkkojen tarjonnassa: samoista talouksista voi kilpailla usea eri yhtiö. Toisaalta uusi ja parempi verkkoyhteys myös maksaa, ja verkkojen liittymismaksu on tyypillisesti 1500–2500 euroa. Tämä nostaa kynnystä päästä mukaan uuden verkon palveluihin. Lisäksi vaikuttaa selvältä, että ainakaan tällä tarkastelujaksolla kuituverkoista ei tule samalla tavalla kattavia kuin kupariverkot olivat aikanaan. Ei varsinkaan haja-asutusalueilla. Alalle on tullut useita uusia toimijoita, ja osa vanhoista on laajentanut toimialuettaan, mutta haja-asutusalueiden rakentamista kohtaan kiinnostus on vähäisempää.

Haja-asutusalueiden kuiturakentaminen etenee käytännössä vain julkisen tuen turvin. Se kuitenkin etenee niin, että liittymämäärien voi odottaa yli kaksinkertaistuvan. Antennijakelu palvelee myös vapaa-ajan asuntoja. Ne sijaitsevat useimmiten haja-asutusalueilla ja vielä niidenkin reunoilla, joten niiden osalta ennuste kiinteiden verkkoyhteyksien saamisesta ei ole hyvä. Yksinkertaistaen voidaan olettaa, että vapaa-ajan asunnot jäävät antennijakelun mahdollisesti loppuessa mobiiliverkkojen varaan.

Kiinteiden yhteyksien ulkopuolelle on jäämässä 230 000 taloutta

Tässä tarkastelussa kiinteää laajakaistayhteys tarkoittaa kuitu- ja kaapeliverkkoyhteyksiä. Kaapeliverkko tarkoittaa useimmiten sekä joukkoviestintäverkkoa että laajakaistaverkkoa, mutta olennaisinta on se, että television jakeluun se soveltuu hyvin. Siksi kuitu- ja kaapeliverkkoja voidaan tässä tarkastella yhtenä kokonaisuutena. Kun arvioidaan antenniverkolle vaihtoehtoisten jakeluverkkojen saatavuutta ja odotettua käyttöastetta, noin 230 000 taloutta pääosin taajamissa ja haja-asutusalueilla on jäämässä kiinteän verkon saatavuuden ulkopuolelle. Lisäksi ilman liittymää on arviolta 300 000 taloutta, vaikka kiinteä liittymä olisi liittymismaksua vastaan saatavilla. Tämä vastaa noin puolta nykyisistä antennitalouksista. Seuraavassa taulukossa on yhteenveto odotetusta tilanteesta vuoden 2027 alussa.

Kotitaloudet	Keskustat	Taajamat	Haja-asutusalueet
Riittävän nopeaa kiinteää laajakaistaa ei ole saatavilla	20 000	60 000	150 000
Riittävän nopeaa kiinteää laajakaista on saatavilla, mutta ei ole käytössä	10 000	210 000	80 000
Yhteensä	30 000	270 000	230 000

Taulukon summarivillä on siis huomioitu paitsi ne taloudet, joille kiinteä verkko ei ole saatavilla, myös ne, joille se on saatavilla, mutta jotka eivät ole ottaneet yhteyttä käyttöön. Yhtenä tärkeänä syynä voi olla esimerkiksi verkon liittymismaksu. Kokonaan verkkosaatavuuden ulkopuolelle on jäämässä 230 000 taloutta. Lisäksi käytännössä kaikki vapaa-ajan asunnot. Kun talouksia Suomessa on kuitenkin yhteensä 2,8 miljoonaa, kiinteiden verkkojen saatavuus ja käyttö vuoden 2027 alussa ovat ennusteen mukaan hyvällä tolalla.

Mobiiliverkkojen markkinaehtoinen kehitys vuoteen 2027 mennessä

Matkaviestinverkot kehittynevät lähitulevaisuudessa siten, että 5G-verkko rakennetaan koko maahan ennen vuotta 2027. Tiheään asutuilla alueilla, kuten keskustoissa ja taajamissa, 5G-verkkoja toteutetaan suurelta osin 3,5 GHz:n taajuusalueella, mikä mahdollistaa erittäin nopeat laajakaistayhteydet. Haja-asutusalueilla 5G-verkot rakentunevat pääsääntöisesti matalammilla taajuuksilla, joilla pystytään



tarjoamaan suurempia peittoalueita, mutta merkittävästi hitaampia nopeuksia. Samoin kuin esimerkiksi kuituverkon rakentamisessa, ei asutustiheys haja-asutusalueilla ole riittävä, jotta nopeimmat matkaviestinverkkojen laajakaistayhteydet pystyttäisiin kustannustehokkaasti tuomaan kaikkien saataville.

Matkaviestinverkko-operaattorien arvioidut markkinaehtoiset investoinnit tulevat lisäämään matkaviestinverkkojen kapasiteettia niin tiheään asutuilla alueilla kuin haja-asutusalueillakin. Koska tiheään asutuilla alueilla matkaviestinverkko-operaattorit pystyvät hyödyntämään käytössään olevia matkaviestinverkon taajuuksia paljon laajemmin, 5G-verkkojen rakentaminen kasvattanee kuilua eri alueiden välillä. Keskustoissa ja taajama-alueilla rakennettavat 5G-verkot voivat tarjota keskimäärin jopa noin 400–500 Mbit/s lisäkapasiteetin käyttäjille, mikä voi käytännössä moninkertaistaa käytettävissä olevan kokonaiskapasiteetin verrattuna vain 4G-verkkoihin. Haja-asutusalueilla taas 5G-verkot matalammilla taajuuksilla pystyvät tarjoamaan tyypillisesti keskimäärin vain suuruusluokkaa 20–25 Mbit/s olevan lisäkapasiteetin. Käytännössä korkeampien taajuuksien hyödyntäminen haja-asutusalueilla vaatisi tukiasemaverkoston tihentämisen moninkertaiseksi, mikä ei käytännössä ole mahdollista. Markkinaehtoisesti arvioidaan haja-asutusalueille rakentuvan 5G-peittoa 700 MHz:n taajuusalueella, mikä pääosin noin kaksinkertaistaa laajakaistakapasiteetin haja-asutusalueilla verrattuna vain 4G-verkkoihin.

Arvioidun matkaviestinverkkojen liikenteen kasvun myötä haja-asutusalueilla tarvittaneen myös tukiasemaverkoston laajentamista palvelunlaadun ylläpitämiseksi. Ydinmaaseudulla suuremman kysyntämäärän vuoksi tarvittaneen noin 20 % ja harvaan asutulla maaseudullakin noin 15 % lisää tukiasemia. Tämä tarkoittaisi yhteensä hieman yli 300 uuden tukiaseman tarvetta haja-asutusalueilla, ja yhteensä noin 50 miljoonan euron lisäinvestointia tukiasemaverkoston tihentämiseen, jos tukiasemia rakennetaan kolmen operaattorin yhteiseen käyttöön (tukiasemamastojen rakentamiskustannus jakautuu kolmen operaattorin kesken). Mikäli operaattorit rakentavat omia tukiasemamastojaan haja-asutusalueille, voi kokonaisinvestointi nousta noin 80 miljoonaan. Todennäköistä on, että arvio tukiasemaverkoston tihentämisestä ei tule toteutumaan täysimääräisenä markkinaehtoisesti seuraavan viiden vuoden aikana.

Matkaviestinverkoissa vaadittavat investoinnit tv-katselua varten

Arviot on toteutettu erilaisille alueille Suomessa, arvioiden kustannuksia eri laatuisen kuvan välittämiseksi matkaviestinverkoissa. HD-laatuisen kuvan oletetaan olevan vuoteen 2027 myös antennijakelussa vallitseva. Arviot on lisäksi esitetty myös UHD- ("4K") ja SD-laaduille.

Markkinaehtoisesti rakennettavaksi arvioitu kapasiteetti ei riittäne TV-katselun huippuhetkinä tarjoamaan palvelua kaikkiin matkaviestinverkon varassa oleviin kotitalouksiin.

Selvityksessä on arvioitu matkaviestinverkoissa vaadittavia investointeja enimmäiskatseluhetkinä, kun suuri osa katsojista haluaa sisältöä katsella. Arvioidut matkaviestinverkkojen investointikustannukset perustuvat useaan vuoden 2027 ennusteeseen, joista keskeiset tuloksiin vaikuttavat ennusteet ovat: tv-katselun määrä huippuhetkinä, kuvanpakkaustekniikoiden kehitys ja käyttöönotto sekä verkonrakentamisen yksikköhinnat. Tämän lisäksi tarvittaviin investointeihin vaikuttavat oleellisesti arviot kiinteän laajakaistan liittymä- ja saatavuuskehityksestä. Esitetyt arviot edustavatkin siis suuntaa antavaa investointitarpeen suuruusluokkaa, tässä raportissa esitetyin oletuksin.

Keskeinen tulos arvioitaessa matkaviestinverkkojen kapasiteetin riittävyttä tv-katselun enimmäishetkinä on se, että nykyisin käytössä olevilla taajuuksilla ei pystytä käytännössä mahdollistamaan laajamittaista UHD-laadun saatavuutta haja-asutusalueilla ilman merkittävää tukiasemaverkoston tihentämistä. Arviolta vuoteen 2027 mennessä tulisi haja-asutusalueiden tukiasemaverkkoa tihentää UHD-laadun tarjoamiseksi noin 50–100 %, mikä tarkoittaisi noin 1000–2000 uuden korkean tukiasemamaston rakentamista. Sen lisäksi, että rakentaminen ei ole markkinaehtoisesti kannattavaa, on sen kaltainen rakentamisnopeus myös käytännössä erittäin haastavaa haja-asutusalueilla. Vaikka matkaviestinverkko-operaattorit rakentaisivat näitä tukiasemia yhdessä, kokonaislisäinvestointitarve viikoittain toistuvia enimmäiskatseluhetkiä varten olisi noin 535 miljoonaa euroa. Lisäksi uusien tukiasemien aiheuttama lisäys vuotuisiin ylläpitokustannuksiin olisi yhteensä noin 50–90 miljoonaa euroa vuodessa. Tämä haaste UHD-laadun laajamittaisessa tarjoamisessa matkaviestinverkoissa suurille maantieteellisille alueille ei muuttune olennaisesti vuoden 2027 jälkeenkään.

Jos matkaviestinverkoissa tarvittava lisäkapasiteetti mitoitetaan siten, että viikoittain toistuvina enimmäiskatseluhetkinä palvelu olisi keskimäärin saatavilla valtaosalle katsojista HD-laatuisena, täytyy markkinaehtoisien matkaviestinverkon kehityksen lisäksi investointeja kohdentaa arvion mukaan pääsääntöisesti alueille, joilla ei muutoin olisi taloudellisia perusteita lisäinvestoinneille.



Lisäinvestointiarpeen arviot esitetään tilanteelle, jossa keskimäärin katsojille olisi saatavilla viikoittain toistuvien enimmäiskatseluhetkien HD-laatuista kuvaa. Arvio edustaa siis vähimmäisinvestointiarviota, joka mahdollistaisi tv-katselun HD-laadulla.

Arvion mukaan vuonna 2027 kotitalouksia ilman kiinteää laajakaistaliittymää on yhteensä noin 530 000, jotka antenni-TV-jakelun päättyessä jäisivät matkaviestinverkon laajakaistapalvelun varaan TV-katselussa. HD-laatuisten TV-jakelun mahdollistaminen näille kotitalouksille matkaviestinverkoissa aiheuttaisi arviolta noin 130 miljoonan euron lisäinvestointitarpeen. Uusia tukiasemia tarvittaisiin lähes 400, valtaosin haja-asutusaleille, minkä arvioidaan nostavan matkaviestinverkko-operaattorien vuotuisia ylläpitokustannuksia yhteensä noin 12 miljoonalla eurolla.

Jos kaikki kotitaloudet, joissa kiinteä laajakaista on saatavilla liittymismaksua (1500–2500 euroa) vastaan, siirtyisivät kiinteään laajakaistan liittymäasiakkaisiksi, jäisi matkaviestinverkkojen varaan 230 000 kotitaloutta. Näille kotitalouksille HD-laatuisten palvelun lisäinvestointitarve olisi kokonaisuudessaan arviolta noin 75 miljoonan euron luokkaa.

Kun osa katselusta siirtyy lomakausina vapaa-ajan asuntoihin, tarvitaan tämän kysynnän vuoksi lisäinvestointeja alueille, joilla ei muutoin kysyntää juuri ole. Arvion mukaan HD-laatuisten tv-katselun mahdollistaminen valtaosalle vapaa-ajan asunnoista aiheuttaisi edellä esitettyihin vakituisten kotitalouksien vaatimien lisäinvestointien lisäksi noin 140 miljoonan euron lisäinvestointitarpeen. Vapaa-ajan asuntojen kysyntä on valtaosin kausiluontoista, mutta kapasiteetti-investoinnit pysyviä. Vapaa-ajan asunnot aiheuttaisivat lisäksi merkittävän lisän matkaviestinverkko-operaattorien vuotuisiin ylläpitokustannuksiin uusien vaadittavien tukiasemien takia.

HD-investoinnit 100 % katsojista	Keskusta- alueet	Taajama-alueet	Ydinmaaseutu	Harvaan asuttu maaseutu	Yhteensä
Matkaviestinverkkoihin siirtyvät kotitaloudet, joilla kiinteää laajakaistaa ei ole saatavilla (230 000 kotitaloutta)					
Kotitaloudet	20 000	60 000	55 000	95 000	230 000
Lisäinvestointitarve, milj. euroa			20	55	75
Lisäylläpitokustannus, milj. euroa vuodessa			1	3,5	4,5
Matkaviestinverkkoihin siirtyvät myös ne kotitaloudet, joilla ei ole kiinteää liittymää käytössä (+300 000 kotitaloutta)					
Kotitaloudet	+10 000	+210 000	+75 000	+5 000	+300 000 (530 000)
Lisäinvestointitarve, milj. euroa		+35	+20	+0 (+2,5)	+55 (130)
Lisäylläpitokustannus, milj. euroa vuodessa		+4,5	+2,5	+0,5	+7,5 (12)
Matkaviestinverkkoihin siirtyvät myös vapaa-ajan asunnot (500 000 vapaa-ajan asuntoa)					
Vapaa-ajan asunnot		+140 000	+130 000	+230 000	+500 000 (1 030 000)
Lisäinvestointitarve, milj. euroa		+20	+30	+90	+140 (270)
Lisäylläpitokustannus, milj. euroa vuodessa		+2,5	+4	+11,5	+18 (30)

Taulukkoon on koottu arviot lisäinvestointitarpeen suuruusluokasta HD-laatuisten tv-katselun mahdollistamiseksi eri alueilla. Haja-asutusalueet on jaettu kahteen alakategoriaan, ydinmaaseutuun ja harvaan asuttuun maaseutuun. Kaikissa arvioissa oletetaan, että uusien tukiasemien rakentaminen tapahtuu matkaviestinverkko-operaattorien yhteistyössä siten, että mastorakentamisen kokonaiskustannukset jakautuvat operaattorien kesken. Lisäinvestointitarvearvio olettaa, että haja-asutusalueilla rakennetaan markkinaehtoisesti jo noin 300 uutta tukiasemaa. Mikäli tukiasemaverkon markkinaehtoinen



tihentäminen ei toteudu täysimääräisenä, tarkoittaa se sitä, että edellä esitettyihin lisäinvestointitarvearvioihin on laskettava lisäksi noin 0–50 miljoonaa.

Koska tv-katselukysynnän tarkka tunnistaminen on etukäteen käytännössä mahdotonta, voidaan mahdollisen siirtymän aikana joutua usein tilanteeseen, missä laajoilla alueilla palvelun saatavuudessa esiintyy merkittäviä saatavuusongelmia. Siksi siirtymän aikana olisi huolehdittava siitä, että kotitalouksissa on mahdollista myös palata vanhaan vastaanottoon, jos enimmäiskatseluhetkinä palvelua ei ole saatavilla. Näissä tapauksissa matkaviestinverkko-operaattorit eivät välttämättä pysty lyhyessä ajassa tarjoamaan saatavuusongelma-alueilla tarvittavaa lisäkapasiteettia, koska se saattaa pahimmillaan vaatia uuden tukiasemapaikan tunnistamisen, lupien hankinnan ja rakentamisen, mikä saattaa kestää useita kuukausia.

Kotitalouksien vastaanotossa vaadittavat muutokset

Edellä on käsitelty siirtymää laajakaistaverkkoihin liittymien saatavuuden näkökulmasta. Asia on kuitenkin moniulotteisempi, liittymä yksin ei riitä. Ensinnäkin laajakaistayhteys on saatava kytketyksi televisioon. Tämä asettaa vaatimuksia kiinteistöjen sisäverkoille. Ne eivät useinkaan ole ajantasaisia edes taloyhtiöissä ja vielä harvemmin pientaloissa. Taloyhtiöissä puutteita kompensoi usein sisäverkossa oleva koaksiaaliverkko (kaapeli-tv-verkko) ja lisäksi ainakin kohtuullisessa kunnossa oleva puhelinsisäjohtoverkko, joka mahdollistaa myös nopean laajakaistan. Pientaloissa nopein ratkaisu on useimmiten rakentaa langaton sisäverkko, joka kuitenkin edellyttää laiteinvestointeja. Jos laajakaistayhteys on mobiiliverkosta, usein voi olla tarpeen asentaa vastaanottoantenni ulos. Operaattorit myyvät tällaisia ratkaisuja, ja niiden hinta on noin 500 euroa.

Laajakaistayhteys ei automaattisesti takaa vastaavaa televisiopalvelua kuin mihin taloudessa on antennivastaanotossa totuttu. Jos talous haluaa varmistaa totutun kanavamuotoisen television myös laajakaistaverkossa, on laajakaistayhteyden lisäksi hankittava myös erillinen tv-palvelu. Osa operaattoreista tarjoaa kuituverkossa kaapelitelevisiopalvelua, joka maksaa tyypillisesti 8–10 euroa kuukaudessa. Toinen vaihtoehto on IPTV, jonka hinta on palvelun tasosta riippuen yleensä 10–25 euroa kuukaudessa. Kaapeli-tv on yleensä halvempi, ja sen voi ajatella säilyttävän totutun tv-kokemuksen parhaiten ennallaan. IPTV on kalliimpi, mutta tarjoaa myös laajemmin lisäpalveluja ja sen mukana tulevan sovitinlaitteen avulla voi kompensoida itse televisiossa mahdollisesti olevia rajoitteita. Pelkän laajakaistan avulla voi katsoa paljolti samaa sisältöä, mutta erilaisessa muodossa. Esimerkiksi pääkanavien ohjelmat ovat kattavasti saatavilla Yle Arenassa, Mtv-palvelussa ja Ruutu-palvelussa. Näihin palveluihin liittyy tosin vaatimus käyttäjätulistä; palveluihin on kirjauduttava ja siten tehtävä itsensä näkyväksi. Lisäksi käyttökokemus eroaa perinteisestä kanavamallisesta tv-katselusta, kun kanava tai sen sisältö on käytössä palvelusovelluksen kautta. Johtopäätöksenä voi todeta, että oikeastaan kaikki vaihtoehdot vaativat katsojalta usein joitakin uusia hankintoja tai ainakin vähän enemmän aktiivisuutta kuin perinteisen antennijakelun vastaanotossa. Toisaalta on huomattava myös, että laajakaistan yli käytettävät palvelut yleistyvät joka tapauksessa riippumatta siitä, miten antennijakelun jatkosta mahdollisesti päätetään.

Television tulevaisuus

Televisio on koko kansan palvelu, ja siten suhtautuminen antennijakelun mahdolliseen päättymiseen ja sen mukanaan tuomiin muutoksiin varmasti vaihtelee merkittävästi. Osalle tavanomainen kanavamuotoinen televisio on jo tällä hetkellä lähes vailla merkitystä, mutta suurelle osalle se on keskeisin osa televisiota niin, että uudet palvelut ovat korkeintaan täydentävässä roolissa. Monet katsojat pysyvät mieluummin varmassa ja tutussa palvelussa kuin siirtyvät uuteen ja vähemmän tuttuun, vaikka sen voisikin odottaa olevan parempi. Passiivisessa sohvakatselussa, jossa antaudutaan tarjonnan määrätelmän sisällön vietäväksi, on puolensa.

Tässä tarkastelussa on pohdittu mahdollisuuksia siirtää nykyinen televisio laajakaistaverkkoihin. Televisiopalvelujen tulevaa luonnetta voisi arvioida merkittävästi enemmänkin ja avoimemmista lähtökohdista. Voisi olla perusteltua esimerkiksi pohtia, onko lineaarinen tai kanavamuotoinen televisio ylipäättään relevantti tapa kuluttaa mediasisältöjä enää viiden vuoden päästä, tai missä laajuudessa sille on kysyntää. Ehkä televisio muuttuu osaksi Internet-palveluja, joita kukin käyttää saatavillaan olevilla välineillä tilanteen mukaan. Tämä muuttaisi myös pohdintaa vaihtoehtoisten jakeluverkkojen roolista. Television tulevaisuuden pohtiminen on kuitenkin hyvin laaja ja moniulotteinen aihe. Tämä selvitys tuo keskusteluun oman panoksensa teknisestä ja taloudellisesta näkökulmasta.



1 Johdanto

Tässä selvityksessä Omnitele arvioi Traficomien toimeksiannosta mahdollisuuksia siirtyä television antennijakelusta kiinteään ja mobiiliin laajakaistaan vuoden 2027 alussa. Ajankohdan valinta on teknisluonteinen, ja perustuu siihen, että nykyiset maanpäällisen television verkkotoimiluvat päättyvät tuolloin. Asia on kuitenkin ajankohtainen monella tavalla, sillä television vastaanotto ja televisiopalvelujen kulutus ovat kehittyneet merkittävästi monipuolisemmiksi viime vuosien aikana. Nykyään ”televisio” tarkoittaa eri ihmisille eri asiaa niin jakelutavan, sisältöjen, päätelaiteiden kuin käyttötapojenkin perusteella. Television katsomisen sijaan oikeampi termi olisi usein mediapalvelujen kulutus. Laajakaistaverkossa välitettävät palvelut ovat jo nyt merkittävä osa median kulutusta ja siksi on ajankohtaista arvioida mahdollisuuksia siirtyä kokonaan laajakaistaverkkoihin. Selvityksessä arvioidaan siirtymän edellytyksiä: missä määrin ja millä alueilla talouksilla on mahdollisuus siirtyä laajakaistajakeluun ja kuinka paljon verkkoihin olisi investoitava, jotta mahdollisuus tulisi kaikkien ulottuville.

Maanpäällinen jakeluverkko edustaa perinteistä televisiota, jossa lähetetään televisioyhtiöiden kanavamuotoisia ohjelmakokonaisuuksia yksisuuntaisesti massajakeluna. Maanpäällistä jakeluverkkoa voidaan pitää poikkeuksellisen kattavana ja kuluttajille helppona palveluna. Hieman yksinkertaistaen sitä kautta television peruspalvelut ovat saatavilla kaikille talouksille yksinkertaisella antenniratkaisulla ilman kuukausimaksuja tai sopimuksia. Toisaalta taas huomattava enemmistö talouksista on jo nyt kytkettynä kaapeliverkkoon ja heille antenniverkko ei käytännössä ole vaihtoehto. Kaapelissa on myös laajempi sisältötarjonta. Laajakaistaverkoissa tarjonta on paitsi laajaa, myös kaksisuuntaista, mikä antaa käyttäjille laajemmat mahdollisuudet valita kuluttamansa sisällöt, katsoa sisältöjä haluamanaan aikana ja käyttää erilaisia päätelaitteita, kuten tietokoneita, kännyköitä ja tabletteja perinteisen television sijaan tai lisäksi. Kuituyhteyksiä on käytössä yli miljoonassa taloudessa ja mobiililaajakaista kehittyä voimakkaasti.

Sohvakatselun rinnalle on tullut useita uusia tapoja kuluttaa mediaa. Näihin uusiin tapoihin antenniverkon on vaikea vastata, ja siksi antenniverkon rooli lähes väistämättä kapenee tulevaisuudessa. Mutta missä määrin se kapenee, ja mitä edellytyksiä laajakaistaverkoilla on tavoittaa samalla tavalla kaikki taloudet? Nämä ovat selvityksen keskeisiä kysymyksiä. Ilman tarkempaa analyysiäkin on kuitenkin selvää, että mahdollinen siirtymä koskettaa eniten haja-asutusalueita ja muita pientaloalueita.

Omnitele lähestyy asiaa neutraalisti. Emme esitä arvoväittämiä eri vaihtoehtojen paremmuudesta tai siitä, tulisiko antenniverkosta siirtyä laajakaistajakeluun vai ei. Lähtökohtamme on korostetun teknis-taloudellinen. Ensimmäisessä arvioimme, kuinka suurella osalla kotitalouksista on käytössään riittävän nopea kiinteä laajakaista vuoden 2027 alussa. Ne taloudet, joilla tällainen liittymä on, siirtyvät antenniverkosta laajakaistaan, jos antennijakelu päättyy. Selvityksen varsinaisen kohderyhmän muodostavat ne taloudet, joilla ei odoteta riittävän nopeaa kiinteää laajakaistaa olevan vuoden 2027 alussa. Näiden talouksien odotetaan siirtyvän mobiiliverkkoon. Tällöin mobiiliverkkojen liikennekuorma kasvaa, ja arvioimme, kuinka paljon verkkoihin on investoitava lisää, jotta lisääntyvä liikenne saadaan verkoissa välitettyä. Mobiililaajakaista on sekä viimeinen vaihtoehto että joustokohta: jos normaali markkinakehitys ei riittäviä mobiiliyhteyksiä takaa, arvioimme, kuinka paljon verkkoihin on investoitava.

Median kulutus on murroksessa ja siksi kehityksen ennustaminen edes viiden vuoden päähän on vaikeaa. Tuomme ennustamiseen eniten omaa panosta verkkojen kehityksen ja vaadittavien investointien arvioinnissa. Vastaavasti esimerkiksi kulutuskäyttäytymisen kehityksen arvioinnissa ja yleensä televisiopalvelujen tulevan luonteen arvioinnissa pitäydymme yleisellä tasolla ja nojaamme ulkopuolisiin lähteisiin. Asian yhteiskunnallisiin ulottuvuuksiin emme ota kantaa lainkaan. Viiden vuoden päästä televisio on varmasti eri palvelu kuin tänään; tämä selvitys tuo oman panoksensa ajankohtaiseen asiaan.



2 Television jakelukanavat

Television merkitys on merkittävästi monipuolistunut erityisesti teknologisen kehityksen ansiosta. Perinteinen lineaarinen ja ohjelmakaavion mukainen televisio on edelleen tärkeä, mutta sen rinnalla yhä tärkeämmiksi ovat tulleet erilaiset suoratoistopalvelut ja ohjelmakirjastot, joista voi katsoa haluamiaan ohjelmia haluamaansa aikaan. Tällaisia palveluja tarjoavat sekä perinteiset tv-yhtiöt että uudet toimijat, mutta olennaista on, että palvelut välitetään Internetissä ja siksi myös päätelaitteiden ja kulutustapojen kirjo on suurempi.

Tässä luvussa arvioidaan lyhyesti jakeluverkkojen ja televisiopalveluiden kirjoa. Tavoite on kuvata selvityksen keskiössä olevan antennijakelun nykyistä asemaa televisiomarkkinoilla. Lineaarissa jake- lussa markkina Suomessa on perinteisesti jakautunut käytännössä antenni- ja kaapelijakeluun, sillä satelliittivastaanoton merkitys on pysynyt vähäisenä. Seuraavassa kuvataan ensin antenni- ja kaapeli- jakelua ja sen jälkeen uudempia jakelutapoja.

2.1 Antenni- ja kaapelijakelu

Antenni- ja kaapeliverkot ovat perinteisiä joukkoviestintäverkkoja, joissa välitetään samaa ohjelmakaavion mukaista ohjelmasisältöä suurelle joukolle. Jakelun kannalta ehkä merkittävimmät erot ovat verkkojen peittoalueissa ja palveluissa. Antenniverkon asema keskeisenä jakelukanava perustuu erityisesti siihen, että se ainoana verkkona tarjoaa käytännössä täysin valtakunnallisen peittoalueen. Digitaalimmat kanavaniput kattavat 99,96 % vakituisesti asutuista kotitalouksista. Antennijakelu on kuitenkin vähitellen menettänyt asemaansa kaapeliverkoille niin, että jo selvästi yli puolet antenniverkon peitto- alueen talouksista on kytketty kaapeliverkkoon; näille talouksille antenniverkolla on yleensä merkitystä lähinnä vain mahdollisen vapaa-ajan asunnon tv-jakelukanavana. Kaapeliverkoista on tullut television tärkein jakelutie, ja verkoissa on yhteensä noin 1,8 miljoonaa liittymää, mikä vastaa noin 65 prosenttia talouksista. Kaapeliverkkojen ulkopuolelle, ja siten antenniverkkojen varaan, jää noin miljoona taloutta.

Antenni-tv palvelee erityisesti pientaloja kaupunkien ulkopuolella. Tekninen toteutus tukee tätä hyvin, sillä verkossa käytetään alhaisia taajuuksia ja siten yksisuuntaisen maanlaajuisen verkon rakentami- seen riittää harva lähetinasemaverkko. Digitaalimmissakin verkoissa on vain 38 päälähetintä ja noin 160 täytelähetintä, kun esimerkiksi mobiiliverkoissa lähetinasemia tarvitaan tuhansia. Antenniverkon etu on hyvä tuotannollinen tehokkuus, mutta tehokkuuden hinta on rajallinen kapasiteetti. Se palvelee parhaiten massajakelua.

Kaapeliverkot ovat kiinteitä suurikapasiteettisia verkkoja. Teknisen toteutuksen puolesta ne ovat lähem- pänä kiinteitä laajakaistaverkkoja kuin antenniverkkoa; nykyään ero kaapeliverkon ja laajakaistaverkon välillä voi itse asiassa olla hyvin pieni. Kaapeliverkot eivät kuitenkaan ole yhtä kattavia kuin antenniver- kot, ja muiden kiinteiden verkkojen tapaan ne keskittyvät kaupunkeihin ja muille tiheästi rakennetuille alueille, joissa kiinteiden verkkojen rakentaminen on tehokkainta. Kaapeliverkon liittymä on siis noin 1,8 miljoonassa taloudessa, ja näissä talouksissa antenniverkko ei useimmiten ole edes vaihtoehto. Kaa- peliliittymät keskittyvät kerrostaloihin ja taloyhtiöihin, ja tällöin vastaanottotavan valinta ei ole yksittäisen talouden päätettävissä. Itse asiassa antenni- ja kaapeliverkot ovat pitkälti toisensa poissulkevia. Ne palvelevat eri alueita ja eri talouksia.

Erilaisten palvelualueiden ohessa toinen antenni- ja kaapeliverkkojen välinen tärkeä ero on saatavilla olevien palvelujen määrässä. Antenniverkossa on huomattavasti vähemmän kapasiteettia ja siksi pal- veluntarjonta on kaapeliverkkoja suppeampaa. Digitaalisen verkossa vapaasti katsottavia kanavia on tällä hetkellä noin 20 ja maksu-tv-kanavia noin 30; nykyinen kanavakartta on esitelty seuraavassa taulu- kossa¹.

¹ <https://www.digita.fi/wp-content/uploads/2021/12/Digita-kanavakartta-27.12.2021.pdf>



	Tekniikka	Peittoalue	Kanavat
Kanavanippu A	DVB-T/SD	99,96 %	Ylen kanavat, Mtv3, Nelonen, Ava, KotiTV
Kanavanippu B	DVB-T2/HD	99,96 %	Ylen kanavat, Mtv3, Estradi
Kanavanippu C	DVB-T/SD	90 %	Discoveryn kanavat TV5, TV6, TLC ja Friei, Fox, National Geographic
Kanavanippu D	DVB-T2/SD-HD Maksu-tv	90 %	Mm. C Moren ja Viasatin maksu-tv-kanavia, yhteensä 19 kanavaa (13 SD & 6 HD)
Kanavanippu E	DVB-T/SD	98 %	Sanoman kanavat Liv, Jim ja Hero, Sub, Alfa, MT, Inez, One Way TV, Estradi, C More Max (maksu-tv)
Kanavanippu F	DVB-T2/SD-HD Maksu-tv	90 %	Eurosport 1 & 2, Discovery, Disney Channel & Junior, Viasatin 6 kanavaa, Adult TV, yhteensä 12 kanavaa (4 SD & 8 HD)

Toimiala on suunnitellut siirtymistä antenniverkon DVB-T2-tekniikkaan jo vuosia, mutta hanke on viivästynyt eikä tällä hetkellä ole tiedossa sovittua suunnitelmaa T1-lähetysten päättymisestä. T2 on kehittyneempi tekniikka ja se tarjoaa noin kaksinkertaisen kapasiteetin, mutta kaikki päätelaitteet eivät tue uutta tekniikkaa. Siksi verkossa käytetään kumpaakin tekniikkaa ja siksi mm. Ylen kanavat, Mtv3 ja C More Max-kanavat lähetetään sekä DVB-T- että DVB-T2-tekniikalla. Se tarkoittaa käytännössä SD-/HD-simulcastia eli saman sisällön välittämistä rinnakkain kahdella eri tekniikalla ja laatusalla. Ylen kanavat ja tärkeimmät kaupalliset kanavat lähetetään täysin valtakunnallisina perusmuodossa (SD) kanavanipussa A, ja Ylen kanavat valtakunnallisina ja Mtv3-kanava 90 prosentin väestöpeitolla HD-muodossa kanavanipussa B. Maksuttomia kaupallisia kanavia on myös kanavanipussa E (98 %), mutta kanavaniput D ja F (90 %) ovat maksu-tv-kanavien käytössä. Maksu-tv kanavien suuri määrä perustuu osin siihen, että kanavanipuissa D ja F käytetään uutta T2-tekniikkaa ja MPEG4-pakkausta, mutta suuri osa kanavista lähetetään kuitenkin perusmuodossa (SD). Tämä mahdollistaa suuremman kanavamäärän. Jos jakelun laatu nostettaisiin HD-tasoon, kanavamäärä laskisi.

DVB-T1-verkossa kanavanippukohtainen kapasiteetti on noin 21 Mbit/s ja DVB-T2-verkossa noin 38 Mbit/s. Kaapeliverkkojen kapasiteetti on kokonaan eri tasolla, noin 4 Gbit/s. Tämä ero näkyy myös jakelussa olevien kanavien määrissä: antenniverkkoon verrattuna kaapeliverkot tarjoavat huomattavasti suuremman määrän kanavia. Kaapeliverkoissa on tyypillisesti kymmeniä maksuttomia kanavia ja jopa satoja maksullisia kanavia. Kaapeliverkoissa on mahdollisuus tarjota myös pienten asiakasmäärien kanavia, koska kapasiteettirajoitteita ei käytännössä ole. Kapasiteettia on niin paljon, että siitä osa voidaan käyttää laajakaistapalveluiden toteuttamiseen, kuten nykyään yleisesti tehdäänkin.

Antennijakelua pidetään usein eräänlaisena television peruspalveluna. Se on saatavilla myös silloin, kun kaapeliverkkoa ei ole, tarvittavat vastaanoton laitteet ovat jo olemassa ja sen kautta voi saada television peruskanavat ilman kuukausimaksullista liittymää. Antennijakelu laajentaa television jakelua kiinteiden verkkojen ulkopuolelle. Jos talous on kytketty kaapeliverkkoon, vaihto antennijakeluun ei ole usein ole yksittäisen talouden päätettävissä, mutta ei vaihtoon ole yleensä mitään tarrettakaan. Kaapeliverkon palvelut ovat selvästi laajemmalla. Kaapeliverkkoon liittymisen on kuitenkin maksullista, ja liittymästä on maksettava myös kuukausimaksu. Maksuista huolimatta kaapeliverkkoa voidaan yksittäisen kotitalouden kannalta tässä tarkastelussa pitää samalla tavalla ilmaisen kuin antennijakelua: kummassakin tapauksessa vaaditaan alkuinvestointi, mutta kustannusta voidaan mahdollisen siirtymän kannalta pitää uponneena kustannuksena. Lisäksi taloyhtiöissä kaapeliverkon talouskohtaiset perusmaksut ovat nykyisin alhaisia, ja ne maksetaan osana yhtiön hoitovastiketta.

2.2 Uudet jakelumuodot

Tällä hetkellä antennivastaanotossa olevia talouksia on lähes miljoona, mutta näissäkään talouksissa perinteinen antennivastaanotto ei usein ole ainoa tapa vastaanottaa tv- ja videosisältöjä. Tärkeimmät täydentävät vaihtoehdot ovat kiinteä ja langaton laajakaista, joiden kautta voidaan tarjota sekä lineaarisia ohjelmakaavion mukaisia ohjelmia että erilaisia ohjelmakirjastoja.

Laajakaistan yli tarjottavista tv- ja videopalveluista voidaan eritellä operaattorien kontrolloimat IPTV-palvelut ja vapaasti Internetin yli tarjottavat OTT-palvelut. IPTV:tä voidaan pitää kolmantena jakeluverkko-antennin ja kaapelin ohella eikä se sinällään muuta television käyttötapaa, saatavilla olevaa sisältöä tai sen laatua. IPTV mahdollistaa vapaasti vastaanotettavien kanavien lineaarisen vastaanoton



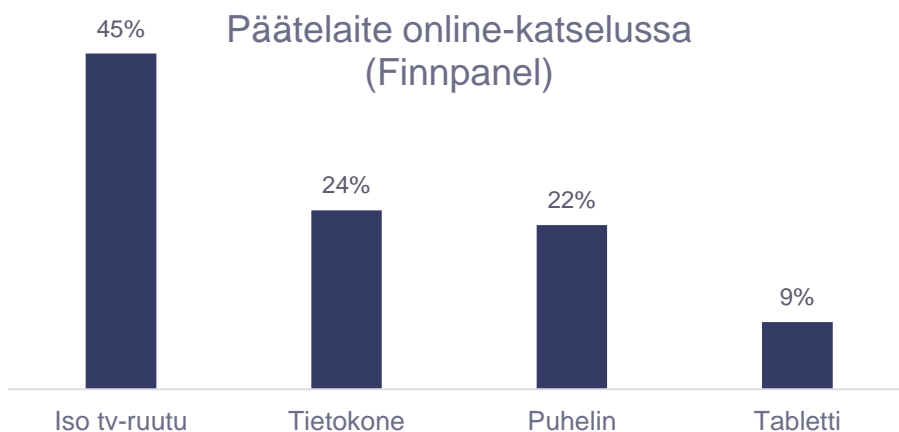
samalla tavalla kuin antenni- ja kaapeliverkot, ja tässä mielessä erona on vain jakeluverkossa käytetty tekniikka. Tärkeimpiä IPTV-palveluja ovat Elisa Viihde, Telia TV ja DNA TV².

Koska IPTV:n jakelutie on kuitenkin kaksisuuntainen laajakaistayhteys, se antaa käyttäjälle mahdollisuuden suureen kirjoon erilaisia netin kautta välitettäviä tv- ja videosisältöjä, kuten suoratoistopalveluja, tilausvideopalveluja ja vaihtoehtoja päätelaitteen valintaan. Myös maksuttomien lineaaristen kanavien tarjonta on laajempaa kuin antenniverkossa. Siten käyttäjän kannalta IPTV-palvelu käytännössä tuo mukanaan muihin jakelumuotoihin verrattuna laajemman ja monipuolisemman kokonaisuuden televisio- ja videopalveluja eikä raja IPTV:n ja muiden laajakaistan yli tarjottavien palvelujen välillä ole usein kovinkaan selvä. Verkkotallennus edelleen häivyttää rajaa. Joka tapauksessa ohjelmakaavion mukaiseen television verrattuna katsoja saa enemmän mahdollisuuksia valita katsomansa sisällön ja käyttämänsä päätelaitteen oman aikataulunsa mukaisesti.

Tunnetuimmista suoratoistopalveluista mainittakoon tässä Yle Areena, Mtv-palvelu, Ruutu, Netflix ja HBO Max. Suoratoistopalvelujen käyttö on lisääntynyt voimakkaasti, ja nuorten televisiopalvelujen käytöstä ne ovat muodostaneet enemmistön jo jonkin aikaa³. Viime vuoden lopussa suoratoistopalvelujen käyttö ohitti lineaarisen television katseluajassa myös alle 45-vuotiaiden keskuudessa. Suoratoiston osuus nousi 54 prosenttiin. Ikä näyttää selittävän katselutottumuksia, sillä koko väestössä lineaari-tv:n osuus oli samaan aikaan vielä 88 prosenttia (keskiarvossa tosin painottuvat vanhempien ikäluokkien tottumukset, sillä he katsovat televisiota ylipäättään selvästi enemmän kuin nuoremmat ikäluokat).⁴

On syytä olettaa, että suoratoistopalvelujen käyttö yleistyy myös jatkossa, kun päätelaitteet ja laajakaistayhteydet kehittyvät. On perusteltua olettaa myös, että kokonaiskulutus kasvaa, ja siten suoratoistopalvelujen yleistymisen ei suoraan tarkoita lineaaristen palvelujen käytön vähentymistä. Koska katsomiseen käytettävää aikaa on kuitenkin rajallisesti, osa suoratoistopalvelujen kasvusta lähes väistämättä tulee lineaaristen palvelujen kustannuksella; näin arvioi myös mm. Mtv Finnpanelin TV-vuosi 2021-tilaisuuden esityksessä⁵. Itse asiassa tämä näkyy jo viime vuosien kehityksessä niin, että samalla kun tv-ruudun äärellä vietetty aika on kasvanut, television katselu on hieman vähentynyt⁶.

Laajakaistan myötä päätelaitteiden kirjo kasvaa. Ohjelmat ovat yleensä katsottavissa yhtä hyvin esimerkiksi puhelimella tai tietokoneella kuin televisiollakin, joten valinta jää katsojalle. Kirjo onkin suurempi, ja online-katselusta vain alle puolessa päätelaitteena on televisio, kuten seuraava kuva havainnollistaa⁷.



² Tällä hetkellä kaikissa kolmessa palvelussa on rajoituksia Sanoman kanavien, kuten Nelonen, Liv ja Jim, vastaanotossa. Esimerkiksi Elisan ja Telian palveluissa ne ovat katsottavissa vain yhtiöiden omien laajakaistayhteyksien kautta, <https://elisa.fi/viihde/sisallot/>, https://kauppa.telia.fi/yksityisille/tuotteet/teliatv.aspx?tvde-vice=AIPTV&aipvtv=true&contentupsell=OMA_TALLENNUKSE

³ https://www.finnpanel.fi/lataukset/tv_vuosi_2020.pdf

⁴ <https://www.traficom.fi/fi/ajankohtaista/netti-tv-ohitti-perinteisen-tv-katselun-alle-45-vuotiaiden-keskuudessa>

⁵ https://www.finnpanel.fi/lataukset/tv_vuosi_2021_taina_mecklin.pdf

⁶ Finnpanel 22.1.2022 Television katselu Suomessa 2021 https://www.finnpanel.fi/lataukset/tv_vuosi_2022.pdf & Screenforce Finland. Kaupallinen televisio Suomessa 2020. <https://www.screenforce.fi/>

⁷ https://www.finnpanel.fi/lataukset/tv_vuosi_2021.pdf



Koska IPTV-palvelut ovat operaattorikohtaisia, ne antavat operaattoreille vapauksia palvelujen kehittämisessä. Palveluihin kuuluu asiakaspääte (digiboksi tms.), joten jakelutie säilyy operaattorin hallinnassa siihen asti. Jokainen operaattori voi esimerkiksi päättää 4K-/UHD-laadun käyttöönotosta itsenäisesti ja tehdä niin, kun uskoo sen tuovan kilpailuetua markkinoilla. Operaattori voi tuoda jakeluun uuden paremman laatuluokan ilman, että kenenkään vaihtoehtoja olisi tarpeen rajoittaa. Siten ei tarvita koordinoitua teknologiasiirtymää, mikä tehostaa kilpailua ja tuo etuja käyttäjille. Esimerkiksi Elisa Viihteessä käytännössä kaikki maksuttomat kanavat välitetään HD-muodossa⁸; siten IPTV:ssä HD-siirtymä on edennyt huomattavasti jouheammin kuin antennijakelussa.

Toisaalta IPTV-palvelujen käyttö edellyttää maksullisten liittymien hankkimista; on oltava sekä riittävän nopea laajakaistaliittymä että sopimus tv-/viihdepalvelusta. Tämä on merkittävä muutos ja vaatii aktiivisuutta verrattuna siihen, että vain vastaanottaa antennista tulevia ohjelmia ilman erillisiä sopimuksia. Laajakaistayhteyden päällä toimivat OTT-palvelut, kuten Yle Areena, Mtv-palvelu, Ruutu-palvelu ja Discovery+, ovat ainakin osin käytössä myös ilman kuukausimaksua, mutta kaupallisissa palveluissa on luotava käyttäjätili ohjelmien katsomiseksi. Sekin on muutos verrattuna perinteiseen antenni- ja kaapelivastaanottoon.

2.3 Mahdollinen siirtymä koskee vain antennitalouksia

Antenniverkot ovat tällä hetkellä ensisijainen television vastaanottotapa noin miljoonassa taloudessa. Antennijakelun rooli on siten Suomessa edelleen hyvin merkittävä, ja selvästi merkittävämpi kuin monessa verrokkimaassa. Esimerkiksi Ruotsissa antenni-tv on ainoa vastaanottotapa vain alle kymmenessä prosentissa talouksista⁹, Saksassa osuus on alle viisi prosenttia¹⁰ ja keskiarvo EU:ssa on noin 30 prosenttia¹¹.

2.3.1 Antenni- vs. kaapelitaloudet

Selvityksen ensimmäinen tärkeä jakolinja kulkee antenni- ja kaapelitalouksien välillä. Tällä hetkellä kaapeliverkot ovat tärkein lineaarisen television jakelutie ja on perusteltua olettaa, että kaapeliverkot ovat säilyvää tekniikkaa. Kaapeliverkot ovat kehittyneet vastaavalla tavalla kuin (muutkin) laajakaistaverkot: kuitua on tuotu koko ajan lähemmäksi tilaajaa. Nykyisin kaapeliverkot eivät teknisesti juuri edes eroa (muista) kuituverkoista muuten kuin siinä, että taloyhtiöiden sisäverkoissa käytetään usein koaksiaaliverkkoa. Perinteisen kaapeliverkkotekniikan osuus on siten pienentynyt merkittävästi, ja teknisesti verkoja voidaan pitää kuituverkkoina. Palvelujen puolesta kaapeliverkko tarkoittaa useimmiten sekä perinteistä broadcast-tyyppistä tv-jakeluverkkoa että laajakaistaverkkoa. Vaikka kaapeliverkosta on saatavilla myös laajakaista, alan toimijoiden mukaan kysyntä ktv-muotoisille palveluille on pysynyt vahvana. Kaapeliverkot siten muuttavat muotoaan, mutta ne eivät ole katoamassa. Tämän tarkastelun kannalta ei ole edes suurta väliä sillä, onko verkko enemmän perinteinen kaapeliverkko vai kuituverkko, sillä kummassakin tapauksessa verkossa voidaan välittää tarvittavat televisiopalvelut. Mahdollinen antennijakelun päättyminen ei vaikuta kaapelitalouksiin.

Antennijakelun mahdollisen loppumisen aiheuttamaa siirtymää voidaan havainnollistaa seuraavalla kaaviolla. Se antaa ensimmäisen karkean arvion siirtymän mittakaavasta kokonaisuudessa. Koska suurin osa talouksista on kytketty kaapeliverkkoon (KTV), siirtymä koskee vain vajaata miljoonaa antennin varassa olevaa taloutta.

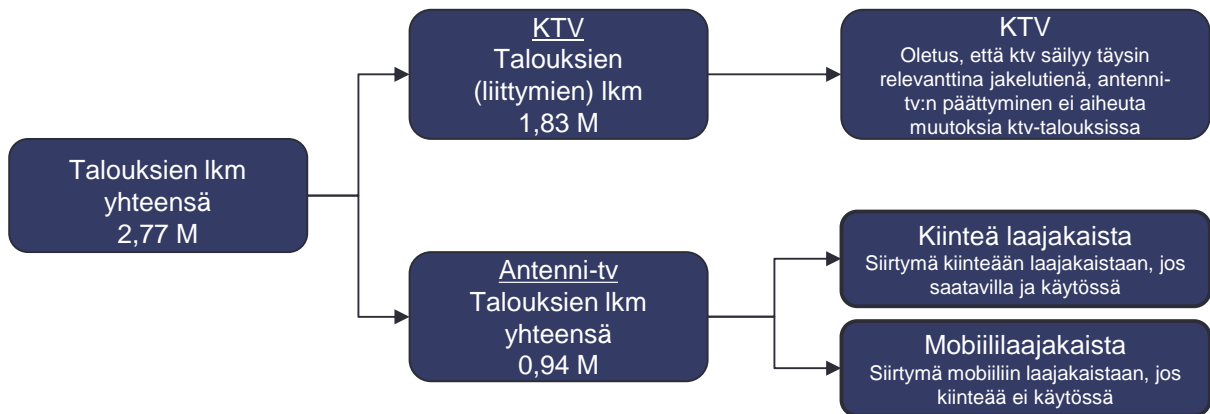
⁸ <https://elisa.fi/viihde/sisallot/>

⁹ <https://www.pts.se/globalassets/startpage/dokument/legala-dokument/beslut/2019/radio/broadcasting/smp-beslut-fri-tv-den-10-september-2019.pdf>

¹⁰ <https://www.broadbandtvnews.com/2021/03/30/dth-satellite-leading-tv-infrastructure-in-germany/>

¹¹ <https://www.ficom.fi/ajankohtaista/uutiset/mustread-tv-antennit-eivat-ole-katoamassa-euroopasta-pitkaan-ai-kaan/>





Kaapelitaloudet eivät vastaanota antenniverkon palveluja tälläkään hetkellä, joten näitä talouksia antennijakelun mahdollinen päättymisen ei koske. Kaapeliverkon liittymiä on Traficomien tilaston mukaan noin 1,83 miljoonaa. Kaapeliverkot ovat leimallisesti kaupunkien ja muiden tiheästi rakennettujen alueiden toteutuksia, ja valtaosa liittymistä on kerros- ja rivitaloissa. Tässä ryhmässä kaapeliverkkoja voidaan pitää hyvin kattavina, sillä liittymiä on enemmän kuin talouksia kerros- ja rivitaloissa (1,7 miljoonaa, 60 % kaikista talouksista¹²). Jako kaapeli- ja antennivastaanoton välillä ei kuitenkaan perustu puhtaasti talotyyppeihin: kaikki kerros- ja rivitalot eivät ole kaapeliverkossa, mutta toisaalta kaapeliverkkoja on myös omakotialueilla esimerkiksi taajamissa ja kuntakeskuksissa. Osassa kerros- ja rivitaloista on ns. yhteisantennijärjestelmä, jossa televisio otetaan vastaan keskitetyllä antenniratkaisulla. Tällaisia talouksia on arviolta noin 100 000. Vastaavasti kaapeliverkon arvioidaan ulottuvan noin 200 000 pientaloon.

2.3.2 Antennijakelusta laajakaistaan

Jos antennijakelu päättyy, antennitalouksissa on siirryttävä joko kiinteään tai mobiiliin laajakaistaan. Selvityksessä ensisijainen vaihtoehto on kiinteä laajakaista: jos riittävän hyvä kiinteä laajakaista on saatavilla ja käytössä, antennitalous siirtyy siihen. Jos taas tällaista liittymää ei ole, antennitalous siirtyy mobiililaajakaistaan. Selvityksessä mobiililaajakaista on sekä viimeinen vaihtoehto että joustokohta. Jos osoittautuu, että normaali markkinakehitys ei riitä takaamaan riittäviä mobiiliyhteyksiä kiinteän verkon ulkopuolelle jääville talouksille, arvioidaan, kuinka paljon mobiiliverkkoihin on investoitava, jotta yhteyksistä tulee riittävän hyvät. Sen sijaan kiinteän laajakaistan saatavuutta ja käyttöä arvioidaan neutraalisti tavanomaisen markkinakehityksen valossa; ei esimerkiksi arvioida, kuinka suurilla investoinneilla kiinteiden verkkojen saatavuutta ja käyttöä voitaisiin laajentaa odotettua kehitystä enemmän.

Kiinteiden laajakaistaverkkojen odotettua kehitystä arvioidaan tarkemmin seuraavassa luvussa, mutta kehityksen päävirrat voidaan mainita jo tässä. Niitä ovat mm. seuraavat:

- Kuituverkkojen rakentaminen etenee markkinaehtoisesti erityisesti kaupungeissa ja muilla tiheästi rakennetuilla alueilla; lisäksi taloyhtiöliittymät yleistyvät, mikä parantaa laajakaistaliittymien kattavuutta kotitalouksissa
- Finnet-ryhmän yhtiöt kehittävät omien alueidensa kiinteitä verkkoja melko kattavasti ja ovat aktiivisia myös haja-asutusalueilla; osa Finnet-yhtiöistä on aktiivisesti ruvennut rakentamaan kuituverkkoja myös oman perinteisen alueensa ulkopuolelle sekä markkinaehtoisesti että julkisesti tuetuissa kohteissa haja-asutusalueilla
- Pientaloalueille on syntynyt uusia merkittäviä verkkotoimijoita, kuten Valokuitunen ja Adola, jotka täydentävät valokuituverkkojen saatavuutta
- Haja-asutusalueilla on lukuisia pienehköjä toimijoita, kuten kunnallisia tai muuten tarkoitusta varten perustettuja verkkoyhtiöitä, jotka rakentavat kuituverkkoja julkisin varoin tuetuissa hankkeissa; tuettuja verkkoja rakentavat myös perinteiset paikalliset ja valtakunnalliset operaattorit

¹² Tässä tarkastelussa asutuskunta ja kotitalous tarkoittavat samaa asiaa, ks. Tilastokeskuksen käyttämät määrittelyt osoitteesta <https://www.stat.fi/meta/kas/index.html>.



- Sähköyhtiöistä mm. Elenia on rakentanut kuituverkkoja aktiivisesti osana sähköverkon maa-kaapelointihankkeita; nämä hankkeet koskevat erityisesti pientalo- ja haja-asutusalueita

Kaikki kasvuun viittaavat trendit liittyvät kuiturakentamiseen. Sen sijaan perinteisten kupariverkkojen saatavuus ja käyttö vähenevät nopeasti; kupariverkkoja ja niihin perustuvia xDSL-yhteyksiä puretaan laajasti eikä niiden tilalle läheskään aina rakenneta uutta kiinteää verkkoa. Viiden vuoden kuluessa kupariverkkojen voidaan odottaa menettävän lopunkin merkityksensä ja siten myös erilaiset FTTC + xDSL-toteutukset menettävät merkityksensä. Tämän tarkastelun kannalta kupariverkon merkitys olisi muutenkin vähäinen, sillä palvelutaso jäisi usein liian alhaiseksi. Siksi tarkastelussa kiinteä laajakaista tarkoittaa käytännössä kuituverkkoja.

Antenni-, kaapeli- ja laajakaistaverkkojen ohella yhdeksi television jakelutieksi voitaisiin tunnistaa myös IPTV, joka on lisännyt suosiotaan voimakkaasti. IPTV-liittymiä on Traficomien tilaston mukaan noin 653 000. Hieman yksinkertaistaen voidaan kuitenkin todeta, että IPTV-liittymiä ei ole tarpeen käsitellä erillisenä jakelutienä. Ensinnäkin ne ovat suurelta osin tarjolla sellaisilla alueilla, joilla on myös kaapeli-verkko. Lisäksi IPTV:n olemassaolo kertoo siitä, että kohteeseen on saatavilla riittävän nopea laajakaista television vastaanottoa varten. Siten IPTV sulautuu osaksi kaapeli- ja laajakaistaverkkoja, eikä IPTV-liittymät käytännössä vähennä antenniverkon varassa olevien talouksien määrää.

2.4 Keskiössä on television peruspalvelun säilyttäminen

Selvityksessä tarkastelu pidetään tarkoituksella melko suppeana. Televisiopalvelujen tulevaa luonnetta voisi arvioida merkittävästi enemmänkin ja avoimemmista lähtökohdista. Voisi olla perusteltua esimerkiksi pohtia, onko lineaarinen tai kanavamuotoinen televisio ylipäättään relevantti tapa kuluttaa mediasisältöjä enää viiden vuoden päästä. Ehkä televisio muuttuu osaksi Internet-palveluja, joita kukin käyttää saatavillaan olevilla välineillä tilanteen mukaan. Tässä lähestymistapaa voi kuitenkin kuvata teknis-taloudelliseksi. Keskeistä on arvioida, missä määrin nyt antenniverkon varassa oleville talouksilla on mahdollisuus siirtyä laajakaistajakeluun vuoden 2027 alussa ja vastaanottaa minimissään vastaavia palveluja kuin antenniverkossa olisi saatavilla. Sikäli kun mahdollisuutta ei ole, arvioidaan mahdollisuuksia vastaanottaa vastaavat palvelut mobiiliverkoissa.

Selvityksen asetelmaa voi kuvata myös niin, että selvityksessä arvioidaan mahdollisuuksia siirtää antenniverkon kaltainen television peruspalvelu laajakaistaverkkoihin. Siirtymän jälkeenkin osalla talouksista olisi mahdollisuus parempiin palveluihin ja todennäköisesti merkittävä osa talouksista tulisivat täydentämään tätä peruspalvelua vaihtoehtoisilla kulutustavoilla. Television aiheuttamaa liikennekuormaa arvioitaessa oletetaan kuitenkin, että laatuvaatimukset ovat jatkossa nykyistä antenniverkkoa selvästi korkeampia. Vuoden 2027 tilanteessa oletetaan HD perustasoksi ja 4K/UHD jo käytössä olevaksi laaduksi. Lähtöoletus on, että talouksissa voidaan katsoa kahta eri sisältöä samanaikaisesti ja että kaikki tai ainakin osa katsojista katsoo lähetyksiä isolta tv-ruudulta. Näillä tekijöillä, kuten myös pakkaustekniikan kehityksellä, on merkittävä vaikutus erityisesti mobiiliverkkojen investointeja arvioitaessa.



3 Kohdealueen määrittely

Tarkastelussa oletetaan, että antennitalouksissa tv-jakelu siirtyy kiinteään laajakaistaverkkoon, jos riittävän nopea kiinteä laajakaista on paitsi saatavilla, myös käytössä jo valmiiksi. Muissa talouksissa jakelun oletetaan siirtyvän ensisijaisesti mobiiliverkkoon. Nämä taloudet muodostavat tarkastelun kohdealueen, jolla viitataan sekä maantieteelliseen alueeseen että talouksiin. Mobiiliverkkoon siirtyvät alueet ja taloudet ovat tarkastelun keskiössä sikäli, että antennijakelun päättyminen todennäköisesti edellyttää merkittäviä lisäinvestointeja sekä mobiiliverkkoihin että vastaanottoon.

Kohdealue määritetään käänteisesti niin, että ensin arvioidaan, kuinka suurella osalla talouksista voidaan odottaa olevan riittävän nopea kiinteä laajakaista käytössä vuoden 2027 alussa. Tämä arvio perustuu markkinaehtoisen kehityksen arviointiin ilman oletusta markkinoiden ohjaamisesta tai erityisistä toimista kysynnän ja tarjonnan kehittämiseksi. Ne taloudet, jotka tämän kehityksen jälkeen ovat edelleen vailla riittävän nopeaa kiinteään laajakaistaa, muodostavat tarkastelun kohderyhmän. Tässä luvussa arvioidaan kohderyhmän koko ja seuraavissa arvioidaan, millä edellytyksillä tälle kohderyhmälle voidaan välittää televisiopalvelut mobiiliverkon välityksellä.

3.1 Riittävän nopea laajakaista

Kohdealueen määrittelyn keskiössä on *riittävän* nopean kiinteän laajakaistan saatavuus ja käyttö. Siksi ensin on määritettävä, mitä "riittävän nopea" tässä yhteydessä tarkoittaa. Selvitykselle annettuja lähtökohtia ovat mm.:

- Televisiolähetteen aiheuttama liikennekuorma tulee muun dataliikenteen lisäksi
- Nykytilanteessa tv-lähetysten kuvanlaatu on sekoitus SD- ja HD-kanavia
- Vuoden 2027 arvioissa kuvanlaatu on sekoitus HD- ja UHD/4K-kanavia
- Talouksissa voidaan katsoa kahta eri sisältöistä kanavaa samanaikaisesti
- Ainakin osa talouksista katsoo lähetyksiä isolta tv-ruudulta

TV-kuvan keskeisimmät laatuluokat ovat SD, HD, Full HD (FHD) ja UHD (Ultra HD) ja 4K. Tarkemmin sanottuna ne tarkoittavat kuvan resoluutiota, joka on vain osa kuvan laatua määrittävistä tekijöistä. Esimerkiksi SD ja HD eivät vakioi kuvan laatua, mutta toisaalta tällaiset luokitukset ovat hyvin tavanomaisia ja antavat suuntaa sekä laadulle että siirtoyhteyden vaatimuksille. Siksi näitä luokituksia käytetään myös tässä. Eri laatuluokkien resoluutiot on esitetty seuraavassa taulukossa.

Standardi	Resoluutio
SD	720 x 576
HD (HD ready)	1 366 x 768
FHD (Full HD)	1 920 x 1 080
UHD	3 840 x 2 160
4K	4 096 x 2 160

UHD ja 4K ovat käytännössä hyvin lähellä toisiaan eikä niiden erolla ole tämän tarkastelun kannalta merkitystä. Siten jatkossa termejä käytetään synonyymeinä. Eri valmistajat myös käyttävät nimityksiä vapaasti ristiin. Nykyisin 4K/UHD edustaa käytännössä huipputasoa, ja siinä pikseleitä on neljä kertaa niin paljon kuin Full HD-kuvassa. Nimi 4K viittaa myös siihen, että vaakasuunnan pikseleitä on noin neljä tuhatta. Nykyisin tällainen huipputarkkuus on edes rajoitetusti saatavilla vain kaapeli- ja laajakaistajakelussa, kun taas antenni-tv:ssä laatuluokat vaihtelevat SD:n ja FHD:n välillä. Uudet televisiot joka tapauksessa tukevat UHD-tasoa laajasti jo nyt.

Televisiokanavien laajakaistayhteyksille asettamat nopeusvaatimukset riippuvat paitsi sisällön laadusta myös kuvan pakkaustekniikasta. Seuraavassa taulukossa on esitetty arvioita nopeusvaatimuksista erilaisilla kuvanlaatu-pakkaustekniikka-yhdistelmillä.



Laatuluokka	Bittinopeus keskimäärin Mbit/s		
	AVC (Advanced Video Coding, H.264, MPEG-4)	HEVC (High Efficiency Video Coding, H.265)	VVC (Versatile Video Coding, H.266)
SD	2	1	1
FHD	7	3	2
UHD	29	11	6

Tavalliset nykyisin käytössä olevat koodaustekniikat ovat AVC (MPEG-4) ja HEVC. Tällä hetkellä MPEG-4 on yleinen koodaustapa laajakaistan yli välitettävissä IPTV-palveluissa, ja sitä käytetään myös kaapeliverkossa ja antenniverkon DVB-T2-kanavanipuissa. Esimerkiksi Telian mukaan sen TV-palvelun HD-kanavat koodataan MPEG-4-muodossa ja bittivirta on taulukon mukaisesti 6–8,5 Mbit/s¹³. Telia välittää joitakin urheilulähetyksiä myös UHD-laadulla, ja niissä yhteyden nopeusvaatimukseksi kerrotaan 25 Mbit/s¹⁴. HEVC-koodausta käytetään nykyisin osassa suoratoistopalveluja.

Muu yhteyden käyttö ja luonnollisesti useiden kanavien yhtäaikainen katselu lisäävät yhteyden nopeusvaatimusta. Yhteenvetona voi todeta, että HD-tasoon asti vaatimukset pysyvät kohtuullisina vielä MPEG-4-koodauksella, mutta UHD-laatu asettaa vaatimukset uudelle tasolle. Yhdistelmä UHD-MPEG-4 on toimiva lähinnä kuituyhteyksillä.

3.2 Laajakaistan saatavuus ja käyttö tällä hetkellä

3.2.1 Kiinteän laajakaistan saatavuus

Koko maan tasolla Traficomien tilastojen mukaan laajakaistayhteyden myötäsunnan saatavuus kotitalouksissa vuoden 2021 alussa oli seuraava¹⁵.

	≥ 10 Mbit/s	≥ 30 Mbit/s	≥ 100 Mbit/s
Saatavuus	85 %	77 %	65 %

Lyhyesti todettuna FHD-tasoon asti riittävän hyvä kiinteä laajakaista on saatavilla 77 prosentissa kotitalouksista. Tosin saatavuus tässä tilastossa kattaa myös tapaukset, joissa esimerkiksi kuitu on rakennettu vain tontin rajalle; tämä nostanee ainakin ylempien luokkien tilastollista saatavuutta jonkin verran välitöntä saatavuutta korkeammaksi. Saatavuus onkin terminä hieman ongelmallinen, koska sitä voidaan käyttää monessa eri merkityksessä. Esimerkkejä ovat mm. seuraavat:

- Taloyhtiössä voi olla taloyhtiöliittymä, joka antaa laajakaistayhdet kaikkien asukkaiden käyttöön, ja josta kaikki osakkaat maksavat käytöstä riippumatta osana hoitovastiketta; yksittäisen talouden yhteys on joko käytössä tai se on otettavissa käyttöön ilman mitään inkrementtaalisia maksuja
- Liittymä on saatavilla ilman liittymismaksua, mutta kuukausimaksuja vastaan
- Liittymä on saatavilla vain liittymis- ja kuukausimaksuja vastaan

Edellä olevassa taulukossa saatavuuteen riitti myös viimeinen vaihtoehto. Jotta tontilla olevan kuitukaapelin saa aktivoitua, on yleensä maksettava liittymismaksu, joka pientaloissa vaihtelee tyypillisesti 1500 ja 2500 euron välillä. Kynnys muuttaa saatavuus aktiiviseksi liittymäksi voi siten olla korkea. Lisäksi taulukossa oleva luokka ≥ 30 Mbit/s on vuotta 2027 ajatellen ongelmallinen, sillä tällaisen yhteyden riittävyys on UHD-laadun välittämiseen muun liikenteen ohella alarajalla. Toinen ongelma on siinä, että tuo taso on toteutettavissa myös kuparitekniikoilla (FTTC + xDSL), joiden kuitenkin odotetaan suurelta osin poistuvan tarjonnasta seuraavan viiden vuoden aikana. Siksi tarkastelussa riittävän nopeina kiinteinä laajakaistayhteyksinä pidetään vain kuituliittymiä FTTB ja FTTH sekä kaapeliverkossa

¹³ <https://www.telia.fi/asiakastuki/tv-ja-viihde/digiboksin-usein-kysytyt-kysymykset#lahetystarkkuus-kuvanlaatu>

¹⁴ <https://www.telia.fi/liiga/liiga-uhd>

¹⁵ Traficom 21.4.2021. Kiinteän verkon laajakaistasaatavuus <https://www.traficom.fi/fi/tilastot/kiinteän-verkon-laajakaistasaatavuus>



käytettävää kaapelimodeemia. Tämä selkeyttää arviointia, sillä nämä tekniikat ovat käytännössä aina riittävän hyviä televisiopalvelujen välittämiseen eikä yksityiskohtaisempaa pohdintaa esimerkiksi käytettävästä kuvanlaadusta tai yhtä aikaa käytettävien palveluiden määrästä tarvita. Kuitu- ja kaapelimodeemiliittymiä käytävillä talouksilla voidaan suoraan olettaa olevan riittävän hyvät yhteydet.

Traficomien valokuitukatsauksen¹⁶ mukaan vuoden 2019 lopussa valokuitu oli kytketty noin 43 prosentissa kerrostaloista. Kuiturakentaminen on varmasti kahdessa vuodessa edennyt, ja karkeasti arvioiden FTTB-yhteys on valmiiksi kytketty noin puoleen kerrostaloista eli noin 30–35 000 kerrostaloon. Voidaan olettaa, että verkkoja on rakennettu suuremmista taloista alkaen, ja siten kerrostaloasunnoista kuituverkkoon on kytketty selvästi yli puolet. Jos saatavuuden tulkintaa laajennetaan ja huomioidaan tilanteet, joissa kuitu on lähellä taloa ('homes passed'), saatavuus varmasti nousee ja ainakin keskustoissa kattanee lähes kaikki kerrostalot. Rivitaloista kuituverkkoon oli vuoden 2019 lopussa kytketty noin 30 prosenttia.

Pientalojen kuitutoteutukset ovat talouskohtaisia toteutuksia, joten saatavuus ilman usein huomattavaa liittymismaksua ei käytännössä ole liittymämäärää suurempi. Traficomien valokuitukatsauksen¹⁷ mukaan pientalojen kuituliittymissä on huomattavaa vaihtelua erilaisten alueiden välillä, sillä maaseutumaisissa kunnissa kuitu oli kytketty selvästi useampaan taloon (38 %) kuin kaupunkimaisissa kunnissa (17 %). Keskimääräinen luku lienee noin 20 %. Jos saatavuutta tulkitaan laajemmin, ja otetaan huomioon tilanteet, joissa liittymä on saatavilla normaalia liittymämaksua vastaan, saatavuus on jopa merkittävästi liittymämäärää korkeampi. Pientalojen kuiturakentamisessa tavanomainen investointiraja on 50 prosentin liittymätiheys, ja siten laajemmin tulkittu saatavuus voi olla noin kaksinkertainen.

On huomattava, että Traficomien valokuitukatsauksen kuitusaatavuudessa ei huomioida ktv-verkkoja, jotka käytännössä usein tarkoittavat FTTB-toteutusta.¹⁸ Kaapeliverkot lisäävät merkittävästi kuituliittymien saatavuutta kaupungeissa ja muissa keskittymissä. Näillä alueilla kaapeliverkkoja voidaan pitää hyvin kattavina, sillä ktv-liittymiä on Traficomien tilaston mukaan noin 1,83 miljoonaa eli liittymiä on enemmän kuin talouksia kerros- ja rivitaloissa (1,7 miljoonaa). Tämän tarkastelun kannalta voidaan olettaa, että käytännössä kaikki ktv-verkot on päivitetty kuitu-koaksiaaliverkoiksi, ja siten ne voidaan luokitella kuituverkoiksi. Tavanomaisten televisiopalvelujen ohella niissä on saatavilla myös kuitutekniikkaa perustuva laajakaista. Tämän tarkastelun kannalta olennaisinta on kuitenkin se, että kaapelitalouksissa televisio toimii ilman antenniverkkoa.

3.2.2 Kiinteän laajakaistan käyttö

Riittävän nopeiden laajakaistaliittymien käyttöä on selkeintä arvioida liityntäteknikoittain. Traficomien tilastoinnissa käyttämä uusi luokittelu tukee tällaista tarkastelua, ja yhteystekniikat luokittelevat myös yhteyksien nopeudet hyvin. Uusi luokitus on ollut käytössä vuodesta 2016 alkaen, ja sen mukainen tilastointi osoittaa hyvin kuitu- ja kaapelimodeemiliittymien kasvaneen roolin laajakaistamarkkinoilla (ks. seuraava kuva¹⁹). Luvut tarkoittavat aktiivisten liittymien määriä.

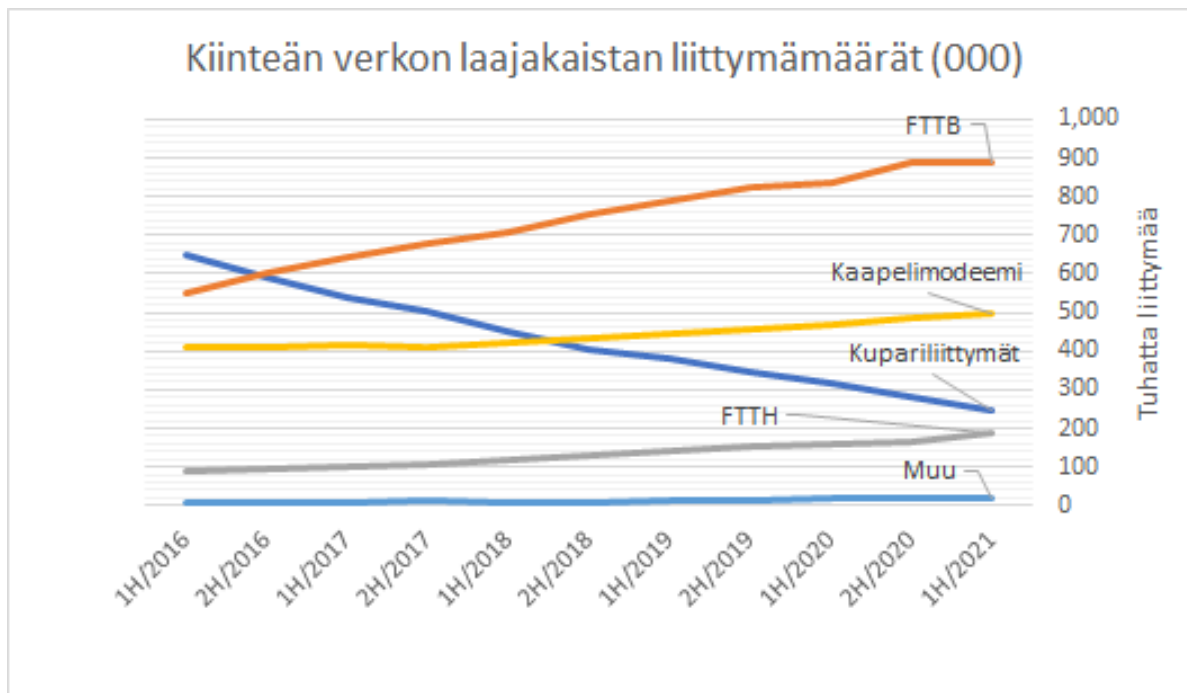
¹⁶ <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Liikenne-%20ja%20viestint%C3%A4viraston%20valokuitukatsaus.pdf>

¹⁷ <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Liikenne-%20ja%20viestint%C3%A4viraston%20valokuitukatsaus.pdf>

¹⁸ Traficomien tietopyynnöissä ja tilastoissa käytettävät viestintäpalveluja- ja verkkoja koskevat määritelmät https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/TIKU-M_Maaritelmadokumentti.pdf

¹⁹ Traficomien tilasto Kiinteän verkon laajakaistaliittymät (päivitetty 30.9.2021) <https://www.traficom.fi/tilastot/kiinteaverkon-laajakaistaliittymat>





Tämän tarkastelun kannalta kiinnostavimpia tekniikoita ovat kuituliittymät. Kun FTTB-liittymät luokitellaan erikseen, kupariliittymät tarkoittavat käytännössä aivan perinteisiä ADSL-liittymiä tai erilaisia FTTC + xDSL -liittymiä. Niiden määrä on vähentynyt voimakkaasti ja voidaan olettaa, että vuoteen 2027 mennessä ne käytännössä menettävät merkityksensä. Kupariverkkoja on laajasti purettu jo vuosia ja esimerkiksi Lounea on jo purkanut verkon kokonaan²⁰. Lisäksi mm. DNA ja IPP²¹ ovat ilmoittaneet purkavansa kupariverkon vuoden 2025 loppuun mennessä ja Telia on purkanut kupariverkkojaan jo pitkään. Ylipäätään kaikissa projektin haastatteluissa viesti oli sama: kupariverkoilla ei ole tv-siirtymän arvioinnissa merkitystä enää vuonna 2027. Tämän tarkastelun kannalta kupariverkon merkitys olisi muutenkin vähäinen, koska palvelutaso ei oikein riitä HD- ja UHD-lähetysten katsomiseen.

FTTB-liittymät tarkoittavat kerros- ja rivitalojen liittymiä, ja niitä on noin 900 000. Kuituliittymä on siten käytössä yli puolessa näiden talotyyppien talouksista. Saatavuus on väistämättä ainakin jonkin verran korkeampi, sillä FTTB-yhteys on talon kaikkien kotitalouksien saatavilla, mutta kaikki eivät useinkaan ole tilaajia. Kaapelimodeemiliittymiä on 500 000, ja myös ne koskevat pääosin kerros- ja rivitaloja. Kaapelimodeemiliittymä tarkoittaa kuitenkin myös ”tavallisen” ktv-liittymän olemassaoloa, joten taloudet, joissa on kaapelimodeemi, eivät ylipäätään joudu muuttamaan tv-vastaanottoaan antennijakelun mahdollisesti päättyessä. Siksi kaapelimodeemiliittymien määrä itsessään ei ole tarkastelun kannalta kovin merkittävä tekijä. Kaapeli-tv:n lisäksi voidaan ottaa huomioon laajakaistaverkoissa toteutetut IPTV-liittymät, joita on Traficomien tilaston mukaan noin 653 000. Tämän tarkastelun kannalta IPTV-liittymät kuitenkin kertovat ensisijaisesti riittävän nopean kiinteän laajakaistan käytöstä. Lisäksi IPTV-liittymät keskittyvät paljolti samoihin kohteisiin kuin FTTB- ja kaapeliliittymät; kaikki ovat pääosin kerros- ja rivitalojen liittymiä.

Kuiturakentamisen edistymisestä huolimatta kerros- ja rivitalokohteissa selvästi tärkein antennijakelun vaihtoehto on edelleen kaapeliverkko. Tämä johtuu erityisesti siitä, että kuituverkkoja on rakennettu pääosin samoihin kohteisiin kuin kaapeliverkkoja aikaisemmin, mutta ei yhtä laajasti. Tarkkoja lukuja ei ole saatavilla, mutta arvioimme, että 1,7 miljoonasta kerros- ja rivitalotaloudesta kaapeliverkon liittymä on 1,6 miljoonassa. Lopuissa pääasiallinen television vastaanottotapa on yhteisantenniverkko, ja tällaisia talouksia on siten noin 100 000. Näistä FTTB-liittymän arvioidaan kattavan noin puolet eli 50 000. Jäljelle jää siten 50 000 taloutta, joissa on yhteisantenni, mutta ei kaapelia eikä kuituyhteyttä. Seuraava kuva havainnollistaa kaapeliverkon keskeistä roolia kerros- ja rivitalokohteissa. Samalla kuva

²⁰ Ks. esim. <https://www.lounea.fi/tekniikanvaihto>

²¹ <https://www.ipp.fi/ajankohtaista/miksi-ipp-purkaa-vanhaa-kupariverkkoaan>

havainnollistaa kerros- ja rivitalokohteiden hyvää tilannetta; vain noin 50 000 taloutta on tällä hetkellä pelkän antenniverkon varassa.



Kaapeliverkko on pientaloissa harvinaisempi, mutta verkkoja on kuitenkin rakennettu erityisesti kaupunkien omakotialueilla ja kuntakeskuksissa. Ilman tarkempaa analyysiä arvioimme kaapeli liittymien kokonaismääräksi pientaloissa noin 200 000. Näitä täydentävät kuitutoteutukset (FTTH), joita on yhteensä 200 000. Markkinaehtoisesti kuituverkkoja on kuitenkin rakennettu pääosin samoihin kohteisiin kuin kaapeliverkkojakin, joten luvut eivät summaudu. Arvioimme, että FTTH-liittymistä noin puolet eli 100 000 on muissa kuin ktv-kohteissa. Antennille vaihtoehtoisten liittymien summaksi saadaan siten 300 000. Kun talouksia on yhteensä 1,06 miljoonaa, on selvää, että valtaosa talouksista on tällä hetkellä pelkän antenniverkon varassa. Seuraava kuva havainnollistaa yhteystilannetta pientaloissa (kuvassa FTTH-liittymien määrä viittaa siihen osaan liittymistä, joka on ktv-verkkojen ulkopuolella).



Yhteenvedona voidaan arvioida, että antennijakelun päättymisen varalta tärkein vaihtoehto on kaapelitv, joka on jakelun valtateknikka jo tällä hetkellä. Kuituverkot täydentävät vaihtoehtoja, mutta ne eivät täysimääräisesti vähennä riippuvuutta antenniverkosta, koska kaapeli- ja kuituverkot ovat osin päällekkäisiä. Lisäksi molemmat palvelevat erityisesti kerrostalokohteita ja yleensä tiheästi rakennettuja alueita.

Seuraavassa taulukossa on summattu television vastaanoton valmiudet erikseen kerros- ja rivitaloissa sekä pientaloissa. Kuten jo edellä kävi ilmi, kerros- ja rivitalotaloudet eivät juuri ole antenniverkosta riippuvaisia tälläkään hetkellä; kaapelijakelu kattaa valtaosan talouksista ja kuiturakentaminen vielä täydentää vaihtoehtoja. Pientaloissa tilanne on hyvin erilainen. Taloudet ovat valtaosin riippuvaisia antennijakelusta; kaapeli- ja kuituliittymiä on ylipäättään melko vähän, ja nekin ovat osin päällekkäisiä.



	KT & RT	OKT
Talouksien lkm.	1,7 milj.	1,06 milj.
KTV-liittymien lkm.	1,6 milj.	0,2 milj.
Kuituliittymien lkm.	0,9 milj.	0,2 milj.
KTV- & kuitutalouksien yhteismäärä	1,65 milj.	0,3 milj.
Antenniverkon varassa olevien talouksien lkm.	50 000	760 000

Yhteensä lähes kahdessa miljoonassa (1,95 milj.) taloudessa on jo tällä hetkellä käytössä sellaiset yhteydet, että antennijakelun mahdollinen päättymisen ei verkkoyhteyksien puolesta aiheuta ongelmia. Lukuun päädytään, kun lasketaan yhteen ktv-liittymät ja kuituliittymistä se osa, joka on kaapelitalouksien ulkopuolella ja siis täydentää vaihtoehtoisten yhteyksien saatavuutta. Kun kotitalouksia on yhteensä noin 2,8 miljoonaa, osuus on noin 70 %. Lähelle kahta miljoonaa päädytään myös, jos lasketaan yhteen kaikki rivi- ja kerrostaloissa olevat kotitaloudet (1,7 miljoonaa) ja FTTH-yhteyksillä varustetut pientalot (200 000) – eli kiinteiden verkkojen kannalta kannattavimmat kohteet. Siten suuruusluokka vaikuttaa luotettavalta, ja luku todennäköisesti kuvaa hyvin antennijakelun mahdollisen päättymisen aiheuttaman haasteen suuruutta.

Suuruusluokan oikeutta voidaan edelleen varmistaa sillä, että kaikista talouksista haja-asutusalueilla on noin 350 000 eli noin 12,5 %²². Kun lisäksi tiedetään, että haja-asutusalueet ovat kaikille jakeluverkoille haastavia kohteita ja että kuiturakentaminen on myös taajamien pientaloissa vielä alkuvaiheessaan, vaikuttaa uskottavalta, että noin 30 prosenttia talouksista on tällä hetkellä pelkän antennijakelun varassa. Tämä tarkoittaa noin 800 000 taloutta. Lisäksi vaihtoehtoisen jakelutien ulottumattomiin jää valtaosa vapaa-ajan asunnoista, joita on yhteensä noin 500 000. Nämä yhdessä muodostavat tarkastelun kohderyhmän tällä hetkellä, mutta laajakaistaverkot kuitenkin kehittyvät, ja vuonna 2027 kohderyhmä on todennäköisesti jo selvästi pienempi. Tätä kehitystä arvioidaan seuraavassa kappaleessa.

3.3 Kiinteän laajakaistan saatavuuden ja käytön odotettu kehitys

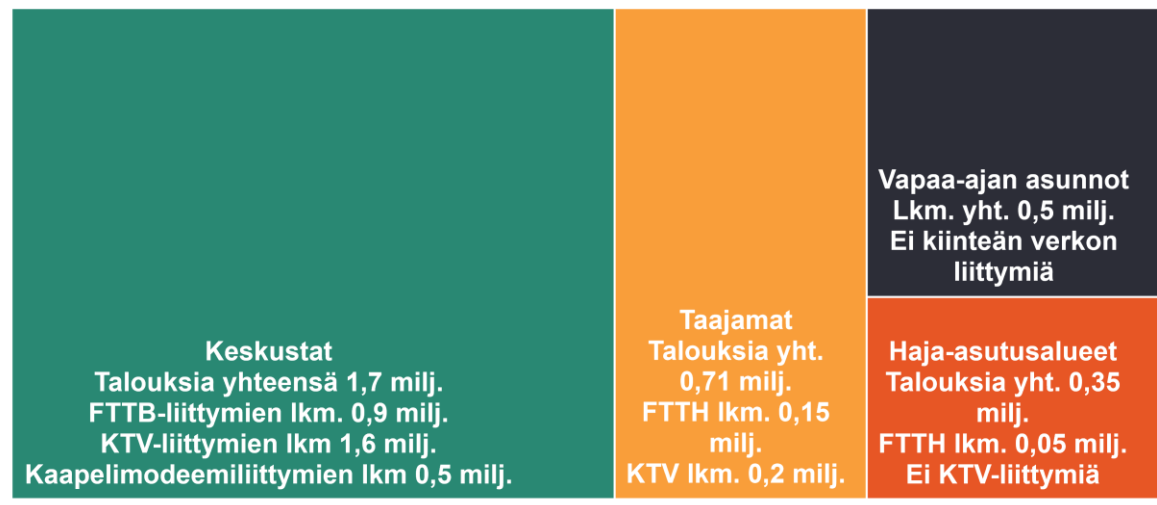
Kiinteiden verkkojen saatavuuden kehitys perustuu jatkossa puhtaasti kuiturakentamiseen. Kuiturakentaminen tarkoittaa käytännössä FTTB- ja FTTH-yhteyksiä. Myös kaapelitelevision uudisrakentamisen voidaan olettaa tarkoittavan kuiturakentamista, joten verkkoyhteyksien tai televisiojakelun mahdollisuuksien kannalta kaapelitelevisionverkkojen laajennuksia ei ole tarpeen tarkastella erikseen (muusta) kuiturakentamisesta. Lisäksi kuitu-koaksiaaliverkkoon perustuva Docsis-tekniikka (kaapelimodeemi) tarjoaa tarkastelun kannalta samalla tavalla riittävän hyvän laajakaistayhteyden kuin FTTB- ja FTTH-yhteydetkin. Olemassa olevilla kaapelitelevisionverkoilla on tarkastelussa kuitenkin merkittävä asema, sillä kaapeliverkkoihin kytketyille talouksille antenni-tv:n mahdollinen päättymisen ei aiheuta mitään toimenpiteitä. Tämä on merkittävää siirtymän kannalta jo siksi, että kaapeliverkon liittymiä on peräti 1,83 miljoonaa.

Tarkastelussa vakituisesti asutut alueet jaetaan kolmeen eri tyyppiin: keskustoihin, taajamiin ja haja-asutusalueisiin. Keskustoilla kuvataan erityisesti tiheästi rakennettuja kerrostalovaltaisia alueita, taajamilla tiheästi rakennettuja pientaloalueita ja haja-asutusalueilla harvaan asuttuja pientaloalueita. Tällaista jakoa käytetään usein verkkojen rakentamisessa, ja se tuo hyvin esiin alueiden väliset erot investointikohteina. Lisäksi tarkastellaan vapaa-ajan asuntojen yhteyksiä. Seuraava kuva havainnollistaa talouksien määriä ja nykyistä liittymätilannetta erilaisilla alueilla.

²² Arvio haja-asutusalueiden väestömäärän perusteella. Tilastokeskuksen mukaan 85 % suomalaisista asuu alueella, joka kattaa vain 2,2 prosenttia koko maan maapinta-alasta. https://tilastokoulu.stat.fi/verkko-koulu_v2.xql?course_id=tkoulu_vaesto&lesson_id=5&subject_id=10&page_type=sisalto



LIITTYMÄMÄÄRÄT TARKASTELUALUEILLA 2022



On huomattava, että eri liittymätyypit ovat huomattavassa määrin päällekkäisiä. Kuitu- (FTTB & FTTH) ja KTV-liittymät keskustoissa ja taajamissa keskittyvät paljolti samoihin kohteisiin, kun taas KTV- ja kaapelimodeemiliittymät ovat täysin päällekkäisiä. Seuraavissa kappaleissa arvioidaan kunkin aluetyypin odotettua kehitystä ja kehitykseen vaikuttavia tekijöitä.

3.3.1 Keskustat

'Keskusta' ei ole suora talouksien lukumäärän luokitteluperuste esimerkiksi Tilastokeskuksessa. Se on kuitenkin verkkototeutusten luokittelussa niin tavanomainen, että sitä käytetään myös tässä. Talouksien määrä voidaan arvioida riittävällä tarkkuudella esimerkiksi seuraavilla kahdella tavalla:

- Kerros- ja rivitaloissa olevien asuntokuntien määrään²³ perustuen; tulos on 1,7 miljoonaa
- Tilastokeskuksen väestörakennetaulukon²⁴ luokituksessa sisemmän ja ulomman kaupunkialueen väestön perusteella; tulos on 1,7 miljoonaa, kun oletetaan 2 henkilöä per kotitalous

Keskustoissa antenni-tv:n mahdollinen loppuminen ei aiheuta merkittäviä muutoksia, sillä valtaosassa talouksista vaihtoehtoinen yhteys on jo käytössä ja lopuissakin kohtuudella saatavissa. Tällä hetkellä kaapelijakelun merkitys on kaikkein suurin. Kaapeliverkon liittymiä on yhteensä noin 1,8 miljoonaa, ja niistä arviolta noin 1,6 miljoonaa on kerros- ja rivitalokohteissa. Kattavuus on siten varsin hyvä ja nyt liittymät ovat valmiina ja käytössä. Tämä on tärkeä ero laajakaistaliittymiin, sillä laajakaistaliittymissä samaan tasoon päästään vain saatavuudessa²⁵, ei käytössä olevien liittymien määrässä. Täysin kattavia kaapeliverkot eivät kuitenkaan keskustoissakaan ole, sillä osa kerros- ja rivitaloista vastaanottaa television yhteisantennijärjestelmillä. Tällaisia talouksia on arviomme mukaan noin 100 000, ja ne sijaitsevat useimmiten pienemmissä taloyhtiöissä ja osin alueilla, joilla kaapeliverkkoa ei ole saatavilla. Osa näistä taloista on kuitenkin jo nyt kytketty kuituverkkoon. Arviomme mukaan ilman sekä kaapelieitä kuituliittymää on vain noin 50 000 taloutta.

Keskustoissa vaihtoehtoisten liittymien saatavuuden ja käytön voi odottaa edelleen parantuvan, kun kuiturakentaminen etenee. Verkkojen kehitys tuo talouksien ulottuville useimmiten sekä kaapelitelevisiosta että nopean laajakaistan – molemmat kuituverkossa. Kuitu- ja kaapeliverkkojen ero alkaa itse asiassa olla hyvin häilyvä. Kuten muissakin liityntäverkoissa, myös kaapeliverkoissa kuitua on viety koko ajan lähemmäksi tilaajaa, ja kerrostaloalueilla tekninen toteutus on käytännössä hyvin lähellä FTTB-yhteyttä. Esimerkiksi DNA:n Valokuitu Plus-palvelun kuvauksesta voi hieman oikaisten päätellä, että teknisesti kyse on ensisijaisesti FTTB-toteutuksesta, jossa taloyhtiön sisäverkon vaihtoehtoista

²³ Tilastokeskuksen Asunnot ja asuinolot -tilasto.

²⁴ https://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_vrm_vaerak/statfin_vaerak_pxt_11s3.px/

²⁵ Kaapeliverkoissa laajakaistapalvelut ovat käytännössä saatavilla yhtä laajasti kuin ktv-palvelut, mutta tällä hetkellä laajakaistainen kaapelimodeemiliittymä on käytössä vain noin kolmanneksessa kaapelitalouksista.



riippuen sisäverkon osuus toteutetaan joko Ethernet- tai koaksiaaliverkossa²⁶. Palvelu on DNA:n mukaan saatavilla yli 620 000 talouteen ja verkko on kokonaan Docsis3.0-tasoa²⁷.

Kerrostalo-kohteet ovat teknis-taloudellisesti kuiturakentamisen parhaita kohteita, sillä yhdellä liityntäyhteydellä tavoittaa yleensä kymmeniä talouksia. Keskimäärinkin noin 20, sillä kerrostaloja on vain noin 65 000, mutta talouksia niissä on noin 1,3 miljoonaa²⁸. Siksi rakentaminen on hyvin tehokasta.

Rakennusten lukumäärä 31.12.2020	
Kerrostalot	65 479
Rivitalot	84 022
Omakoti- ja paritalot	1 169 903

Rakentamisen tehokkuus palvelee myös asukkaita, sillä nykyisin vallitsevan käytännön mukaan kerrostalojen ei yleensä tarvitse maksaa verkkoon liittymisestä mitään. Maksettaviksi tulevat vain kuukausimaksut. Kuukausimaksutkin ovat usein varsin kohtuullisia, sillä taloyhtiössä yleinen käytäntö on hankkia laajakaista (ja kaapeli-tv) taloyhtiösopimuksella. Tällöin kuukausimaksut ovat selvästi alhaisempia kuin jos yhteyden hankkisi yksittäinen kotitalous.

Keskustojen tilannetta antennijakelun vaihtoehtojen suhteen voidaan pitää niin hyvänä, että tässä tarkastelussa keskusta-alueita ei ole tarpeen käsitellä yksityiskohtaisesti. Keskustoihinkin luonnollisesti jää yksittäisiä alueita, jotka vielä vuoden 2027 alussa ovat pelkän antennijakelun varassa, ja siten siirtyisivät mobiiliin. Kokonaisuudessa tällaiset alueet ovat kuitenkin pieniä, ja arvioimme, että yhteensä mobiiliin siirtyviä talouksia on noin 30 000. On kuitenkin selvää, että antennijakelun mahdollisen päättymisen aiheuttamat haasteet ovat keskustojen ulkopuolella, taajamissa ja haja-asutusalueilla.

3.3.2 Taajamat

Taajamat ovat pientalovaltaisia, ja kuituverkkojen rakentaminen on ollut taajamissa huomattavasti keskustoja hitaampaa. FTTH-liittymistä valtaosa on taajamissa, mutta FTTH-liittymiä on yhteensäkin vain noin 200 000. Näistä taajamissa on arviolta 150 000²⁹. Taajamien pientalot kuitenkin muodostavat suurimman osan koko maan rakennuskannasta; taajamissa on noin 710 000 pientaloa³⁰. Kun myös kaapeliliittymien määrä tiedetään alhaiseksi, antennijakelulle vaihtoehtoisten jakelukanavien saatavuudessa ja käytössä on selviä puutteita. Toisaalta viime aikoina pientalotalueiden kuiturakentamisessa on ollut nähtävissä muutoksia parempaan päin.

Kaikki suuret operaattorit tarjoavat kuituyhteyksiä myös pientaloihin. Tässä keskitytään kuitenkin vaihtoehtoihin toimijoihin, joille kuituverkkojen rakentaminen pientalotalueilla on keskeinen osa toimintaa. Kiinteän verkon rakentajiksi on ilmaantunut uusia toimijoita, ja osa perinteisistä alueellisista toimijoista on aktivoitunut rakentamaan liityntäverkkoja perinteisten alueidensa ulkopuolelle. Uusista toimijoista voidaan mainita esimerkiksi Valokuitunen, Adola ja Elenia, kun taas hyvänä esimerkkinä perinteisen alueellisen toimijan aktivoitumisesta uusilla alueilla voidaan mainita Lounea ja muut Finnet-ryhmän yhtiöt. Kaikki toimivat aktiivisesti paitsi taloyhtiökohteissa, myös omakotialueilla. Lisäksi monet paikalliset

²⁶ DNA ei mainitse perinteistä puhelinsisäjohtoverkkoa esimerkkinä ehkä siksi, että se on usein teknisesti muita vaihtoehtoja heikompi. Vanhoissa kerrostaloissa vaihtoehdot rajoittuvat usein koaksiaaliverkkoon (ktv) ja puhelinsisäjohtoverkkoon, ja DNA:n toteutustapa antaa sille mahdollisuuden valita koaksiaaliverkko. Jos sen sijaan operaattori nojaa DSL-tekniikkaan, FTTB-toteutuksissa sisäverkon ratkaisu on useimmiten VDSL2, joka käyttää puhelinsisäjohtoverkkoa. <https://www.dna.fi/kiinteaverkko>

²⁷ DNA:n listalleottoesite, s. 90. Yhtiön mukaan kaapeliverkon peittoalueella oli tuolloin noin 850 000 taloutta https://corporate.dna.fi/documents/94506/120565/DNA_listalleottoesite_final.pdf/e31e9e11-e9ef-fdde-d57b-2e3973b28f50

²⁸ Tilastokeskuksen Asunnot ja asuinolot -tilasto.

²⁹ Julkisesti tuetuilla hankkeissa rakennettuja kuituliittymiä oli vuoden 2020 lopussa käytössä noin 42 500 <https://www.traficom.fi/fi/ajankohtaista/laajakaistarakentamisen-tuki-laajenee-vapaa-ajan-asuntoihin-ja-5g-verkkojen>

³⁰ Tilastokeskus 2020. Rakennukset käyttötarkoituksen mukaan 31.12.2020 https://www.stat.fi/til/rakke/2020/rakke_2020_2021-05-27_kat_002_fi.html

³¹ Tilastokeskuksen luokituksista kaupunkien kehysalueet, maaseudun paikalliskeskukset ja ydinmaaseutu.



yhtiöt toteuttavat kuituhankkeita omilla alueillaan. Seuraavissa kappaleissa arvioidaan, missä määrin näiden toimijoiden suunnitelmien voidaan odottaa kurovan kuidun saatavuus- ja liittymävajetta umpeen.

3.3.2.1 Lounea ja muut Finnetin yhtiöt

Lounea on yksi entisistä paikallisista operaattoreista, jotka ovat aktiivisesti laajentaneet verkkorakentamista perinteisen toimialueensa ulkopuolelle. Lounea on toki laajentanut toimialuettaan myös yritysosoilla; se on ostanut esimerkiksi Forssan Seudun Puhelimen ja Etelä-Satakunnan Puhelimen. Täysin näiden yhtiöiden perinteisistä toimialueista erillisiä kohteita Lounealla on mm. Seinäjoella, Laukaassa, Jyväskylässä, Lappeenrannassa, Joutsenossa ja Karkkilassa.³² Hankelistasta voidaan poimia Lappeenranta esimerkkinä uudesta dynamiikasta kuituverkkojen rakentamisessa: tällä hetkellä peräti seitsemän yhtiötä on rakentamassa omia verkkojaan kaupunkiin tai ainakin kartoittamassa talouksien kiinnostusta³³. On kuitenkin epätodennäköistä, että Lappeenrantaan tai muuallekaan syntyisi useita rinnakkaisia kuituverkkoja; luultavammin kaikki yrittävät poimia markkinasta oman osuutensa ja kukin rakentaa sellaiselle alueelle, jolle saa liittymät parhaiten etukäteen kaupaksi. Silti tätä voi pitää merkittävänä muutoksena markkinoilla, sillä vastaavaa kilpailua kiinteissä verkoissa ei ole koettu ehkä koskaan. Lounean ja muiden verkkoinvestoijien aktiivisuus kuiturakentamisessa on hyvä uutinen television jakeluvaihtoehtojen kannalta.

Lounea samoin kuin muut Finnetin yhtiöt ja muut perinteiset teleyhtiöt ovat korvanneet kupariverkkoja laajasti kuidulla, mutta kupariverkkoa vastaavaa kattavuutta ei ole odotettavissa. Kuten televerkkojen rakentamisessa yleensä, tiiviisti rakennetut kohteet etenevät hyvin markkinaehtoisesti, ja myös käyttöasteet ovat usein korkeita. Sen sijaan taajamissa ja harvemmin asutuilla alueilla investointi on selvästi epävarmempi sekä epävarmemman kysynnän että korkeampien talouskohtaisten investointien takia. Tällaisissa kohteissa epävarmuutta pyritään vähentämään hakemalla liittymäsitoumuksia etukäteen ja investoimalla vasta sitten, kun riittävä kysyntä on varmistunut. Investointiraja on tyypillisesti noin 50 %, ja liittymismaksu 1500–2500 euroa. Haja-asutusalueilla rakentaminen etenee käytännössä vain julkisesti tuetuissa hankkeissa; näiden merkitystä käsitellään myöhemmin erikseen.

Finnet-ryhmä on ilmoittanut investoivansa kuituverkkoihin puoli miljardia euroa³⁴. Investointisumman kääntäminen liittymämääräksi ei ole aivan suoraviivaista, mutta suuruusluokasta se kuitenkin kertoo. Lisäksi voidaan päätellä, että investointi kohdistunee suurelta osin juuri taajamiin, jotka ovat kaupallisesti kiinnostavia, joissa on suurempi potentiaali ja joissa markkina on parhaillaan kehittyvässä voimakkaasti. Jokainen ryhmän yhtiö päättää investoinneistaan erikseen eikä tulevien investointien kohdealueista ole käytettävissä tarkempia tietoja. Ylipäätään kyse on vasta ylätason suunnitelmasta, ja kohdealueet määräytyvät vasta toteutuvan kysynnän ja myynnin onnistumisen perusteella. Tässä arvioimme varovasti, että suunnitelma voisi tarkoittaa kuitusaatavuuden lisäämistä noin 200 000 talouteen taajamissa. Suunnitelman yhteisvaikutusta muiden hankkeiden kanssa samoin kuin mahdollisia liittymämääriä arvioidaan myöhemmin tässä luvussa.

3.3.2.2 Valokuitunen

Valokuitunen syntyi vuonna 2019, kun Telia ja CapMan-pääomasijoitusyhtiö perustivat yhteisyrityksen, johon siirtyi Telian Avoin kuitu -liiketoiminnan valokuituverkot³⁵. Tuolloin Avoin kuitu -liiketoiminnalla oli valokuituverkkoja ”noin 12 kunnassa, pääosin Suomen kasvukeskuksissa ja niiden taajamissa”, ja verkoissa oli yhteensä noin 20 000 taloutta Helsingin, Turun ja Tampereen seuduilla. Keväällä 2020 yhtiö linjasi rakentamisen kohdealueistaan seuraavasti³⁶:

”Valokuitunen Oy [...] keskittyy esikaupunkialueiden kuiduttamiseen tiiviisti asutuissa taajamissa ympäri Suomen. Yritykseen siirtyy Telian Avoin Kuitu -liiketoiminta ja -verkot, joissa on tällä hetkellä 20 000 kotitaloutta Helsingin, Turun ja Tampereen seuduilla.”

”Uusi yritys suunnittelee sijoittavansa tulevina vuosina yhteensä 200–300 miljoonaa euroa uusien valokuituverkkojen rakentamiseen. Tämä kymmenkertaistaisi Valokuitusen nykyisen

³² <https://lounea.fi/lounea/ajankohtaista>

³³ <https://yle.fi/uutiset/3-12175522>

³⁴ <http://www.finnet.fi/finnet-ryhma-investoi-valokuituyhteyksiin-puoli-miljardia-euroa/>

³⁵ <https://www.capman.com/fi/2019/10/capman-infra-ja-telia-company-vauhdittavat-valokuitukuituverkon-laajenusta/>

³⁶ <https://www.capman.com/fi/2020/04/uusi-valokuitunen-oy-investoi-suomen-valokuituyhteyksiin-jopa-300-miljoonaa-euroa/>

verkon ja tarjoaisi käytännössä rajattoman nettiyhteyden jopa 200 000 kotitaloudelle pientalo-alueilla.”

Myöhemmässä uutisessaan yhtiö kertoi varmistaneensa 300 miljoonan euron rahoituksen ja uudisti viestin siitä, että tavoite on rakentaa verkko 200 000 kotitalouden saataville seuraavan viiden vuoden aikana³⁷. Nettisivuillaan yhtiö toteaa rakentavansa uusia valokuituverkkoja pientaloalueille, joilla on 100–200 kotitaloutta³⁸, joista noin puolet tilaa valokuituliittymän³⁹. Lisäksi yhtiö rakentaa taloyhtiöliittymiä, ja siten kilpailee suoraan myös suurten kiinteän verkon operaattoreiden kanssa. Liittymismaksu Valokuituksen verkkoon on 2390 euroa, ja asennusmaksu 490 euroa (alkaen)⁴⁰.

3.3.2.3 Adola

Adola on suomalaisen Cinian ja hollantilaisen sijoitusyhtiö DIF Capital Partnersin perustama yhtiö, joka markkinoi kuituliittymiä nimellä *täyskuitu*⁴¹. Yhtiö rakentaa verkkoja alueittain, esimerkiksi kylittäin tai kaupunginosittain ennakkotilausten perusteella. Yhtiön tiedotteen mukaan sen tavoite on ”sijoittaa satoja miljoonia euroja Suomen tietoliikenneyhteyksiin”⁴². Tämän mukaan kyse on samasta kokoluokasta kuin Valokuitusella, ja siten myös arvio verkon laajuudesta tällä investoinnilla voisi olla samaa luokkaa, ehkä 200 000 pientaloa. Verkkopeiton rakentamisessa talokohtainen investointi olisi näillä tiedoilla noin 1000–1500 euroa, mitä voinee pitää kohtuullisena arviona.

Yhtiön viestinnästä päätellen pääpaino on pientaloissa, ja verkkoliittymän ns. normaalihinta on 2490 euroa. Yhtiöllä on hankkeita eri puolella Suomea, mm. Kemissä, Kouvolassa, Lappeenrannassa, Kiimingissä ja Jyväskylässä.

3.3.2.4 Elenia

Elenia poimitaan esimerkkinä sähköyhtiövetoisista hankkeista. Elenia rakentaa kuituverkkoja samalla, kun se siirtää sähkökaapeleita ilmasta maahan. Tästä suoraan seuraa, että kohteet ovat kaupunkien keskustojen ulkopuolella, jossa vielä on ilmakaapeleita. Tällä hetkellä Elenialla on kuitukohteita Tampereen seudulla ja Keski-Suomessa seuraavissa kunnissa: Akaa, Hämeenlinna, Kangasala, Lempäälä, Nokia, Orivesi, Jyväskylä, Laukaa, Saarijärvi ja Viitasaari⁴³. Suurin osa kohteista on maaseutumaisia haja-asutusalueita, mutta mukana on myös joitakin tiheästi rakennettuja pientaloalueita (Akaa, Saarijärvi ja Viitasaari). Enimmillään kohteet kattavat joitakin satoja taloja.

Normaalihintaiset liittymismaksut ovat 2190 € (FTTH) ja 3190 € (FTTB)⁴⁴. Siten on selvää, että siirtymähetkeä ajatellen tällaiset liittymät eivät ole automattisesti kaikkien ulottuvilla. Vuoteen 2027 mennessä osa näistä talouksista on varmasti ottaa liittymän käyttöönsä muistakin kuin televisioon liittyvistä syistä, mikä vähentää tv-jakelun siirtymävaiheen haasteita. Näillä määrillä ei kuitenkaan juuri ole merkitystä kokonaisuuden kannalta.

3.3.2.5 Arvio tarkastelun kohdealueesta taajamissa

Edellä tarkasteltiin lähemmin Finnet-ryhmän, Valokuituksen ja Adolan investointisuunnitelmia. Käytännössä kaikkiin pätevät seuraavat johtopäätökset:

³⁷ <https://www.valokuitunen.fi/s/artikkeli/300-miljoonaa-suomen-valokuituun?language=fi> & <https://www.valokuitunen.fi/s/artikkeli/Heikki-Kaunistosta-Valokuituksen-toimitusjohtaja?language=fi>

³⁸ Tilastokeskuksen luokituksessa 'taajama' tarkoittaa vähintään 200 asukkaan rakennusryhmää <https://tilastokeskus.fi/meta/kas/taajama.html#tab1>

³⁹ <https://www.valokuitunen.fi/s/artikkeli/miten-saan-valokuidun-taloyhtiollemme?language=fi>

⁴⁰ Liittymismaksun voi maksaa myös kuukausierissä, jos sitoutuu viiden vuoden sopimusaikaan. Jos ei tilaa laajakaistapalvelua, on maksettava verkon ylläpitomaksua 4,90 €/kk. Hinnasto 30.8.2021 <https://www.valokuitunen.fi/s/artikkeli/hinnat-ja-sopimusehdot?language=fi>

⁴¹ <https://www.cinia.fi/referenssit/adola>

⁴² <https://tayskuitu.fi/2021/10/19/usein-kysyt-kysymykset-ja-kootut-selitykset/>

⁴³ <https://www.elenia.fi/palvelut/valokuitu/kohteet>

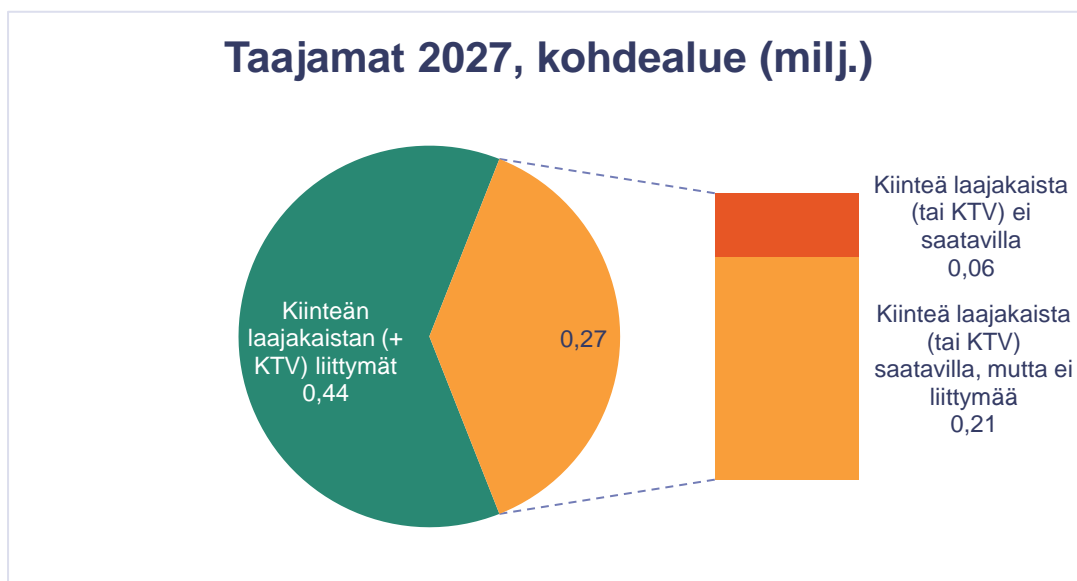
⁴⁴ <https://www.elenia.fi/palvelut/valokuitu/kohteet/kangasala>

- Yhtiöiden suunnitelmien voi odottaa parantavan kuituyhteyksien kattavuutta kasvukeskuksissa ja niiden taajamissa, myös pientaloalueilla, jopa merkittävästi
- Yhtiöiden markkinaehtoista rakentamista koskevat suunnitelmat eivät ainakaan merkittäväällä tavalla edistä laajakaistapalvelujen saatavuutta haja-asutusalueilla; haja-asutusalueiden rakentaminen edellyttää julkista tukea
- Kuituliittymän saatavuus ei suoraan tarkoita korkeaa liittymätiheyttä; investointikynnys on tyypillisesti noin 50 prosentin käyttöaste, ja kohtuullisena oletuksena saavutettavasta liittymätiheydestä voidaan pitää 60 prosenttia
- Liittymismaksut ovat niin korkeita, että television antennijakelun mahdollisesti loppuessa kuituliittymän saatavuus ei tarkoita huoletonta jakelutavan vaihtoa laajakaistaan, jos kuituliittymä ei ole jo valmiiksi hankittuna

Arvioimme mainittujen kolmen toimijan suunnitelmia edellä niin, että kaikkien voi odottaa tavoittelevan noin 200 000 talouden laajennusta kuituverkkojen saatavuuteen. Ne kuitenkin kilpailevat osin samoista kohteista, ja kaikki luultavasti tähtäävät parhaiten kannattaville alueille. Tämä johtaa väistämättä päällekkäisyyksiin, ja yhtiöt voivat joutua rajaamaan suunnitelmiaan. Siksi arvioimme, että hankkeet tulevat parhaimmillaan lisäämään kuidun saatavuutta yhteensä noin 400 000 talouteen. Toisaalta emme odota näiden toimijoiden juuri rakentavan sellaisille alueille, joilla jo on kuituverkko, joten tätä määrää voidaan pitää aitona lisäyksenä nykyisten verkkojen kattavuuteen.

Kun otetaan huomioon taajamien nykyiset kuituverkot, joiden saatavuuden yhdessä olemassa olevien kaapeliverkkojen kanssa arvioidaan olevan noin 250 000 taloutta, saatavuuden voidaan odottaa yltävän noin 650 000 talouteen viiden vuoden kuluessa. Verkoista odotetaan siten tulevan hyvin kattavat, sillä talouksien kokonaismäärä taajamissa on 710 000. Ilman kuitu- tai KTV-liittymän saatavuutta olisi siten jäämässä vain noin 60 000 taloutta.

Tarkastelun määrityksen mukaan kohdealueeseen lasketaan mukaan ne taloudet, joissa riittävän nopea kiinteä laajakaista ei ole saatavilla tai käytössä. Kiinteän laajakaistan tulee siis olla jo valmiiksi muista syistä käytössä vuoden 2027, jotta talouden voitaisiin olettaa siirtyvän antennijakelusta kiinteään laajakaistaan. Muuten vastaanotto siirtyy mobiililaajakaistaan. Kiinteän laajakaistan saatavuudesta päästään liittymämääriin käyttöasteen avulla. Edellä arvioitiin, että kuituverkon laajennuksissa voitaisiin keskimäärin päästä jonkin verran tavanomaisen investointirajan yli niin, että käyttöasteeksi tulisi 60 %. Tällöin uusia liittymiä tulisi noin 240 000. Tällä hetkellä kuitu- ja kaapeliliittymiä arvioidaan olevan yhteensä noin 200 000, joten yhteismääräksi viiden vuoden kuluessa saadaan 440 000. Ilman kuituliittymää jäisi siten noin 270 000 taloutta. Tämä on tarkastelun kohderyhmä taajamissa – se osa talouksista, jotka antennijakelun loppuessa siirtyisivät mobiililaajakaistaan.



Kuten edellä todettiin, saatavuuden uskotaan kehittyvän taajamissa hyvin, mutta liittymätiheyden odotetaan jäävän noin 60 prosenttiin. Siten kohdealueen koko taajamissa on 270 000 taloutta.

3.3.3 Haja-asutusalueet

Tällä hetkellä haja-asutusalueiden taloudet nojaavat valtaosin antenniverkkoon televisiossa eikä vaihtoehtoisia kiinteitä jakeluverkkoja ole laajasti saatavilla. Syykin on selvä: haja-asutusalueet ovat haastavia kohteita mille tahansa jakeluverkolle. Asia käy hyvin ilmi jo nykyisen antenniverkonkin toteutuksessa: 90 prosentin väestöpeitto saavutetaan 20 päälähetysasemalla ja 109 täytelähetinasemalla, mutta viimeisen kymmenen prosentin tavoittamiseksi tarvitaan 18 päälähetintä 49 täytelähetintä lisää. Verkkoinfrastruktuuri on siten lähes tuplattava viimeistä kymmentä prosenttia varten⁴⁵. Aikaisemmin käytössä olleisiin 85 prosentin väestöpeiton verkkoihin tarvittiin vain 13 päälähetintä. Jotta siis viimeinen 15 %, mikä vastaa käytännössä haja-asutusalueiden väestöä, saadaan verkon peittoalueeseen mukaan, verkkoon tarvitaan kolminkertainen määrä lähettäjiä. Asiaa kuvataan usein vähenevien rajahyötyjen käsitteellä: alussa investointi johtaa merkittävään saatavuuden parantumiseen, mutta verkon peittoalueen kasvaessa jokainen lisäys vaatii suhteessa suuremman panostuksen. Käsite pätee hyvin televerkkoinvestointeihin tekniikasta riippumatta, kuten seuraavan taulukon esimerkeistäkin ilmenee.

Verkkototeutus	Kustannusesimerkkejä
Digitan antenni-tv	85 % (maksu-tv aikaisemmin): 13 + 1 lähetintä 90 % (MUX C): 21 + 109 lähetintä 100 % (MUX A): 38 + 158 lähetintä
Kuiturakentaminen (karkeita arvioita)	FTTB/KT: 200–500 €/talous FTTH/taajama: 2000 €/talous FTTH/haja-asutusalue: 5000 €/talous
Mobiiliverkko (UK Shared Rural Network)⁴⁶	Yhteishanke 4G-verkon rakentamiseksi 280 000 ihmisen ulottuville alueilla, joilla verkot eivät ole markkinaehtoisesti kehittyneet Operaattorit ja valtio molemmat investoivat noin 500 milj. £ Investointi noin 3600 £/henkilö

Suomen haja-asutusalueiden laajakaistaverkoissa kohdataan vastaavat haasteet, sillä talouksia on noin 350 000⁴⁷ ja yhteydet ovat pitkiä. Haja-asutusalueet onkin kiinteän laajakaistan suhteen totuttu näkemään otsikoissa lähinnä siksi, että kiinteää verkkoa on purettu. Viimeisen kymmenen vuoden aikana on kuitenkin syntynyt lukuisia julkisesti tuettuja hankkeita, jotka ovat parantaneet kuituverkkojen saatavuutta myös haja-asutusalueilla.

3.3.3.1 Lukuisia julkisesti tuettuja hankkeita

Suomessa on tuettu haja-asutusalueiden laajakaistarakentamista yli kymmenen vuoden ajan. Laajakaista kaikille -ohjelma käynnistyi joulukuussa 2008 ja on myöhemmin jatkunut nimellä Nopea laajakaista. Ohjelmissa on vuosien varrella ollut mukana noin 190 hanketta, joista vuoden 2020 loppuun mennessä oli valmistunut 140, ja liittymiä oli myyty noin 58 000. Valmiiksi rakennettuja liittymiä oli 39 000, ja näistä 32 000 oli käytössä. Tuolloin nopeiden verkko-yhteyksien saatavuus ulottui noin 100 000 asuntoon ja yritykseen. Osa hankkeista oli tuolloin vielä kesken, ja niiden valmistuttua Traficom arvioi saatavuuden yltävän noin 130 000 talouteen. Tukimäärillä mitattuna eniten hankkeita on Pohjois-Pohjanmaalla, Lapissa ja Kainuussa.⁴⁸

Julkisesti tuettuja kohteita rakentaa suuri joukko toimijoita. Suurimmista operaattoreista vahvimmin on mukana Telia, joka rakentaa tuettuja hankkeita erityisesti Pohjois-Suomessa. Finnetin yhtiöistä vahvasti mukana ovat mm. Lounea, IPP ja Kaisanet; Lounea rakentaa haja-asutusalueiden julkisesti tuettuja

⁴⁵ Vertailussa Digitan valtakunnallinen kanavanippu A ja osavaltakunnallinen C. Tarkemmin ilmaistuna Digitan valtakunnallinenkaan verkko ei kata kaikkia talouksia, "vain" 99,96 %.

⁴⁶ <https://srn.org.uk/about/>

⁴⁷ Tilastokeskuksen mukaan haja-asutusalueilla asuu noin 740 000 ihmistä.

https://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_vrm_vaerak/stat-fin_vaerak_pxt_11s7.px/table/tableViewLayout1/

⁴⁸ <https://www.traficom.fi/fi/ajankohtaista/laajakaistarakentamisen-tuki-laajenee-vapaa-ajan-asuntoihin-ja-5g-verkkojen> & <https://www.traficom.fi/fi/ajankohtaista/nopea-laajakaista-hanke-ottii-loppukirin-valtiontuilla-rakennettu-yli-20-tuhatta> & <https://www.traficom.fi/fi/viestinta/viestintaverkot/taustat>



kohteita mm. Etelä-Pohjanmaalla ja Lounais-Suomessa, IPP Pirkanmaalla ja Kaisanet Pohjois-Pohjanmaalla. Suurin osa toimijoista on kuitenkin pieniä alueellisia ja paikallisia tarkoitusta varten perustettuja yhtiöitä ja osuuskuntia.⁴⁹ Kuten todettua, hankkeita on lukuisia, mutta tämän tarkastelun kannalta hankkeita ei ole tarpeen arvioida erikseen. Kun ajatellaan mahdollista tv-jakelun siirtymää laajakaistaverkoihin, on tärkeintä arvioida, missä määrin hankkeet kurovat umpeen kiinteän laajakaistan saatavuusvajetta. Haja-asutusalueilla tuettujen hankkeiden merkitys on huomattava, mutta kurottavaa on paljon, ja haasteet ovat merkittäviä.

3.3.3.2 Kustannukset 3700–8000 euroa liittymää kohti

Haja-asutusalueiden korkeat kustannukset käyvät hyvin ilmi hankkeiden tiedoista. Julkista tukea on maksettu yhteensä noin 90 miljoonaa euroa, josta valtion osuus on ollut noin 46 miljoonaa, kuntien yhteensä noin 26 miljoonaa ja maaseuturahaston (EU) 18 miljoonaa. Toteutunut julkisen tuen osuus valmiiksi rakennettua liittymää kohden osuus on noin 2300 euroa ja käytössä olevaa liittymää kohden noin 2 800 euroa. Kokonaiskustannukset ovat olleet noin kolminkertaiset. Kuntaliiton teettämässä maaseudun valokuituinvestointeja koskevan tutkimuksen mukaan rakentamiskustannukset julkisesti tuetuissa kuituhankkeissa ovat olleet 3700–8000 euroa myytyä liittymää kohti⁵⁰. Haja-asutusalueilla yksittäisen talon liityntäyhteys voidaan mitata kilometreissä ja yhteydellä tavoittaa vain yhden talouden. Alla olevassa taulukossa on esimerkinomaisesti esitetty joitakin Kuntaliiton tutkimuksen keskeisiä kustannusanalyysin tuloksia.

	Traficom				Maaseuturahasto
	Kunnan maksuosuus			Yhteensä	
	8 %	22 %	33 %		
€/toteutuneet verkkokilometrit					
Toteutuneet kokonaiskustannukset	10 382	-	12 012	-	10 964
Maksettu julkinen tuki	3 975	4 262	3 235	3 918	6 298
€/myydyt liittymät					
Toteutuneet kokonaiskustannukset	7 999	-	5 827	-	3 697
Maksettu julkinen tuki	3 063	2 500	1 569	2 477	2 123
Liittymät/toteutuneet verkkokilometrit					
Myytyjen liittymien määrä	1,30	1,71	2,06	1,58	2,97
Aktiivisten liittymien määrä	0,96	1,24	1,39	1,14	-

Hankkeiden kustannustiedot kuvaavat hyvin eroja taajamien kaupallisin perustein rakennettavien ja haja-asutusalueiden tuettujen kohteiden välillä. Tuetuissa kohteissa tuen osuus vastaa kaupallisin perustein rakennettavien FTTH-liittymien liittymismaksuja, mutta kokonaiskustannukset ovat jopa kolminkertaiset. Tuen avulla voidaan siten tasoittaa alueiden välisiä eroja niin, että haja-asutusalueiden liittymismaksut saadaan painettua lähemmäksi kaupallisin perustein rakennettavien taajama-alueiden liittymismaksuja.

3.3.3.3 Saatavuusvaje on jäämässä merkittäväksi

Haja-asutusalueilla on noin 350 000 taloutta. Tällä hetkellä kaikista FTTH-liittymistä haja-asutusalueilla voidaan haastattelujen ja muiden tietojen perusteella arvioida olevan noin 50 000, ja ne ovat valtaosin julkisesti tuetuissa hankkeissa rakennettuja liittymiä.

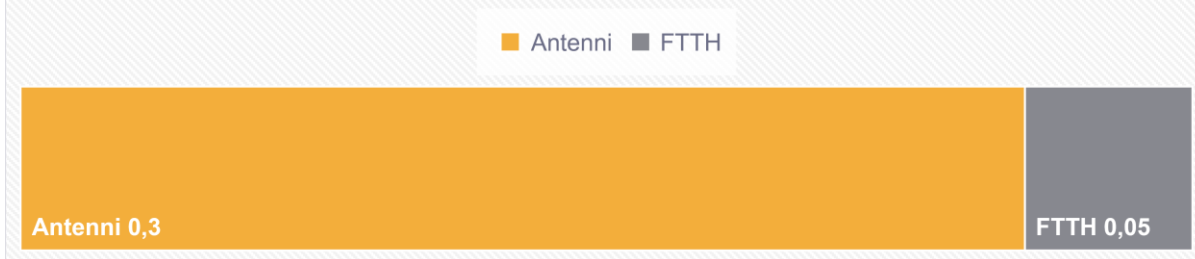
⁴⁹ <https://www.traficom.fi/fi/viestinta/viestintaverkot/nopea-laajakaista-hankkeen-tuki-ja-maksupaatokset>

⁵⁰ Kuntaliitto 2020, Maaseudun valokuituinvestoinnit

<https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2020/2051-maaseudun-valokuituinvestoinnit>



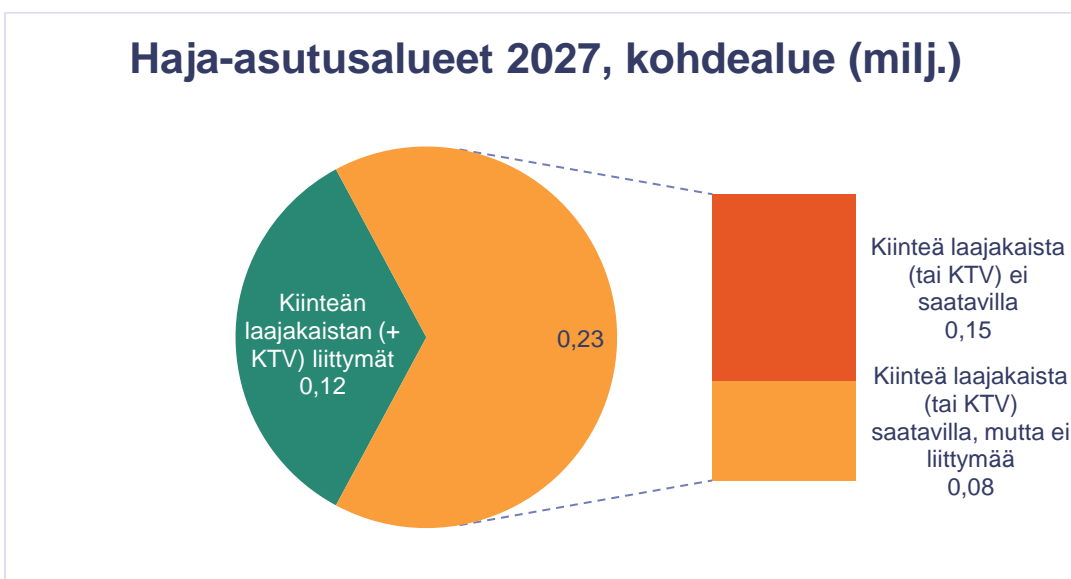
Yhteydet haja-asutusalueilla (milj.)



Myytyjä liittymiä on jonkin verran enemmän ja saatavuuden voidaan käynnissä olevien ohjelmien perusteella arvioida yltävän noin 130 000 talouteen lähivuosina. Uusien tukiohjelmien⁵¹ ansiosta julkista tukea on saatavilla noin 70 miljoonaa euroa lisää.

Jos hankkeita käynnistyy odotetusti, niin kuituverkon saatavuuden haja-asutusalueilla voidaan odottaa nousevan yhteensä noin 200 000 talouteen vuoteen 2027 mennessä. Muutos on merkittävä. Silti näilläkin oletuksilla vielä noin 150 000 taloutta on jäämässä kuituverkkojen saatavuuden ulkopuolelle. Lisäksi on huomattava, että saatavuus ei vielä tarkoita aktiivista liittymää. Julkisesta tuesta huolimatta liittymismaksut ovat merkittäviä, joten kaikkien ei voida odottaa liittymää ostavan. Investointipäätöksissä rajana on tyypillisesti 50 prosentin liittymätiheys, ja kohtuullisena liittymätiheyden ylärajana voidaan pitää 60 prosenttia. Tällöin liittymämääräksi saadaan enimmillään noin 120 000, ja nykyinen liittymämäärä enemmän kuin tuplaantuisi. Silti ilman kuituliittymää jäisi tämän arvion mukaan noin 230 000 haja-asutusalueen taloutta (150 000 ilman saatavuutta ja 80 000 ilman liittymää saatavuudesta huolimatta).

Haja-asutusalueet 2027, kohdealue (milj.)



Omnitelan käsityksen mukaan haja-asutusalueiden kuiturakentaminen perustuu käytännössä täysin julkisesti tuettuihin hankkeisiin. Kuituverkon kattavuuden parantaminen edelleen vaatisi merkittäviä uusia panostuksia, sillä mukaan tulisi yhä harvemmin asuttuja kohteita, joissa yhteyskohtaiset kustannukset nousevat helposti nykyisiä kohteita korkeammiksi. Selvityksessä saatujen tietojen mukaan myös kuntien taloudellinen sitoutuminen hankkeisiin alkaa käydä vaikeammaksi, ja siten muuta julkista tukea tarvittaisiin todennäköisesti nykyistä enemmän. Myöskään verkkojen liittymätiheyden nostaminen ei välttämättä onnistu tehokkaasti, sillä uusien liittymien lisääminen verkkoon voi tarkoittaa käytännössä

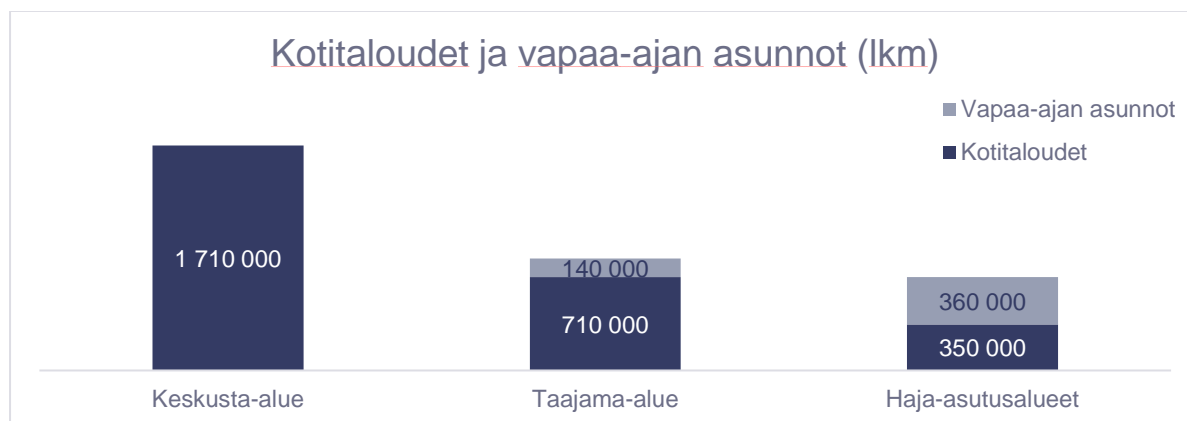
⁵¹ <https://www.traficom.fi/fi/nopea-laajakaista> & <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Maaseuturahastoelvytys%20laajakaistahankkeet%2014.6.2021.pdf> & <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Keskustelutilaisuus%20maakuntaliitoille%2014.6.2021.pdf>



uudisrakentamista. Kohteet ovat toki erilaisia, ja joissakin tapauksissa nykyisiä toteutuksia voidaan laajentaa tehokkaasti hyödyntämällä jo rakennettuja runkoyhteyksiä ja muuta laajennusta tukevaa infrastruktuuria. Tämän selvityksen kannalta mittakaavaa muuttavia uusia tekijöitä ei kuitenkaan ole tiedossa, joten arvio haja-asutusalueiden vuoden 2027 kuituverkkotilanteesta pysyy ennallaan: noin 150 000 taloudelta puuttuu kuitusaatavuus ja noin 230 000 taloudelta kuituliittymä. Tällä tuloksella kuituverkkoa voitaisiin pitää jo hyvin kattavana, sillä 150 000 taloutta vastaa vain noin viittä prosenttia kaikista talouksista. Hieman yksinkertaistaen kyse on kaikkein vaikeimmista tavoitettavista kohteista, joissa rakentamisen talouskohtaiset kustannukset voivat hyvin korkeiksi.

3.3.4 Vapaa-ajan asunnot

Suomessa on noin 500 000 vapaa-ajan asuntoa. Ne ovat valtaosin haja-asutusalueilla, ja jo siitäkin syystä usein kiinteän laajakaistan kannalta haastavissa paikoissa. Julkisesti tuetuissa kuituhankkeissa on yhteyksiä rakennettu myös vapaa-ajan asuntoihin, mutta ei merkittävässä määrin. Vaikka uudet julkisen tuen ehdot mahdollistavat tuen myös vapaa-ajan asuntojen yhteyksiin, ei ole odotettavissa, että kuituverkkojen saatavuus mitenkään ratkaisevasti muuttuisi seuraavan viiden vuoden aikana. Television vastaanotto vapaa-ajan asunnoissa on antenniverkon varassa, ja jos antennijakelu päättyy, siirtymä tapahtuu kiinteän laajakaistaverkon sijasta mobiiliverkkoihin. Haja-asutusalueilla vapaa-ajan asuntojen määrä on suhteellisesti hyvin suuri; niitä on käytännössä yhtä paljon kuin vakituisesti asuttuja asuntoja.



Vapaa-ajan asuntojen jakaumaa eri aluetyypeille on arvioitu perustuen tilastokeskuksen kuntatason tilastoon vapaa-ajan asuntojen (kesämökkien) lukumäärästä⁵². Tilastokeskuksen luokittelussa vapaa-ajan asunnoissa eivät ole mukana vakituisesti asutut tai yritystoimintaa tukevat lomamökit eivätkä siirtolapuutarhamökit⁵³. Osa vapaa-ajan asunnoista on selvityksen määritelmän mukaisella taajama-alueella, eli mahdollisesti kuituverkon saatavuusalueella. Tässä tarkastelussa kuitenkin oletetaan mm. haastattelujen ja muiden tietojen perusteella hieman yksinkertaistaen, että vapaa-ajan asunnot jäävät kiinteän laajakaistaverkon ulkopuolelle.

3.4 Yhteenveto kiinteän verkon saatavuuden ja liittymämäärän kehityksestä 2022–27

Seuraava kuva esittää yhteenvetona kiinteän laajakaistan odotetusta kehityksestä. Kun kaapeliverkko lasketaan mukaan, keskustoissa tilanne on niin hyvä, että valtaosa talouksista on kytketty siirtymän kannalta riittävän hyvään vaihtoehtoiseen verkkoon. Ilman kiinteää liittymää on jäämässä vain noin 30 000 taloutta. Taajamissa tilanteen odotetaan kehittyvän suotuisasti, mutta silti liittymän odotetaan puuttuvan noin 270 000 taloudesta vuonna 2027. Kuten odottaa sopii, haja-asutusalueilla kiinteiden yhteyksien saatavuuteen odotetaan jäävän puutteita niin, että verkko on edes saatavilla vain noin puolessa talouksista eli noin 150 000 taloudesta, ja käytössä noin 120 000 taloudesta. Vapaa-ajan asuntojen odotetaan jäävän käytännössä kokonaan kiinteiden yhteyksien ulkopuolelle.

⁵² Tilastokeskus, Rakennukset ja kesämökit, viitattu 20.1.2022, <https://www.stat.fi/til/rakke/index.html>

⁵³ <https://www.stat.fi/til/rakke/kas.html>

Kiinteän laajakaistan saatavuus ja käyttö 2027 (milj. liittymää/taloutta)

	Keskusta-alue	Taajama-alue	Haja-asutusalueet	Vapaa-ajan asunnot
Kotitaloudet yhteensä	1,71	0,71	0,35	0,5
■ Ei saatavilla kiinteää laajakaistaa (tai ktv)	0,02	0,06	0,15	0,45
■ Ei liittymää, kiinteä laajakaista saatavilla	0,01	0,21	0,08	0,05
■ Liittymät: Kiinteä laajakaista tai ktv	1,68	0,44	0,12	0

Seuraavassa taulukossa on vielä kootusti kohdealueiden koot neljällä eri tarkastelualueella. Vakituisesti asutuista taloista noin puoli miljoonaa on jäämässä riittävän nopean kiinteän laajakaistan ulkopuolelle lähinnä taajamissa ja haja-asutusalueilla. Lisäksi käytännössä kaikkien vapaa-ajan asuntojen odotetaan jäävän mobiiliyhteyksien varaan.

	Keskustat	Taajamat	Haja-asutusalueet	Vapaa-ajan asunnot
Riittävän nopeaa kiinteää laajakaistaa ei ole saatavilla	20 000	60 000	150 000	450 000
Riittävän nopeaa kiinteää laajakaista on saatavilla, mutta ei ole käytössä	10 000	210 000	80 000	50 000
Yhteensä	30 000	270 000	230 000	500 000

Kiinteän laajakaistan saatavuuden ja käytön odotetaan etenevän niin, että kuituliittymien määrä enemmän kuin kaksinkertaistuu viiden vuoden aikana. Silti talouksista yli puoli miljoonaa on tämän ennusteen mukaan ilman kiinteää laajakaistayhteyttä vielä vuonna 2027. Jos antennijakelu päättyy, nämä taloudet siirtyvät television vastaanotossa mobiiliverkkoihin.



4 Matkaviestinverkkoihin siirtyvä liikenne

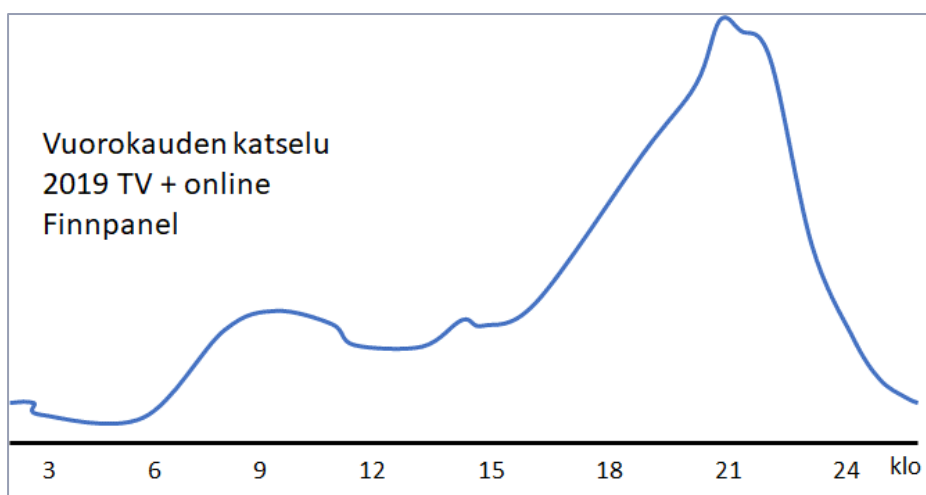
Edellisessä luvussa määritettiin tarkastelun kohdealue eli se osuus kotitalouksista, joka antennijakelun mahdollisen päättymisen myötä siirtyisi antenniverkosta mobiiliverkkoihin vuoden 2027 alussa. Seuraava vaihe on arvioida, kuinka paljon liikenne mobiiliverkoissa lisääntyisi näiden talouksien television katselun takia. Tähän vaikuttavat erityisesti television katselun määrä ja laatu; kuinka moni katsoo televisiota samaan aikaan, minkälaisella laadulla ja millä tavalla lähetteen jakeluverkossa pakataan. Kun antenniverkossa kapasiteetin mitoitus perustuu yhtä aikaa lähetettävien tv-kanavien määrään, mobiiliverkossa se perustuu yhtä aikaa katsottavien tv-kanavien määrään. Siten palvelujen kysyntä vähittäistasolla muodostuu kriittiseksi tekijäksi.

Edellä kiinteitä verkkoja koskevassa tarkastelussa kysynnän luonnetta ei tarvinnut juuri pohtia, koska riittävän nopeiksi kiinteiksi yhteyksiksi hyväksyttiin vain kuitu- ja kaapeliliittymät. Niissä kapasiteetin voi odottaa riittävän kaikille kuvanlaaduille ja tarvittaessa usealle kanavalle yhtä aikaa samassa liittymässä. Mobiiliverkoissa tilanne on hyvin erilainen, ja siksi liikennekuorma on arvioitava huolellisesti.

4.1 Television katseluhuiput

Mobiiliverkot on mitoitettava huippukuorman mukaan. Matkaviestinverkon tukiaseman kapasiteetti jaetaan kaikkien yhtäaikaisten käyttäjien kesken, ja siksi on arvioitava esimerkiksi, kuinka suuri osa verkossa olevista asiakkaista käyttää suurta kapasiteettia vaativia palveluja yhtä aikaa. Kun tiedetään, että television katselu vaatii huomattavasti jatkuvaa ja tasalaatuista kapasiteettia, ja että katselussa on yleensä merkittäviä katselupiikkejä vuorokauden sisällä ja tietyt ohjelmat keräävät vuosittain erittäin suuria yleisöjä, verkon mitoitus huippukuorman mukaan tulee entistä tärkeämmäksi. Samasta syystä on kiinnitettävä suurta huomiota kuvan laatuun, kuvan pakkaustekniikoihin, yhtä aikaa katsottavien ohjelmien lukumäärään ja käytettävään päätelaitteeseen.

Finnpanelin tutkimusten mukaan television katselun päivittäinen enimmäiskatseluhetki on klo 20.30–21.30. Katseluhuippu on hyvin selvä. Vuorokausivaihtelua vuonna 2019 havainnollistaa seuraava kuva.⁵⁴



⁵⁴ Kuvaaja on laadittu likimääräisenä arviona Finnpanelin tietojen perusteella https://www.finnpanel.fi/lataukset/tv_vuosi_2020.pdf



Katseluhiipun ohella selviä ovat myös suosituimmat ohjelmatyypit. Miljoonayleisöjä keräävät erityisesti urheilun suur tapahtumat, uutiset ja suosituimmat viihdeohjelmat; esimerkkejä on poimittu seuraavaan taulukkoon⁵⁵.

Ohjelma	Päivä	Klo	Keskikatsojamäärä 7 vrk:n aikana	Prosenttia kohderyhmästä	Katseluosuus	Katsojamäärä yhteensä (kaikki kanavat)
Jääkiekon MM (MTV3)	6.6.2021	21.50	2 228 000	42 %	80 %	2 785 000
Kymmenen uutiset (MTV3)	6.6.2021	21.43	2 121 000	40 %	77 %	2 754 000
Yle Uutiset (Yle TV1)	6.12.2021	20.30	1 572 000	30 %	69 %	2 278 000
Eurovision Song Contest (Yle TV1)	22.5.2021	22.00	1 433 000	27 %	80 %	1 791 000
Linnan juhlat (Yle TV1)	6.12.2021	19.15	1 347 000	25 %	62 %	2 172 000
Jalkapallon EURO 2020: FIN-BEL (Yle TV2)	21.6.2021	21.50	1 406 000	27 %	77 %	1 825 000
Hiihdon MM: Miesten 50 km (Yle TV2)	7.3.2021	13.55	1 304 000	25 %	77 %	1 693 000
The Voice of Finland (Nelonen)	23.4.2021	19.58	924 000	17 %	47 %	1 965 000

Keskikatsojamäärä = Katsojien määrän keskiarvo koko ohjelman keston ajalta
 Prosenttia kohderyhmästä = Katsojien osuus (%) koko väestöstä tai kohderyhmästä, kantaluku (100 %) on väestöestimaatti
 Katseluosuus = Ohjelman osuus (%) ajankohdan kokonaiskatselusta
 Luvut sisältävät myös vieraskatselun sekä ajassa siirretyt katselun

Yksityiskohtana mainittakoon, että usein Linnan juhlat 6.12. nousevat tilastossa korkeammalle, mutta viime vuonna juhlat olivat normaalia vaatimattomammat. Mainittakoon myös toinen yksityiskohta dataverkkojen liikenteestä: DNA:n dataverkoissa vuoden 2021 huippu kiinteässä verkossa oli 5.12. ja mobiiliverkossa 7.12.⁵⁶ Suoratoistopalvelut jäävät katsojaluvuissa vielä selvästi jälkeen: pääkanavien suoratoistopalveluissa ohjelmat keräsivät viimeisen kolmen kuukauden jaksolla enimmillään lähes puoli miljoonaa katsojaa, mutta pääosin katsojaluvut olivat selvästi alhaisempia⁵⁷.

Kaikki huippuajan katselu ei toki ole antenniverkossa tälläkään hetkellä, koska selvästi yli puolet talouksista on kaapeliverkossa. Lisäksi vuoden 2027 alussa merkittävän osan antenniverkon talouksista odotetaan siirtyvän kiinteään laajakaistaverkkoon, jos antennijakelu päättyy. Mobiiliverkkoon siirtyvät vain ne taloudet, joilla ei ole riittävän nopeaa kiinteään laajakaistaliittymää käytössään. Edellisen luvun analyysien perusteella tällaisia talouksia on yhteensä 530 000. Seuraavassa taulukossa nämä on vielä jaettu tarkastelualueille niin, että haja-asutusalueen 230 000 taloutta on jaettu mobiiliverkon mitoitusta varten kahteen erityyppiseen alueeseen, ydinmaaseutuun ja harvaan asuttuun maaseutuun. Lisäksi tässä yhteydessä tarkastelussa siirrytään talouksista ihmisiin, koska katsojamäärät ja siten mobiiliverkkojen kapasiteettitarve mitataan ihmisten määrään perustuen.

⁵⁵ Finnpanel Television katselu Suomessa 2021, TV-vuosittelaisuus 20.1.2022 https://www.finnpanel.fi/lataukset/tv_vuosi_2022.pdf & <https://www.finnpanel.fi/tulokset/tv/vko/top/viimeisin>

⁵⁶ DNA Datakronikka 2021 https://www.dna.fi/documents/753910/5166098/DNA_Datakronikka_2021.pdf/40769470-3bbf-d71c-9f45-61793bf8e25a?t=1639125447067

⁵⁷ Ajanjakso 5.11.2021–2.2.2022 <https://www.finnpanel.fi/tulokset/totaltv/yle/online90>



	Keskustat	Taajamat	Ydinmaaseutu	Harvaan asuttu maaseutu
Mobiiliverkkoon siirtyvät taloudet	30 000	270 000	130 000	100 000
Talouden koko asukasta/talous	1,64	2,55	2,33	2,19
Mobiiliverkkoon siirtyvät ihmiset	49 200	688 500	302 900	219 000

Kuten taulukosta nähdään, taloudet ovat taajamissa ja haja-asutusalueilla selvästi suurempia kuin keskustoissa. Siten mobiiliverkkoon siirtyy suhteellisesti suurempi osa ihmisistä kuin talouksista, mikä on otettava verkon mitoituksessa huomioon.

4.2 Katseluhuipun valinta mitoitukseen

Finnpanelin mukaan koko viime vuoden katseluhuippu oli jääkiekon MM-finaali 6.6.2021. Lähetyksellä oli keskimäärin 2,3 miljoonaa katsojaa ja sen osuus kokonaiskatselusta oli 80 % Tällöin tuona ajankohdalla katsojia eri kanavilla oli yhteensä lähes 2,8 miljoonaa.⁵⁸ Kuten edellisen kappaleen taulukosta kuitenkin nähdään, tällaiset katseluhuiput ovat hyvin harvinaisia. Lisäksi voidaan turvallisesti olettaa, että tulevina vuosina television luonne monipuolistuu, mikä mieluummin laskee kuin nostaa lineaarijakelun huippuhetkien katsojamääriä. Siksi emme pidä tarkoituksenmukaisena ottaa viime vuoden huippukatseluhetkeä perustaksi mobiiliverkon mitoitukselle vuoden 2027 alussa.

Mobiiliverkon mitoitusta varten jätämme nykyisistä katsojaluvuista aivan korkeimmat huippukohdat pois, ja otamme "tavanomaiseksi" tai usein toistuvaksi enimmäiskatseluksi 1,8 miljoonaa yhtäaikaista katsojaa. On selvää, että tällä rajauksella verkon kapasiteetti voi osoittautua liian alhaiseksi niinä harvoina vuosittaisina huippuhetkinä, mutta toisaalta verkon mitoituksessa ja investointiarvioissa on useita muitakin joustokohtia. Esimerkiksi ennuste siitä, kuinka moni yhtäaikaista katsojista katsoo samaa lähetettä (tai samaa ruutua), esimerkiksi samassa taloudessa, on verkon mitoituksen kannalta erittäin merkittävä. Käytämme investointiarvioissa tästä oletuksia 1 ja 2; eli joko yksi tai kaksi katsojaa katsoo samaa lähetettä samalta ruudulta. Lisäksi on huomattava, että katsojia siirtyy antennista mobiiliin myös riippumatta siitä, miten antenniverkon jatkosta päätetään. Siten uskomme, että investointiarviot kattavat laajasti erilaiset vaihtoehdot katselun huippuhetkistä, vaikka jätämmekin viime vuoden tilastosta yksittäiset huippuhetket huomiotta.

1,8 miljoonaa yhtäaikaista katsojaa tarkoittaa noin 33 % katseluaktiivisuutta. Mobiiliverkkoihin on siirtymässä yhteensä 530 000 taloutta (joissa yhteensä noin 1 260 000 mahdollista katsojaa), ja jos oletetaan, että katselu jakautuu tasaisesti kotitalouksissa olevan väestön mukaan, näissä talouksissa on yhteensä 418 000 yhtäaikaista katsojaa. Loput ovat siis jo valmiiksi vaihtoehtoisissa verkoissa tai siirtymässä niihin. Tämän analyysin tuloksena saadaan yhtäaikaiset tv-katsojat mobiiliverkkoon siirtyvissä talouksissa eri alueilla seuraavan taulukon mukaisesti.

	Keskustat	Taajamat	Ydinmaaseutu	Harvaan asuttu maaseutu
Yhtäaikaiset tv-katsojat mobiiliverkkoon siirtyvissä talouksissa	16 000	229 000	100 000	73 000

Mikäli enimmäiskatseluhetkinä samassa taloudessa katsoo keskimäärin kaksi henkilöä samaa lähetystä samalta laitteelta, katselun arvioidaan jakautuvan kotitalouksien määrän mukaan eri alueilla. Tällöin kokonaiskatsojamäärä pysyy samana, 1,8 miljoonaa katsojaa, mutta katsottavia lähetystyyppejä on vain 0,9 miljoonaa.

Käytännössä kokonaiskatselu enimmäiskatseluhetkellä lienee jotain näiden kahden skenaarion väliltä. Monessa taloudessa katsojia voi olla yhden ruudun takana enemmän kuin yksi, mutta myös osassa talouksia on ruudun ääressä vain yksi katsoja. Näin ainakin yhden hengen talouksissa, mutta myös isommissa; maanlaajuisesti huippukatselun keräävä lähetys saattaa yksittäisessä taloudessa

⁵⁸ <https://www.finnpanel.fi/tulokset/tv/vuosi/topv/2021/mtv3.html>

kiinnostaa vain yhtä henkilöä. Esitettyjä skenaarioita käytetään arvioimaan enimmäiskatseluhetken kuormituksen vaihteluväliä.

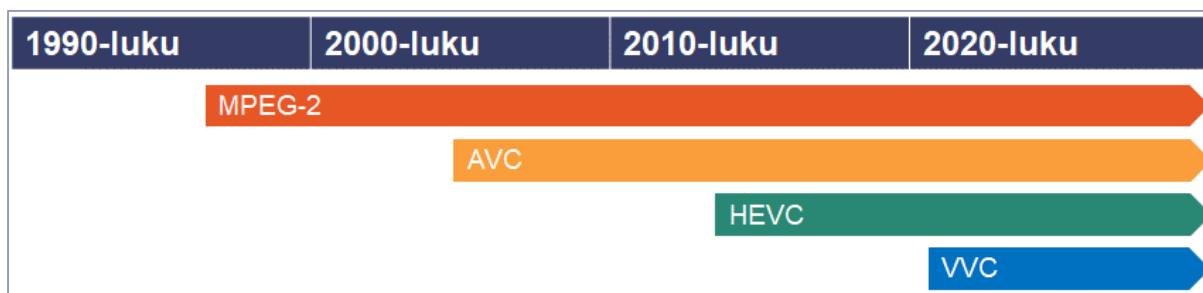
4.3 Kuvan laaduksi HD & UHD

Tarkastelussa on ensisijaisesti kyse antenniverkon lähetysten korvaamisesta laajakaista- ja mobiilijakelulla. Antenniverkossa ollaan parhaillaan vasta siirtymässä kuvanlaadussa SD-tasosta HD-tasoon; suurin osa kanavista lähetetään edelleen SD-muodossa. Lähetystekniikkaa ollaan kuitenkin vaihtamassa tulevina vuosina, ja voidaan olettaa, että kuvanlaadussa HD-tasosta tulee vallitseva vuoteen 2027 mennessä. Siten siirtymää ajatellen HD-tasoa voidaan pitää minimitasona.

Vaikka antennijakelussa ei HD-tasosta ylöspäin mentäisikään, yleisesti voidaan odottaa, että UHD-laadun osuus vähitellen lisääntyy. Siten mobiiliverkkojen varassa olevissa tv-talouksissa katselu koostuu sekä HD- että UHD-muotoisista läheteistä. Myöhemmin tässä luvussa arvioidaan mobiiliverkkojen investointitarpeita erilaisilla oletuksilla käytettävästä kuvanlaadusta.

4.4 Pakkausmenetelmien kehitys

Kuvanlaadun ohella toinen tärkeä kapasiteettitarvetta määrittävä tekijä on käytettävä pakkaustekniikka. Seuraava kuva havainnollistaa tärkeimpien tekniikoiden käyttöönoton aikataulua. Tällä hetkellä tärkein pakkaustekniikka on AVC (MPEG-4), jota käytetään yleisesti niin antenni- ja kaapelijakelussa kuin IPTV-jakelussakin. Kuva havainnollistaa myös, että pakkaustekniikoiden yleistymien vie aikaa: AVC-tekniikka julkaistiin jo 2004, mutta se on edelleen valtatekniikka siitä huolimatta, että uusia ja tehokkaampia tekniikoita on jo julkaistu. Näitä ovat vuonna 2013 julkaistu HEVC ja vuonna 2020 julkaistu VVC.



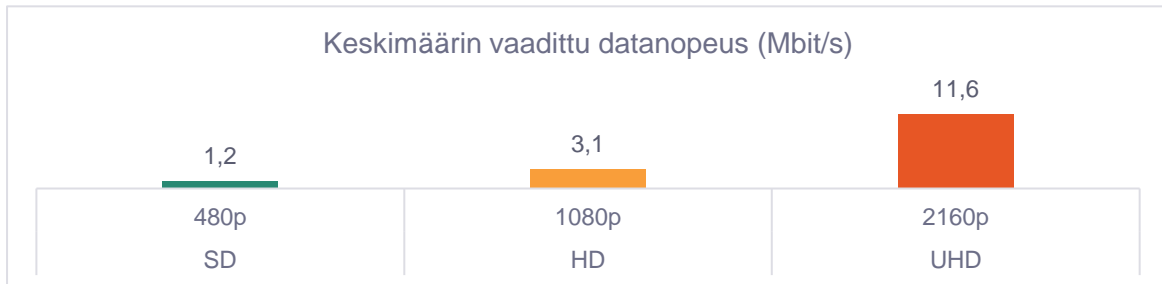
HEVC on tällä hetkellä käytössä joissakin suoratoistopalveluissa, mutta ei tavanomaisemmissa televisiolähetyksissä⁵⁹. Tärkeä syy hitaaseen yleistymiseen on päätelaitekannan hidas uusiutuminen; uusimmasta tekniikasta lähetyksessä tai verkossa ei ole hyötyä, jos merkittävä osa vastaanottimista ei uutta tekniikkaa tue. Televisoissa HEVC-koodaukselle on nykyisin laajasti tuki UHD-kategorian laitteissa. HEVC-koodauksen käyttöönottoa ovat hidastaneet myös laskentatehovaatimukset sekä kalliina pidetty lisensointirakenne, jossa keskeinen toiminnallisuus on patenteilla suojattu. Nämä pakkaustekniikat tunnetaan useallakin eri nimellä, joten seuraavassa taulukossa on vielä yhteenvetona eri pakkaustekniikoiden eri nimitykset ja julkaisuajat.

⁵⁹ Ruotsissa Teracom tosin testasi UHD-lähetyksiä DVB-T2-verkossa HEVC-koodauksella jo vuonna 2014 (tuotantokäyttöön tekniikka ei kuitenkaan ole tullut) ks. esim. <https://www.mynewsdesk.com/se/teracom/pressreleases/boxer-och-teracom-testsaender-ultra-hd-i-marknaetet-952147>



Pakkaustekniikka	ITU-T	ISO/IEC	Julkaistu
MPEG-2	H.262	MPEG-2 Part 2	5/1996
AVC (Advanced Video Coding)	H.264	MPEG-4 Part 10	8/2004
HEVC (High Efficiency Video Coding)	H.265	MPEG-H Part 2	6/2013
VVC (Versatile Video Coding)	H.266	MPEG-I Part 3	8/2020

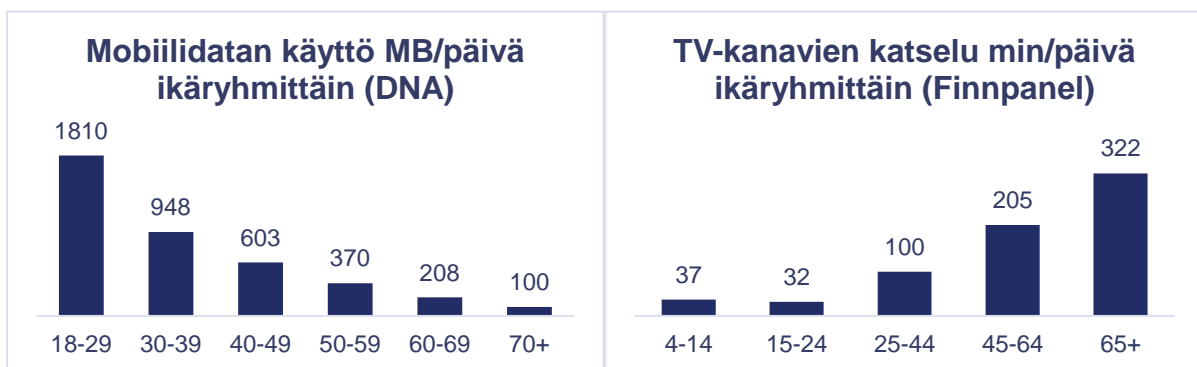
Mobiiliverkon mitoituksessa oletetaan VVC-pakkaustekniikan yleistyvän viidessä vuodessa niin, että vuonna 2027 lähetykset ovat puoliksi VVC- ja HEVC-koodattuja. Näillä oletuksilla vaaditaan seuraavat keskimääräiset datanopeudet eri tarkasteltavien luokkien katseluun.



Pakkaustekniikoiden käyttöön voidaan vaikuttaa myös käyttöön valittavilla IPTV-päätelaitteilla niin, että uusia pakkaustekniikoita tukevia laitteita saadaan riittävästi kotitalouksiin, joissa lähetykset siirtyvät ensisijaisesti laajakaistajakeluun.

4.5 Erialaisten jakelukanavien käyttö yleisty

Tarkastelussa on jo aikaisemminkin todettu, että television käyttö todennäköisesti monipuolistuu nykyisestä. Vaikka siis kanavamuotoisen television odotetaan säilyvän vahvana vielä 2027, sen rinnalle tulee uusia internet-jakeluun perustuvia palveluja, joita käytetään monilla erilaisilla päätelaitteilla. Sohvakatselua⁶⁰ täydennetään muilla tavoilla. Tämä kehitys näkyy vahvasti tällä hetkellä nuorten ikäluokkien katselutottumuksissa, sillä 15–24-vuotiaiden tv-katselusta yli puolet tapahtuu tietokoneella, kännykällä tai tabletilla⁶¹. Ikä määrittää tarkastelun kannalta keskeisiä tekijöitä merkittävästi, sillä siinä missä mobiililaajakaistan käyttö painottuu nuorissa ikäluokissa, kanavamuotoisen television käyttö painottuu vanhemmissa ikäryhmissä. Tätä havainnollistaa seuraava DNA:n ja Finnpanelin tiedoista laadittu kuva-
pari⁶².



⁶⁰ https://www.kotus.fi/sanakirjat/kielitoimiston_sanakirja/uudet_sanat/vuoden_sanapoinnot/sanapoinnintoja_2014

⁶¹ Finnpanel 2022, Television katselu Suomessa 2021 https://www.finnpanel.fi/lataukset/tv_vuosi_2022.pdf

⁶² DNA Datakronikka 2021 https://www.dna.fi/documents/753910/5166098/DNA_Datakronikka_2021.pdf/40769470-3bbf-d71c-9f45-61793bf8e25a?t=1639125447067 & Finnpanel 2022, Television katselu Suomessa 2021 https://www.finnpanel.fi/lataukset/tv_vuosi_2022.pdf



Vaihtoehtojen lisääntyminen johtaa siihen, että taloudessa voidaan katsoa useaa eri palvelua yhtä aikaa, mutta todennäköisemmin osa katselusta tarkoittaa esimerkiksi kännykällä tapahtuvaa vähemmän kapasiteettia vaativaa käyttöä. Uusien käyttötapojen voi odottaa yleistyvän seuraavan viiden vuoden aikana, ja siten nykyistä suurempi osa liikenteestä on jo valmiiksi mobiiliverkoissa. Jos antennijakelu päättyy, tämä osa television katselusta ei enää siirry mobiiliverkkoihin – se on siellä jo valmiiksi. Tämä osa mobiiliverkon liikenteestä ei siten aiheudu antennijakelun päättymisestä.

Kasvava vaihtoehtoisten sisältöjen käyttö oletetusti sisältyy matkaviestinverkkojen liikenne-ennusteeseen, sillä kokonaisliikenteen kasvu selittyy osin juuri tällä lisääntyvällä vaihtoehtoisella sisältöjen kuluksella. Siirtyvä liikenne tulee vain antenni-TV:n perinteisestä katselumäärästä, jonka suuruutta on arvioitu julkisiin tilastoihin perustuen.



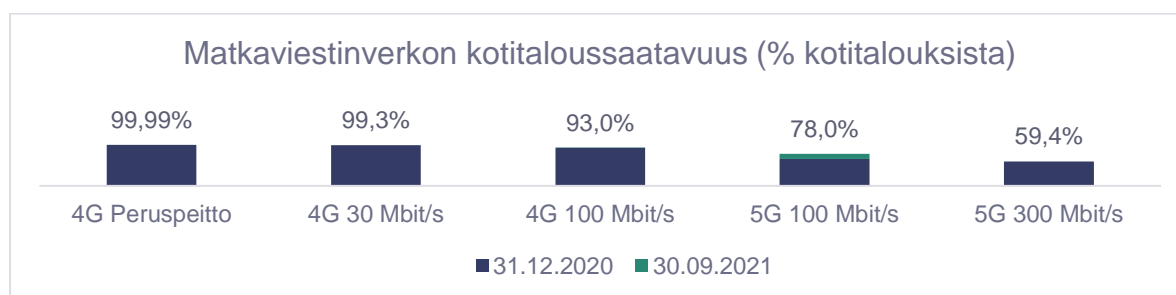
5 Matkaviestinverkkojen kehitys

5.1 Matkaviestinverkkojen nykytila

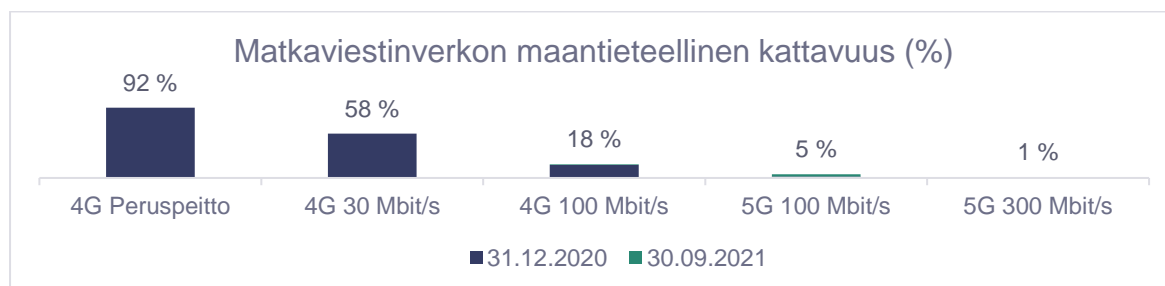
5.1.1 Verkkojen saatavuus

Manner-Suomessa matkaviestinverkkoja operoi kolme operaattoria, DNA, Elisa ja Telia. DNA ja Telia tosin rakennuttavat verkkojaan Pohjois- ja Itä-Suomessa yhteistyössä Suomen Yhteisverkon kautta⁶³. Keskimäärin operaattoreilla oli vuoden 2022 alussa noin 8360 4G LTE-tukiasemaa Suomessa⁶⁴.

Traficomien tilaston mukaan matkaviestinverkkojen laajakaistapeitto kattaa jo lähes kaikki kotitaloudet. 4G LTE-peruspeitto on saatavilla yli 99,99 % kotitalouksista; peiton ulkopuolelle jää siis arviolta vain noin 200 kotitaloutta. Myös nopea mobiililaajakaista on jo erittäin laajalti saatavilla, sillä esimerkiksi 100 Mbit/s:n 4G LTE-peitto on saatavilla jo 93 % kotitalouksista ja 100 Mbit/s 5G-peitto jo 78 % kotitalouksista.⁶⁵ On kuitenkin huomattava, että tilasto kuvaa ulkopeittoa, joka on saavutettavissa 1,5 metrin korkeudella⁶⁶. Sisätiloissa palvelu jää merkittävästi raportoitua heikommaksi, koska matkaviestinverkkojen signaalit vaimentuvat läpäistessään asuntojen rakenteita.



Maantieteellisesti 4G LTE-peitto on saatavilla 92 %:ssa Suomen alueesta⁶⁷. Peiton ulkopuolelle jää noin 25 000 km². 5G-peiton kotitaloussaataavuuden (78 %) ja maantieteellisen peiton (5 %) vertailu nostaa selkeästi esiin sen, että valtaosa Suomen väestöstä keskittyy pienelle maantieteelliselle alueelle.



Matkaviestinverkkojen peittoa ja palvelutasoa arvioidessa on tarpeen jakaa edellä käsitelty haja-asutusalue edelleen kahteen erilliseen alueeseen, ydinmaaseutuun ja harvaan asuttuun maaseutuun. Kun

⁶³ Suomen Yhteisverkko kattaa valtaosan Pohjois- ja Itä-Suomesta, suuri osa palvelualueesta on haja-asutusalueita. Suomen yhteisverkon palvelualue laajenee entisestään vuosien 2021–2023 aikana; tarkoituksena laajentaa yhteisverkon kattavuus 62,5 prosenttiin Suomen maantieteellisestä pinta-alasta ja 28,5 prosenttiin väestöstä. Suomen Yhteisverkko, tiedote 29.1.2021, viitattu 20.1.2022, <https://yhteisverkko.fi/news/telia-ja-dna-rakentavat-lisaa-5g-verkkoa-yhdessa/>

⁶⁴ Cellmapper, viitattu 20.1.2022, <https://www.cellmapper.net/networks?country=244&net=LTE>

⁶⁵ Traficom, Matkaviestinverkon laajakaistapalvelujen peittoalueet, viitattu 20.1.2022 ja 20.5.2021, <https://www.traficom.fi/fi/tilastot/matkaviestinverkon-laajakaistapalvelujen-peittoalueet>

⁶⁶ Traficomien tietopyynnöissä ja tilastoissa käytettävät viestintäpalveluja ja verkkoja koskevat määritelmät, https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/TIKU-M_Maaritelmadokumentti.pdf

⁶⁷ Traficom: Matkaviestinverkon maantieteellinen kattavuus maakunnittain, viitattu 20.1.2022 ja 20.5.2021 <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Matkaviestinverkon%20maantieteellinen%20peitto%20maakunnittain.ods>



haja-asutusalueilla keskimääräinen asukastiheys on noin kolme asukasta neliökilometriä kohden, on se ydinmaaseudulla keskimäärin noin kymmenen ja harvaan asutulla maaseudulla vain hieman yli yksi.

Aluemittarit	Keskusta- alueet	Taajama- alueet	Ydin- maaseutu	Harvaan asuttu maaseutu
Kotitaloudet (milj.)	1,71	0,71	0,245	0,105
Väestö (milj. hlö) ⁶⁸	2,81	1,81	0,57	0,23
Pinta-ala (000 km ²) ⁶⁹	1,3	42	53	208*
Väestötiheys (hlö/km ²)	2 200	43	10	1

Taulukosta voi helposti päätellä tarkastelun kannalta haasteellisimmat alueet. Harvaan asutulla maaseudulla on yli sata tuhatta taloutta, mutta väestötiheys on vain noin yksi henkilö neliökilometrillä. Talot ovat vielä harvemmassa.

5.1.2 Matkaviestinverkoissa käytettävät taajuusalueet

Suomi on pitkään ollut mobiilitaajuuksien allokoinnissa eurooppalaista kärkipäätä, ja nykyisin operaattoreilla on käytössään tasapainoinen yhdistelmä matalia ja korkeita taajuuksia. Tällä yhdistelmällä voi rakentaa sekä peittoa että kapasiteettia. Yleensä leimallisesti peittoalueen rakentamiseen soveltuvina taajuuksina pidetään alle 1 GHz:n taajuuksia, joita ovat 700 MHz, 800 MHz ja 900 MHz. Alhainen taajuus palvelee sekä laajan maantieteellisen peiton rakentamista haja-asutusalueilla että sisätilapeiton rakentamista kaikilla alueilla. Selvimmin kapasiteetin rakentamiseen painottuu 26 GHz:n taajuusalue, mutta taajuuden laajamittainen soveltaminen ei ole vielä Suomessa tai muuallakaan edennyt. Tärkeimpiä keskialueen taajuusalueita ovat 1800 MHz, 2100 MHz, 2600 MHz ja 3,5 GHz.

Alla olevassa taulukossa on esitetty Omnitelen suuntaa antava arvio siitä, kuinka eri taajuudet soveltuvat laajamittaiseen palvelutason rakentamiseen erilaisilla alueilla. 26 GHz:n taajuus ei sovellu laajamittaisen peiton rakentamiseen, vaan sen käyttökohteet ovat pikemminkin paikallisen kapasiteetin tarjoamiseen kohteissa, joissa suuri määrä ihmisiä tai laitteita tarvitsee yhteyksiä pienellä alueella samanaikaisesti.

Taajuusalue		Taajuuskaista/ operaattori	Keskustat	Taajamat	Haja-asutus- alueet
5G	26 GHz	800 MHz			
	3,5 GHz	130 MHz			
2 GHz	2,6 GHz	2x20-25 MHz			
	2,1 GHz	2x20 MHz			
	1,8 GHz	2x25 MHz			
< 1 GHz	900 MHz	2x11,5 MHz			
	800 MHz	2x10 MHz			
	700 MHz	2x10 MHz			
Soveltuvuus:		Hyvä	Osittainen	Heikko	Ei sovellu

⁶⁸ Väestö: Tilastokeskus, 11s3 -- Väestö asuinpaikan kaupunki-maaseutu-luokituksen mukaan

⁶⁹ Maa-ala: Laskettu CORINE-maankäyttöaineiston 2006 perusteella. Lähde: SYKE/YKR/CORINE



900 MHz, 1800 MHz ja 2100 MHz otettiin käyttöön jo 2G- ja 3G-kehitysvaiheiden aikana, kun taas 800 MHz ja 2600 MHz tulivat mukaan 4G:n myötä. 5G-taajuuksina pidetään useimmiten taajuuskaistoja 700 MHz, 3,5 GHz ja 26 GHz. Käytännössä kuitenkin taajuuksien käyttö on muuttunut ja on edelleen muuttumassa joustavammaksi sekä teknisen kehityksen että sääntelyn näkökulmasta. Esimerkiksi 1800 MHz:n taajuutta on jo pitkään käytetty 4G LTE-tekniikalla ja 900 ja 2100 MHz:n taajuuksia käytettäneen enenevässä määrin 4G ja 5G tekniikoilla tulevaisuudessa. Suomessa kolme suurta operaattoria käytännössä jakavat kaikki taajuusalueet tasan, ja asetelma on tältä osin vakaa.

Alle 1 GHz:n alueella kaikilla kolmella operaattorilla on käytössään noin 2x10 MHz:n kaistanleveys kullakin kolmella kaistalla. Tämä kapeampi kaistanleveys mahdollistaa enimmillään vain noin 100 Mbit/s:n datanopeuden, ja senkin vain erinomaisissa olosuhteissa näköyhteydellä tukiasemaan, ja vaatii uusimman tekniikan tuen sekä radioverkkolaitteissa että käyttäjän päätelaitteessa. 5G-tekniikan käyttöönotto ei muuta asiaa tältä osin. Matalien taajuuksien kapasiteetin yhteiskäyttö, eli taajuusaggregointi huippunopeuksien kasvattamiseksi, ei ole nykypäätelaitteissa mahdollista, eikä sen yleistyminen liene myöskään todennäköistä seuraavan viiden vuoden aikana. Joka tapauksessa nämä kaistat säilyvät tärkeinä peittoalueen ja sisätilapeiton rakentamisessa sekä 4G/LTE- että 5G-tekniikalla.

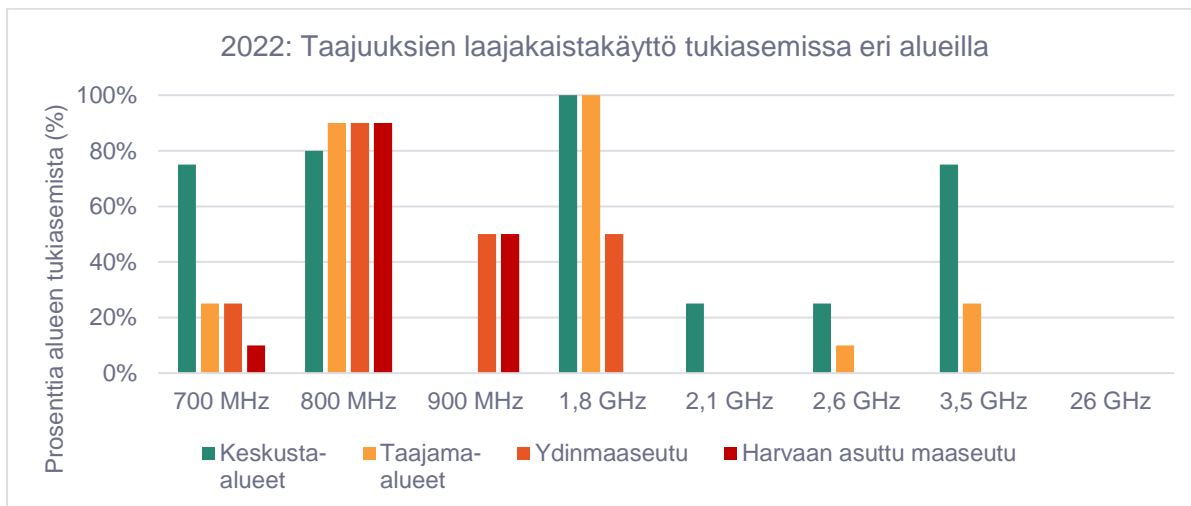
Kahden gigahertzin läheisyydessä olevia taajuuksia on perinteisesti käytetty taajamien ja keskustojen peitto- ja kapasiteettitaajuuksina. Näillä kullakin taajuusalueella operaattoreilla on käytössään vähintään 2x20 MHz:n kaistanleveys, mikä mahdollistaa parhaimmillaan jopa 400 Mbit/s:n huippunopeuden yhtä taajuusaluetta kohden. Käytännössä kuitenkin huippunopeus vaatisi edistyneen päätelaitteen ja uusimman verkkotekniikan myös tukiasemassa. Käytännössä tyypillisille laitteille saavutettava huippunopeus on usein 150 Mbit/s:n luokkaa, mutta tyypillisesti laitteet tukevat jo hyvin taajuusalueiden keskinäistä yhteiskäyttöä, mikä mahdollistaa parhaimmillaan jopa yli 500 Mbit/s:n 4G-huippunopeuden, kun useampi taajuusalue on tukiasemassa käytössä. Taajuusalueiden voi odottaa säilyttävän keskeisen roolinsa myös tulevina vuosina, mutta tekniikoista 4G valtaa enenevässä määrin tilaa vanhemmilta tekniikoilta. 2600 MHz:n taajuutta käytetään ainakin toistaiseksi melko vähän, mutta sen tulevia käyttökohteita ovat korkean kuorman keskusta- ja taajama-kohteet.

Uudet 5G-taajuudet 3,5 GHz:n taajuusalueella soveltuvat hyvin tiheämmin asutuille alueille. Taajuuskaista on leveä (130 MHz per operaattori) ja siksi taajuudella voidaan saavuttaa yli 1 Gbit/s huippunopeus. 4G-taajuuksiin ja muihin 5G-taajuuksiin yhdistettynä kokonaishuippunopeudet voivat olla vieläkin korkeampia. Taajuuden peittoalue on kuitenkin väistämättä heikompi kuin matalien taajuuksien, ja taajuus mm. läpäisee rakenteita huonosti. Siksi sisätilapeiton saavuttaminen on haasteellista. Näitä haasteita voidaan osin paikata uusilla aktiiviantenniratkaisuilla tukiasemissa ja kotitalouksien ulkoantenniratkaisuilla, joilla rakenteista aiheutuva vaimennus voidaan välttää. Hyvänä esimerkkinä tästä toimivat operaattoreiden erilaiset *5G kotinetti*-, *Koti 5G*- ja *Kiinteä 5G*-palvelut, joissa hyödynnetään ulkoantenneja. Näistä voidaan käyttää myös nimitystä FWA, Fixed Wireless Access.

Viimeisin lisä valtakunnallisten matkaviestinverkko-operaattorien taajuusportfolioon on 26 GHz:n taajuus. Taajuuskaistaa on 800 MHz per operaattori, mikä on erittäin paljon verrattuna kaikkiin muihin taajuusalueisiin. 26 GHz:n taajuus ei kuitenkaan sovellu laajamittaisen peiton rakentamiseen, eikä sitä tukevia päätelaitteita vielä ole markkinoilla kovinkaan paljon. Tämän selvityksen kannalta mielenkiintoinen mahdollinen tuleva käyttökohte taajuudelle voisi olla esimerkiksi taloyhtiölaajakaista, jossa yhteys tarjottaisiin kerros- tai rivitaloon langattomasti läheisestä 26 GHz:n tukiasemasta, ja taloyhtiön vastaanottoantennista yhteys jaettaisiin asuntoihin. Eräänlainen yhteisantenniratkaisu siis. Tällä keinoin voitaisiin toteuttaa nopea yhteys lyhyellä etäisyydellä tilanteissa, joissa esimerkiksi kuituyhteyden toteuttaminen rakennukseen asti on ympäristössä hankalaa tai mahdotonta.

Seuraavassa kuvassa on arvioitu eri taajuuksien käyttöä tukiasemaverkossa tällä hetkellä. Taajamissa ja keskustoissa 4G-peittoa on rakennettu pääosin 1800 MHz:n taajuudelle, kun taas haja-asutusalueilla on käytetty alle gigahertzin taajuuksia, 4G:llä nimenomaisesti 800 MHz:n taajuutta. 5G-rakentaminen on tällä hetkellä käynnissä ja palvelualueiden voinee olettaa kasvavan lähivuosina merkittävästi. Keskustoissa ja taajama-alueilla 5G-palvelua rakennetaan pääosin 3,5 GHz:n taajuusalueella, mutta haja-asutusalueilla 5G-peitto rakentunee yksinomaan 700 MHz:n taajuudella.



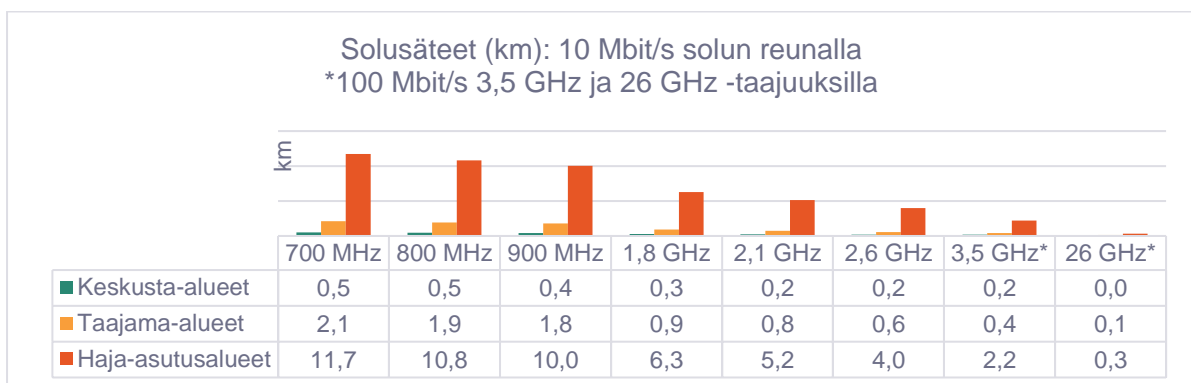


Suomen Yhteisverkon alueella DNA:n ja Telian yhteisessä on verkossa käytössä molempien operaattorien taajuudet. Tämä ei kuitenkaan käytännössä vaikuta asiakaskohtaiseen kapasiteettiin eikä yhteisverkkoratkaisulla siten ole tämän tarkastelun kannalta juuri merkitystä.⁷⁰

5.1.3 Arvio matkaviestinverkkojen kapasiteetista

Matkaviestinverkkojen nykytila on arvioitu siksi, että pystytään mallintamaan liikennekysynnän kasvun vaikutus matkaviestinverkkojen laajennustarpeeseen. Malli perustuu Omnitelen arvioon, ja pyrkii edustamaan keskiarvoa kolmen valtakunnallisen operaattorin verkosta. Verkon mallinnus perustuu puhtaasti julkiseen tietoon, eikä mallinnuksessa ole käytetty tarkempia tietoja operaattorien verkoista. Mallinnus luo pohjan tulevaisuuden investointien suurusluokan arvioinnille, ja Omnitelen kokemukseen perustuen lähestymistapa riittää tässä selvityksessä vaadittavaan tarkkuuteen viiden vuoden aikajänteellä.

Matkaviestinverkkojen jakauma ja laajuus eri alueilla on arvioitu perustuen tyypillisiin saavutettaviin peittoalueisiin eri taajuuksilla. Samalla taajuudella ja tekniikalla voidaan erityyppisillä alueilla saavuttaa hyvin erilainen peittoalue, koska alueet eroavat toisistaan mm. rakennuskannan ja signaalia vaimentavien esteiden osalta. Esimerkiksi 4G LTE-tekniikalla ja 800 MHz:n taajuudella voidaan haja-asutusalueilla saavuttaa 10 Mbit/s:n nopeus vielä keskimäärin noin 11 km etäisyydellä tukiasemasta. Keskustoissa etäisyys jää puoleen kilometriin.



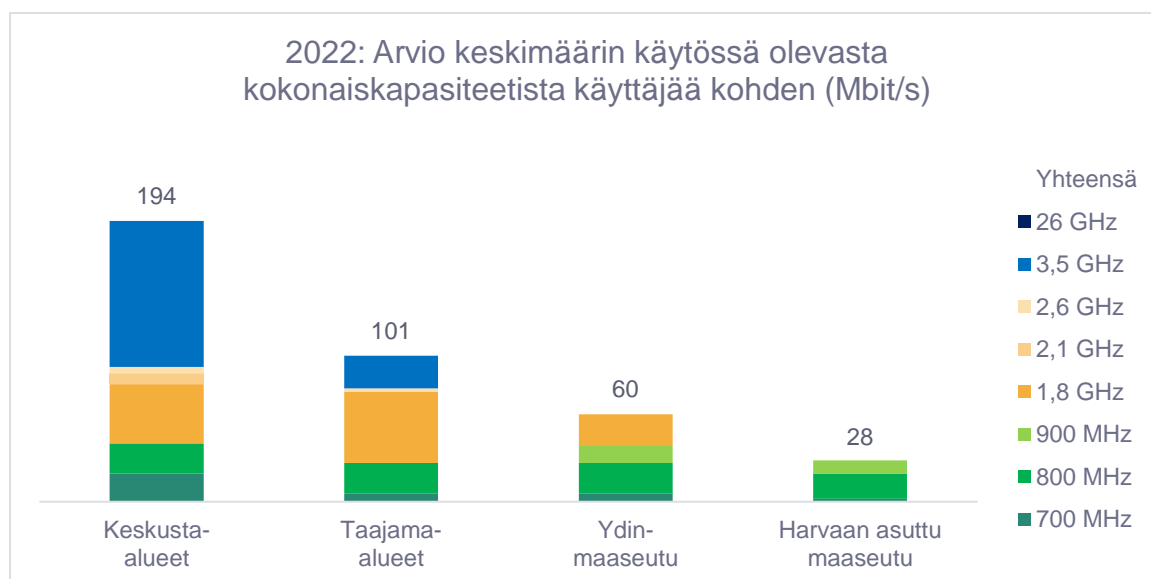
⁷⁰ Yhteisverkon kapasiteetin voidaan olettaa olevan noin kaksinkertainen verrattuna yhden operaattorin taajuuksilla rakennettuun verkkoon, mutta toisaalta kaksinkertaista kapasiteettia käyttää keskimäärin kaksinkertainen asiakasmäärä. Siten kullekin käyttäjälle on korkean liikennekuorman tilanteessa käytössä vastaava kapasiteetti kuin yhden operaattorin taajuuksien verkossa. Ero on lähinnä siinä, että alhaisen kuormituksen aikana verkko pystyy tarjoamaan suuremman huippunopeuden. Käytännössä Suomen Yhteisverkon vaikutus tämän selvityksen arvioon on vähäinen, sillä mitoitusta tehdään huippukuormalle, jonka aikana kapasiteetti jaetaan operaattorien kesken.



Kun tunnetaan arviot keskimääräisestä tukiasemien lukumäärästä Suomessa ja eri taajuuksilla saavutettavasta peittoalueesta, voidaan arvioida tukiasemien määrän jakaumaa eri aluetyypeillä. Tämä arvio on esitetty seuraavassa taulukossa.

Aluemittarit	Keskusta-alueet	Taajama-alueet	Ydinmaaseutu	Harvaan asuttu maaseutu
Väestö (milj. hlö)	2,81	1,81	0,57	0,23
Pinta-ala (000 km ²)	1,3	42	53	208*
Väestötiheys (hlö/km ²)	2 200	43	10	1
Omnitelten arvio keskimääräisestä tukiasemaverkosta vuoden 2022 alusta:				
Tukiasemia	4 210	2 200	950	1 000
Väestöä peittoalueella (hlö/tukiasema)	670	825	600	225
Peittoalue (km ² /tukiasema)	0,3	19	56	162
*Harvaan asutulla maaseudulla peiton ulkopuolelle jää noin 25 000 km ² , eli noin 12 % harvaan asutun maaseudun pinta-alasta.				

Arvio nykyverkkojen kapasiteetista perustuu edellä esitettyyn taajuuksien käyttöön eri alueilla sekä taajuuksien suhteelliseen keskinäiseen peittoalueeseen. Jos esimerkiksi 3,5 GHz:n taajuus tarjoaa keskimäärin noin 400 Mbit/s nopeuden palvelualueellaan keskustoissa, mutta kattaa vain kolmasosan tukiaseman kokonaispeittoalueesta, ja se on käytössä 75 % tukiasemista, on siitä keskimäärin tukiaseman käyttäjien käytössä noin 100 Mbit/s (400 Mbit/s x 33 % x 75 % = 100 Mbit/s).

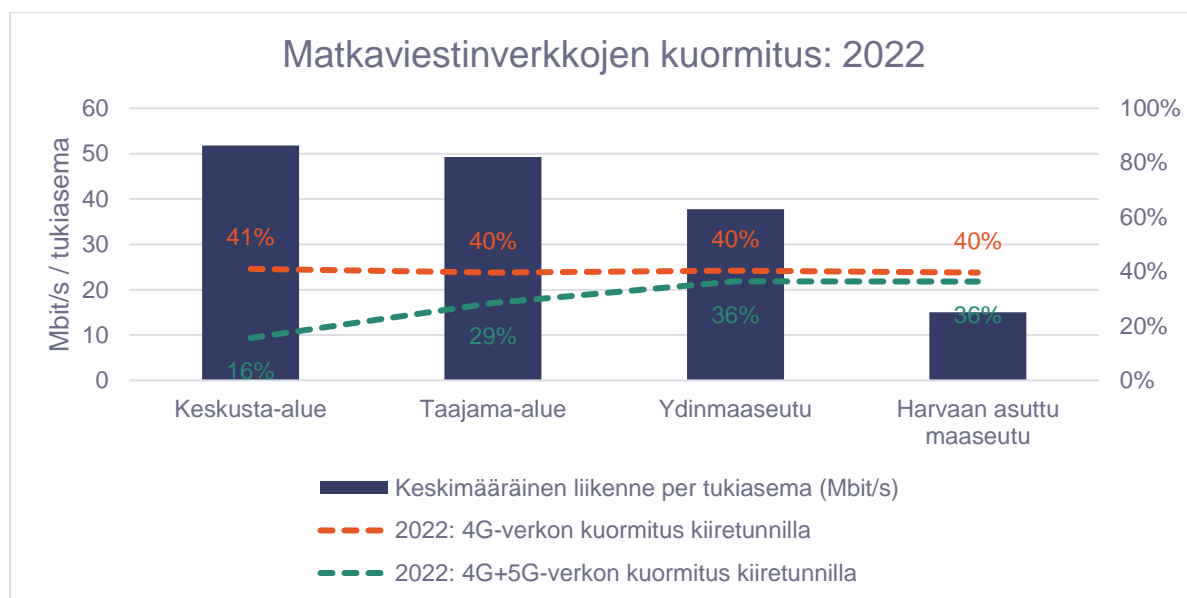


Niillä alueilla, joissa 5G-verkkoja on rakennettu uudella 3,5 GHz:n taajuuksialueella, on kapasiteettia kasvuun lähitulevaisuudessa. Koska 5G-verkot ja käyttäjien päätelaitteenpenetraatio ovat vielä kehityksessä, on 5G-investointi tulevaisuuteen valmistavaa. 5G-liikennekysyntä ei vielä vertaudu verkkojen kapasiteettiin, eikä valtaosalla käyttäjistä ole vielä käytössään 5G-kykyisiä päätelaitteita tai 5G-liittymiä. Toisin sanoen kaikki käyttäjät eivät vielä pääse nauttimaan 5G:n eduista.

Alla olevassa kuvaajassa on esitetty keskimääräinen tukiaseman liikenne ja arvioitu kiiretunnin kuormitusaste mallin mukaisessa nykyverkossa. Ilman viimeaikaisia 5G-investointeja arvioitu 4G-verkon kuormitusaste olisi keskimäärin ~40 % kiiretunnilla koko verkon yli. 4G- ja 5G-verkkojen yhteenlaskettu



kuormitusaste olisi arviolta esimerkiksi keskusta-alueilla vain noin 16 %, jos kaikilla käyttäjillä olisi mahdollisuus hyödyntää molempia tekniikoita. Käytännössä todellinen tämän hetken kuormitusaste on jostain näiden kahden luvun väliltä, riippuen siitä kuinka moni käyttäjä pääsee 5G-verkon palveluun.



Vuoden 2027 alkuun mennessä oletetaan, että riittävän suurella osalla käyttäjistä on jo 5G-kykyinen päätelaite ja 5G-liittymä, jolloin verkon kapasiteettia voidaan käsitellä yhdessä.

5.2 Matkaviestinverkkojen kehitys vuoteen 2027 mennessä

Matkaviestinverkon kokonaisliikenteen kasvuennusteen jakauma eri alueille on arvioitu perustuen puhtaasti aikaisemmin esitettyihin väestö- ja kotitalousjakauma-arvioihin. Tässä selvityksessä ei ole arvioitu muuttoliikettä kaupunki- ja haja-asutusalueiden välillä. Väestön ja kotitalouksien jakauman oletetaan siis säilyvän samankaltaisena kuin vuoden 2021 alussa. Tämän yksinkertaistuksen ei uskota olennaisesti vaikuttavan arvioiden suuruusluokkaan.

Liikennemäärän kasvun oletetaan jakautuvan tasaisesti eri alueille, eli liikennekysyntä kasvaa suhteessa nykyiseen liikenteeseen noin kaksinkertaiseksi.

5.2.1 Matkaviestinverkkojen liikennemäärien kehitys

Matkaviestinverkkojen kehityksen keskeinen ohjaava tekijä on liikennemäärä. Tässä liikennemäärän kasvua on arvioitu puhtaasti historian kehitykseen perustuen arvioimalla liittymämäärien ja keskimääräisen datankäytön kehitystä. Selvitykselle olennaisia liittymätyyppisiä ovat dataliittymät sekä puhe- ja dataliittymät.

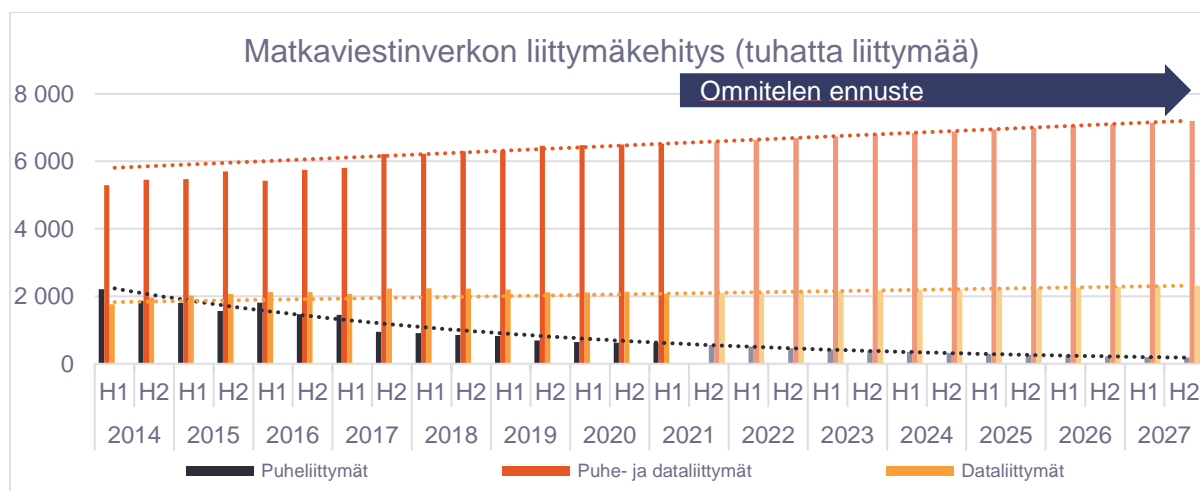
Liittymämäärien lähihistorian kehitykseen⁷¹ perustuen voidaan arvioida, että kokonaisliittymämäärä kasvaa maltillisesti, seuraten myös maltillista väestökasvuennustetta. Puhe- ja dataliittymät sekä puhe- ja dataliittymät ovat lähes yksinomaan käytössä puhelimissa. Puheliittymien määrä on ollut pitkään laskussa. Puhe- ja dataliittymien määrä on kasvussa ja kasvu selittyy pääosin siirtymällä puheliittymistä, kun älypuheliiniin tarvitaan puheen lisäksi myös datapalvelu. Ennusteen mukaa puhe- ja dataliittymien määrä kasvaa vuoden 2021 ensimmäisen vuosipuoliskon 6,5 miljoonasta 7,15 miljoonaan vuoden 2027 ensimmäiseen puoliskoon mennessä.

Dataliittymien määrä on vaihdellut historiassa, mutta tilastoidun historian trendi ennustaa liittymämäärän kasvua 2,08 miljoonasta 2,3 miljoonaan vuosien 2021 ja 2027 välillä. Dataliittymät pitävät sisällään

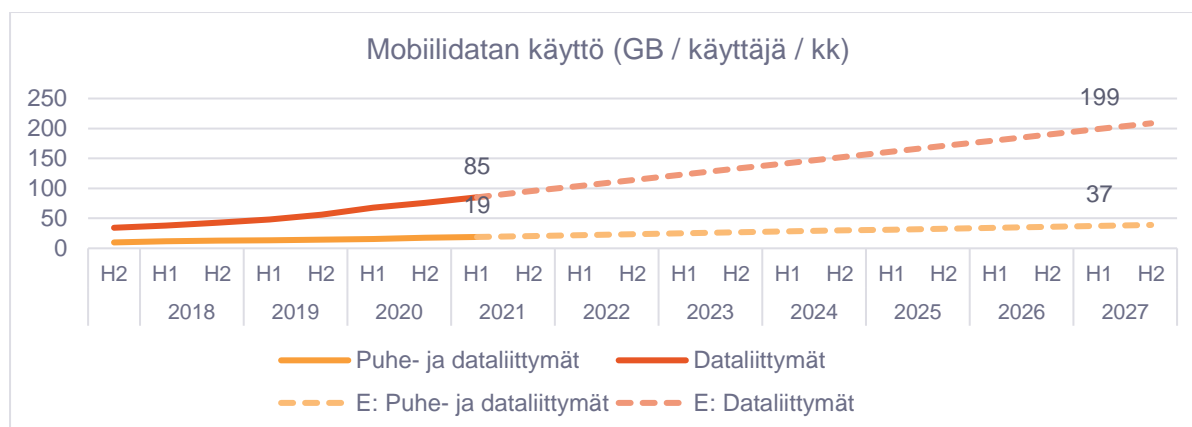
⁷¹ Traficom, Viestintäpalveluiden tilastokoonti, viitattu 20.1.2022, <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Viestintäpalveluiden-tilastokoonti.ods>



niin matkaviestinverkon kotireitittimet kuin myös esimerkiksi osan matkaviestinverkkokyvykkyydellä varustettuihin tabletteihin otetuista liittymistä. Matkaviestinverkon liittymätyyppien kehitysarvio on esitetty alla olevassa kuvaajassa.

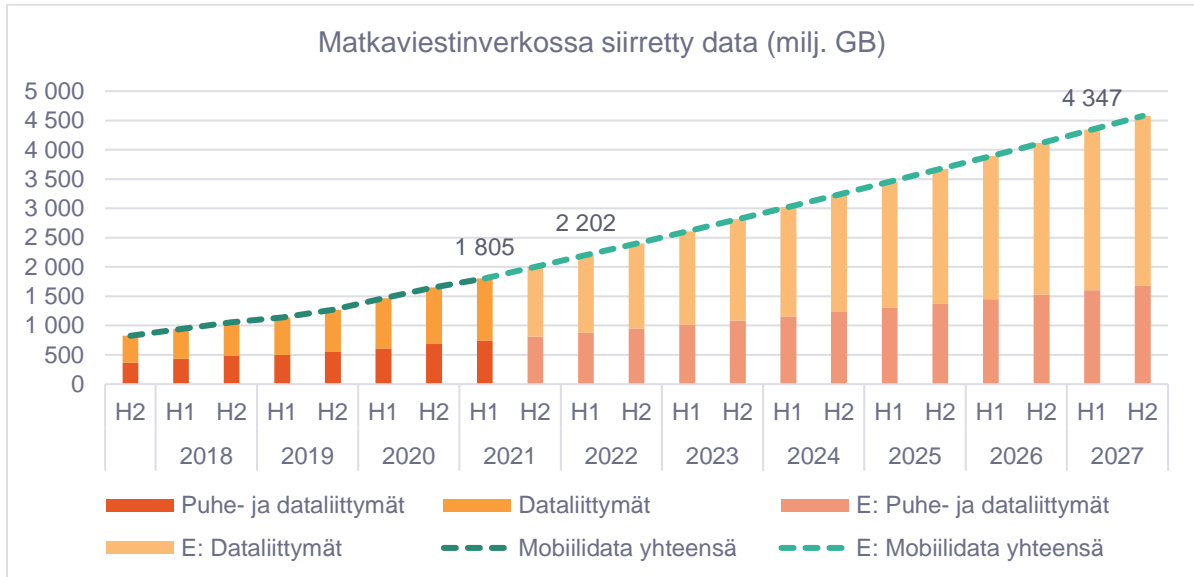


Keskimääräinen datankäyttö on arvioitu perustuen Traficomien julkaisemiin tilastoihin. Matkaviestinverkossa siirretty data on jaettu liittymämäärällä ja kehitystä on arvioitu lähihistorian trendin perusteella. Gigatavua liittymää kohti kuukaudessa (GB/liittymä/kk) on tyypillinen verkon mitoituksessa käytetty luku arvo liittymille. Huomionarvoista on, että Suomi on viime vuosina ollut aivan maailman kärjessä keskimääräisessä matkaviestinverkon datankäytössä liittymää kohti. Arvion mukaan puhe- ja dataliittymien keskimääräinen datankäyttö noin kaksinkertaistuu kuuden vuoden ennusteen aikana, vuoden 2021 ensimmäisen vuosipuoliskon keskiarvosta 19 GB/liittymä/kk keskiarvoon 37 GB/liittymä/kk vuoden 2027 alkupuoleen mennessä. Samanaikaisesti dataliittymien keskimääräisen käytön arvioidaan noin 2,3-kertaistuvan 85:stä 199 gigatavuun liittymää kohden kuukaudessa.

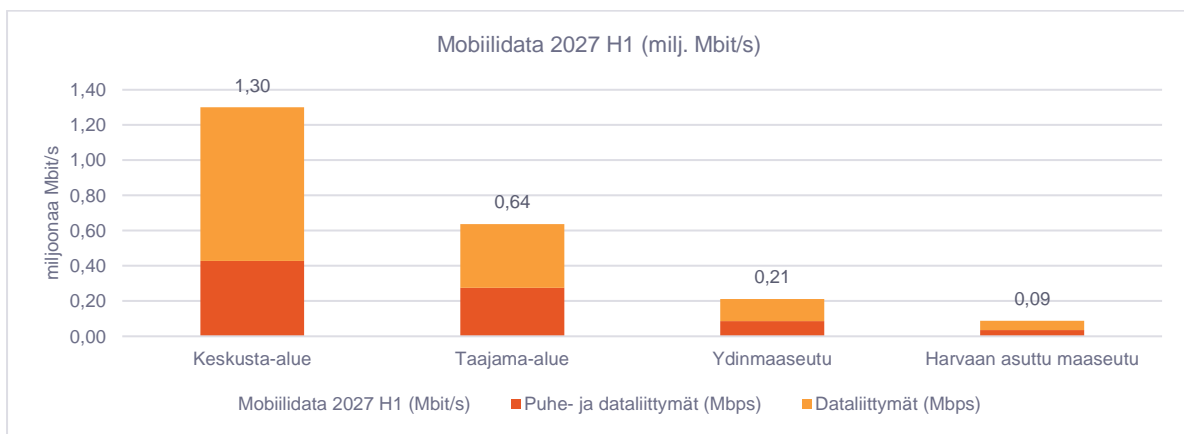


Liittymämäärien ja keskimääräisen mobiilidatan käytön kehitysarvioiden perusteella voidaan arvioida verkkojen kokonaisliikenteen kehitystä. Koska ennuste perustuu puhtaasti historian kehitykseen, ei se ota kantaa mahdollisiin suuriin muutoksiin, jotka voivat vaikuttaa koko markkinaan. Toisaalta historiaan perustuva ennuste pitää sisällään luontaisen datankäytön kehittymisen, kuten esimerkiksi lisääntyvän videopalveluiden käytön. Joka tapauksessa liikenne-ennuste viiden vuoden päähän on aina epävarma ja, kuten sanottu, tässä esitetyt ennusteet perustuvat hyvin yksinkertaisesti siihen oletukseen, että kehitys jatkuu samanlaisena kuin lähihistoriassa.





Matkaviestinverkon mitoitusta varten vuosipuolikkaan aikana kuljetettu liikennemäärä on muutettava keskimääräiseksi datavirraksi. Vuoden 2022 ensimmäisellä puoliskolla siirrettävä liikennemäärä arvioidaan olevan 2200 miljoonaa gigatavua (GB), joka keskimääräisenä datavirtana esitettynä on noin 1,13 miljoonaa Mbit/s. Vuoden 2027 alussa keskimääräinen matkaviestinverkkojen yhteenlaskettu datavirta on arviolta noin 2,24 miljoonaa Mbit/s (4 347 GB / 6 kk). Verkon mitoitusta varten tämä datavirta on edelleen jaettava tarkastelualuille; arvio tästä jakaumasta on esitetty alla olevassa kuvaajassa.



Koska kuva esittää arviota kokonaisliikenteestä, se luonnollisesti heijastelee käyttäjien määriä eri alueille.

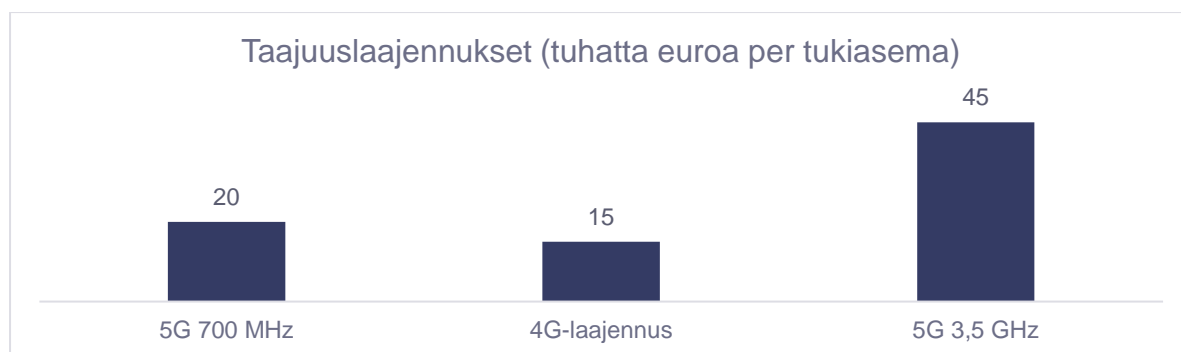
5.2.2 Matkaviestinverkon laajennusten kustannusarviot

Tyypillisesti matkaviestinverkkojen liikenteen kantokykyä voidaan laajentaa joko tukiasemaverkkoa tihentämällä, eli uusilla tukiasemilla, tai lisäämällä olemassa oleviin tukiasemiin taajuuskapasiteettia.

Taajuuslaajennusten ja uusien tukiasemien keskimääräistä kustannusta on arvioitu perustuen Omniteleen kokemukseen usealta markkinalta. Käytännössä kustannukset vaihtelevat suuresti myös markkinoiden sisällä, riippuen paljon siitä, minkälaiset hinnat laiteistolle operaattori on saanut sovittua laitevalmistajan kanssa. Laitevalmistajahintoihin vaikuttavat olennaisesti muun muassa operaattorin suunnittelemat investointimäärät. Esimerkiksi laajamittaisen 5G-verkon rakentamisen yhteydessä operaattori saattaa pystyä neuvottelemaan itselleen merkittävän paljousalennuksen tukiasemakohtaisista yksikköhinnoista. Hinnoittelurakenteet ovat usein hyvinkin monimutkaisia ja lopulliseen kustannukseen vaikuttavia tekijöitä on paljon.

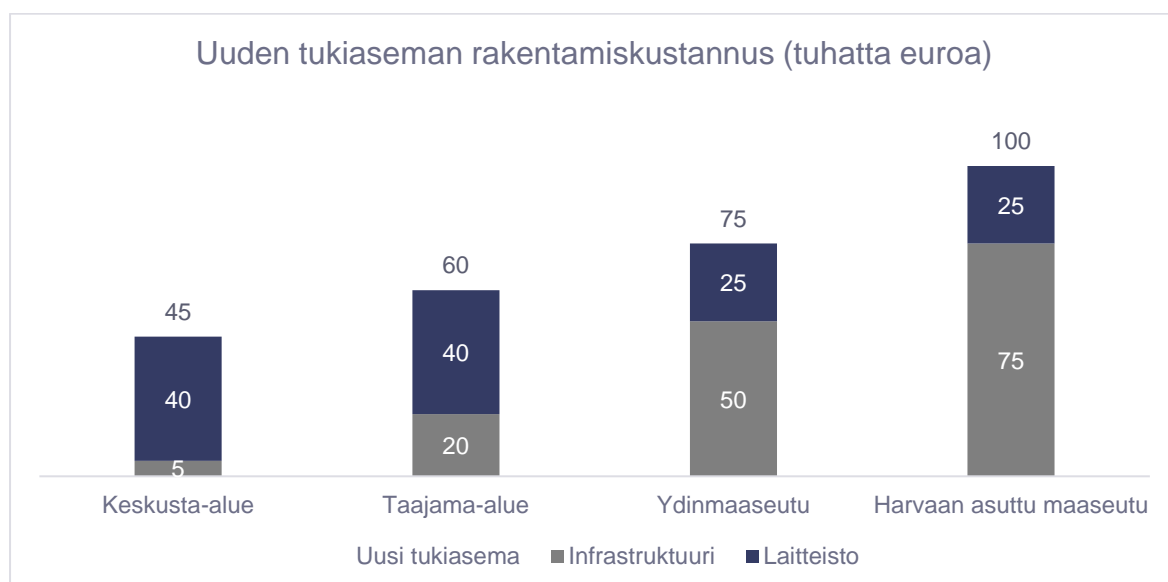


Suuntaa antavat arviot keskimääräisistä taajuuslaajennusten kustannuksista on esitetty alla. Yksinkertaistuksen vuoksi 4G-taajuuslaajennukset arvioidaan yhtenä kokonaisuutena. 5G-laajennukset on eritelty kahden hyvin erilaisen taajuusalueen välillä. 5G-laajennus 700 MHz:n taajuudella on tyypillisesti huomattavasti halvempi kuin 3,5 GHz:n taajuudella. Tämä johtuu siitä, että 3,5 GHz:n 5G-toteutuksessa käytetään tyypillisesti huomattavasti kalliimpia aktiiviantenneja, jotka nostavat kokonaiskustannusta verrattuna perinteisiin passiiviantennitoteutuksiin, joihin lukeutuvat myös 4G-taajuuslaajennukset.



Uusien tukiasemien kustannusten arvioinnissa on syytä erottaa eri alueet toisistaan. Kaupungeissa tukiasemat rakennetaan usein kiinteistöihin, minkä takia ei tukiasemaa varten tarvitse rakentaa mastoja. Toisaalta taas taajamissa ja haja-asutusalueilla vaaditaan hyvin erityyppisiä mastototeutuksia. Taajamissa riittää usein matalahko keskimäärin 20–40 metrin korkuinen masto, kun taas haja-asutusalueilla mastojen korkeudet vaihtelevat 50 metristä reilusti yli 100 metriin.

Suuntaa antavat arviot uuden tukiaseman rakentamiskustannuksista on esitetty alla olevassa taulukossa. Korkeammat hinnat taajamissa ja haja-asutusalueilla selittyvät juuri tukiasemaa varten tarvittavan mastorakenteen kustannuksista. Kokonaiskustannus selittyy sekä maston korkeudella että tukiasemalle tarvittavan sähköverkko- ja tiedonsiirtoyhteys-infrastruktuurin rakentamisen kustannuksilla. Keskuksissa ja taajamissa matkaviestinverkkolaitteiston hinta on korkeampi, koska tukiasemissa käytetään enemmän taajuuksia, eli niihin rakennetaan enemmän kapasiteettia tukiasemaa kohden.



Uusien tukiasemien rakentamiskustannusten lisäksi jokainen uusi tukiasema aiheuttaa operaattorille lisää juoksevia kustannuksia. Keskeiset kustannuselementit ovat maa- ja laitetilavuokrat, huoltokustannukset sekä sähkö ja mahdollisesti myös siirtoyhteyden vuokra. Tässä selvityksessä arvioidaan uuden tukiaseman vuotuisiksi operointikustannuksiksi 10 000 euroa tukiasemaa kohden.



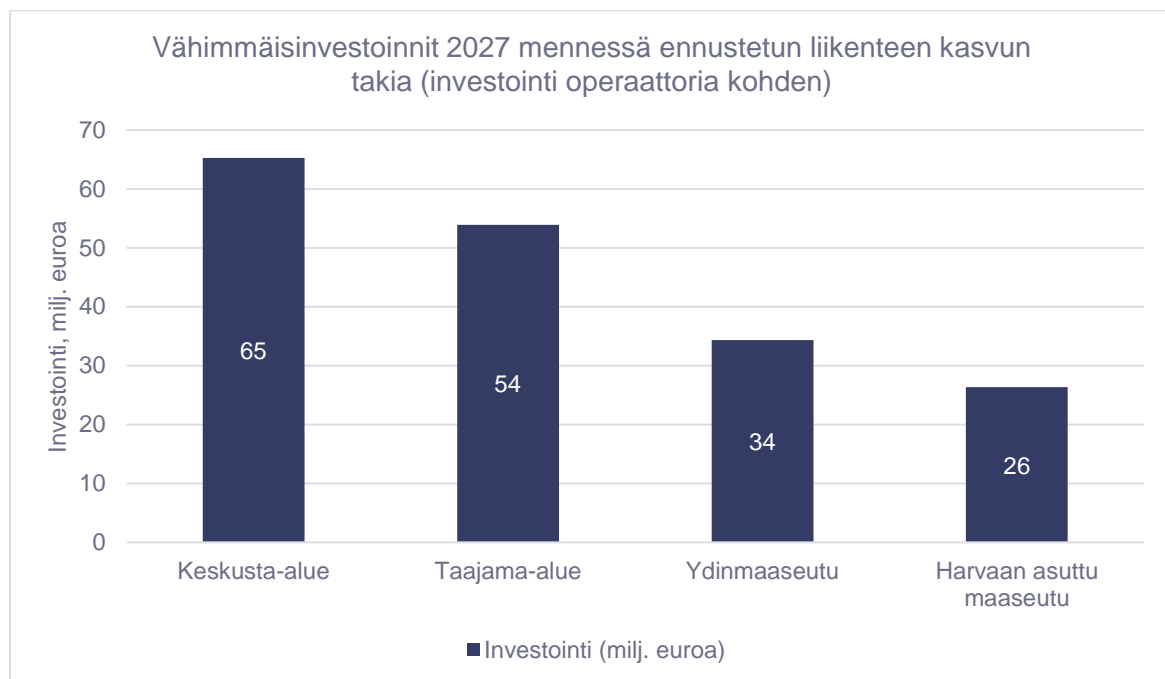
5.2.3 Kokonaisinvestoinnit kasvavan liikenteen takia

Matkaviestinverkon liikennekysynnän arviolta noin kaksinkertaistuessa, operaattorit joutuvat investoimaan verkkojensa kapasiteettiin. Arvio vaadittavista investoinneista perustuu edellä esitettyyn arvioon matkaviestinverkkojen nykytilasta vuoden 2022 alussa.

Keskusta-alueilla arvioidaan 5G-rakentamisen jatkuvan siten, että lähes kaikkiin tukiasemiin rakennetaan 5G seuraavan viiden vuoden aikana käyttäen 3,5 GHz:n taajuutta. Tämän arvioidaan riittävän kantamaan kasvava liikennekysyntä keskusta-alueilla erittäin hyvin vielä vuoden 2027 alkupuolella. Myös taajama-alueille rakennetaan aktiivisesti 5G-palvelua 3,5 GHz:n taajuusalueella.

Haja-asutusalueilla 5G-rakentaminen tapahtuu lähes yksinomaan 700 MHz:n taajuudella. Arvion mukaan kasvavan liikennekysynnän kantamiseksi taajuus tulee rakentumaan lähes kaikkiin tukiasemiin vuoteen 2027 mennessä ja lisäksi tarvitaan jonkin verran 4G-verkon taajuuslaajennuksia Ydinmaaseutualueilla kapasiteetin lisäämiseksi.

Vähimmäiskustannusarvio lisääntyvän liikenteen kantamiseksi vuoteen 2027 mennessä on yhteensä noin 450 miljoonaa euroa tukiasemaverkkokapasiteettiin kolmen operaattorin verkossa, noin 150 miljoonaa valtakunnallista operaattoria kohden. Tämä tarkoittaa keskimäärin noin 30 miljoonan vuosi-investointia tukiasemaverkkokapasiteettiin. Valtaosa arvioiduista kustannuksista arvioidaan kohdistuvan nopean 5G-verkon laajentamiseen keskustoissa (yht. noin 65 miljoonaa euroa) ja taajama-alueilla (yhteensä noin 54 miljoonaa). Osa investoinneista ei ole suoraan kapasiteettitarpeen takia, vaan investointeja tehdään myös palvelun laadun parantamiseksi ja nopean 5G-palvelun kilpailukyvyn takia.

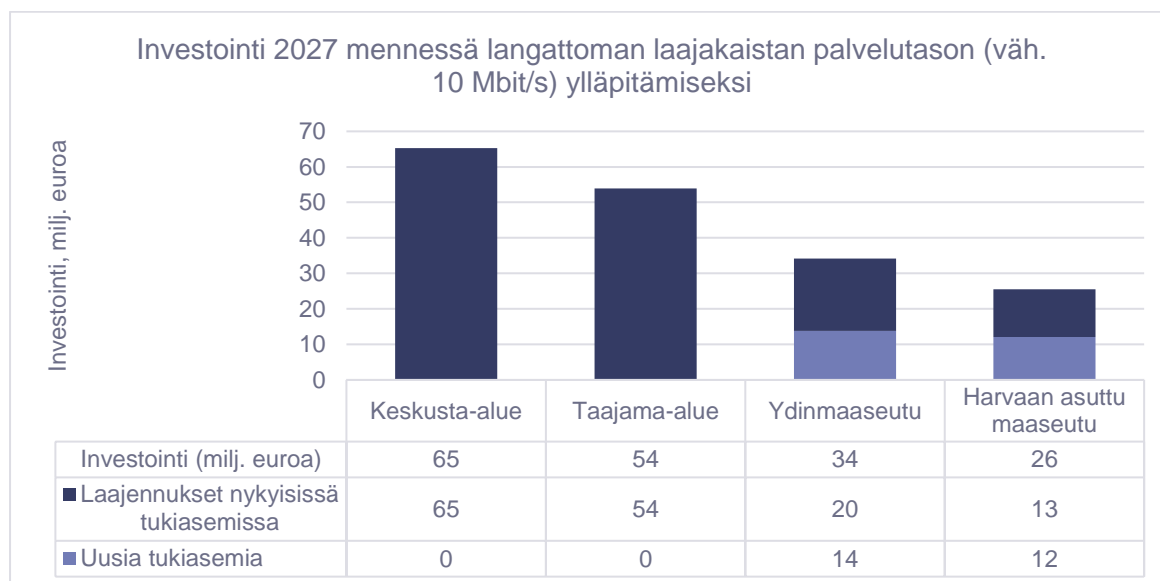


Arvion mukaan 5G-peitto laajenee lähes koko maan ja väestön kattavaksi vuoteen 2027 mennessä. Keskustoissa ja taajama-alueilla 5G-verkkoa rakennetaan arvion mukaan sekä 700 MHz:n taajuudella hyvän sisäpeiton takia, että 3,5 GHz:n taajuudella nopean 5G-palvelun mahdollistamiseksi. Arvion perusteella tarvetta olisi rakentaa keskusta-alueilla 3,5 GHz:n taajuus lähes jokaiseen tukiasemaan ja taajama-alueilla noin puoleen. Taajama-alueilla operaattorit saattavat myös kilpailla kiinteän verkon rakentamisen kanssa tarjoamalla kiinteää langatonta laajakaistaa (FWA, fixed wireless access) korvikkeena kuituliittymille 5G:n avulla.

Haja-asutusalueilla korkeamman 3,5 GHz:n taajuuden 5G:llä ei saavuteta riittävän suurta peittoaluetta, että olisi perusteltua suunnitella laajamittaista taajuuden käyttöä. Ydinmaaseudulla arvioidaan myös tarvittavan 700 MHz:n 5G-peiton lisäksi myös esimerkiksi 900 MHz:n taajuuden laajamittaista käyttöönottoa laajakaistapalveluihin. Taajuusalue vapautunee 3G-käytöstä tarkasteluaihana.



Liikenteen kantokyvyn lisäksi arvioidaan palvelutason vaatimia lisäinvestointeja. Liikennekuorman kasvaessa palvelutaso heikkenee, koska matkaviestinverkoissa palvelualueen kapasiteetti jaetaan käyttäjien kesken. Alla olevassa kuvaajassa on arvioitu vaadittavien kokonaisinvestointien määrää, että kotitalouksilla olisi kiiretunnin aikana keskimäärin vähintään 10 Mbit/s -nopeus käytettävissä.



Koska matkaviestinverkoissa saavutettava nopeus on riippuvainen liikennekuormasta, niin peittoalueen reunalla olevilla kotitalouksilla on käytännössä huonot valmiudet TV-sisällön vastaanottoon, etenkin enimmäiskatseluhetkinä. Arvion mukaan matkaviestinverkon 10 Mbit/s peiton ulkopuolelle jäänee vuonna 2027 harvaan asutuilla alueilla jopa 3 000 kotitaloutta ilman lisätukiasemarakentamista. Peittoalueen parantamiseksi vaadittaneen noin 12 miljoonan euron investointia nykyisen peittoalueen reunoille ja ulkopuolelle liikenteen kasvun vuoksi.

Samoin kuin harvaan asutulla maaseudulla, myös muilla haja-asutusalueilla tarvittaneen tukiasemaverkon tihentämistä, että keskimäärin vähintään 10 Mbit/s laajakaista olisi kotitalouksissa käytössä myös matkaviestinverkon kiiretuntien aikana. Keskusta- ja taajama-alueilla arvion mukaan peittoalueiden reunojen palvelutasoa auttaa se, kun liikenne siirtyy suuremmissa määrin nopeaan 5G-verkkoon, vapauttaen 4G-kapasiteettia palvelualueiden reunojen kotitalouksien käyttöön. Lisäksi lisääntyvä 700 MHz:n taajuusalueen käyttöönotto tarjoaa lisäkapasiteettia palvelualueiden reunoille.

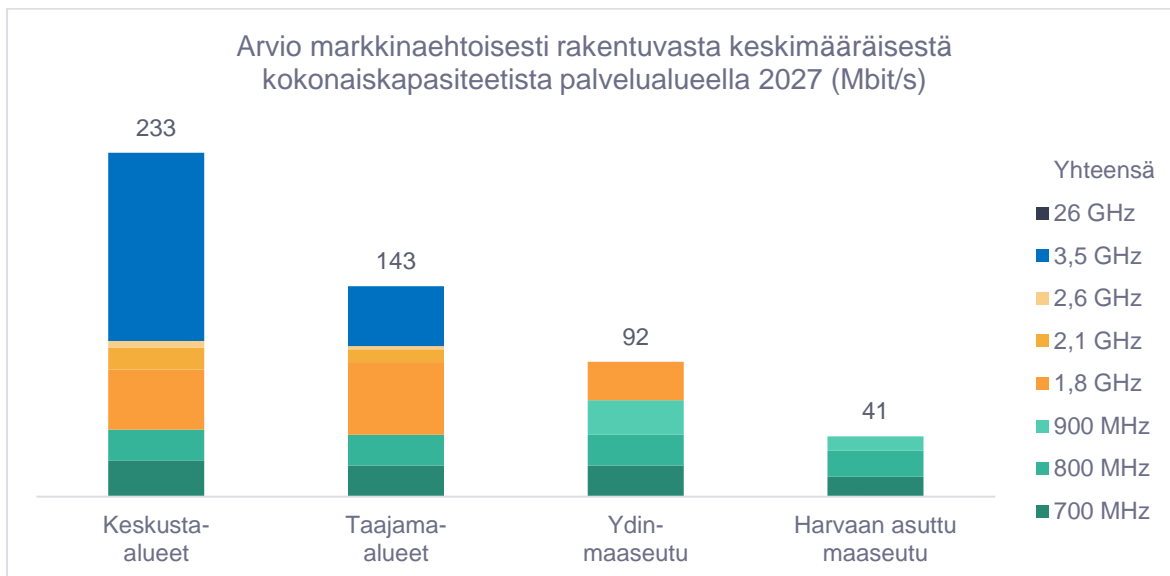
Mitoitus tehdään arvioidulla kiiretunnilla, jonka aikana liikenne on arvion mukaan noin 1,75-kertainen keskimääräiseen liikenteeseen verrattuna. Dataliikenteelle on tyypillistä, että kiireiset hetket ajoittuvat ajallisesti iltaan ja kestävät usean tunnin ajan, mikä osaltaan myös vihjaa, että iso osa liikenteestä on peräisin videosisäältöjen kulutuksesta kotitalouksissa.

Haja-asutusalueilla, missä kapasiteetin rakentaminen on kalliimpaa ja operaattorin vaihtoehdot kapasiteettilisäyksille vähäisemmät, arvioidaan vaadittavan yhteensä noin 60 miljoonan investoinnit, joista noin 35 miljoonaa ydinmaaseudulle, jossa asutus on tiheämpää. Myös harvaan asutulle maaseudulle tullaan tarvitsemaan lisäkapasiteettia, joka rakennettaneen, kun 5G-peiton rakentaminen 700 MHz:n taajuudella laajenee tiheämmin asutuilta seuduilta haja-asutusalueille.

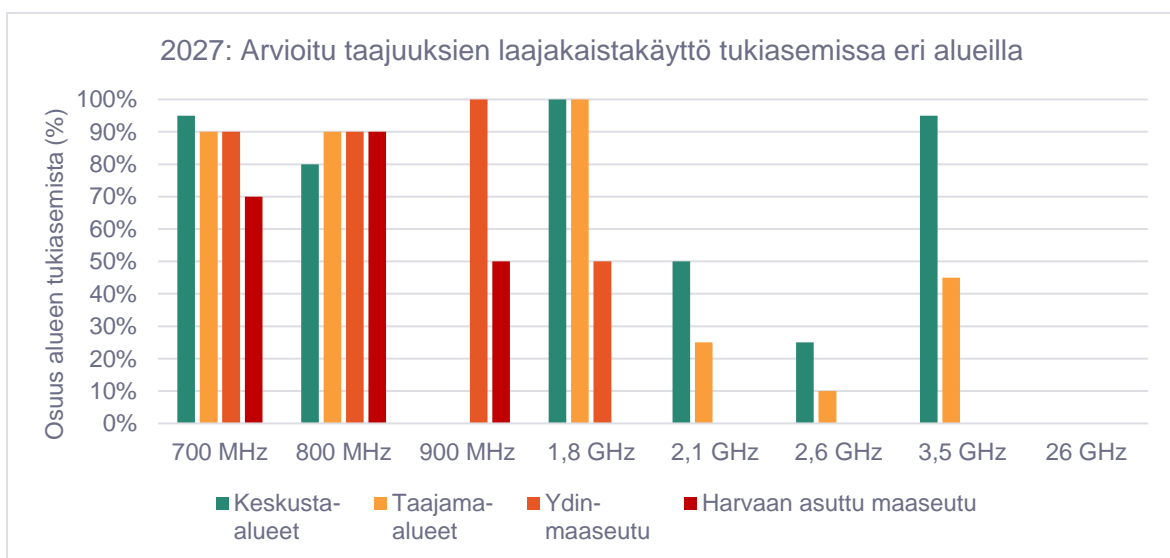
Tämän lisäksi vaadittaneen sekä ydinmaaseudulla, että harvaan asutulla maaseudulla tukiasemaverkon merkittävää tihentämistä kiiretunnin palvelutason parantamiseksi. Haja-asutusalueilla ja etenkin harvaan asutulla maaseudulla lisärakentaminen ei välttämättä kuitenkaan tapahdu markkinaehtoisesti.

Seuraavassa on arvioitu keskimäärin eri alueilla käytössä olevaa kokonaiskapasiteettia. Tämä tarkoittaa kapasiteettia, joka alueella on keskimäärin käyttäjille saatavilla ja siten myös jaettavissa käyttäjien kesken. Luku edustaa yhden tukiasemasektorin palvelualueita, eli tyypillisessä kolmen sektorisuunnan tukiasemassa yhteenlaskettu kokonaiskapasiteetti on kolminkertainen.





Arvioitujen investointien jälkeen taajuuksien kokonaiskäyttö eri alueilla olisi vuoteen 2027 mennessä alla olevan kuvaajan mukainen.



Suurin ero vuoteen 2022 verrattuna on 700 MHz:n taajuusalueen ottaminen laajasti käyttöön haja-asutusalueilla, sekä 3,5 GHz:n taajuuden käytön laajeneminen kaupungeissa ja taajamissa.



6 Matkaviestinverkoissa vaadittavat lisäinvestoinnit

Tässä osiossa arvioidaan matkaviestinverkkojen kapasiteetin riittävyyttä TV-katselun enimmäishetkinä, sekä vaadittavia investointeja TV-katselun mahdollistamiseksi eri skenaarioissa. Arviot perustuvat edellisessä osiossa esitettyyn malliin valtakunnallisista matkaviestinverkoista. Arvion mukaan noin 200 kotitaloutta on tällä hetkellä ilman matkaviestinverkon laajakaistapeittoa. Koska viimeiset peiton tavoittamat asutokunnat voivat olla ratkaisuteknisesti erittäin haastavissa paikoissa, niitä varten saatetaan tarvita erityisratkaisuja matkaviestinverkon lisäksi. Myös antenni-tv-jakelussa on katvealueita, joita paikataan erilaisin keinoin, mm. satelliittijakelulla. Tällaisia erikoistilanteisiin sopivia keinoja tarvittaneen myös tilanteessa, jossa antenni-tv-talouksien tv-katselu siirtyisi matkaviestinverkkoihin.

Arvioidut matkaviestinverkkojen investointikustannukset perustuvat useaan vuoden 2027 ennusteseen, joista keskeiset tuloksiin vaikuttavat ennusteet ovat: tv-katselun määrä enimmäiskatseluhetkinä, kuvanpakkaustekniikoiden kehitys ja käyttöönotto, sekä yksikköhinnat. Tämän lisäksi tarvittaviin investointeihin vaikuttaa oleellisesti haastatteluihin perustuvat arviot kiinteän laajakaista liittymä- ja saatavuuskehityksestä. Esitetyt arviot edustavatkin siis arvioitua investointitarpeen suuruusluokkaa, tässä raportissa esitetyin oletuksin.

6.1 Arvioidut skenaariot:

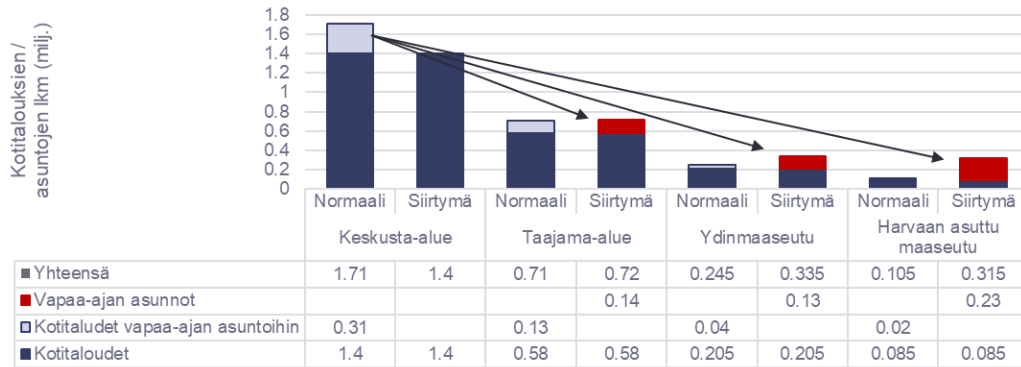
- Enimmäiskatselu
 - Viikoittain toistuva enimmäiskatseluhetki: 1,8 miljoonaa katsojaa
 - Satunnainen huippukatseluhetki: 2,3 miljoonaa katsojaa
- Enimmäiskatselun vaihtelu: 1–2 katsojaa laitetta/ruutua kohden
 - Yhden katsojan skenaario edustaa epätodennäköistä, mutta alueellisesti mahdollista pahinta tilannetta
 - Vaadittavan lisäkapasiteetin mitoitus arvioidaan keskimäärin 1,5 katsojan tilanteelle ja vaihteluväli esitetään yhden (1) ja kahden (2) katsojan tilanteille
- Lisäkapasiteetin mitoitus
 - Kapasiteetti mitoitetaan 100 %:lle katsojista
 - Kapasiteetti mitoitetaan 80 %:lle katsojista
- Antenni-TV-kotitalouksien määrä ilman kiinteää laajakaistaliittymää tai kaapelit-TV-liittymää
 - Kotitalouksien määrä ilman kiinteää liittymää: 530 000 kotitaloutta
 - Kotitalouksien määrä, jos liittymävaje kurotaan kiinni: 230 000 kotitaloutta
- Matkaviestinverkon operaattorit, joiden verkkoon antenni-TV-kotitalouksien jakelu siirtyy:
 - 3 operaattoria
 - 1 operaattori (käytännössä erittäin epätodennäköinen)

Vapaa-ajan asunnot

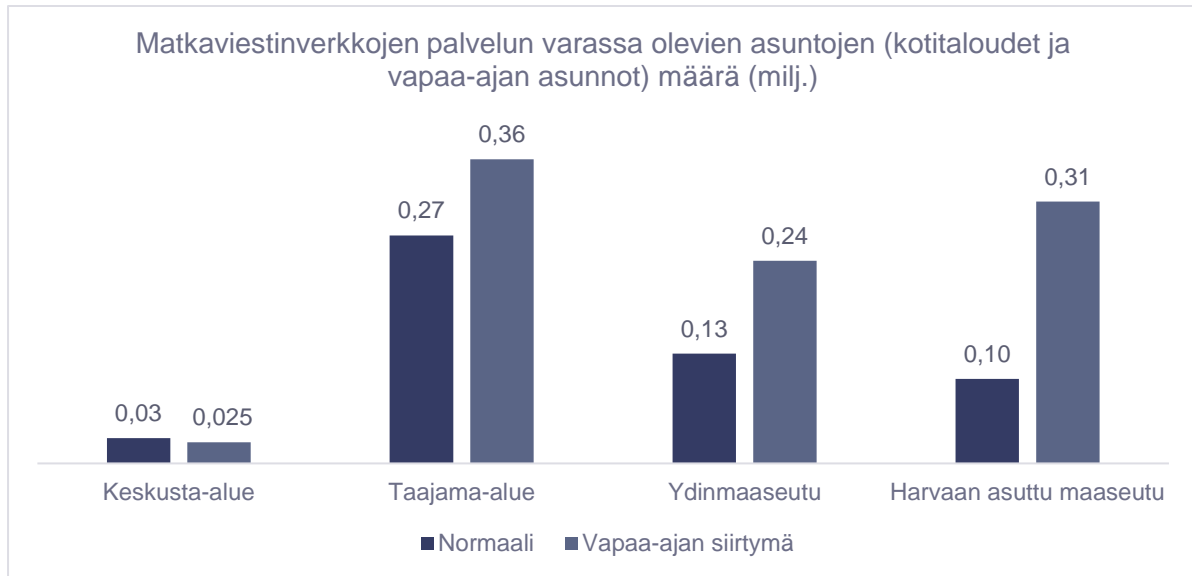
Lisäksi on arvioitu palvelun saatavuutta vapaa-ajan asunnoissa, sekä kokonaiskustannusta, mikäli mitoitus tehdään ottaen huomioon vapaa-ajan asunnot. Siirtymää kotitalouksista vapaa-ajan asuntoihin on arvioitu siten, että eri alueilta siirtyy vapaa-ajan asuntoihin kotitalouksien määrää vastaava osa. Eli kotitalouksia jää tyhjilleen noin 18 % (0,5 milj./2,77 milj. kotitaloudesta) kaikilla alueilla ja näissä kotitalouksissa olevat katsojat siirtyvät vapaa-ajan asuntoihin. Tämän selvityksen kannalta käytännössä oletetaan kaikkien vapaa-ajan asuntojen olevan ilman kiinteää laajakaistaliittymää, ja vapaa-ajan asunnot ovat siten matkaviestinverkon varassa. Alla olevassa kuvaajassa on esitetty kotitalouksien siirtymä vapaa-ajan asuntoihin, ja esimerkinomaisesti siirtymää nuolilla keskusta-alueiden kotitalouksista vapaa-ajan asuntoihin. Samoin siirtymä tapahtuu myös taajama- ja haja-asutusalueilta.



Siirtymä kotitalouksista vapaa-ajan asuntoihin



Kotitaloudet ja vapaa-ajan asunnot, jotka jäävät matkaviestinverkon palvelun varaan vuonna 2027, on esitetty alla olevassa kuvaajassa. Normaalitylänne kuvaa sitä tilannetta, jossa katsojat ovat kotonaan ja vapaa-ajan siirtymä sitä, kun esimerkiksi lomakaudella on siirrytty vakituisista asunnoista vapaa-ajan asunnoille.



Lisäkapasiteetin mitoitus: 80 % ja 100 % katsojista

80 % ja 100 % mitoituksilla tarkoitetaan keskimääräistä saatavuutta. Matkaviestinverkoissa laajakais-talpalvelun luonteelle on ominaista saatavilla olevan palvelutason vaihtelu ensisijaisesti muun käytön takia. Paikallisesti matkaviestinverkojen kuormitus ja siten myös riittävien nopeuksien saatavuus vaihtelee paikoittain ja myös eri aikoina. On siis huomioitava, että 100 % mitoituksella ei tarkoiteta sitä, että palvelu on aina saatavilla kaikille, vaan mitoitus on kapasiteetille, joka keskimäärin riittäisi tv-katselun vaatimuksiin kulloisellakin tv-katsojamäärällä. Kuten myös nykyisin antenni-tv-jakelussa, tullaan matkaviestinverkojen tueksi erittäin todennäköisesti tarvitsemaan paikallisia erikoisratkaisuja kaikkein haastavimmille kotitalouksille.

6.2 Markkinaehtoisesti rakentuvan kapasiteetin riittävyys

Markkinaehtoisesti rakentuva matkaviestinverkon kapasiteetti ei riittäne tv-jakeluun vuoteen 2027 mennessä. Markkinaehtoisen kapasiteetin rakentamista ohjaa liikennemäärien kehitys ja TV-jakelun siirtäminen antenni-tv-jakelusta laajakaistaverkkoihin aiheuttaa merkittävän lisäkuorman.



Suurelle osalle kotitalouksista voitaneen tarjota riittävä kapasiteetti jo markkinaehtoisesti rakentamisen seurauksena. Kuitenkin etenkin haja-asutusalueilla ei riittävä kapasiteetti arvion mukaan ole saatavilla ilman lisäinvestointeja.

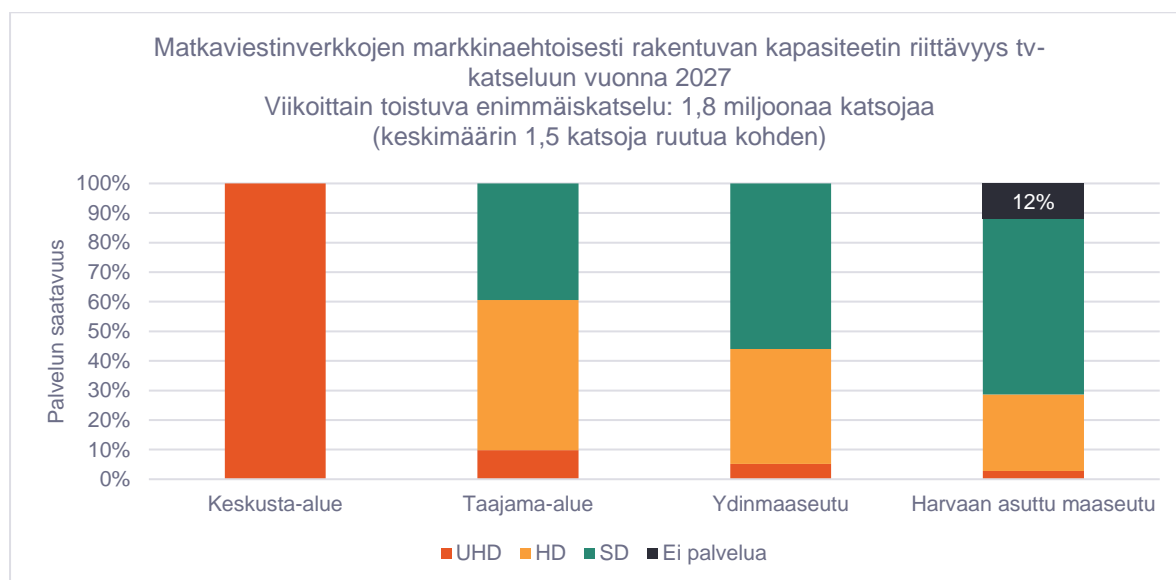
Toistuva enimmäiskatseluhetki: 1,8 miljoonaa tv-katsojaa

Keskusta-alueilla markkinaehtoisesti rakentuvan matkaviestinverkon kapasiteetin arvioidaan riittävän matkaviestinverkon varaan jäävälle 30 000 kotitaloudelle.

Taajamien 270 tuhannessa matkaviestinverkon varassa olevassa kotitaloudessa arvioidaan HD-laatuisen tv-sisällön olevan saatavilla enintään noin 60 %:lle kotitalouksista. Noin 40 % kotitalouksista olisi arviolta saatavilla vain SD-laatuista tv-sisältöä.

Ydinmaaseudun 130 tuhannelle matkaviestinverkon varassa olevalle kotitaloudelle olisi arvion mukaan palvelu saatavilla, mutta yli puolelle (56 %) vain SD-laatusena.

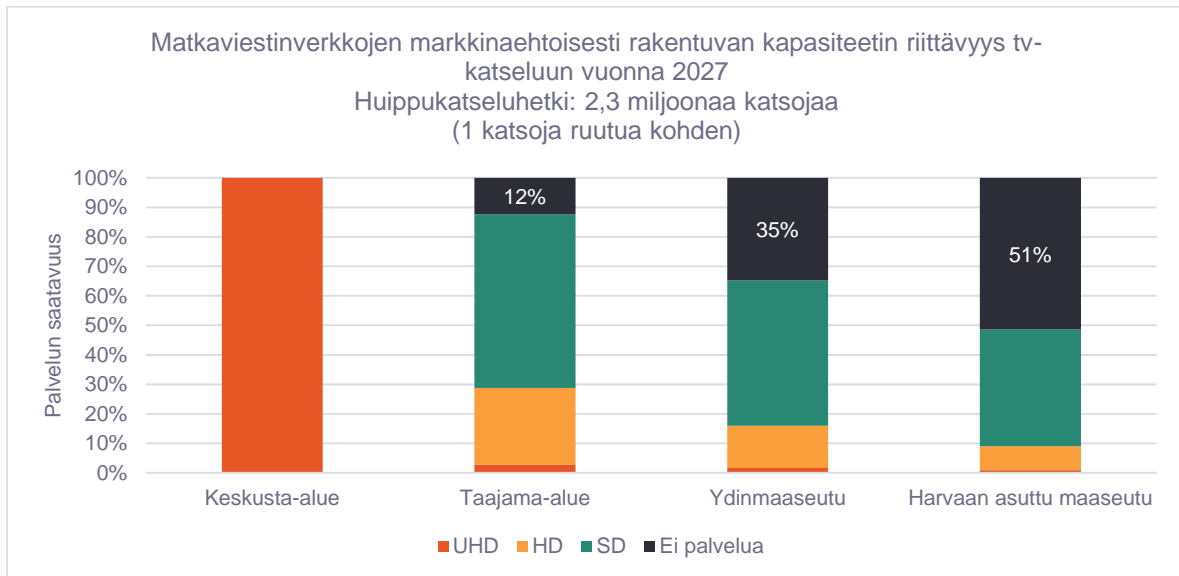
Harvaan asutun maaseudun 100 000 matkaviestinverkon varassa olevassa kotitaloudessa viikoittaisella enimmäiskatseluhetkellä jäisi ilman palvelua arviolta noin 12 000 kotitaloutta (12 %). HD-laatu olisi saatavilla harvaan asutulla maaseudulla vain noin 30 %:iin kotitalouksista.



Satunnainen huippukatseluhetki: 2,3 miljoonaa tv-katsojaa

Mahdollisessa huippukatselutapauksessa, jossa yhteensä 2,3 miljoonaa katsoo tv-sisältöjä samanaikaisesti eri laitteilla, voi pahimmassa tapauksessa jäädä noin 130 tuhatta matkaviestinverkon varassa olevaa kotitaloutta ilman palvelua. Tämä tarkoittaa siis noin 25 % kaikista matkaviestinverkon varassa olevista kotitalouksista, joita on arviolta yhteensä 530 tuhatta. Tilanne, jossa enimmäiskatseluhetkellä jokainen katsoja katsoisi tv-lähetystä omalla laitteella on epätodennäköinen, mutta kuvaa hyvin haastetta tarjota kapasiteettia enimmäiskatseluhetkille matkaviestinverkoissa. Tällä hetkellä antenni-tv-verkon avulla enimmäis- ja huippukatseluhetkinä palvelu on käytännössä kaikille saatavilla.





Arvion mukaan harvaan asutulla maaseudulla, jossa on noin 100 tuhatta kotitaloutta vain matkaviestinverkon varassa, jäisi mahdollisella enimmäiskatseluhetkellä jopa yli puolet kotitalouksista ilman tv-palvelua. Myös ydinmaaseudulla ja taajama-alueilla jäisi arviolta merkittävä osa kotitalouksista ilman palvelua.

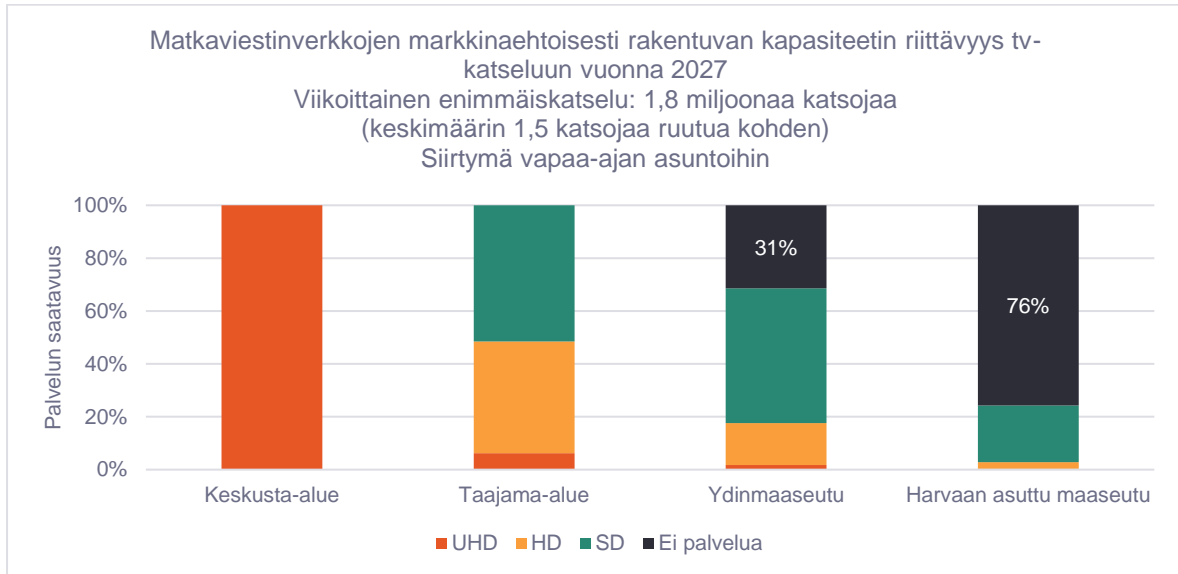
Viikoittain toistuva enimmäiskatseluhetki: 1,8 miljoonaa tv-katsojaa, kun katselu myös vapaa-ajan asunnoilla

Jos esimerkiksi lomakausina katselu siirtyy vakituisesti asutuista kotitalouksista vapaa-ajan asuntoihin, suhteellisesti suurempi määrä katsojia siirtynee haja-asutusalueille. Arvio on esitetty tilanteelle, jossa vapaa-ajan asunnot ovat täydessä käytössä, eli katsojat ovat siirtyneet vakituisista asunnoistaan (kotitaloudet) vapaa-ajan asunnoilleen. Toisin sanoen, yhteensä 500 tuhatta kotitaloutta tyhjenee eri alueilla ja katsojat sekä matkaviestinverkon muu käyttö siirtyy eri alueilta 500 tuhanteen vapaa-ajan asuntoon. Koska vapaa-ajan asunnot ovat pääosin ilman kiinteän verkon yhteyttä, niin liikenne siirtyy käytännössä matkaviestinverkkoihin.

Taajama-alueilla olevissa vapaa-ajan asunnoissa ei arvioida olevan kiinteää liittymää merkittävässä määrin käytössä. Kun katsojat siirtyvät vapaa-ajan asuntoihin, ei muutos käytössä olevien asuntojen (kotitaloudet ja vapaa-ajan asunnot yhteensä) ole arvion mukaan kovinkaan suuri taajama-alueilla, mutta matkaviestinverkon varassa olevien asuntojen suhteellinen osuus kasvaa (38 % → 50 %). Arvion mukaan lisääntynyt kysyntä matkaviestinverkoissa aiheuttaa sen, että HD-laatu olisi saatavilla vain alle puolelle (48 %) taajama-alueiden matkaviestinverkkojen varassa olevista kotitalouksista ja vapaa-ajan asunnoista viikoittain toistuvien enimmäiskatseluhetkien aikana, eli noin 185 tuhatta kotitaloutta ja vapaa-ajan asuntoa olisi ilman HD-laatuista TV-palvelua.

Haja-asutusalueilla siirtymä vapaa-ajan asuntoihin aiheuttaisi vielä merkittävämmän vajeen tv-palvelun saatavuuteen, jos antenni-TV-jakelu loppuisi. Viikoittain toistuvien enimmäiskatseluhetkien aikana TV-palvelu ei olisi saatavilla noin 31 %:lle ydinmaaseudun katsojista, eli noin 75 tuhatta kotitaloutta ja vapaa-ajan asuntoa jäisi ilman tv-palvelua. Harvaan asutulla maaseudulla ilman tv-palvelua olisi jopa 76 % katsojista, eli noin 235 tuhatta kotitaloutta ja vapaa-ajan asuntoa.





Jos antenni-tv-verkon katselu siirtyisi vapaa-ajan asunnoissa enimmäiskatseluhetkinä matkaviestinverkkoon, niin palvelun saatavuus haja-asutusalueilla olisi arvion mukaan erittäin huono ilman lisäinvestointeja tv-jakelun vaatimalle kysynnälle.

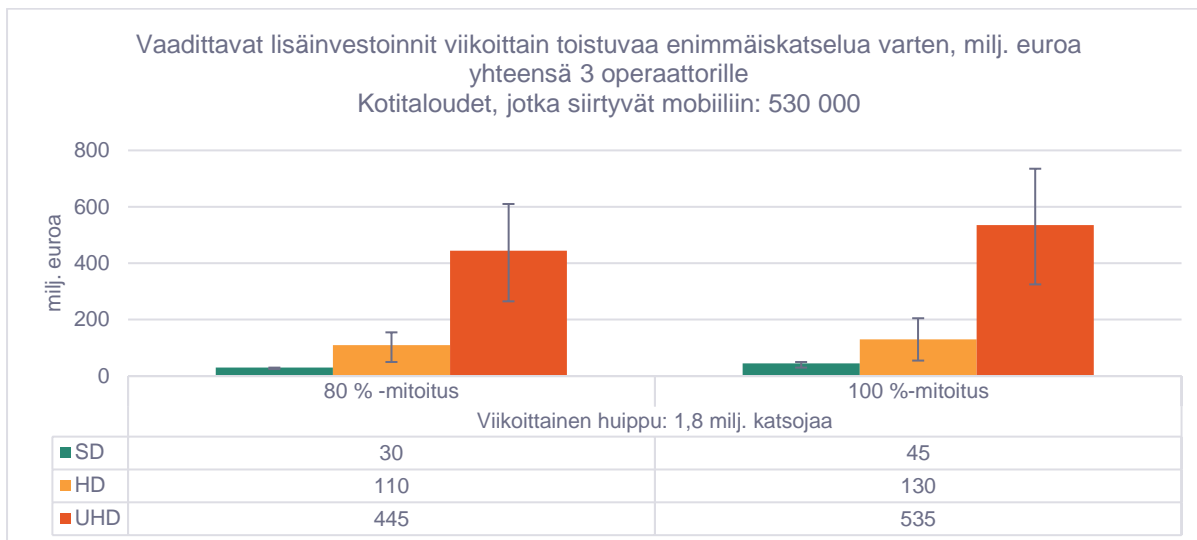
6.3 Vaadittavat lisäinvestoinnit: 530 tuhatta kotitaloutta ilman kiinteää laajakaistaliittymää vuonna 2027

Vuonna 2027 on arvion mukaan 530 000 kotitaloutta, joissa ei ole kiinteää laajakaistaliittymää tai kaapeli-TV:tä käytössä. Mikäli nämä taloudet siirtyvät yksinomaan käyttämään matkaviestinverkkoja tv-sisällön vastaanotossa, matkaviestinverkkojen kapasiteettiin tarvitaan merkittäviä lisäinvestointeja jakelun mahdollistamiseksi enimmäiskatseluhetkinä.

Alla on esitetty keskimääräinen arvio yhteensä vaadittavista lisäinvestoinneista kolmeen valtakunnalliseen matkaviestinverkkoon eri skenaarioissa. Arviot olettavat, että tv-katselu siirtyy tasaisesti kaikkien kolmen valtakunnallisen operaattorin verkkoon ja kaikki operaattorit investoivat verkkoihin samassa suhteessa. Kolmen operaattorin tapauksessa oletetaan uusien tukiasemien yhteisrakentamisen tehokkuudeksi 90 %. Toisin sanoen, 90 % uusista tukiasemapaikoista oletetaan sellaisiksi, että kaikki kolme valtakunnallista operaattoria siihen tuo oman tukiasemalaitteistonsa. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että tukiasemainfrastruktuurin kustannukset jaetaan keskimäärin kolmen operaattorin kesken ja kokonaiskustannus infrastruktuuriin uusissa tukiasemissa tippuu alle 40 % prosenttiin verrattuna tilanteeseen, jossa jokainen operaattori rakentaisi omat tukiasemansa.

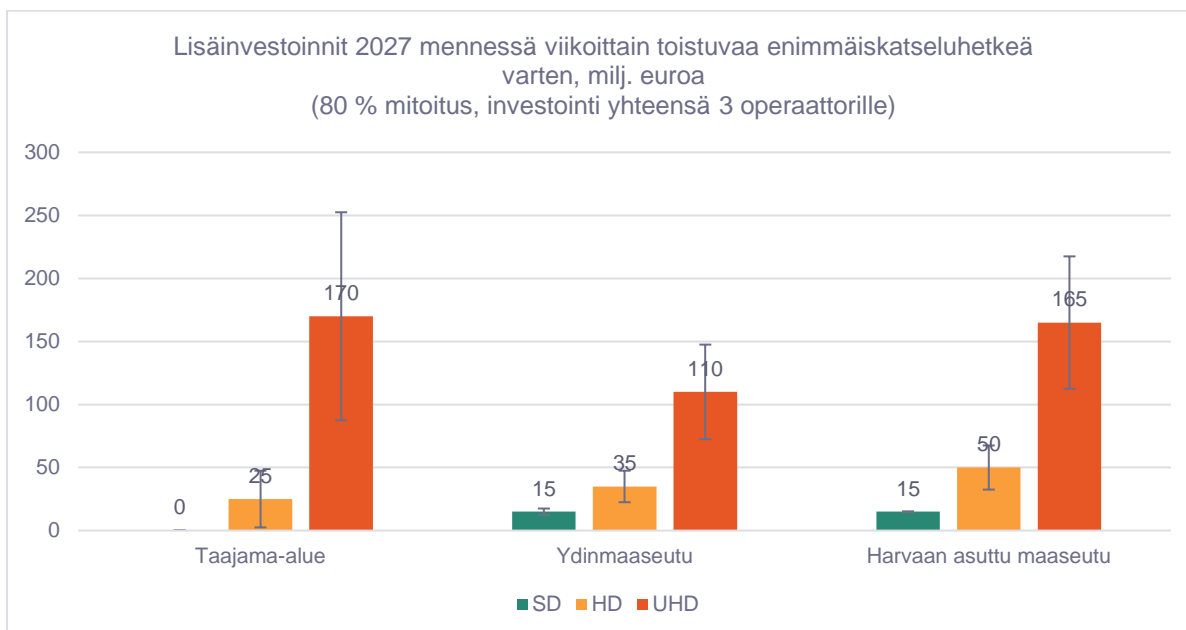
HD-laatuksen lähetyksen jakaminen valtaosalla (80 %) katsojista vaatisi arviolta noin 110 miljoonan lisäinvestoinnit, mikäli matkaviestinverkkojen kapasiteetti pyritään mitoittamaan viikoittain toistuvia enimmäiskatseluhetkiä varten. UHD-laatuksen lähetyksen jakaminen vaatisi arviolta noin 450 miljoonan euron lisäinvestoinnin. Kuvaajassa esitetty vaihteluväli perustuu siihen, kuinka monta katsojaa katsoo lähetystä yhdellä ruudulla: vähimmäisinvestointi tilanteessa, jossa keskimäärin kaksi katsojaa yhdellä ruudulla ja enimmäisinvestointi, kun katsojia on vain yksi ruutua kohden.





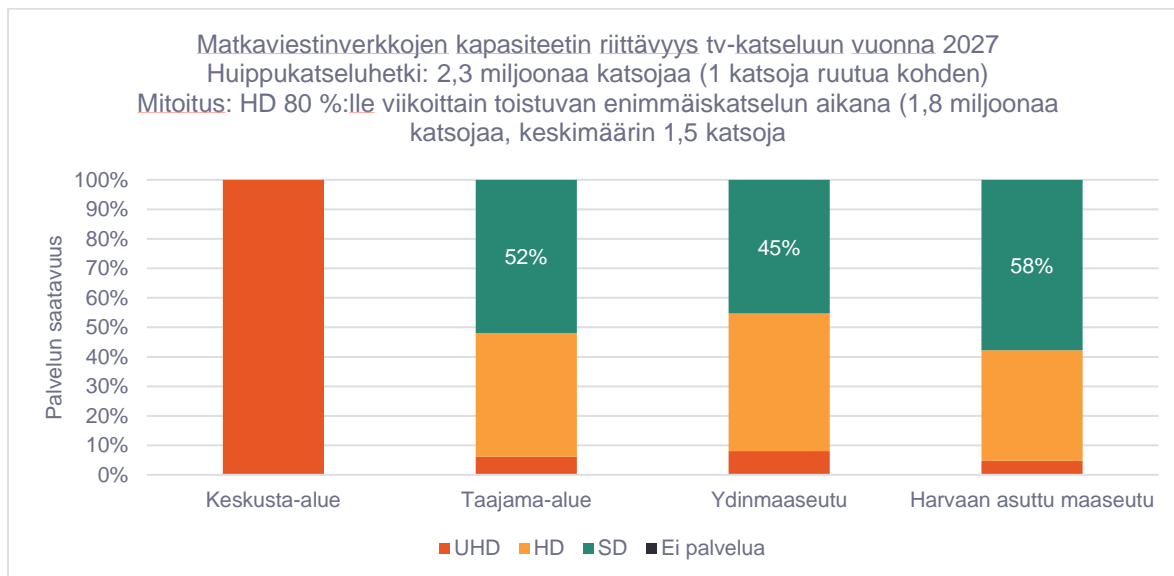
Ilman yhteistyötä uusien tukiasemapaikkojen mastorakentamisessa lisäinvestointikustannukset nousevat keskimäärin noin 30 %, eli markkinaehtoisen rakentamisen lisäksi toteutettavan rakentamisen täytyy tapahtua yhteistyössä.

Alla on arvioitu investointien jakaumaa eri alueille. Huomattavaa on, että tyypillisesti markkinaehtoiset investoinnit jakautuvat käänteisesti, eli investoinnit kohdistuvat alueille, missä käyttäjiä on paljon. Keskuksa-alueilla tv-jakelun siirtyminen antenni-tv-verkoista matkaviestinverkkoihin ei aiheuttane lisäinvestointitarvetta.

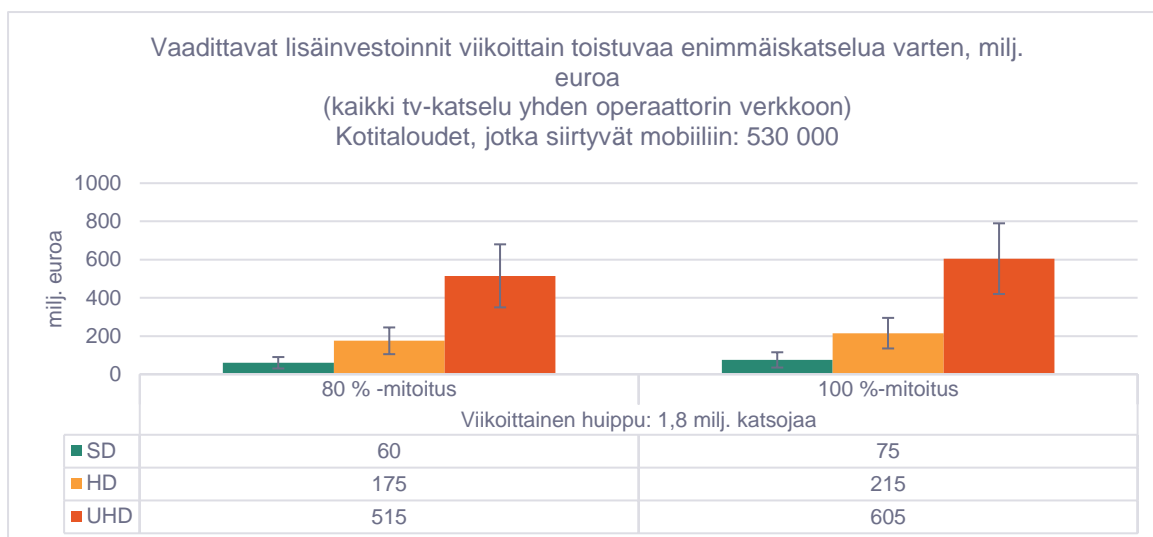


Palvelun saatavuus mahdollisina vuoden aikana satunnaisesti toistuvina huippukatseluhetkinä on arvioitu skenaariossa, jossa lisäinvestoinnit mitoitetaan viikoittain toistuvaa enimmäiskatseluhetkeä varten siten, että HD-laatu olisi keskimäärin saatavilla noin 80 %:lle katsojista, kun yhtä ruutua kohden on keskimäärin 1,5 katsojaa. Mahdollisina huippukatseluhetkinä, kun katsojia on yhteensä 2,3 miljoonaa, niin palvelun arvioidaan vielä olevan keskimäärin kaikille saatavilla, vaikkakin siten, että HD-laatusena vain noin puolelle katsojista.





Käytännössä matkaviestinverkoissa kullakin operaattorilla käytössä olevat taajuudet eivät riitä riittävän palvelun tarjoamiseksi tilanteessa, jossa kaikki tv-katselu siirtyisi yhden operaattorin verkkoon. Tällainen palveluoperaattoriratkaisu vaatisi yhdeltä operaattorilta suuremman investoinnin kuin kolmen operaattorin tapauksessa operaattoreilta yhteensä. Kolmen operaattorin laajentaessa verkkojaan, uusien tukiasemapaikkojen infrastruktuuriin (maston ja laitetilojen rakentaminen, sekä sähkö- ja siirtoyhteyden tuominen tukiasemapaikalle) kustannusten voidaan arvioida jakautuvan melko tasaisesti. Vaikka ne eivät tasaisesti jakautuisikaan, niin kokonaiskustannus infrastruktuuriin jää kuitenkin pienemmäksi, koska kolmen operaattorin taajuuksien ollessa käytössä, tarvitaan vähemmän uusia tukiasemapaikkoja. Alla olevassa kuvaajassa on esitetty kustannus yhden operaattorin skenaariossa, missä tv-enimmäiskatselun vaatimat lisäkustannukset kohdistuvat vain yhdelle kolmesta valtakunnallisesta operaattorista.

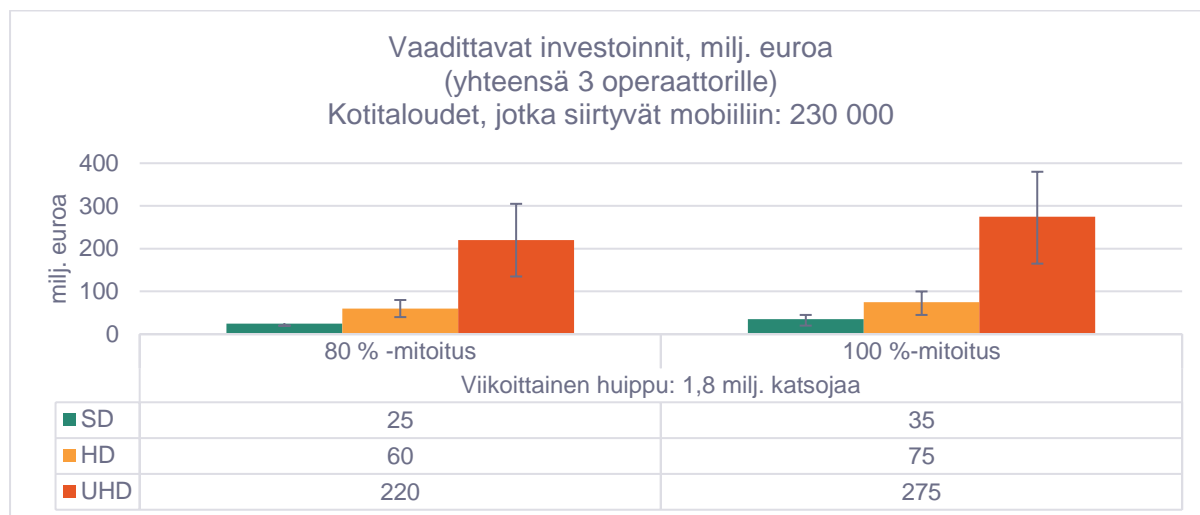


Toisin sanoen, jonkinlaista etua on saavutettavissa, kun kapasiteettia ei rakenna usea operaattori samalle alueelle, mutta laajentaminen on kustannustehotonta haja-asutusalueille soveltuvien taajuuksien vähyden takia. Investoinnit koostuisit valtaosin tukiasemaverkon laajentamisesta, jolloin yksi operaattori rakentaisi tai rakennuttaisi merkittävän määrän lisätukiasemia.

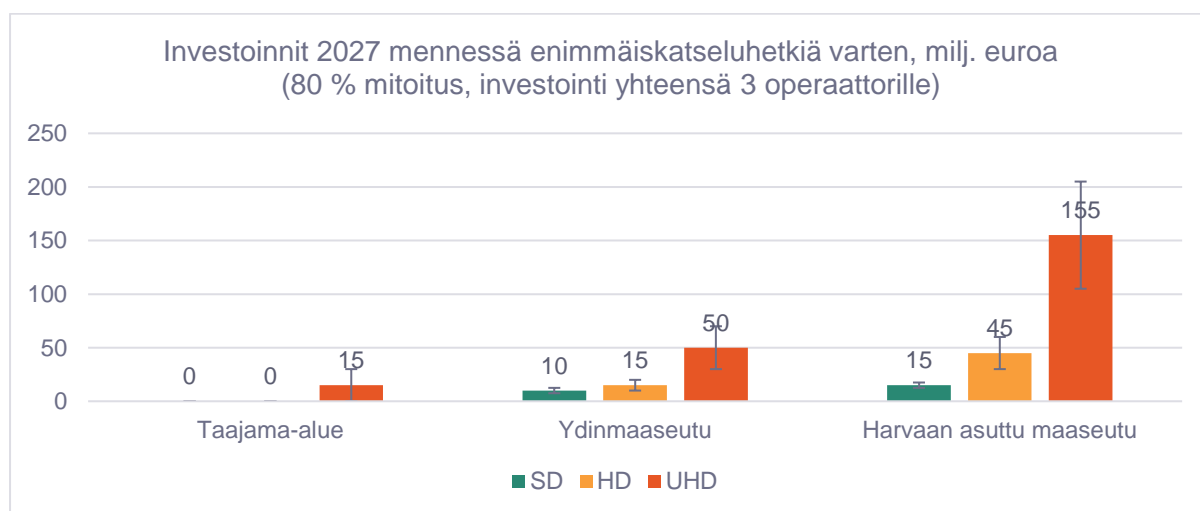


6.4 Vaadittavat lisäinvestoinnit: 230 tuhatta kotitaloutta, joissa kiinteä laajakaista ei ole saatavilla vuonna 2027

Jos oletetaan, että kaikki kotitaloudet, joilla kiinteä laajakaista olisi liittymismaksua vastaan saatavilla, siirtyisivät kiinteän laajakaistan käyttöön, matkaviestinverkkoon siirtyvien kotitalouksien määrä olisi vain 230 tuhatta. Tällöin tv-jakelun vaatima kokonaislisäinvestointitarve matkaviestinverkkoihin pienenesi huomattavasti. Verrattuna edellä esitettyyn tilanteeseen, olisi vaadittava kokonaislisäinvestointi HD-laadun jakamiseksi 80 %:lle katsojista arviolta noin 60 miljoona.



Ero edellä esitettyyn 530 tuhannen matkaviestinverkon varassa olevan kotitalouden tilanteeseen on merkittävin taajama-alueilla, joilla kiinteän laajakaistaverkon (käytännössä kuituverkon) saatavuus on arviolta vuonna 2027 jo hyvin kattava. Myös ydinmaaseutualueilla vaadittavat lisäinvestoinnit voivat laskea alle puoleen. Harvaan asutulla maaseudulla arvioitu ero lisäinvestointitarpeessa on hyvin pieni, sillä kiinteän laajakaistan saatavuus on ennustettu vähäiseksi.



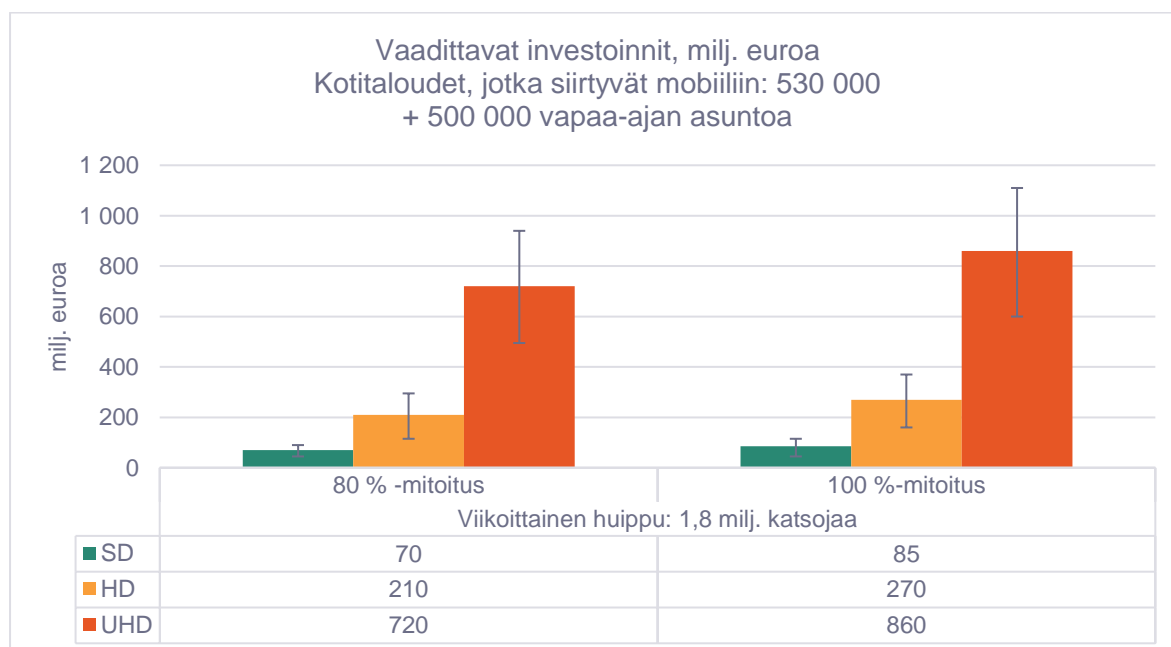
Keskimääräinen kustannus kotitaloutta kohden on kuitenkin suurempi, koska kiinteän laajakaistan liittymävajeen kuromisen jälkeen jäljelle jäävät kotitaloudet ovat suuremmassa määrin haja-asutusalueilla. Keskimääräinen kustannus kotitaloutta kohden onkin arviolta noin 300–450 euroa.



6.5 Vaadittavat lisäinvestoinnit vapaa-ajan asuntoja varten

Jos antenni-TV jakelu päättyy ja matkaviestinverkkojen investoinnit toteutuvat edellä esitetyn periaattein, niin suuressa osassa vapaa-ajan asuntoja ei enimmäiskatseluhetkinä ole välttämättä palvelua saatavilla. Mikäli myös vapaa-ajan asunnoissa on tarkoitus mahdollistaa tv-katselu esimerkiksi loma-ajan enimmäiskatseluhetkinä, lisäinvestointeja matkaviestinverkkoihin tarvitaan.

Vapaa-ajan asuntojen vaatimat lisäkustannukset on arvioitu tilanteessa, jossa 530 tuhannen talouden, joilla ei ole arvion mukaan kiinteää liittymää, lisäksi osa katselusta siirtyy 500 tuhanteen vapaa-ajan asuntoon. Eli arvio kuvastaa kokonaisinvestointia tilanteessa, missä matkaviestinverkkoon siirtyvät taloudet ilman kiinteää laajakaistaliittymää, sekä vapaa-ajan asunnot. Arvio on toteutettu siten, että vapaa-ajan asuntoihin siirtyy katsojia muilta alueilta kotitalouksien määrän suhteessa, eli osa normaalisti kiinteän laajakaistan tai kaapeli-TV:n katsojista siirtyy vapaa-ajan asuntoihin, joissa kiinteää laajakaistaa tai kaapeli-TV:tä ei merkittävästi ole saatavilla. HD-laatuiseen kuvan jakamiseen tarvitaan arviolta yhteensä noin 100–140 miljoonan euron lisäinvestointia matkaviestinverkkojen kapasiteettiin vain vapaa-ajan asuntoja varten. Käytännössä tämä investointi tehtäisiin valtaosin vain lomakauden kysynnän vuoksi. Lisäinvestointi vapaa-ajan asuntoa kohden olisi keskimäärin noin 200–300 euroa.



Koska vapaa-ajan asuntojen todellisen tv-katselun kysyntä alueittain ei ole etukäteen tiedossa, ei myöskään tarvittavan lisäkapasiteetin mitoitus etukäteen ole käytännössä mahdollista. Siksi vapaa-ajan asuntojen kysynnälle vastaavan matkaviestinverkon kapasiteetin mitoitus laajamittaiselle HD-palvelun saatavuudelle vaatii todennäköisesti usean vuoden kapasiteettitarpeen seuraamista ja lisärakentamisen suunnittelua ja toteutusta.

Eriyisesti vaihtelevaan kysyntään vastaaminen on haasteellista unicast-tekniikan matkaviestinverkoissa, joissa kapasiteetti joudutaan mitoittamaan kysynnän perusteella. Vapaa-ajan asuntojen kohdalla korostuu perinteisen antenni-tv-jakelun hyödyt, koska broadcast-tekniikassa kapasiteetti mitoitetaan tarjonnan mukaan, eikä palvelun saatavuus samalla tavoin riipu siitä, missä katsojat kulloinkin tv-sisältöä katsovat.



6.6 Yhteenveto matkaviestinverkoissa vaadittavista investoinneista

Selvityksessä on arvioitu matkaviestinverkoissa vaadittavia investointeja enimmäiskatseluhetkinä, kun suuri osa katsojista haluaa sisältöä katsella. Arvioidut matkaviestinverkkojen investointikustannukset perustuvat useaan vuoden 2027 ennusteeseen, joista keskeiset tuloksiin vaikuttavat ennusteet ovat: tv-katselun määrä enimmäishetkinä, kuvanpakkaustekniikoiden kehitys ja käyttöönotto sekä verkko-rakentamisen yksikköhinnat. Tämän lisäksi tarvittaviin investointeihin vaikuttavat oleellisesti arviot kiinteän laajakaistan liittymä- ja saatavuuskehityksestä. Esitetyt arviot edustavatkin siis suuntaa antavaa investointitarpeen suuruusluokkaa, tässä raportissa esitetyin oletuksin.

Markkinaehtoisesti rakentuva matkaviestinverkkojen kapasiteetti ei riittäne edes SD-laatuisten kuvan jakamiseksi kaikille enimmäiskatseluhetkinä, etenkin haja-asutusalueilla. Matkaviestinverkoissa ei käytännössä voida taloudellisilla perusteilla tavoitella haja-asutusalueilla mittavaa UHD-laadun saataavuutta, koska se vaatisi karkeasti nykyisen tukiasemaverkoston kaksinkertaistamista. Lisäinvestointitarve keskittyy suurelta osin haja-asutusalueille ja käytännössä siis siirtymän mahdollistamiseksi investointeja vaaditaan suuressa määrin alueilla, jossa siitä hyötyy vain pieni osa kotitalouksista.

Arvioidut investoinnit edustavat puhtaasti lisäinvestointitarvetta. Lisäksi lisäinvestointi kohdistuu alueille, missä markkinaehtoista rakentamista ei muuten tapahtuisi. Mikäli nykyinen antenni-tv-jakelu loppuu ja liikenne siirtyy laajakaistaverkkoihin, haasteet jakelun toteuttamisessa korostuvat haja-asutusalueilla. Haja-asutusalueilla kustannusten lisäksi suureksi haasteeksi muuttuu uusien tukiasemapaikkojen löytäminen ja tukiasemien rakentaminen. Haja-asutusalueilla kotitalouksilla on harvoin mahdollisuus valita kodin laajakaistayhteyttä useasta vaihtoehdosta, vaan tarjolla on suurelle osalle laajakaistayhteys vain matkaviestinverkkojen välityksellä.

Tarkka kapasiteetin etukäteenmitoitus käytännön toteutuksissa on mahdotonta, sillä sitä varten täytyisi tietää etukäteen, missä kotitalouksissa kulloinkin lähetyksiä katsotaan. Arviot edustavatkin siksi vain mahdollista investointien suuruusluokkaa, joka mahdollisesti toteutuisi, jos arvioitu katsojamäärä siirtyisi käyttämään matkaviestinverkkoa antenni-TV-jakelun korvikkeena. Arviot on esitetty viikoittain toistuville enimmäiskatseluhetkille.

Käytännössä alueellisesti ja kotitalouksien välillä katseluaktiivisuus voi vaihdella, eli joillain alueilla jouduttaneen investoimaan enemmän paikallisen kysynnän vuoksi. Toisaalta joillain alueilla voidaan selvittää vähemmällä investoinneilla. Jos kuitenkin siirtymä toteutuu, täytyy matkaviestinverkkoihin investoida etukäteen, eli ennen siirtymän aloittamista. Käytännössä investoinnit vaativat huolellista alueellista suunnittelua ja perusmitoitustason valintaa. Tämän perusteella matkaviestinverko-operaattorit voisivat rakentaa siirtymälle edellytykset, minkä jälkeen täydentävää lisäkapasiteetin rakentamista toteutettaisiin siirtymän aikana, kun näkyvyys alueelliseen kysyntään kehittyy.

Mahdolliseen siirtymään valmistautuessa on hyvä tiedostaa matkaviestinverkkojen mitoitushaasteet ja pyrkiä löytämään käytännön ratkaisu, jonka avulla pyritään varmistamaan, että tv-palvelu on jossain muodossa saatavilla kaikissa kotitalouksissa. Tämä selvitys tarjoaa riippumattoman arvion mahdollisen siirtymän vaatimien lisäinvestointien suuruusluokasta matkaviestinverkoissa. Itse siirtymä vaatii kuitenkin usean tahon yhteistyötä niin suunnittelu- kuin toteutusvaiheessakin.

HD-laatuinen jakelu vaatii merkittäviä lisäinvestointeja

HD-laadulle on arvion mukaan mahdollista rakentaa riittävä kapasiteetti tyypillisiä enimmäiskatseluhetkiä varten, mutta siinäkin tapauksessa investointeja tarvitaan merkittävä määrä alueilla, joille markkinaehtoinen lisäinvestointi ei arvion mukaan vuoteen 2027 mennessä riittävässä määrin kohdistu.

Sekä taajamissa, että haja-asutusalueilla vaadittaneen tukiasemaverkkojen tihentämistä. Taajamissa noin 10–15 %, tarkoittaen arviolta noin 200–300 uutta tukiasemaa, joille tarve voi ilmentyä myös markkinaehtoisesti. Haja-asutusalueilla vaadittaneen HD-laadun jakamiseksi arviolta tukiasemaverkon tihentämistä 20–30 %, mikä tarkoittaa arviolta noin 400–600 uutta mastotukiasemaa alueilla, jonne markkinaehtoinen rakentaminen ei tässä laajuudessa ulotu.

Seuraavat taulukot kokoavat yhteen arviot HD-laatuisten jakelun vaatimista investoinneista kahdella eri mitoituspäätöksellä. Ensimmäisessä taulukossa on esitetty arvio HD-laadun aiheuttamasta



lisäinvestointitarpeesta, kun matkaviestinverkot mitoitetaan niin, että HD-laatu on keskimäärin kaikille tarjolla viikoittain toistuvien enimmäiskatseluhetkien aikana. Toisessa taulukossa esitetty lisäinvestointitarve olettaa, että tavoitellaan HD-laatua 80 % katsojista enimmäiskatseluhetkien aikana. Näillä mitoituseriaatteilla on arvion mukaan palvelu saatavissa myös satunnaisten huippukatseluhetkien aikana, mutta ei yhtä laajalti HD-laatusena.

HD-investoinnit 100 %	Keskusta-alueet	Taajama-alueet	Ydinmaaseutu	Harvaan asuttu maaseutu	Yhteensä
Matkaviestinverkkoihin siirtyvät kotitaloudet, joilla kiinteää laajakaistaa ei ole saatavilla					
Kotitaloudet	20 000	60 000	55 000	95 000	230 000
Lisäinvestointitarve, milj. euroa			20	55	75
Ylläpitokustannus, milj. euroa vuodessa			1	3,5	4,5
Matkaviestinverkkoihin siirtyvät myös kotitaloudet, joilla ei ole kiinteää liittymää käytössä					
Kotitaloudet	+10 000	+210 000	+75 000	+5 000	+300 000 (530 000)
Lisäinvestointitarve, milj. euroa		+35	+20	+0 ⁷²	+55 (130)
Ylläpitokustannus, milj. euroa vuodessa		+4,5	+2,5	+0,5	+7,5 (12)
Matkaviestinverkkoihin siirtyvät myös vapaa-ajan asunnot					
Vapaa-ajan asunnot		+140 000	+130 000	+230 000	+500 000
Lisäinvestointitarve, milj. euroa		+20	+30	+90	140 (270)
Ylläpitokustannus, milj. euroa vuodessa		+2,5	+4	+11,5	+18 (30)

100 % mitoituksella, jos 530 00 kotitaloutta, joissa ei ole riittävän nopeaa kiinteää laajakaistaa käytössä, siirtyisivät matkaviestinverkkoihin, uusia tukiasemia tarvittaisiin noin 400, valtaosin haja-asutusaleille, minkä arvioidaan nostavan matkaviestinverkko-operaattorien vuotuisia ylläpitokustannuksia yhteensä noin 12 miljoonalla eurolla.

Jos kaikki kotitaloudet, joissa kiinteä laajakaista on saatavilla liittymismaksua (1500–2500 euroa) vastaan, siirtyisivät kiinteään laajakaistan liittymäasiakkaiksi, jäisi matkaviestinverkkojen varaan 230 000 kotitaloutta. Näille kotitalouksille HD-laatusen palvelun lisäinvestointitarve olisi kokonaisuudessaan arviolta noin 75 miljoonan euron luokkaa, viikoittain toistuvien enimmäiskatseluhetkien takia.

Kun osa katselusta siirtyy lomakausina vapaa-ajan asuntoihin, tarvitaan tämän kysynnän vuoksi lisäinvestointeja alueille, joilla ei muutoin kysyntää juuri ole. Arvion mukaan HD-laatusen tv-katselun mahdollistaminen valtaosalle vapaa-ajan asunnoista aiheuttaisi edellä esitettyihin vakituisten kotitalouksien vaatimien lisäinvestointien lisäksi noin 140 miljoonan euron lisäinvestointitarpeen. Vapaa-ajan asuntojen kysyntä on valtaosin kausiluontoista, mutta kapasiteetti-investoinnit pysyviä. Vapaa-ajan asunnot aiheuttaisivat lisäksi merkittävän lisän matkaviestinverkko-operaattorien vuotuisiin ylläpitokustannuksiin uusien vaadittavien tukiasemien takia.

⁷² Harvaan asutulla maaseudulla vaadittavat investoinnit kasvavat arviolta ~3 miljoonaa euroa: pyöristys lähimpään viiteen miljoonaan ei muutu.



Jos investoinnit mitoitetaan 80 %:lle katsojista enimmäiskatseluhetkinä, niin vaadittavat lisäinvestoinnitkin pienenevät arviolta noin 80 %:iin.

HD-investoinnit 80 %	Keskusta-alueet	Taajama-alueet	Ydinmaaseutu	Harvaan asuttu maaseutu	Yhteensä
Matkaviestinverkkoihin siirtyvät kotitaloudet, joilla kiinteää laajakaistaa ei ole saatavilla					
Kotitaloudet	20 000	60 000	55 000	95 000	230 000
Lisäinvestointitarve, milj. euroa			15	45	60
Ylläpitokustannus, milj. euroa vuodessa			1	2	3
Matkaviestinverkkoihin siirtyvät myös kotitaloudet, joilla ei ole kiinteää liittymää käytössä					
Kotitaloudet	+10 000	+210 000	+75 000	+5 000	+300 000 (530 000)
Lisäinvestointitarve, milj. euroa		+25	+20	+5	+50 (110)
Ylläpitokustannus, milj. euroa vuodessa		+3	+1,5	+0,5	+5 (8)
Matkaviestinverkkoihin siirtyvät myös vapaa-ajan asunnot					
Vapaa-ajan asunnot		+140 000	+130 000	+230 000	+500 000
Lisäinvestointitarve, milj. euroa		35 (+10)	55 (+20)	120 (+70)	210 (+100)
Ylläpitokustannus, milj. euroa vuodessa		+7	+7,5	+15,5	+22 (+14)

UHD-laadun jakelun edellytykset vuoteen 2027 mennessä huonot

Kapasiteetin mitoittaminen UHD-laatukselle lähetykselle matkaviestinverkoissa ei ole käytännössä viiden vuoden aikana toteutettavissa ottaen huomioon nykymatkaviestinverkkojen lähtökohdat. Uusia tukiasemapaikkoja tarvittaisiin mitoitusperiaatteista riippuen haja-asutusalueilla keskimäärin noin 1000–1500 ja taajamissakin noin 750–1300. Etenkin haja-asutusalueilla tarvitaan korkeahkoja mastoja, eikä niille luvanvaraisen rakennuspaikan löytäminen ole yksinkertaista. Kokonaisuudessa tämä tarkoittaisi vähintään 350 uuden mastotukiaseman rakennustarvetta vuositasolla. Käytännössä tämän kaltainen rakentamisvauhti ei ole realistinen, eikä siis vuoteen 2027 mennessä UHD-lähetyksiin voida matkaviestinverkoissa tähdätä. Huomionarvoista on, että mikäli UHD-lähetykset IPTV-palveluissa yleistyvät, on kiinteän laajakaistaverkon kotitalouksilla mahdollisuus niitä katsoa, vaatiessa mahdollisesti vain liittymänopeuden päivittämisen, jos käytössä olevat päätelaitteet niitä tukevat. Matkaviestinverkoissa UHD-laatuinen palvelu olisi vain osittain saatavilla.

Seuraavassa taulukossa on esitetty arvio vaadittavista lisäinvestoinneista matkaviestinverkkoihin, mikäli palvelu mitoitetaan siten, että UHD laatu olisi keskimäärin saavutettavissa kaikille katsojille viikoittain toistuvien enimmäiskatseluhetkien (1,8 miljoonaa katsojaa) aikana, olettaen, että keskimäärin yhden ruudun takana on 1,5 katsojaa. Jos kaikki antenni-tv-kotitaloudet, joilla ei arvion mukaan ole kiinteää laajakaistaliittymää tai kaapeli-TV:tä vuoteen 2027 mennessä, siirtyisivät tv-katseluun matkaviestinverkkojen välityksellä, UHD-laadun tarjoaminen vaatisi arviolta noin 535 miljoonan euron lisäinvestointeja matkaviestinverkkoihin. Tämän lisäksi uusien tukiasemien rakentaminen kasvattaisi matkaviestinverko-operaattorien vuotuisia ylläpitokustannuksia noin 68 miljoonalla eurolla. Vapaa-ajan asuntojen mitoituksella kokonaislisäinvestointitarve nousisi noin 860 miljoonaan euroon ja vuotuiset lisäkustannuksetkin kasvaisivat 110 miljoonaan euroon.



UHD-investoinnit 100 %	Keskusta-alueet	Taajama-alueet	Ydinmaaseutu	Harvaan asuttu maaseutu	Yhteensä
Matkaviestinverkkoihin siirtyvät kotitaloudet, joilla kiinteää laajakaistaa ei ole saatavilla					
Kotitaloudet	20 000	60 000	55 000	95 000	230 000
Lisäinvestointitarve, milj. euroa		25	65	185	275
Ylläpitokustannus, milj. euroa vuodessa		3,5	7	21	31,5
Matkaviestinverkkoihin siirtyvät myös ne kotitaloudet, joilla ei ole kiinteää liittymää käytössä					
Kotitaloudet	+10 000	+210 000	+75 000	+5 000	+300 000 (530 000)
Lisäinvestointitarve, milj. euroa		+185	+65	+10	+260 (535)
Ylläpitokustannus, milj. euroa vuodessa		+25,5	+10	+1	+36,5 (68)
Matkaviestinverkkoihin myös vapaa-ajan asunnot					
Vapaa-ajan asunnot		+140 000	+130 000	+230 000	+500 000 (1 030 000)
Lisäinvestointitarve, milj. euroa		+55	+70	+200	+325 (860)
Ylläpitokustannus, milj. euroa vuodessa		+7	+10	+26	+43 111

Seuraavassa taulukossa on esitetty arvio vaadittavista lisäinvestoinneista matkaviestinverkkoihin, mikäli palvelu mitoitetaan siten, että UHD-laatu olisi keskimäärin saavutettavissa 80 %:lle katsojista viikoittain toistuvien enimmäiskatseluhetkien (1,8 miljoonaa katsojaa) aikana, olettaen, että keskimäärin yhden ruudun takana on 1,5 katsojaa. Jos kaikki antenni-tv-kotitaloudet, joilla ei arvion mukaan ole kiinteää laajakaistaliittymää tai kaapeli-TV:tä vuoteen 2027 mennessä, siirtyisivät tv-katseluun matkaviestinverkkojen välityksellä, UHD-laadun tarjoaminen vaatisi arviolta noin 445 miljoonan euron lisäinvestointeja matkaviestinverkkoihin. Tämän lisäksi uusien tukiasemien rakentaminen kasvattaisi matkaviestinverkko-operaattorien vuotuisia ylläpitokustannuksia noin 55 miljoonalla eurolla. Vapaa-ajan asuntojen mitoituksella kokonaislisäinvestointitarve nousisi noin 720 miljoonaan euroon ja vuotuiset liäkustannuksetkin kasvaisivat 92 miljoonaan euroon.



UHD-investoinnit 80 %	Keskusta-alueet	Taajama-alueet	Ydinmaaseutu	Harvaan asuttu maaseutu	Yhteensä
Matkaviestinverkkoihin siirtyvät kotitaloudet, joilla kiinteää laajakaistaa ei ole saatavilla					
Kotitaloudet	20 000	60 000	55 000	95 000	230 000
Lisäinvestointitarve, milj. euroa		15	50	155	220
Ylläpitokustannus, milj. euroa vuodessa		+2	+5	+17	+24
Matkaviestinverkkoihin siirtyvät myös kotitaloudet, joilla ei ole kiinteää liittymää käytössä					
Kotitaloudet	+10 000	+210 000	+75 000	+5 000	+300 000 (530 000)
Lisäinvestointitarve, milj. euroa		+155	+60	+10	+225 (445)
Ylläpitokustannus, milj. euroa vuodessa		+21	+9	+1	+31 (55)
Matkaviestinverkkoihin siirtyvät myös vapaa-ajan asunnot					
Vapaa-ajan asunnot		+140 000	+130 000	+230 000	+500 000 (1 030 000)
Lisäinvestointitarve, milj. euroa		+40	+60	+175	+275 (720)
Ylläpitokustannus, milj. euroa vuodessa		+29	+22	+41	+37 (92)

Siirtymä antenni-TV:stä matkaviestinverkkoihin

Mikäli siirtymää antenni-tv-jakelusta matkaviestinverkkoihin lähdetään toteuttamaan, on se todennäköisesti tarpeen tehdä vaiheissa. Matkaviestinverkon kapasiteetin lisääminen haja-asutusalueilla on hidasta, koska kapasiteettia täytyy rakentaa lukuisaan tukiasemaan ja sen lisäksi uusia tukiasemia täytyy rakentaa alueilla, jossa rakentaminen on hankalaa.

Koska matkaviestinverkkojen kyky tarjota riittävää nopeutta riippuu paljolti siitä, miten liikenne niissä kehittyy ja miten operaattorit ehtivät liikenteen kehitykseen reagoida, ei ole realistista odottaa, että liikenne voitaisiin siirtää antenni-TV-jakelusta matkaviestinverkkoihin ”yön yli” ongelmitta. Matkaviestinverkko-operaattorit voivat arvioida tarvittavan kapasiteetin tarvetta ja kohdentaa investointeja ennusteiden mukaan etukäteen, mutta millään ennusteella ei voida taata palvelun toimivuutta siirtymän jälkeen.



7 Vastaanotossa vaadittavat muutokset

Projektin viimeisessä vaiheessa keskitytään lähetysten vastaanottoon. Kun nyt karkeasti miljoonassa taloudessa ja valtaosassa vapaa-ajan asunnoissa televisio tarkoittaa maanpäällisiä UHF-lähetyksiä, ulkoantennia, antennin suuntaamista Digitan parhaiten palvelevaan lähetyksiasemaan, koaksiaalikaapeleihin perustuvaa antennisisäverkkoa ja vastaanottimessa olevaa UHF-viritintä, maanpäällisten lähetysten loppuminen muuttaisi kaiken tämän. Lisäksi katsojien ja UHF-verkko-operaattorin suhdetta määrittävät määräykset, kuten vastaanottoantennille tai kentänvoimakkuudelle asetetut vaatimukset, eivät uudessa tilanteessa enää palvelisi nykyisessä muodossa. Asiat sinällään eivät menetä merkitystään, mutta ne tulee sovittaa uuteen lähetystekniikkaan. Tässä projektin viimeisessä vaiheessa arvioidaan näitä muutoksia.

7.1 Kiinteistöjen sisäverkot

7.1.1 Kerros- ja rivitalot

Taloudet kerros- ja rivitaloissa ovat siirtymässä pääosin hyvässä asemassa, koska niiden käytössä on useimmiten kaapeliverkko. Tällöin sisäverkkojenkin voidaan olettaa olevan pääosin riittävän hyvässä kunnossa, sillä kaapeliverkossa käytettävät koaksiaalikaapelit ovat teknisesti parempia kuin perinteiset puhelinverkon sisäkaapelit. Varsinkin, kun kyse on yksisuuntaisesta lineaarisesta televisiosta, sisäverkot eivät kaapelitalouksissa muodostu pullonkaulaksi. Sisäverkkojen ei kuitenkaan yleisesti voi sanoa olevan ajantasaisia, mikä voi rajoittaa laajakaistapalvelujen ja siten myös uudenlaisten televisiopalvelujen käyttöä.

Suomessa kiinteistöjen sisäverkot eivät ole osa yleistä televerkkoa, ja siten sisäverkot ovat kiinteistöjen omistajien vastuulla. Sisäverkkojen kirjo on hyvin laaja. Parhaat edellytykset laajakaistaratkaisuille saadaan, jos sisäverkossakin on kuitukaapelointi tai vähintään kategorian 5 tai 6 mukainen kuparinen pariakaapelointi. Tällöin yhteyden voi sisäverkon osalla toteuttaa tehokkaasti Ethernet-tekniikalla. Sisäverkkojen rakentamista on jo pitkään ohjattu parempaan suuntaan mm. Traficomien määräyksillä⁷³, mutta asuntokanta on pääosin rakennettu ennen laajakaistan yleistymistä. Esimerkiksi kategorian 5/6 mukaisia sisäverkkoja on rakennettu vasta viimeisten kahdenkymmenen vuoden aikana. Vakituisesti asutuista asunnoista on 2000-luvulla rakennettu kuitenkin vain noin 630 000, kun asuntoja on kaikkiaan noin 2,8 miljoonaa; kerros- ja rivitaloistakin vain noin neljännes on rakennettu 2000-luvulla⁷⁴. Siten on selvää, että kerros- ja rivitaloissakin laajakaistan kannalta vanhanaikaisia verkkoja on vielä sadoissa tuhansissa taloissa. Tällöin laajakaistan toteutuksessa joudutaan käyttämään DSL-tekniikkaa.

DSL-tekniikoilla voidaan saavuttaa riittävät yhteysnopeudet sisäverkoissa. Etäisyydet ovat useimmiten vain kymmeniä tai satoja metrejä, joten voidaan käyttää edistyneimpiä tekniikoita, joilla voidaan hyvin saavuttaa ainakin 100 Mbit/s:n nopeudet. Toteutusta varten tarvitaan kuitenkin asuntokohtaisesti modeemi, ja tekniikoita voidaan pitää kaapeliverkkoon ja Ethernet-tekniikkaan verrattuna häiriöherkempinä. Jos käytössä on nykyaikainen sisäverkko, modeemia ei tarvita, mikä suoraan poistaa yhden käytännön hankaluuden ja vikalähteen vastaanottopäässä.

Nykyaikainen sisäverkko tekisi laajakaistan tarjoamisesta myös tuotannollisesti tehokkaampaa, mikä edesauttaisi laajakaistan yleistymistä ja FTTB-toteutusten rakentamista. Sähköisen viestinnän palveluista annetun lain (SVPL) mukaan taloyhtiöiden on merkittävien peruskorjaushankkeiden yhteydessä uusittava myös sisäverkko, mutta käytännössä vain, jos verkossa ei voida toteuttaa vähintään 30 Mbit/s:n yhteyksiä⁷⁵. Kriteeriä voidaan pitää vaatimattomana, kun sitä verrataan esimerkiksi nykyisen

⁷³ Ks. esim. Traficomien määräys 65 <https://www.trafficom.fi/fi/sisaverkot?toggle=M%C3%A4%C3%A4r%C3%A4ys%2065%20kiinteist%C3%B6n%20sis%C3%A4verkoista%20ja%20teleura-koinnista> & Traficomien asiaan liittyvä ohje Sisäverkkojen usein kysytyt kysymykset <https://www.trafficom.fi/sites/default/files/media/file/Sisaverkkojen-usein-kysytyt-kysymykset-M65D-2019.pdf>

⁷⁴ Tilastokeskuksen Asunnot ja asuinolot -tilasto.

⁷⁵ SVPL 249§.



määräyksen 65 vaatimuksiin. SVPL:ssä oleva sisäverkon uusimisvelvoite tulee vastaan lähinnä ennen 1980-luvun puoltaväliä rakennetuissa verkoissa⁷⁶. Ja näissäkin siis vain jonkin merkittävän perusrannushankkeen yhteydessä. Siten sisäverkkojen kehittäminen vanhoissa taloissa on huomattavassa määrin taloyhtiöiden oman aloitteellisuuden varassa.

7.1.2 Omakotitalot

Omakotitaloista valtaosa on rakennettu ennen laajakaistan yleistymistä, ja siten nykyaikainen sisäverkkoratkaisu useimmiten puuttuu. Asia on myös uudiskohteissa omistajien harkittavissa, sillä pientaloihin ei ole lakisääteistä velvollisuutta sisäverkkoa rakentaa. Antennivastaanoton vaatimukset ovat kuitenkin olleet tiedossa pidempään, ja siten antennisisäkaapelointi on usein ainakin vähän paremmin hoidettuna niin, että antennipistorasioita on sellaisissa paikoissa, joissa televisiota yleensä katsotaan.

Omakotitaloista merkittävä osa on selvityksen oletusten ja ennusteiden mukaan siirtymässä antennista kuituverkkoon perustuvaan laajakaistavastaanottoon. Jos osana kuitutoteutusta on myös kaapeli-tv, antennivastaanottoa varten rakennettu sisäverkko säilyy käyttökelpoisena. Tuloliitettä on tosin maa-kaapelista katolla olevan antennin sijaan, joten pienimuotoista järjestelyä usein vaaditaan. Lisäksi muutos tarkoittaa siirtymistä DVB-T-tekniikasta DVB-C-tekniikkaan eli kaapeliverkon tekniikkaan, ja siten päätelaitteessa täytyy olla tälle tuki. Vuoteen 2027 mennessä laitekanta uudistunee siinä määrin, että tekniikan vaihtuminen ei aiheuta merkittäviä ongelmia.

Jos kaapelisisäverkko ei ole käytettävissä tai kuitutoteutuksessa ei ole ktv-jakelua mukana, televisio on kytkettävä laajakaistaan. Langallisen sisäverkon mahdollisen puutteen voi korvata langattomalla. Käytännön asiana sisäverkon kysymykset eivät ole tässä ryhmässä kovin merkittäviä, sillä näillä talouksilla oletusten mukaan on jo kuituliittymä käytössä. Sisäverkonkin asiat ovat siten jo ainakin pääosin ratkaistu. Television päätelaitteena on kuitenkin oltava yhteensopiva sisäverkkoratkaisun kanssa; se ei ole oletusten mukaan välttämättä valmiiksi ratkaistuna.

7.2 Vaadittavat liittymät ja tilit

7.2.1 Laajakaistaliittymät

Selvityksen oletusten mukaan taloudet siirtyvät television vastaanotossa kiinteään laajakaistaan vain, jos riittävän nopea kiinteä laajakaista on jo valmiina. Siten kiinteän laajakaistan liittymis- ja kuukausimaksut eivät tässä tarkastelussa aiheudu antennijakelun päättymisestä. Sen sijaan mobiiliverkot ovat tarkastelun joustokohta ja talouksien oletetaan siirtyvän mobiiliin, jos kiinteää yhteyttä ei käytössä ole. Jos mobiililiittymääkään ei ole, se on hankittava, ja sen kustannukset ovat seurausta antennijakelun päättymisestä. Mobiiliverkon vaihtoehtoja ja kustannuksia arvioidaan kappaleessa 7.2.3, kun ensin arvioidaan kiinteissä verkoissa tarvittavia panostuksia laajakaistan lisäpalveluina tarjottaviin kaapeli- ja IPTV-palveluihin.

7.2.2 Kaapeli- ja IPTV-liittymät

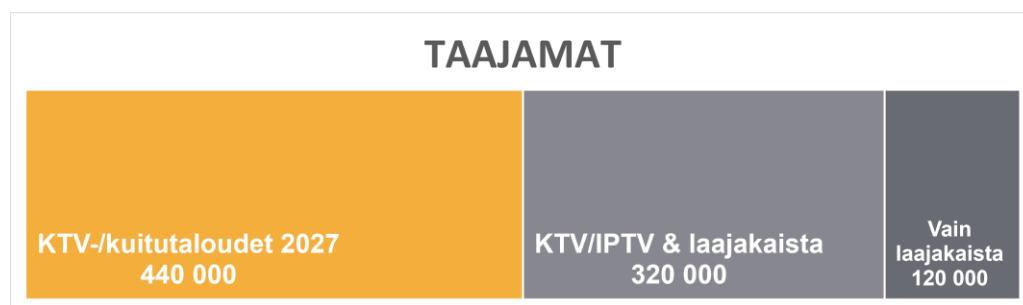
Jos kiinteän laajakaistan varassa olevat taloudet haluavat jatkaa tavanomaisen kanavamuotoisen television vastaanottoa, niillä on oltava tai niiden on hankittava joko kaapeli- tai IPTV-tilaus laajakaistan lisäpalveluna. Samalla tavalla kuin laajakaistaliittymät, myös kaapeli- ja IPTV-liittymät voivat olla talouksissa valmiiksi hankittuina ilman antennijakelun mahdollista päättymistä. Näissä talouksissa liittymien kustannukset eivät aiheudu tv-jakelun muutoksista.

Selvityksen keskusta-alueilla siirtymän kannalta tärkein tekijä on kattava ja laajasti käytössä oleva kaapeliverkko. Kaapeliverkon odotetaan säilyvän yhtä relevanttina myös jatkossa, ja edelleen hieman laajenevan osana normaalia kiinteiden verkkojen kehitystä. Siten nykyisissä kaapelitalouksissa tavanomaiset tv-palvelut ovat jatkossakin saatavilla kaapelin kautta. Taloudet voivat toki hankkia lisäksi IPTV-liittymän, mutta tämän tarkastelun kannalta kyse olisi siis lisäpalvelusta eikä antennijakelun päättymisen aiheuttamasta välttämättömyydestä.

⁷⁶ 1980-luvun puolivälissä sisäverkoissa ruvettiin yleisesti käyttämään MHS-kaapelointia, joka pääsääntöisesti riittää 30 Mbit/s:n yhteyksien toteuttamiseen.



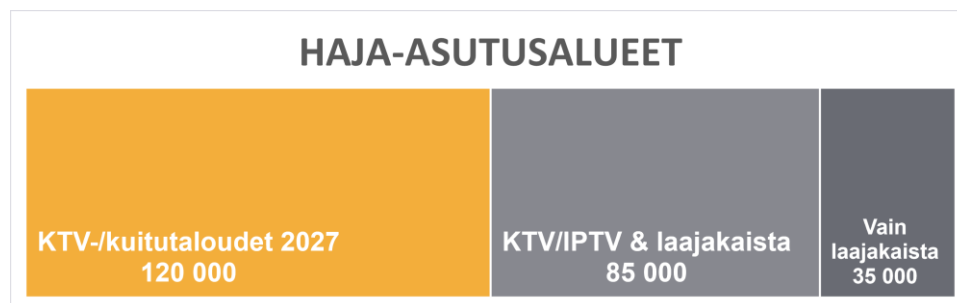
Kaapeli- ja IPTV-tilaukset tulevat siirtymän kannalta olennaisiksi taajamissa ja haja-asutusalueilla. Antennivastaanotto on hallitsevassa roolissa tällä hetkellä, mutta antennijakelun päättyessä taloudet siirtyisivät joko kiinteään tai mobiiliin laajakaistaan. Arvioimme aikaisemmin, että tällä hetkellä taajamissa noin 200 000 taloudessa olisi joko kaapeli- tai kuituliittymä tai molemmat. Hieman yksinkertaistaen voidaan olettaa, että näissä talouksissa on valmiina mahdollisuudet kanavamuotoisen lineaarisen television vastaanottoon myös 2027. Lisäksi arvioimme, että uusia kuituliittymiä otettaisiin käyttöön noin 240 000. Tässä oletetaan, että puolet uusista kuituliittymistä (0,5*240 000) sisältää myös kaapeli- tai IPTV-liittymän, loput 120 000 vain laajakaistan. Tällöin vuoden 2027 alun tilanne näyttäisi kiinteiden verkkojen osalta seuraavan kuvan kaltaiselta.



Markkinaehtoisen kehityksen jälkeen 120 000 taloudessa olisi vain kiinteä laajakaista ilman kaapeli- tai IPTV-palvelua. Tutun kanavamuotoisen television säilyttämiseksi näiden talouksien tulisi tällaiset liittymät hankkia. Kaapeliliittymän hinnaksi voidaan arvioida 5–10 €/kk, mutta aina operaattori ei kaapeliliittymää kuituyhteyksissä tarjoa. IPTV on käytännössä aina saatavilla, koska sen voi hankkia myös muulta tarjoajalta kuin omalta laajakaistaoperaattorilta⁷⁷. Perustason IPTV-tilaukset maksavat nykyisin tyypillisesti 10–25 euroa kuukaudessa. Hintaan sisältyy useimmiten laajempi kirjo tv-palveluita kuin vain antenni-tv:n korvaava lineaarinen jakelu, mutta toisaalta tätä voidaan pitää minimimaksuna korvaavan palvelun saamiseksi.

Televisiopalveluja on mahdollista katsoa myös pelkän laajakaistan välityksellä ilman kaapeli- tai IPTV-liittymiä. Ainakin valtaosin nykyisin antenniverkossa vapaasti saatavilla olevat palvelut ovat saatavissa myös OTT-palveluina laajakaistan yli. Liittymien suhteen vaatimuksia on vähemmän, mutta sujuvan siirtymän mahdollistamiseksi palvelujen tulee olla saatavilla suoraan televisiossa, ja siten päätelaitteen vaatimukset kasvavat. Lisäksi OTT-palvelu tarkoittaa siirtymistä tavanomaisesta kanavamuotoisesta televisiosta sovelluspohjaiseen palveluun.

Haja-asutusalueilla arvioidaan tällä hetkellä olevan noin 50 000 kuituliittymää, ja lisäksi oletetaan, että näissä liittymissä on ktv- tai IPTV-toiminnallisuus vuoteen 2027 mennessä. Uusia kuituliittymiä arvioidaan aktivoitavan 70 000 seuraavan viiden vuoden aikana, ja näistä puolessa odotetaan olevan ktv- tai IPTV-ominaisuus valmiina. Tällöin vuoden 2027 alussa 85 000 taloudessa on joko ktv- tai IPTV-palvelu, mutta 35 000 taloudessa on pelkkä kiinteä laajakaista ilman varsinaisia tv-palveluja. Seuraava kuva havainnollistaa tilanteen kiinteiden verkkojen osalta.



Kaapeli- ja IPTV-liittymien osalta tilanne on aivan vastaava kuin edellä taajamien yhteydessä kuvattiin. Kunhan laajakaistayhteys on hankittu, lisäpalveluna voi hankkia ainakin IPTV-palvelun, ja osa

⁷⁷ Tosin on huomattava, että palveluissa voi olla sisältörajoituksia, jos laajakaista- ja IPTV-palvelu ovat eri operaattoreilta.



talouksista voi hankkia myös KTV-palvelun. Kustannusarviot ovat samat kuin edellä. Myös mahdollisuus OTT-palveluihin on täysin vastaava kuin mitä edellä kuvattiin, kunhan laajakaistayhteys on valmiina.

7.2.3 Mobiiliverkon liittymät

Taajamissa ilman kiinteää laajakaistaliittymää arvioidaan jäävän 270 000 taloutta. Näiden talouksien on käytännössä hankittava mobiiliverkon erillinen dataliittymä ja kotireititin, mahdollisesti myös ulkoinen antenniratkaisu. Kaikki kolme suurta mobiilioperaattoria tarjoavat esimerkiksi 5G-ulkoantenniratkaisuja, joiden asennusmaksut ovat noin 500 euroa ja kuukausimaksut noin 35 euroa (asennus talon ulkoseinään). Hintaan sisältyvät asennuksen lisäksi laitteet ja liittymät, ja pakettiin kuuluu myös sisäreititin, jolla luodaan langaton sisäverkko⁷⁸. Vastaavasti operaattorit tarjoavat erilaisia sisätilojen modeemiratkaisuja, joissa on tavallista kännykkää paremmat antennit, ja joiden avulla voi luoda langattoman sisäverkon kotiin. Tällaisten modeemien hinnat ovat 200–300 euroa, ja näihin on lisäksi hankittava erillinen mobiiliverkon dataliittymä. Jos talous haluaa ylläpitää mahdollisuuden tavanomaiseen kanavamuotoiseen televisioon, lisäksi on hankittava IPTV-palvelu. Siltä osin kustannusarvio on samat kuin edellä kiinteiden verkkojen yhteydessä kuvattiin.

Haja-asutusalueilla arvioidaan, että vuoden 2027 alussa noin 230 000 taloutta on ilman kiinteää laajakaistaliittymää. Kiinteää laajakaistaa ei joko ole saatavilla tai se ei ole käytössä, ja siten selvityksen reunaehtojen mukaan näiden talouksien oletetaan siirtyvän antennivastaanotosta mobiililaajakaistaan. Käytännön tasolla keskeisin haaste on riittävän hyvien mobiililiittymien saatavuus, mutta kunhan se vaatimus on hoidettu, vaihtoehdot ovat samat kuin edellä: ulkoinen 5G-ratkaisu tai kotireititin ja lisäksi IPTV-palvelu. Luonnollisesti myös OTT-ratkaisut ovat mobiiliyhteyksillä samalla tavalla käytettävissä kuin kiinteiden verkkojen yhteydessä kuvattiin.

Mobiiliverkkoon on tämän analyysin mukaan siirtymässä yhteensä 500 000 taloutta taajamissa ja haja-asutusalueilla. On kuitenkin syytä olettaa, että osalla talouksista on tv-vastaanottoon tarvittavat mobiiliratkaisut jo olemassa vuoden 2027 alussa. Ulkoantenniratkaisut, kotireitittimet ja IPTV-palvelut yleistyvät markkinaehtoisesti, vaikka antennijakelun päättymisestä ei mitään merkkejä olisikaan. Esimerkiksi IPTV-palveluilla täydennetään antenniverkon nykyisiä palveluja, ja IPTV:n sujuvaa käyttöä tuetaan erilaisilla mobiiliverkon ratkaisuilla. Siten kaikki 500 000 taloutta eivät tarvitse uusinvestointeja IPTV- tai laajakaistaliittymiin, jos antennijakelu päättyy.

Vapaa-ajan asuntojen odotetaan jäävän käytännössä kokonaan mobiililiittymien varaan. Koska vapaa-ajan asunnot valtaosin sijaitsevat haja-asutusalueilla ja jopa niiden reuna-alueilla, yhteyspituudet mobiiliverkon tukiasemiin ovat usein pitkiä. Siten ulkoinen antenniratkaisu lienee usein enemmän oletusarvo kuin poikkeus. Jos ratkaisu on verkon puolesta toteutettavissa, laitekustannukset ovat samat kuin muutenkin, mutta asennuksen matkakulut voivat nostaa kokonaiskustannuksia.

7.2.4 Vaatimus käyttäjätulistä

Television uudet jakelutavat eivät mahdollista yhtä passiivista ja anonyymiä asiakkuutta kuin antennijakelu. IPTV-palvelut edellyttävät kuukausimaksullista sopimusta ja palvelun käyttö onnistuu vain kirjautuneena. OTT-palvelutkin edellyttävät minimissään rekisteröitymistä ja niitäkin voi käyttää vain kirjautuneena.

Kun ajatellaan siirtymää antennijakelusta laajakaistaan, vaatimus käyttäjätulistä ja kirjautumisesta on luonnollisesti muutos sellaisille talouksille, jotka nyt käyttävät vain antennista vapaasti saatavissa olevia palveluja ilman tilejä tai rekisteröintiä. IPTV-palvelua voidaan tässä mielessä pitää keskitetympänä ratkaisuna, jossa riittää yksi asiakkuus, mutta OTT-palveluissa asiakkuudet on luotava erikseen eri palveluntarjoajien kanssa. Siten esimerkiksi keskeisiä antenni-tv:n palveluja tarjoavien Mtv:n, Sanoman ja Discoveryn suoratoistopalvelujen käyttämiseksi on luotava tili erikseen kaikkien kanssa. Ylen Areenaa

⁷⁸ Mainittakoon esimerkkinä, että mm. Telenor Norjassa näyttäisi panostavan tällaisiin FWA-liittymiin. Se suunnittelei lopettavansa kupariverkon jo vuoden 2022 aikana, mutta regulaattori Nkom ei tätä hyväksynyt, vaan vaati viiden vuoden siirtymäaika. Myös FWA on Norjassa tukutasolla säännelty (M3b). Ks. esim.

<https://www.nkom.no/aktuelt/telenor-kan-ikke-stenge-ned-kobbernett-i-2022> & <https://www.mynewsdesk.com/no/telenor/pressreleases/neste-aar-stenger-kobbernett-100-dot-000-kunder-paa-traadloest-bredbaand-3144009>

on ainakin vielä mahdollisuus käyttää myös ilman rekisteröitymistä, joskin Yle Areenan lataamiseksi esimerkiksi älytelevisioon on usein luotava tili televisionvalmistajan sovelluskaupan järjestelmään.

7.3 Päätelaitteet

Televisiokanta muuttuu melko hitaasti ja laitekirjo on suuri. Päätelaitteelta vaaditaan eniten, jos television jakelu siirtyy laajakaistaan ilman ktv- tai IPTV-palvelua. Tällöin kyvykkyys verkkoon liittymiseksi tulee olla televisiossa itsessään. Screenforcen vuotta 2020 koskevan katsauksen mukaan Suomessa oli tuolloin noin 4,5 miljoonaa televisiota, joista 1,4 miljoonaa oli älytelevisioita ja näistä 1 miljoona nettiin kytkettynä⁷⁹. Nettiin kytkettyjen laitteiden osalta samaan suuntaan osoittaa Elisan vuodenvaihteessa 2020/21 teettämä selvitys, jonka mukaan noin puolella suomalaisista oli tuolloin käytössään nettiin yhdistetty älytelevisio⁸⁰. Toisella puolella ei siis ollut. Myös vanhat tekniikat ovat vielä yleisiä, ja Traficomien tietojen mukaan antenniverkon varassa olevista tv-talouksista vain 74 prosentilla oli DVB-T2-tekniikalla varustettu televisio loppuvuonna 2021⁸¹. Osuus oli alhaisin juuri antenniverkon varassa olevissa talouksissa. Viidessä vuodessa televisiokanta ehtii kuitenkin uusiutua merkittävässä määrin, sillä viime vuosina televisioita on myyty noin 400–450 000 kappaletta vuosittain⁸² eikä älytelevisio ole enää mikään kallis poikkeus.

Älytelevisioiden mahdollista puuttumista voi kompensoida IPTV-palveluilla. Kuten digisiirtymän aikaan, myös nyt digiboksi voi antaa katsojalle televisiosta puuttuvan toiminnallisuuden niin, että vanhempikin televisio riittää. Jos kuvanlaatu ei ole kriittinen tekijä, IPTV-digiboksin voi kytkeä käytännössä lähes kaikkiin televisioihin. Kuten Elisa asian ilmaisee, ”katselu onnistuu jopa putkitelevisiolla”⁸³. Digibokseissa on myös langaton yhteys, joka vanhemmista televisioista usein puuttuu. Siten sisäverkon voi toteuttaa langattomasti, ja digiboksit ovat siten yhteensopivia myös erilaisten mobiilireitittimien kanssa.

7.4 Muutos television käyttötavoissa ja käyttökemuksessa

Koko tarkastelu on tehty sillä oletuksella, että nykyisin antennijakelussa oleva ja yleensä kanavamuu- toinen televisio säilyy eräänlaisena peruspalveluna. Lienee selvää, että television uudet käyttötavat yleistyvät, ja että jatkossa ’televisio’ voi tarkoittaa nykyistä selvästi suurempaa kirjoa erilaisia media- ja videopalveluja. Myös päätelaitteiden kirjo kasvaa. Samaan aikaan, kun yhä suurempi osa erityisesti nuorista käyttää sovelluspohjaisia tv-palveluja kännykällä ja tyytyy vaihtelevaan laatuun, myydään yhä suurempia ”olohuonetelevisioita”, joilla haetaan UHD-laataa. Kehitys ei siten kulje vain yhteen suuntaan, vaan pikemminkin aikaisemmin tunnettu vakiomuotoinen televisio muuttuu monitahoiseksi palveluksi, jossa erilaiset tekniikat ja käyttötavat tukevat toisiaan.

Antennijakelun mahdollisen päättymisen kannalta keskeinen kysymys kuuluu, että tuleeko talouksilla olla mahdollisuus vastaanottaa nykymuotoista kanavamuu- toista televisiota niin halutessaan. Tässä tarkastelussa on haettu mahdollisuuksia tällaisen mahdollisuuden säilyttämiseksi. Siksi on arvioitu mm. kaapeliverkon kattavuutta, laajakaistayhteyksien saatavuutta ja mobiiliverkkoihin vaadittavia investointeja samoin kuin talouksien tarvetta hankkia uusia vastaanoton laitteita ja liittymiä.

Jos oletuksissa joustettaisiin, ja televisiota ajateltaisiin lähinnä yhtenä internetin kautta välitettävänä sisältöpalveluna, tarkastelun näkökulmat voisivat muuttua monessa kohtaa. Ylipäätään televisio ei välttämättä olisi samanlainen kanavien kokonaisuus kuin tällä hetkellä; esimerkiksi OTT-palveluissa eri ohjelmatoimijoiden palvelut olisivat erillisiä, ja talouksilla olisi erillinen asiakassuhde kaikkien kanssa. IPTV-palveluissa tarjolla olisi valmiiksi koottuja paketteja, mutta niissäkin voisi olla kirjoa enemmän kuin tällä hetkellä kaapeliverkon palveluissa. Taloudet voisivat ostaa joko erillisiä laajakaista- ja sisältöpal- veluja tai kokonaisuuksia, joissa palveluntarjoaja vastaisi sekä liittymistä että sisältöpalveluista.

⁷⁹ Screenforce, Kaupallinen televisio Suomessa 2020.

⁸⁰ <https://elisa.fi/yhtiotieto/uutishuone/tiedotteet/toinen-koronakev%C3%A4t-kiihdytti-kodin-elektroniikan-myyntin-enn%C3%A4tysvauhtiin:-televiisiot-ja-pelikonsolit-menev%C3%A4t-kuin-kuumille-kiville/46490818743356/>

⁸¹ <https://www.traficom.fi/fi/ajankohtaista/tuore-tutkimus-paljastaa-suomalaisten-kierrattavan-vanhat-televiisiot-ahkerasti-viime>

⁸² Ks. esim. <https://gotech.fi/2021/01/28/kodintekniikan-kauppa-kasvoi-perati-115-prosenttia-vuonna-2020/>

⁸³ <https://elisa.fi/ideat/katso-televiisiot-ilmanta-antennia/>

Toisaalta varmuutta edes tietyn perustason palveluista ei olisi; taloudet joutuisivat valitsemaan palvelunsa siitä joukosta, joka alueella on saatavilla ja joka on yhteensopiva omien vastaanottolaitteistojen ja päätelaitteiden kanssa. Muutos olisi luonnollisesti merkittävä verrattuna nykyiseen ympäristöön, jossa sääntelyllä pyritään varmistamaan kaikille mahdollisuus vastaanottaa tietyt peruspalvelut tasapuolisesti. Muutos vaatisi talouksilta myös huomattavaa valveutuneisuutta verrattuna nykyiseen tilanteeseen, jossa voi vastaanottaa peruspalvelut passiivisesti ja anonymisti vähintään kohtuullisella laadulla.

7.5 Yhteenvedo vaihtoehtoista

Seuraavassa taulukossa esitetään yhteenvedona antennista laajakaistajakeluun siirtyville talouksille. Kiinteissä laajakaistaverkoissa fyysinen liittymä on kuitu, ja kuituliittymän oletetaan olevan jo valmiina. Siten siitä ei lisäkustannuksia aiheudu, mutta television saamiseksi laajakaistaan ainakin osan talouksista on hankittava lisäpalveluna joko kaapeli- tai IPTV-palvelu. Nämä aiheuttavat omat vaatimuksensa sisäverkoille ja päätelaitteille. Jos kiinteää liittymää ei ole käytössä, talous siirtyy antennista mobiililaajakaistaan, ja ainakin osan talouksista on hankittava mobiililaajakaista juuri tätä varten. Lisäksi on hankittava IPTV-palvelu, jos haluaa säilyttää mahdollisuuden kanavamuotoiseen televisiopalveluun. Sekä kiinteässä että mobiilissa laajakaistassa on mahdollisuus myös OTT-palveluihin; jos ne riittävät, kaapeli- tai IPTV-lisäpalveluja ei tarvita.

	Liittymätyypit	Tv-palvelun tyyppi	Sisäverkon muutokset	Päätelaitteet
Kuitu	Laajakaista + ktv	Tavanomainen kanavamuotoinen tv; täysi korvaus antennijakelulle ja lisäksi uusia palveluja	Antennitulo on kytkettävä katolta maakaapeliin; helpoimmillaan kytkennän vaihto talojakamossa	DVB-C-viritimellä varustettu tv
	Laajakaista + IPTV	Tavanomainen kanavamuotoinen tv; täysi korvaus antennijakelulle ja lisäksi uusia palveluja (huomattava mahdolliset rajoitukset IPTV-kanavatarjonnassa)	TV/IPTV-sovitin kytketään datasisäverkkoon antenniverkon sijaan; tarvitaan langallinen tai langaton sisäverkko	Jos käytössä on IPTV-sovitin ("IPTV-boksi"), päätelaitteeksi käy melkein mikä tahansa tv, sillä se saa signaalinsa sovitimesta; älytelevisiossa IPTV-palvelua voidaan käyttää myös sovelluksen avulla
	Laajakaista	Sovelluspohjaiset OTT-palvelut	TV kytketään datasisäverkkoon; tarvitaan langallinen tai langaton sisäverkko	Älytelevisio, johon voi asentaa sovelluksia
Mobiili	Dataliittymä + IPTV	Tavanomainen kanavamuotoinen tv; täysi korvaus antennijakelulle ja lisäksi uusia palveluja (huomattava mahdolliset rajoitukset IPTV-kanavatarjonnassa)	Mobiiliverkkoon kytkettävä kotireititin, jonka avulla luodaan langaton sisäverkko; mahdollisesti myös ulkoinen antenniratkaisu	Jos käytössä on IPTV-sovitin ("IPTV-boksi"), päätelaitteeksi käy melkein mikä tahansa tv, sillä se saa signaalinsa sovitimesta; älytelevisiossa IPTV-palvelua voidaan käyttää myös sovelluksen avulla
	Dataliittymä	Sovelluspohjaiset OTT-palvelut	Mobiiliverkkoon kytkettävä kotireititin, jonka avulla luodaan langaton sisäverkko; mahdollisesti myös ulkoinen antenniratkaisu	Älytelevisio, johon voi asentaa sovelluksia

Televisio on koko kansan palvelu, ja siten suhtautuminen antennijakelun mahdolliseen päättymiseen ja sen mukanaan tuomiin muutoksiin varmasti vaihtelee merkittävästi. Osalle tavanomainen kanavamuotoinen televisio on jo tällä hetkellä vähämerkityksinen, mutta suurelle osalle se on keskeisin osa televisiota niin, että uudet palvelut ovat korkeintaan täydentävässä roolissa. Eri jakelutavoista juuri antenniverkkoa pidetään eniten peruspalveluna, jossa muutokset on pyritty pitämään hyvin hallituina. Vuodesta 2016 lähtien suunniteltu siirtymä T2-tekniikkaan toimii hyvänä osoituksena sekä muutoksen hitaudesta että muutosten koordinoinnin tarpeesta. Varma ja kaikki tavoitettava peruspalvelu nähdään niin tärkeänä, että mieluummin tyydytään heikompaan laatuun kuin otetaan riski siitä, että siirtymä uuteen tekniikkaan jättäisi osan katsojista ulkopuolelle. Sama pätee myös katsojien motiiveissa; monet pysyvät mieluummin varmassa ja tutussa palvelussa kuin siirtyvät uuteen ja vähemmän tuttuun, vaikka sen voisikin odottaa olevan parempi.



Selvityksen haastatteluissa suuri osa piti viiden vuoden siirtymäaikaa liian lyhyenä. Vaikka pidettiin käytännössä selvänä, että antennille vaihtoehtoiset jakelutavat kasvattavat merkitystään, silti ne eivät ehkä kykene täysin korvaamaan antennijakelua vielä viidessä vuodessa. Arviot mobiiliverkkoihin vaadittavista investoinneista tukevat tätä johtopäätöstä. Haja-asutusalueilla ja myös taajamissa olevat haasteet saatavuudessa ja kapasiteetissa vähenevät, mutta eivät poistu ilman mittavia laajennusinvestointeja verkkoihin. Ja vaikka investointien uskottaisiin olevan kannattavia, mittava verkkojen laajentaminen on merkittävä haaste jo käytännön toteutuksen kannalta. On myös huomattava, että tässä esitetyt mobiiliverkon investointivaatimukset perustuvat odotukseen siitä, että kiinteät laajakaistaverkot kehittyvät voimakkaasti. Niin voi odottaa tapahtuvan, mutta vielä tässä vaiheessa investoinnit ovat enimmäkseen vasta suunnitelmia. Vapaa-ajan asunnoissa siirtymän luomat haasteet ovat vielä selvempiä.

Investoinnit laajakaistaverkkoihin ja uusiin palveluihin syntyvät luonnollisesti kysynnän ja tarjonnan yhdistelmästä. Uskottava ilmoitus antennijakelun päättymisestä varmasti lisää kysyntää, ja tarjontaa syntyy nykyistä enemmän. Kysyntää ja tarjontaa voidaan edistää myös erilaisin tukitoimin, kuten on nähty haja-asutusalueiden kuituhankkeissa, mutta jatkossa tukea tarvittaisiin luultavasti enemmän. Markkinaa voidaan ohjata myös velvoitteilla, kuten rakentamista tai palvelutasoa koskevilla velvoitteilla tai yleispalveluvelvoitteella. Esimerkiksi osassa mobiiliverkon toimiluvista onkin rakentamista koskevia velvoitteita ja yleispalveluvelvoitetta on toistuvasti mukautettu kasvaviin datanopeuksiin paremmin sopivaksi. Jos televisio tai yleensä hyvälaatuinen videopalvelu katsottaisiin peruspalveluksi, se voitaisiin ottaa velvoitteiden kehityksessä huomioon. Tällaisten markkinamekanismia ohjaavien toimien arviointi jää kuitenkin tämän tarkastelun ulkopuolelle.

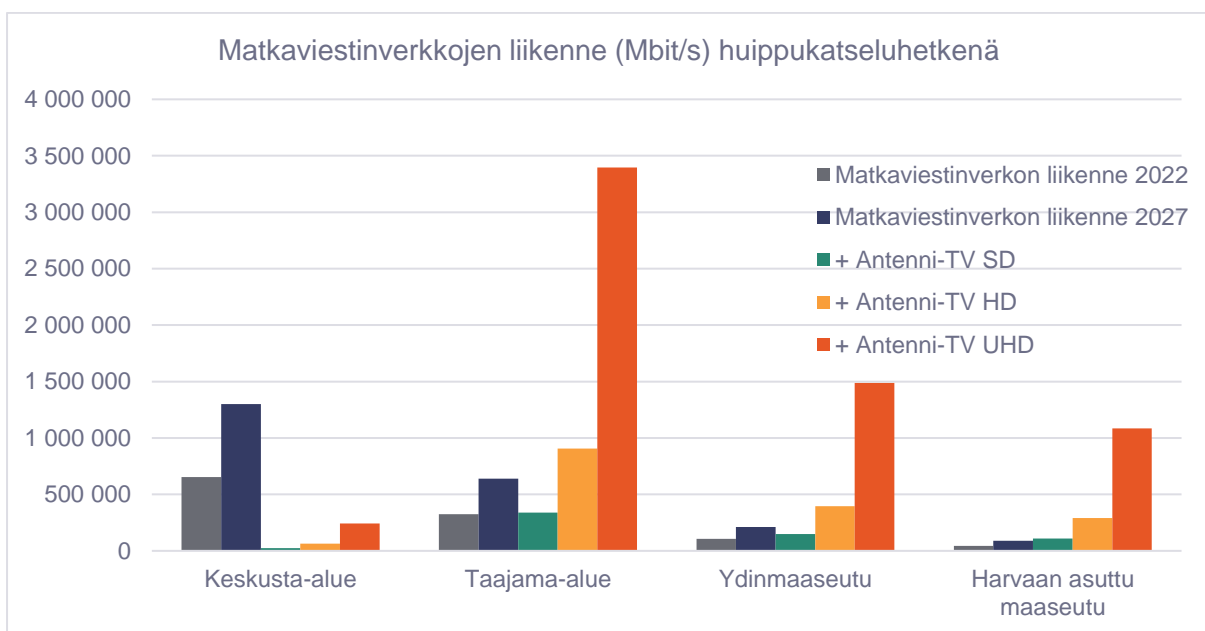
Television jakelu on murroksessa ja selvää on, että antenniverkko on parhaimmillaan massajakelussa. Antenniverkko on tehokas joukkoviestinnän väline. Jos kuitenkin massa pienenee esimerkiksi vaihtoehtoisten jakelukanavien kehittymisen, kysynnän muutosten tai kaupungistumisen takia liikaa, antennijakelu menettää tehokkuusetunsa. Tämän rajan ja vaihtoehtoisten toteutusten hakeminen edellyttää kuitenkin tarkempaa analyysiä juuri tästä näkökulmasta.



Liite: tarkempi kuvaus lisäinvestointitarpeen arviosta

Tässä osiossa kuvataan tarkemmin lisäinvestointitarpeen arviota, käyttäen esimerkkinä mahdollista huippukatseluhetkeä, jolloin tv-katsojia on yhtä aikaa noin 2,3 miljoonaa.

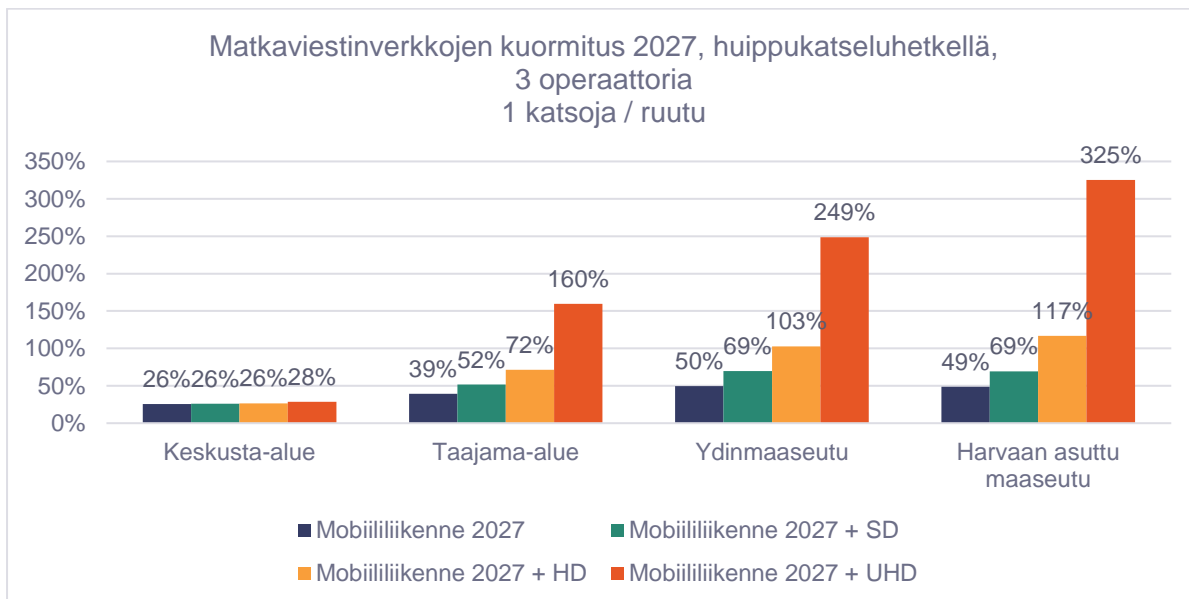
Mikäli Antenni-TV-jakelu lopetettaisiin, matkaviestinverkkoihin siirtyvä enimmäisliikenne tapahtuisi mahdollisena vuoden huippukatseluhetkenä, kun arviolta 2,3 miljoonaa katsojaa katsoo TV-lähetystä samanaikaisesti. Tästä huippuhetken katselusta noin 0,534 miljoonaa olisi siirtymässä matkaviestinverkkoihin, pääosin taajamissa ja haja-asutusalueilla. Alla olevassa kuvaajassa on esitetty tämä huippuhetkien liikenne matkaviestinverkoissa eri laatutasoilla suhteessa arvioituun normaaliin kiiretunnin liikenteeseen. Myöhempää tarkastelua varten SD-laatu esitetään HD- ja UHD-laatujen lisäksi.



Huomionarvoista on, että haja-asutusalueilla UHD-lähetysten aiheuttama lisäliikennekysyntä enimmäiskatseluhetkinä olisi enemmän kuin normaalina kiiretuntina keskusta-alueilla. Keskusta-alueilla matkaviestinverkoissa on mahdollista hyödyntää lähes kaikkia taajuusalueita tehokkaasti, kun taas haja-asutusalueilla voidaan tyypillisesti hyödyntää vain matalampia taajuuksia.

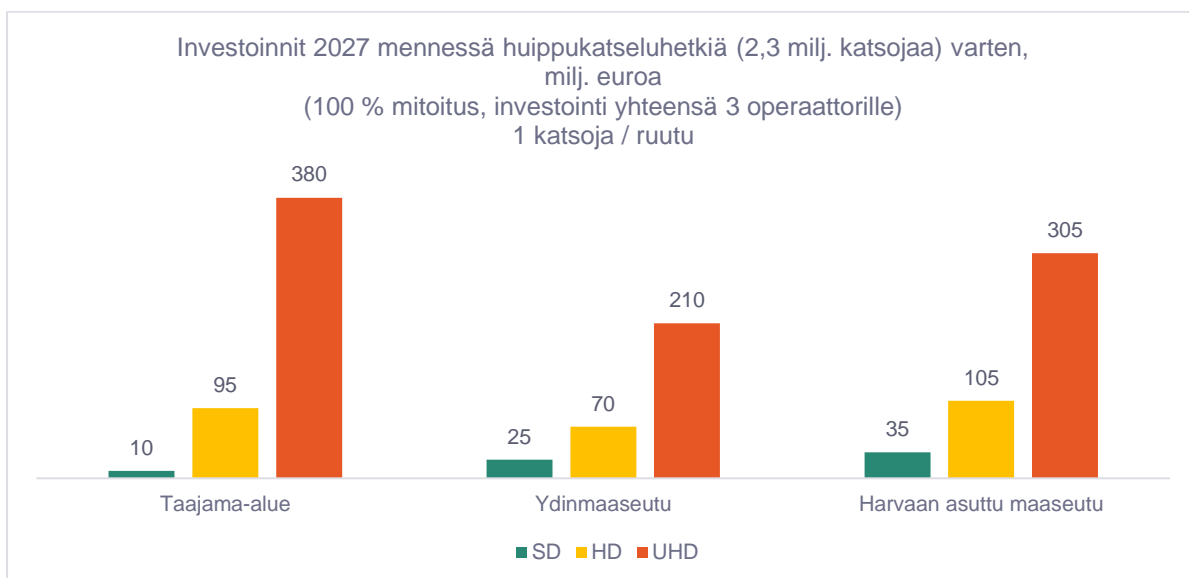
Arvioitu matkaviestinverkkojen kuormitus tilanteessa, jossa liikenne jakaantuu tasaisesti kolmen valtakunnallisen operaattorin kesken, on esitetty alla olevassa kuvaajassa. Käytännössä vain keskusta-alueilla voidaan olettaa antenni-tv-siirtymän tapahtuvan ongelmitta. Taajama-alueillakin tarvitaan kohdenettuja investointeja jo SD-laatuisen kuvan jakelun varmistamiseksi.





Antenni-TV-jakelun aiheuttaman lisäkuorman kantamiseksi, tulisi operaattorien laajentaa taajuuksien käyttöä verkoissaan siten, että taajama-alueilla olisi 3,5 GHz:n 5G-taajuus käytössä noin puolessa tukiasemista ja 700 MHz:n taajuus lähes jokaisessa tukiasemassa. Lisäksi haja-asutusalueilla tulisi laajamittaisesti ottaa kaikki alle 1 GHz:n taajuudet käyttöön niissä tukiasemissa, missä käyttörajoitukset eivät sitä estä.

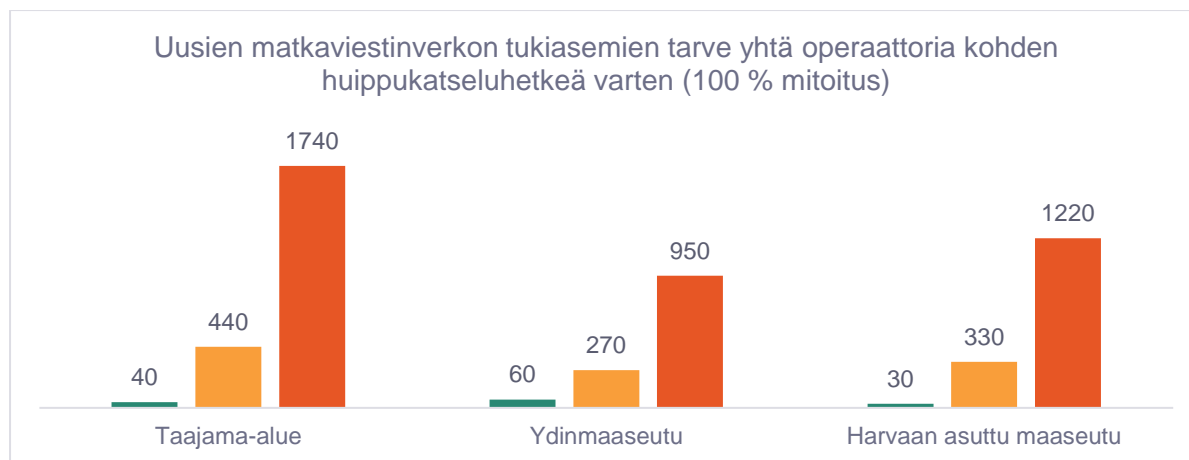
Jos katselu siirtyy täysimääräisenä antenni-TV-jakelusta matkaviestinverkkoihin enimmäiskatseluhetkinä, niin HD-laatuisten kuvan jakamiseksi täytyisi operaattorien investoida yhteensä yli 350 miljoonaa euroa verkkoihinsa (noin 120 miljoonaa operaattoria kohden), että jakelu voitaisiin toteuttaa. Tämä tarkoittaa keskimäärin lähes 25 miljoonan euron vuotuista investointia lisäyksenä normaaliin vuotuisen investointiin matkaviestinverkon normaalin liikenteen kehityksen takia. Suuri osa investoinneista kohdistuisi haja-asutusalueille, jossa investointeja tehtäisiin palvelun saattamiseksi 230 tuhannelle kotitaloudelle, joilla ei arvion mukaan ole kiinteää laajakaistaliittymää käytössä vuoden 2027 alussa. Kokonaisinvestoinnit kuvaajassa on pyöristetty ylöspäin lähimpään 5 miljoonaan.



Tässä arvioidussa enimmäisinvestointiskenaariossa, haja-asutusalueilla tarvitsisi lähes jokaisessa tukiasemassa ottaa käyttöön kaikki alueille soveltuvat taajuudet, minkä jälkeen tukiasemaverkkoa tarvitsisi edelleen laajentaa merkittävästi. Uusien tukiasemien tarve on esitetty eri alueille alla. Tukiasemaverkon tihtämistarve haja-asutusalueilla olisi merkittävä, sillä UHD-liikennettä varten haja-asutusalueilla, eli ydinmaaseudulla ja harvaan asutulla maaseudulla, tarvittaisiin tukiasemamäärän



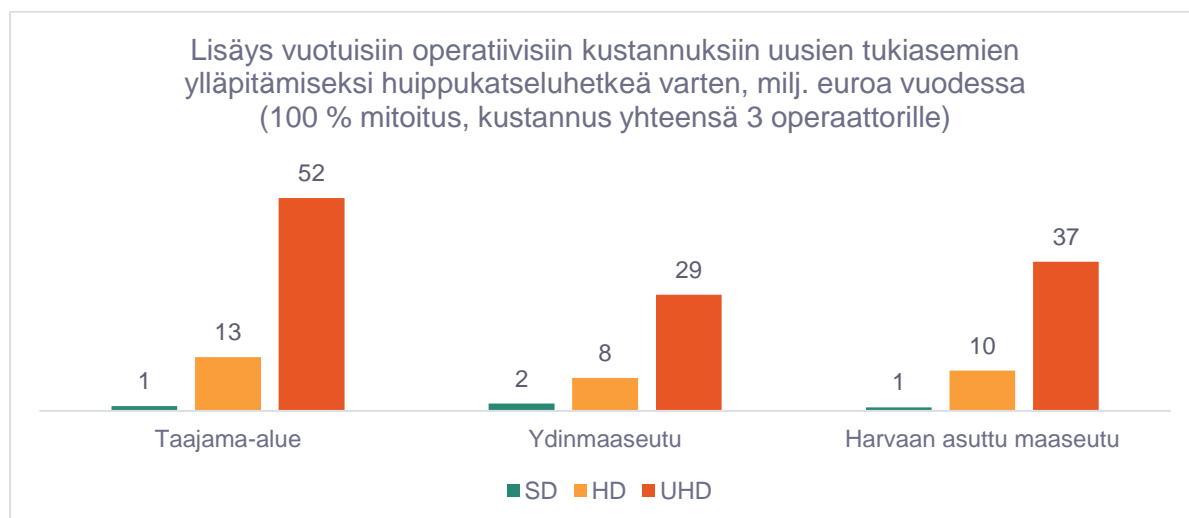
kaksinkertaistamista ja uusia tukiasemia yhteensä lähes 4 000 yhtä operaattoria kohden. Käytännössä tämä tarkoittaisi myös merkittävää lisäystä operatiivisiin kustannuksiin. Kertauksena, koko Suomessa on tällä hetkellä arviolta keskimäärin hieman yli 8 000 tukiasemapaikkaa operaattoria kohden.



Verkon tihentämistarpeen arvioimiseksi käytetään keskimääräistä 50 % -dimensiointiperiaatetta. Eli mikäli arvioiduilla taajuuslaajennuksilla keskimääräinen kiiretunnin kuorma ylittää 50 % kapasiteetista, tihentämistarpeeksi arvioidaan se määrä lisätukiasemia, jolla kiiretunnin kuorma saadaan 50 %:iin.

Kolmen operaattorin tapauksessa oletetaan uusien tukiasemien yhteisrakentamisen tehokkuudeksi 90 %. Toisin sanoen, 90 % uusista tukiasemapaikoista oletetaan sellaisiksi, että kaikki kolme valtakunnallista operaattoria siihen tuo oman tukiasemalaitteistonsa. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että tukiasemainfrastruktuurin kustannukset jaetaan keskimäärin kolmen operaattorin kesken ja kokonaiskustannus infrastruktuuriin uusissa tukiasemissa tippuu alle 40 % prosenttiin verrattuna tilanteeseen, jossa jokainen operaattori rakentaisi omat tukiasemansa. On myös mahdollista, että tukiasemia rakentaa jokin toinen taho, eikä rakentamiskustannus siten kohdistuisi matkaviestinverkko-operaattoreille, mutta vaikutus kokonaiskustannusarvioon on sama.

Yhden tukiaseman palvelun ylläpitämisen vuotuiset kustannukset on arvioitu noin 10 tuhannen euron suuruisiksi, pitäen sisällään maa- ja/tai laitetilavuokrat, sähkön, ylläpito- ja huoltomaksut, sekä mahdolliset siirtoyhteyksenkustannukset. Alla olevassa kuvaajassa on esitetty arvio vuotuisten kustannusten lisäyksestä edellä esitetyn tukiasemaverkon laajennusten johdosta. HD-laatuisten jakelun vuoksi vaadittava tukiasemaverkon laajentaminen aiheuttaisi arviolta yhteensä yli 30 miljoonan euron vuotuisen lisäkustannuksen operaattoreille (10 milj. operaattoria kohden), ja UHD-laatuisten jakelun vaatimat uudet tukiasemat lisäisivät vuotuisia kustannuksia lähes 120 miljoonalla eurolla (40 milj. operaattoria kohden).



Alla olevaan taulukkoon on kerätty keskeiset arviot vaadittavista lisäinvestoinneista, jos vuonna 2027 huippukatseluhetkellä arviolta 0,534 miljoonaa katsojaa palveltaisiin antenni-tv:n sijaan



matkaviestinverkoilla. On huomion arvoista, että operaattorit ovat jo investoineet verkkoihinsa aiemmin kasvavan liikennekysynnän palvelemiseksi. Arvion mukaan verkot pystyvät tälläkin hetkellä palvelemaan asiakkaita haja-asutusalueilla pääsääntöisesti riittävällä tasolla.

Lisäkustannusarvio huippukatseluhetkeä varten	Yhteensä (3 operaattoria)	Taajama-alue	Ydinmaaseutu	Harvaan asuttu maaseutu
Kotitaloudet ilman kiinteää liittymää	500 tuhatta (+30 keskustoissa)	270 tuhatta	130 tuhatta	100 tuhatta
Kokonaisinvestointitarve (€)				
HD	270 milj.	95 milj.	70 milj.	105 milj.
UHD	895 milj.	380 milj.	210 milj.	305 milj.
Lisäys operatiivisiin kustannuksiin (€ / vuosi)				
HD	31 milj.	13 milj.	8 milj.	10 milj.
UHD	117 milj.	52 milj.	29 milj.	37 milj.
Lisäinvestointi / kotitalous (€)	Keskimäärin:			
HD	540 €	355 €	540 €	1 050 €
UHD	1 790 €	1 410 €	1 615 €	3 050 €
Vuotuinen lisäkustannus / kotitalous (€)	Keskimäärin:			
HD	65 €	50 €	65 €	100 €
UHD	235 €	195 €	220 €	370 €

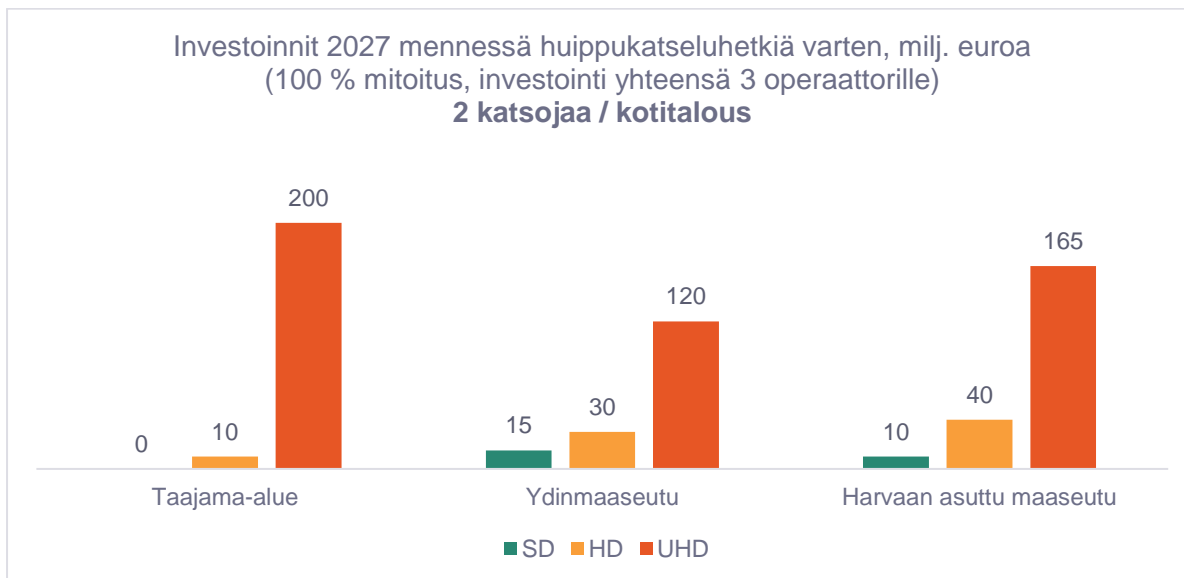
Suomen Yhteisverkon ansiosta suuressa osassa haja-asutusalueita kokonaiskustannukset voisivat käytännössä olla lähempänä kahta kolmasosaa yllä esitetystä arviosta. Investointikustannuksien osalta ei kuitenkaan päästä aivan kahteen kolmannekseen, koska suurempi tukiasemakapasiteetti (kahden operaattorin taajuudet ja asiakkaat) vaatii myös enemmän laitekapasiteettia yhteen tukiasemaan. Samoin operatiiviset kokonaiskustannukset jäävät yli kahden kolmanneksen, koska sähkönkulutus on jaetun tukiaseman kohdalla kaksinkertaisen liikenteen ja kokonaiskapasiteetin takia suurempi kuin yhdellä operaattorilla.

Koska Suomen Yhteisverkko edustaa kuitenkin arviolta vuonna 2027 vain osaa taajama- ja haja-asutusalueista, ei laskeva vaikutus kokonaiskustannuksiin arviolta ole kuin korkeintaan noin 10 %. Kokonaiskustannukset kolmelle operaattorille ovat arviolta enintään noin 20–30 % alemmat Suomen yhteisverkon alueella ja alue kattaa arviolta noin 50 % taajama- ja haja-asutusalueista (65 % koko Suomen maa-alasta, mutta vain 28,5 % väestöstä). Haja-asutusalueilla vaikutus voi olla lähempänä enimmäisvaikutusta kokonaiskustannuksiin (20–30 %), koska suuri osa Suomen Yhteisverkon alueesta on haja-asutusaluetta.

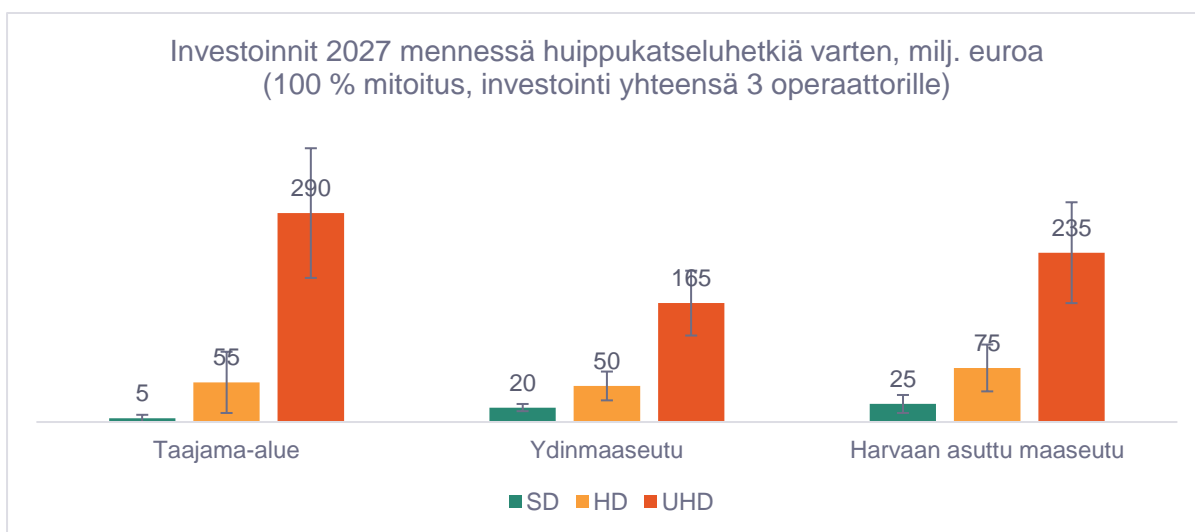
Edellä esitetty investointitarve huippukatselutilanteessa edustaa eräänlaista enimmäisinvestointitarvetta olettaessa, että huippukatseluhetkinä jokainen katsoja katsoo omaa lähetystään. Mikäli mitoitus tehdään huippuhetkille eri periaattein, myös kokonaisinvestointitarve laskee.

Jos enimmäiskatseluhetkellä katsojia olisi yhdessä kotitaloudessa yhden sijaan keskimäärin kaksi, esimerkiksi HD-laatuisten lähetyksen vaatimat investoinnit olisivat arviolta vain alle 30 % edellä esitetystä: kun katsojia on kotitaloutta kohden kaksi, vaadittaisiin arviolta 95 miljoonan euron investointi, kun yhden katsojan tapauksessa vaadittaisiin arviolta 355 miljoonan euron investointi. UHD-laatuisten lähetyksen tapauksessa arvioitu investointitarve olisi vielä yli 50 % yhden katsojan skenaarioon verrattuna (650 vs. 1 200 miljoonaa euroa).





Käytännössä keskipakkojen määrä kotitalouksissa huippukatseluhetkinä asettuneen yhden ja kahden katsojan väliin. Näitä edellä esitettyjä arvioita käytetään vaihteluvälillä ääripäinä, yksi katsoja kotitaloutta kohden edustaen enimmäisinvestointitarvetta ja kaksi katsojaa kotitaloutta kohden edustaen vastaavasti vähimmäisinvestointitarvetta. Eli investointien mitoitusta tehdään oletuksella, että katsojia ruutua kohden on keskimäärin 1,5.



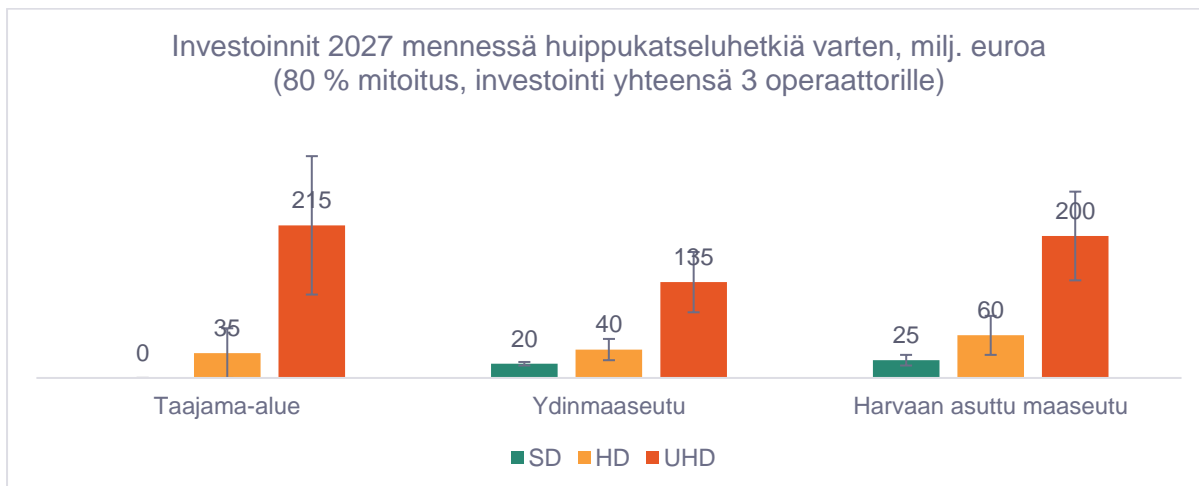
Seuraavaan taulukkoon on koottu aluekohtainen arvio lisäinvestointitarpeesta eri laaduille ja sen vaihtelusta tapauksessa, jossa investoinnit toteutuvat satunnaisten huippukatseluhetkien mukaan, kun katsojia on yhteensä noin 2,3 miljoonaa, joista matkaviestinverkoissa yli 0,53 miljoonaa ja kapasiteetti mitoitetaan keskimäärin niin, että kaikille katsojille on saatavilla mitoituksessa käytetty laatu (HD/SD/UHD).



2,3 milj. katso- jaa, 100 % mitoitus	Yhteensä (3 operaattoria)	Taajama-alue	Ydinmaaseutu	Harvaan asuttu maa- seutu
Kotitaloudet ilman kiinteää liittymää				
	500 000 (+30 000 keskus- toissa)	270 000	130 000	100 000
Kokonaisinvestointitarve (milj. €)				
SD	50 (+/- 22.5)	5 (+/- 5)	20 (+/- 5)	25 (+/- 12.5)
HD	180 (+/- 95)	55 (+/- 42.5)	50 (+/- 20)	75 (+/- 32.5)
UHD	690 (+/- 205)	290 (+/- 90)	165 (+/- 45)	235 (+/- 70)
Lisäys operatiivisiin kustannuksiin (milj. € / vuosi)				
SD	2,55 (+/- 1,35)	0,6 (+/- 0,6)	0,9 (+/- 0,9)	1,05 (+/- 0,15)
HD	18,3 (+/- 12,9)	7,2 (+/- 6)	5,1 (+/- 3)	6 (+/- 3,9)
UHD	89,1 (+/- 28,2)	39,9 (+/- 12,3)	21,9 (+/- 6,6)	27,3 (+/- 9,3)
Lisäinvestointi / kotitalous (€)				
SD	95 (+/- 45)	18,5 (+/- 18,5)	153,5 (+/- 38,5)	225 (+/- 125)
HD	350 (+/- 190)	194,5 (+/- 157,5)	384,5 (+/- 153,5)	725 (+/- 325)
UHD	1380 (+/- 410)	1074 (+/- 333)	1269 (+/- 346)	2350 (+/- 700)
Vuotuinen lisäkustannus / kotitalous (€)				
SD	5 (+/- 3)	2 (+/- 2)	7 (+/- 7)	11 (+/- 2)
HD	37 (+/- 26)	27 (+/- 23)	39 (+/- 23)	60 (+/- 39)
UHD	178 (+/- 56)	148 (+/- 46)	169 (+/- 51)	273 (+/- 93)
Vaadittava tukiasemaverkon tihentäminen				
SD		+1% (+/- 1%)	+3% (+/- 3%)	+4% (+/- 1%)
HD		+11% (+/- 9%)	+18% (+/- 11%)	+20% (+/- 13%)
UHD		+60% (+/- 19%)	+77% (+/- 23%)	+91% (+/- 31%)

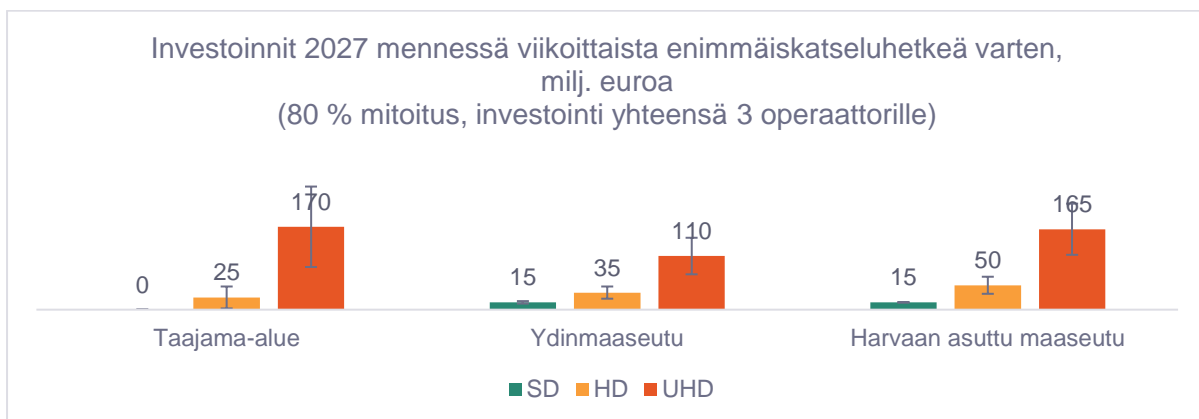
Seuraavassa esitetään arvioidut investoinnit vuotuiselle katseluhiipulle (2,3 miljoonaa samanaikaista katsojaa) eri mitoituseriaattein. Mikäli mitoitus tehdään siten, että kapasiteetti mitoitetaan 80 % katsojista huippukatseluhetkinä, investointitarve laskee jonkin verran edellä esitetystä 100 %:n mitoituksesta.





Investoinnit jos kapasiteetti mitoitetaan viikoittaista katseluhiippua varten

Mikäli katseluhiippu mitoitetaan viikoittaisen enimmäiskatselun (1,8 miljoonaa katsojaa) mukaan, arvon mukaan 80 % -kapasiteettimitoituksella lisäinvestointitarve vähenisi merkittävästi. HD-lähetysten tarjoamiseksi lisäinvestointitarve voisi olla vähimmillään noin 110 miljoonaa euroa.



Jos katseluhiippu ajoittuu esimerkiksi kesäaikaan, siirtyy katselu osittain vapaa-ajan asuntoihin. Se tarkoittaa käytännössä sitä, että matkaviestinverkon varassa oleva katselu haja-asutusalueilla lisääntyy entisestään. HD- ja UHD-laatusojen jakamiseksi investointeja tarvitaan vähintään 2–3-kertaisesti verrattuna vaadittaviin investointeihin vakituisesti asuttuja kotitalouksia varten, huolimatta mitoituspäristä. Lisäksi investointitarve kohdistuu suurelta osin taajamien lisäksi haja-asutusalueille, joille investointien tekeminen on tehotonta ja kustannus asuntoa kohden nousee suureksi.

