

8.8.2022

Versio 1.5

Tekniset vaatimukset Elisan matkaviestinverkkopalvelun tuottamiseen käytettävälle sisääntenniverkolle

Sisääntenniverkkoa voidaan käyttää Elisan matkaviestinpalvelun tuottamiseen vain, jos sen suunnittelussa, toteutussuunnittelussa, rakentamisessa ja dokumentoinnissa on huomioitu tässä dokumentissa kirjatut tekniset vaatimukset ja lopputulos on toimiva.

[Liikenne - ja viestintävirasto Traficom in opas matkapuhelinverkkojen sisätalokkuudesta](#) on velvoittanut vuodesta 2019 alkaen:

"Sisääntenniverkon vaatimukset

Jotta rakennettava sisääntenniverkkoa voidaan käyttää matkaviestinpalveluiden tarjoamiseen ja siten kuuluvuuden varmistamiseen, sen tulee täyttää joukko teknisiä vaatimuksia, joista osa pitää selvittää operaattoreilta ennen verkon suunnittelun aloittamista."

Huomioitavaa tässä oppaassa on myös *"Sisääntenniverkon rakennusprojekti ja sen vaiheet"* -kohdassa luetellut *"Tarvekartoitus, Hankesuunnittelu, Toteutus- ja asennussuunnittelu"* sekä *"Asentaminen, mittaukset ja dokumentointi"*. Nämä kaikki kohdat on tehtävä, jotta sisääntenniverkko voi olla käyttökelpoinen.

Näillä vaatimuksilla tähdätään siihen, että saadaan tuotettua toimivaa ja riittävää matkaviestinverkkopalvelua elinkaariajattelumallin mukaisesti.

1. Sisääntenniverkon tulee olla suunniteltu radioverkkosuunnitelman mukaisesti.

Ennen sisääntenniverkon suunnittelua tulee Elisan tehdä radioverkkosuunnittelu, jossa huomioidaan mm. kapasiteetti ja verkon topologia, jolloin esim. haitalliselta päällekkäiseltä peitoltä voidaan vältyä. Lisätiedot radioverkkosuunnittelusta sähköpostiosoitteesta yhteissaverkot@elisa.fi.

Radioverkkosuunnitelmassa päätetään muun muassa, että parannetaanko kuuluvuutta ulkoantenneilla vai sisääntenneilla tai näiden yhdistelmällä ja käytetäänkö tukiasemaa vai jotain muuta ratkaisua sekä moneenko osaan, eli antennipiiriin sisääntenniverkko on vähintään jaettava. Radioverkkosuunnitelma määrää antennipiirien lukumäärän ja kunkin antennipiirin palveleman alueen. Mikäli esimerkiksi kohdan viisi vaatimuksen vuoksi antennipiirejä on tehtävä enemmän kuin radioverkkosuunnitelmassa on määrätty, tulee syntyvien uusien antennipiirien rajat sijoittaa seuraavasti: Huomioidaan, että antennipiirien välinen raja ei sijaitse paikassa, jossa käyttäjä siirtyy yhden antennipiirin alueelta toisen antennipiirin palvelualueelle nopeasti. Tällöisiä paikkoja voi esiintyä hissien ovien sulkeutuessa tai vastaavassa tilanteessa. Mikäli Virven kuuluvuutta on tarpeen parantaa laajemmalla alueella kuin Elisan matkaviestinverkon, tulee antennipiirijaottelu tehdä siten että, Elisan palvelua ei ole kytketty sen alueen antenneihin, joita tarvitaan vain Virven vuoksi.



8.8.2022

2. Samassa antennikaapelissa ja antennielementissä saa olla vain Elisan ja Virven lähetimiä.

Sisäantenniverkko tulee rakentaa kaksoiskaapeloidusti, mikäli samoihin tiloihin halutaan myös muiden operaattoreiden palvelu. Kaksoiskaapelointi tarkoittaa sitä, että toiseen kaapeliin on kytketty Virve ja Elisa, toiseen kaapeliin on kytketty muut operaattorit. Tällöin on myös antennija ja muita komponentteja kaksin kappalein. Mikäli rakennuksessa on olemassa jo ennen vuotta 2022 rakennettu yksöiskaapeloitu yhteissisäantenniverkko, tulee Elisan kartoittaa ja mitata sen soveltuvuus käytettäväksi.

3. Sisäantenniverkko on tasapainotettava

käyttäen 1800 MHz häviötä (vaimennus). Kunkin sisäantenniverkon osan (antennipiiri) syöttöpisteen ja tämän sisäantenniverkon osan antennin välisen häviön tulee pääsääntöisesti olla lopullisessa toteutuksessa alle 3 dB vaihteluvälillä, vaatimus on alle 6 dB vaihteluväli. Mikäli kuitenkin osa antennista on Säteilyturvakeskuksen oppaan 0,25 watin luokassa, tulee tasapainotuslaskelmassa käyttää näille antennille 6 dB suurempaa häviötä kuin yhden watin antennille. On huomioitava, että myös hyppykaapelit, eli ns. jumpperit tulee laskea mukaan tasapainotusta määritettäessä.

Esimerkkinä sisäantenniverkon osa, jossa yhden syöttöpisteen syöttämistä antennista pienihäviöisimmälle antennille tulee häviötä 10 dB syöttöpisteeltä lähtien. Tämä antenni on STUK:n 1 watin luokassa. Tällöin suurihäviöisimmälle 1 watin antennille on tavoitteena saada häviö jäämään 13 dB:iin ja sen tulee jäädä 16 dB:iin.

Mikäli samassa sisäantenniverkon osassa on myös STUK:n 0,25 watin luokan antennija, tulee niille häviön olla tavoitteellisesti 16–19 dB tässä esimerkkitapauksessa. Vaatimuksena tällöin on 16–22 dB häviö.

4. -110 dBm referenssisignaalinvoimakkuus (RSRP) tulee voida saavuttaa

kytkemällä sisäantenniverkkoon 1800 MHz 4G-tukiasema. Tällöin 1800 MHz-solun tehon tulee olla mitoitettu siten, että se käyttää vain kolmasosan STUK:n suosituksen mukaisesta tehosta, joka on Elisalla käytettävissä.

5. Häviö saa olla enintään 25 dB

sisäantenniverkkoa syöttävän radiolaitteen ja suurihäviöisimmän yhden watin antennin välillä, laskien 1800 MHz häviöillä ja sisäantenniverkkoa osakohtaisesti tarkasteltaessa. 0,25 watin antennille häviö saa vastaavasti olla 31 dB. Tapauskohtaisesti Elisan tekemässä radioverkkosuunnitelmassa voidaan poiketa tästä. Esimerkkinä huoltotunnelit. On huomioitava, että myös hyppykaapelit, eli ns. jumpperit tulee laskea mukaan häviötä määritettäessä.

6. Säteilyturvakeskuksen suositusta on noudatettava

ja käytettävä Tukiasema-antennien asentaminen -oppaan kohtaa "3.2 Pienitehoiselle antennille ei tarvita turvallisuusarviota". Antennin asennuskorkeuden mukaisesti käytetään joko oppaan kohtaa a) (0,25 W) tai b) (yksi watti). Kahden watin tai EIRP:n kohtia ei käytetä. Huomioitavaa on, että antennin säteilemä kaikkien kanavien yhteenlaskettu teho tarkoittaa antennin liittimeen syötettävää tehoa. 2 watin antennija ei käytetä sen vuoksi, että STUK:n ohjeen "Ehdon laajennus 1 W:sta 2 W:iin koskee sisätila-antenneja silloin, kun muuta tarkoituksenmukaista vaihtoehtoa asennukselle ei ole." ei ole perusteltavissa uudisrakennuksissa ja harvoin olevassa rakennuskannassa. Mikäli 0,25 ja yhden watin antennien lisäksi olisi kolmaskin teholuokka, monimutkaistuisi tasapainotuslaskelman laatiminen huomattavasti.



8.8.2022

7. Sisäantenniverkko on jaettava riittävän moneen osaan

joko radioverkkosuunnitelman mukaisesti tai kohdassa 4 mainitun häviön kasvaessa liian suureksi. Mikäli on tarkoituksenmukaista, voivat sisäantenniverkon eri osien syöttöpisteet sijaita eri tiloissa. Lähtökohtaisesti rakennuksen kellarikerros tehdään omaksi osakseen, eli syötetyksi laitetilasta eri kaapelilla kuin ylempät kerrokset.

8. Antennien sijoittelu

tulee tehdä siten että, ne avautuvat vapaasti, ja sisälle saadaan kattava kuuluvuus myös mahdollisten hissien osalta. Lisäksi tulee saavuttaa niin hyvä sisäkuuluvuus, että sisäsolut palvelevat 10 dB voimakkaammin kuin sisälle mahdollisesti kuuluvat ulkosolut. Em. dominanssivaatimus ei ole voimassa alueella, jossa siirrytään sisäkuuluvuuden piiristä ulkokuuluvuuden piiriin. Tällaisia paikkoja on muun muassa ulko-oven välittömässä läheisyydessä. Neuvo: Hyvän dominanssin saa usein helpoimmin aikaiseksi asentamalla ulkoseinän sisäpintaan suunta-antennin, joka on suunnattu kohden rakennuksen keskikohtaa.

9. Käytettävien antennien VSWR tulee olla 698-3800 MHz välillä olevilla matkaviestintajuuksilla parempi tai yhtä suuri kuin 2:1

tai paluuhäviö (return loss) parempi tai yhtä suuri kuin 9,5 dB.

10. Vuotavaa kaapelia käytetään vain, jos se on erikseen sallittu radioverkkosuunnitelmassa.

Radioverkkosuunnitelmassa voidaan määrätä käytettäväksi vuotavaa kaapelia esimerkiksi rautatietunneleiden tapaisissa kohteissa.

11. Taajuustuki

Sisäantenniverkon tulee tukea kaikkien komponenttien ja kaapelien osalta seuraavia taajuusalueita:

380–400 MHz

698–788 MHz

791–862 MHz

880–960 MHz

1 710–1 880 MHz

1 920–2 170 MHz

2 500–2 690 MHz

3 410–3 800 MHz

Kaikkien komponenttien ja kaapeleiden impedanssin tulee olla 50 Ω.

12. Käytettävät kaapelit ja materiaalit

Antennikaapeleina käytetään ensisijaisesti RFA 7/8"-kaapelia ja tarvittaessa enintään yhden metrin pituisia tehdastekoisia RFF 1/2"-hyppykaapeleita (jumper). Mikäli RFA 7/8"-kaapeli ei ole asennettavissa, voidaan käyttää RFA 1/2"-kaapelia niillä osin, joihin RFA 7/8"-kaapeli ei ole asennettavissa. Mikäli tehonjakajalta lähtevä, antennin päättyvä kaapeliyhteys on enintään 5 m pitkä, voidaan tänä kaapelina käyttää myös tehdastekoista RFF 1/2" hyppykaapelia. Muiden kaapelivalmistajien vastaavien kaapeleiden käyttäminen on myös sallittua. Liittiminä suositellaan käytettävän 4.3-10-liittimiä.



8.8.2022

13. Mittaukset, distance to fault

Muut antennikaapelit kuin tehdastekoiset jumpperit tai vastaavat kaapeliasetelmat tulee mitata hyvällä resoluutiolla avointa kaapelin päätä vasten ja kirjata täten saatu kaapelin pituus-tieto loppudokumentaatioon. Lisäksi mitataan distance to fault 50 Ω keinokuormaa vasten, jotta voidaan todeta kaapelin liittimiseen olevan kunnossa.

Hyväksi resoluutioksi katsotaan 0,05 metrin mittapisteväli, johon tulee päästä 70 metrin mittaisia tai lyhyempiä kaapeleita mitattaessa. Tätä pidempiä kaapeleita mitattaessa voidaan resoluutiota heikentää 0,1 metriin, mikäli mittalaitteen ominaisuudet tätä edellyttävät.

14. Mittaukset, passiivinen keskinäismodulaatio (PIM)

Mitataan kolmannen kertaluvun PIM ajan funktiona (PIM vs. time) syöttöpisteestä käyttäen tehoa, joka vastaa tukiasemalähettimen suurinta mahdollista tehoa ja taajuusalueetta 700, 800 tai 900 MHz. Mittauksessa ei kuitenkaan tarvitse käyttää yli 2×40W tehoa, vaikka tällä ei saataisikaan päätymään antennille yhtä wattia.

Laitetilasta realistisella teholla mitattaessa tulee kolmannen kertaluvun keskinäismodulaation olla -100 dBm tai tätä parempi.

Neuvo: Antenniin ei saa koskaan syöttää yli yhtä wattia tehoa, joten yhtä antenna mitattaessa käytetään 2×0,5 W tehoa.

15. Dokumentaatio

Elisalle tulee toimittaa seuraavat dokumentit:

- a. PIM-mittausdokumentti.
- b. Antennipiirikaavio *.dwg-formaatissa.
- c. Tasokuvat antenneilla, jakajilla, kaapeleilla ja nousumerkinnöillä varustettuna, *.dwg -muodossa.
- d. Taulukko *.xlsx- tai *.csv -formaattissa, kustakin antennipiirin osasta toteutuneiden kaapelipituuksien, tyyppien ja jakajatietojen yms. mukaisesti. Taulukon toimittajan tulee vakuuttaa, että tiedot ovat oikein ja taulukkoa voidaan käyttää parametrien ja säteilyturvallisuus laskelman laatimiseen. Esimerkkitaulukko Mallipaikka_antennipiiritiedot_v1.5.xlsx.
- e. Tieto siitä, että mitkä taajuusalueet sisäantenniverkko tukee.
- f. Kulkuohje laitteiston asentajille ja viankorjaajille.



8.8.2022

16. Laitetilat

Tukiasemalaitetilassa ja mahdollisissa etäradiolaitetiloissa tulee olla Elisan käyttöön:

- a. Tilaa 1 kpl 600×600 mm laiterätkille. Radioverkkosuunnitelmassa voidaan edellyttää enemmän tilaa, mikäli kohde sitä vaatii. Myös pelastusviranomaisen tavallista pidempi varmennusaikavaatimus voi edellyttää lisätilaa.
- b. Riittävä jäädytys, ilmanvaihto tai suuri huonetila lämpökuormalle, jonka Elisan laitteisto ja muut tilassa olevat laitteistot tuottavat. Huonetilan lämpötilan olisi hyvä pysyä alle 25 asteessa.

Yksiosaisen pienehkön tilan, esim. kellarin peittävän sisäantenniverkon lämpökuorma on Elisan osalta noin 0,4–0,8 kW.

Keskikokoisissa kohteissa, kuten kerrostaloissa lämpökuorma on Elisan osalta noin 0,8–1,2 kW.

Suuren kapasiteettitarpeen kohteissa, kuten kauppakeskuksissa lämpökuorma on Elisan osalta noin 1,2–2,0 kW.

Ulkoantenneja tai useita sisäantenniverkon syöttöpisteitä sisältävissä kohteissa tulee lämpökuorman suuruudesta Elisan osalta kysyä radioverkkosuunnittelusta.

- c. Sähköä, mahdollisuuksien mukaan varmennettua tai katkotonta Elisan tukiasemalle 230/400 VAC 3×25 A tai 100 A -48 VDC. Lisäksi tarvitaan suojamaa, vähintään Cu 16 mm².

Suurissa, myös ulkoantenneja sisältävissä kohteissa on sähkön tarve 230/400 VAC 3×35 A. Lisäksi tarvitaan suojamaadoitus, vähintään Cu 16 mm².

Toistimella tai piensoluratkaisulla toteutettavissa kohteissa riittää 230 VAC 1×10 A sukopistorasia.

- d. Yksimuotovalokuituyhteys talojakamosta, johon valokuitumaakaapelit tulevat, yksi kuitupari riittää.
- e. Yksimuotovalokuituyhteys laitetilasta kuhunkin etäradiotilaan, 6 paria.

17. Huolto ja ylläpito

Sisäantenniverkko vaatii huoltoa ja ylläpitoa. Kiinteistön omistaman sisäantenniverkon huolto- ja korjaustoiminta tulee olla hankittuna esimerkiksi Elisalta. Huollon tulee korjata mahdolliset passiiviset keskinäismodulaatio-ongelmat, peitto- ja dominanssiongelmat sekä rikkoutumiset.

Mikäli sisäantenniverkko aiheuttaa häiriötä tukiaseman toiminnalle, voidaan joutua tukiasema sammuttamaan, kunnes vika on korjattu.

Laitteistojen huoltajille pitää järjestää pääsy laitteistoille. Laitteistolle pääsyyn suositellaan yhteislukosto- tai KTL1-lukitusta.



8.8.2022

Sanastoa ja selityksiä

- Yhteissisääntenniverkko on sama asia kuin yhteisantennipiiri ja monioperaattoriverkko. Teknisessä mielessä kyse on antennipiiristä, sillä se ei sisällä aktiivilaitteita, eikä täten yksin tuota matkaviestinverkon kuuluvuuspalvelua. Yhteissisääntenniverkko on termi, jota Traficom käyttää, jonka vuoksi tätä termiä on käytetty tässä dokumentissa. On myös huomioitava, että yhteissisääntenniverkko ei välttämättä tue kaikkia matkaviestinoperaattoreita tai perinteistä Virveä, mikäli näitä kaikkia ei ole erikseen huomioitu toteutuksessa.
- Kaksoiskaapelointi tai kaksoissyöttö tarkoittaa sitä, että kullekin antennipaikalle asennetaan kahdella rinnakkaisella antennikaapelilla tehty kytkentä. Antenneja voi olla tällöin kullakin antennipaikalla joko yksi kaksoiskaapeloitu tai kaksi yksöiskaapeloitua. Kaksoiskaapelointi on tarpeen, jos samaan yhteissisääntenniverkkoon ollaan liittämässä muita lähettämiä kuin Elisan ja Virven. Tällöin kaksoiskaapeloitu yhteissisääntenniverkko tulee edullisemmaksi kuin yksöiskaapeloitu, sillä yksöiskaapeloituun yhteissisääntenniverkkoon tarvitaan yli kaksinkertainen antennipaikkamäärä ja lisäksi huolto- sekä korjaustarpeen määrä lisääntyy.
- Virve 2 tarkoittaa Erillisverkkojen palvelua, jota kutsutaan pelastuslaissa nimellä viranomaisviestintäpalvelu. Virve 2 tuotetaan siten, että Erillisverkot toimii palveluoperaattorina, eli toimittaa palvelun käyttäjille SIM-kortit ja laskuttaa käyttäjiä jne. Erillisverkot toimii myös keskusverkko-operaattorina, eli Erillisverkoilla on Virve 2:n keskuskeskukset, asiakasrekisteri yms. verkon ns. core-elementit. Elisa toimii Virve 2:n radioverkko-operaattorina. Elisan 4G- ja 5G-tukiasemat on yhdistetty sekä Elisan omiin, että Erillisverkkojen keskuksiin. Virve 2 kuuluvuutta rakennetaan siis rakentamalla Elisan kuuluvuutta.
- Aktiivilaite tarkoittaa yleisimmin tukiasemaa tai tukiasemaradiota, joskus voidaan otollisissa olosuhteissa käyttää myös toistinta. Sisääntenniverkkoon tulee kytkeä aktiivilaite, jotta palvelu voi toimia. Elisan aktiivilaite tarvitaan, jotta Virve 2 palvelu saadaan toimimaan.
- Kentänvoimakkuus sekoitetaan usein signaalinvoimakkuuteen. Mikäli yksikkönä on dBm, eli desibelimilliwatti, on kyse signaalinvoimakkuudesta. Luku on pääosin negatiivinen. Esimerkiksi RSRP:ssä on kyse nimenomaan signaalinvoimakkuudesta.

Kentänvoimakkuutta käytetään turvallisuuslaskelmissa, tällöin yksikkönä käytetään W/m², eli wattia neliömetrille. Luku on aina positiivinen.

Lisätiedot näistä ohjeista: yhteissisaverkot@elisa.fi

