

## 1. Mobiiliteknologia ja rakennusvaipan vaimennus

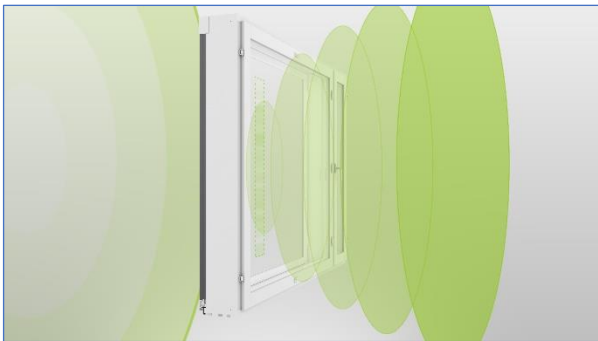
Energiatehokkaiden talojen ulkoseinät, energiatehokkaat ikkunat ja tiivis kaupunkirakentaminen vaimentavat mobiilisignaaleja heikentämällä dataverkon toimintaa ja puhelimen kuuluvuutta sisätiloissa. Tämän seurauksena eteen saattaa tulla yllättäen tilanteita, joissa puhelin toimii vain tietyssä osassa rakennusta – tai pahimmillaan signaalit eivät pääse sisätiloihin lainkaan.

Rakennusten julkisivujen vaimennukset vaihtelevat välillä 5-30 dB, ja joskus jopa enemmän. Betonikerrostalojen rakennusvaipan mobiilisignaalin vaimennus vaihtelee myös laajalla alueella 20 – 40 dB (lisätietoja RT-kortti Matkaviestinkuuluvuus rakennuksissa, RT-80-11252).

Esimerkiksi, jos ulkona on 3G-verkossa keskimäärin tehotasona -80 dBm ja tämä vaimenee julkisivujen rakennevaimennuksen takia 20 dB, saadaan sisätiloihin keskimäärin -100 dBm tehotaso. Tämä tehotaso on jo heikompi, millä suuri osa kaupallisista puhelimista on suunniteltu toimimaan.

Matkapuhelinverkko on rakennettu niin, että sisällä oleva puhelin tukeutuu ulkona olevaan tukiasemaverkostoon ja liian heikko signaali saa puhelimen toiminnan epävakaaaksi. Ongelmat ilmenevät mm. heikenneenä yhteysnopeutena, puheluiden katkeamisena, puhelimen säteilevän tehon nousuna.

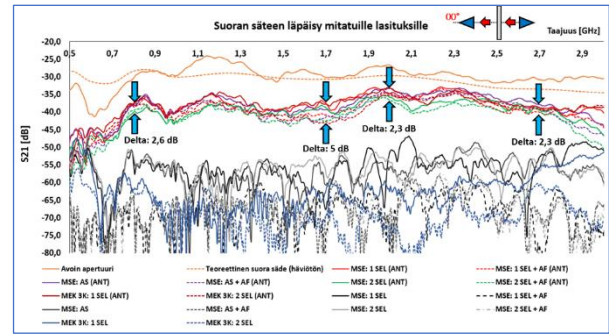
## 2. Antennilasin toiminta



Kuva 1. Antenni on työstetty jokaiseen selektiivilasiin lähes huomaamattomasti.

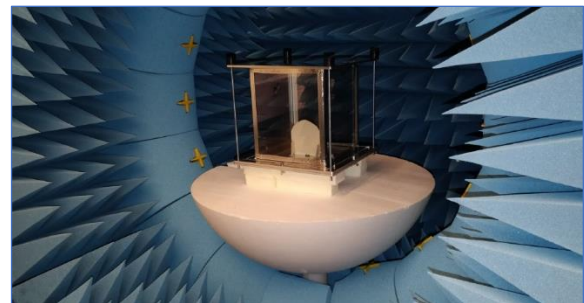
Antennilasi vähentää julkisivun vaimennusta ja päästää siten ulkoisen verkon kytkeytymään sisätiloihin tehokkaammin

Toisin kuin vanhat ratkaisut, uuden sukupolven Antennilasiratkaisu ei heikennä lasin visuaalista laatua, sillä se on valmistettu vain kapealle alueelle lasin reunassa.



Kuva 2. Laboratoriomittauksissa havaitaan, että antennilasi-rakenne toimii lähes samalla tasolla riippumatta selektiivilasien määrästä. Yleensä selektiivilaseja on ikkunoissa 1-3 kpl.

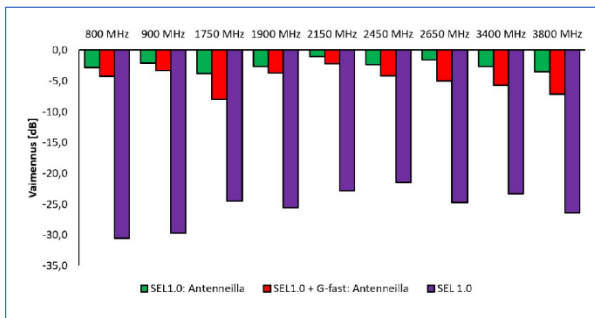
Kuvassa 2 on esitetty useimpien lasikombinaatioiden kohtisuora läpäisymittaus 4G taajuusalueilla. Voimakaimmat vaimennukset havaitaan luonnollisesti ikkunoissa, joissa on 2 tai jopa kolme selektiivilasia. Antennin ja avoimen apertuurin mittauskäyrien ero johtuu osaksi vaimennuksesta ja osaksi signaalin tehon jakamisesta sivuille. Antenniosan vaimennusmittaus on esitetty kuvassa 3, jonka 3D-mittauksessa on keilan leviämisen vaikutus saatu poistettua. Antennilasi kuvio on työstetty jokaiseen peräkkäiseen selektiivilasiin, jonka ansiosta koko lasirakenteen signaalinläpäisyvaimennus on pieni.



Kuva 3. Antennilasin vaimennus mitattiin langattomille signaaleille 3D-mittauksena käyttämällä Satimo Starlab-järjestelmää.

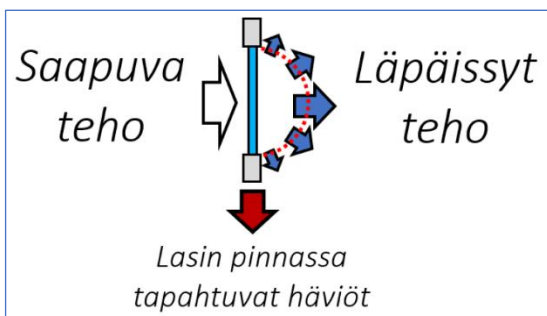
Mittauksessa määritettiin kokonaisteho, joka läpäisee antennilasin. Tarkoitusta varten valmistettiin lasikuutioita erilaisilla lasituksilla, ja lasikuutioiden sisälle sijoitettiin lähettävä testiantenni.

Lähettävän antennin säteilyhyötysuhde mitattiin ensin vapaassa tilassa, ja tämän jälkeen lasista valmistettujen kuutioiden sisälle sijoitettuna. Mittauksessa määritettiin ensin testiantennin kokonaishyötysuhde (3D), ja tästä poistettiin testiantennin impedanssipeäsovituksen vaikutukset. Näin saatu säteilyhyötysuhde eri mittaustilanteiden välillä käsittää vain lasiratkaisujen materiaalien aiheuttaman häviön, ja näin ollen eri mittaukset ovat vertailukelpoisia.



Kuva 4. Antennilasin vaimennus langattomille signaaleille mitattiin sekä yhden selektiivilasin (SEL1.0), että kahden selektiivilasin läpi (SEL 1.0 + G-fast).

Passiivisilla signaalia toistavilla ratkaisuilla pyritään minimoimaan rakenteessa tapahtuvat häviöt ja maksimoimaan rakenteen läpäissyt teho. Läpäissyt teho leviää lasin toisella puolella sijaitsevaan tilaan (sisälle huoneeseen tai huoneesta ulkoilmaan). Tehon leviäminen on erilainen eri ratkaisuilla. Läpäissyt kokonaisteho saadaan mitattua vain 3D mittauksena, mutta eri suuntiin leviävän energian intensiteettiä (kuva 5. pienet siniset nuolet) voidaan mitata yksittäisillä vastaanottoantenneilla, kuten kuvan 2 mittauksissa on tehty kohtisuoraan läpäisseelle säteelle.



Kuva 5. Antennilasin levittää kokonaistehon viuhkamaisesti myös sivusuuntiin.

Leveä horisontaalinen antennikeila lisää todennäköisyyttä sille, että useamman matkapuhelinoperaattorin signaalit saadaan suoraan tai heijastusten kautta kerättyä sisälle rakennukseen. Vastaavasti myös rakennuksen sisätilaan muodostettu leveä antennikeila jakaa signaalia laajasti huonetilään myös sivusuunnissa.

### 3. Tuoteominaisuudet

- Saatavilla kaikkiin uusiin ikkunoihin ja oviin, joissa on lasia.
- Ei tuoterajoituksia:
  - värityksessä
  - koossa (mieluiten > 3M korkea)
  - lisävarusteissa.

- Antennilasi on suunniteltu toimimaan myös metallisten säleiverhojen kanssa.
- Ei rajoituksia tuotteiden mitoituksessa tai asentamisessa
- Ekologinen ratkaisu, ei vaadi sähköä tai huoltoa.
- Toimii 700 - 3800 MHz välisillä mobiililaitteiden toimintataajuuksilla

## 4. Antennien sijainti ja lukumäärä

### 4.1. Yleisohje

Suosittellemme antennilasin sijoittamista jokaiseen ikkunaan / lasipintaan.

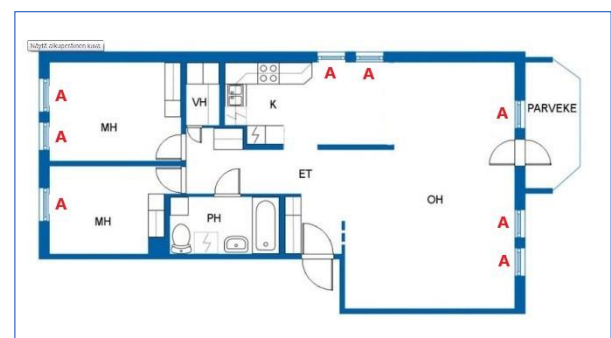
Kenttämittausten kokemusten perusteella tiedämme, että operaattorien, tukiasemasijaintien, varjoalueiden ja häiriötasojen suhteen huoneistojen välillä on valtavia eroja. On tyypillistä, että yhdessä testipaikassa yhden tai kahden operaattorin verkkopeitto poikkeaa olennaisesti muista, mutta tilanne voi olla päinvastainen esimerkiksi korttelin päässä, tai jopa toisella puolella rakennusta.

Antenni toimii myös tehokkaana mobiilireitittimen lisäantennina, kun reititin sijoitetaan integroidun antennin läheisyyteen.

### 4.2. Esimerkki

Alla olevassa pohjakuvassa on esitetty ikkunaan integroituja antennilaseja (A) perusohjeen mukaisesti:

- yksi jokaiseen ikkunaan
- isompaan tilaan useampia
- useampaan ilmansuuntaan



Kuva 3 Kuvassa esimerkki ikkunaan integroitujen antennien sijainnista kerrostalokolmiossa (A = antenni ikkunassa). Kuvassa minimimäärä antennia per huoneisto. Piirustuksiin yksilöidään esim. F1/ANT. Antenni sijaitsee ikkunayksikössä pystysivulla vasemmassa reunassa.