




Signal Window® -opas rakentamiseen ja remontointiin



SIGNAL
WINDOW®





Kuvassa Lammin MSE-A -ikkuna, jossa Signal Window -lasitus Tuusulan asuntomessuilla (Lammi-Kivitalot).

Oppaan tavoite

Tämän oppaan tavoitteena on avata matkapuhelin- ja verkkoyhteyksien huonon kuuluvuuden ongelmaa sisätiloissa. Opas kertoo sinulle, miten voit rakentamisen tai remontoinnin yhteydessä varmistaa paremman kuuluvuuden sisätiloissa Signal Window® -ikkunoiden ja -ovien avulla. Ilmiötä, tuotteiden valintaa ja sijoittelua on oppaan lopussa havainnollistettu kolmen käytännön esimerkin avulla (vanhan omakotitalon remontointi, uuden kivitalon rakentaminen, asuinkerrostalon saneeraus).

Oppaan luettuasi ymmärrät

- Mistä johtuu matkapuhelinten ja netin huono kuuluvuus sisätiloissa
- Miten signaali-ikkunat ja -ovet eroavat tavanomaisista tuotteista
- Miten tuotteiden toimivuutta on tutkittu
- Miten valita ja sijoitella juuri sinun kohteeseesi sopivat tuotteet
- Miten kuuluvuuteen sisätiloissa voi vaikuttaa osana remontointia ja rakentamista

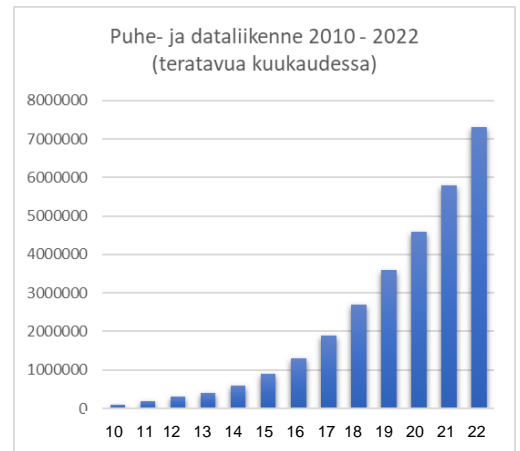
Oppaan sisältö

1. Huonon kuuluvuuden ilmiö
2. Signal Window® -ikkunat ja ovet
3. Tietoa teknologiasta ja tutkimustuloksista
4. Signaalien eteneminen sisätiloihin
5. Tuotteiden valinta ja sijoittelu
6. Esimerkki: Vanhan omakotitalon remontointi
7. Esimerkki: Uuden kivitalon rakentaminen
8. Esimerkki: Asuinkerrostalon julkisivun saneeraus
9. Lisätietoa ja linkkejä

Huonon kuuluvuuden ilmiö

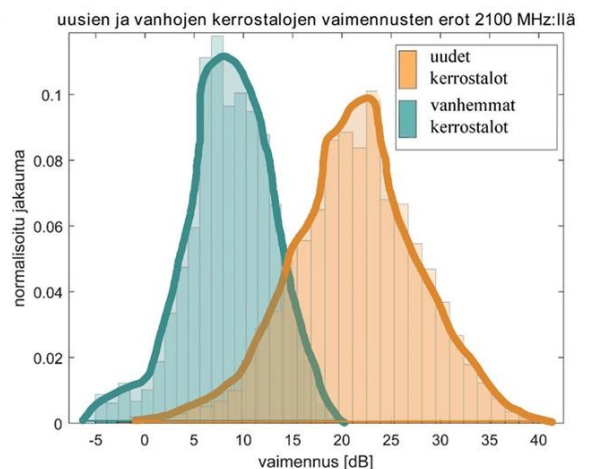
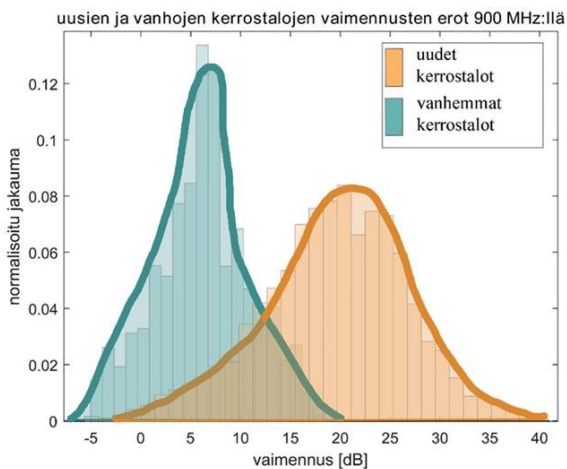
Matkapuheluiden ja dataliikenteen määrä on kasvanut viimeisen kymmenen vuoden aikana hurjasti.

Samanaikaisesti rakentamisessa on panostettu entistä energiatehokkaampien rakennusmateriaalien käyttöön ja rakennusten ulkovaipan eristävyys parantamiseen. Myös ikkunat ja ovet ovat kehittyneet vuosien varrella ja mm. tuotteiden lämmöneristävyys (U-arvo) on parantunut. Oheinen kuvio kuvastaa puhe- ja dataliikenteen kasvua viime vuosina. (Lähde: mukailien Signal Window -webinaari 27.1.2021)



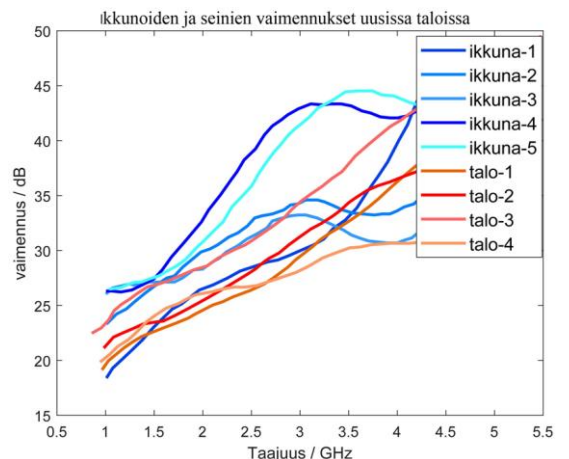
Rakennusten sisätilakuuluvuudessa on paljon eroja

Tampereen yliopiston tutkimusryhmässä mukana oleva asiantuntija Ari Asp on pitkään tutkinut rakennusten sisätilakuuluvuuden ongelmia. Tutkimukset ovat osoittaneet, että vanhojen ja uusien rakennusten ulkoseinien vaimennuksessa on paljon eroja. Tulosten valossa voidaan todeta, että uusien rakennusten ulkoseinien vaimennus on vanhoihin taloihin verrattuna huomattava. Oheisessa kuviossa on esitetty ero vanhan ja uuden kerrostalon kuuluvuuden vaimennuksesta kahdella eri radiosignaaliaajuudella käyttäen desibeliasteikkoa*. Vanhoissa kerrostaloissa vaimennus on keskimäärin 5-10 desibeliä, kun taas uusissa keskimäärin 20-25 desibeliä. (Lähde: Signal Window -webinaari 27.1.2021)



Seinät ja ikkunat samalla tasolla

Samaisten tutkimustulosten myötä on saatu selville, että ikkunat ja seinät vaimentavat samalla tasolla radiosignaalien pääsyä sisätiloihin. Huono kuuluvuus sisätiloissa on siis aidosti tunnistettu ongelma, johon voi vaikuttaa oikeanlaisilla ikkunavalinnoilla niin rakentamisvaiheessa kuin remontoinnin yhteydessä. Oheisessa kuviossa on vertailtu viiden eri ikkunan ja neljän eri talon seinien kuuluvuuden vaimennusta keskenään. (Lähde: Signal Window -webinaari 27.1.2021)



Signal Window® -ikkunat ja -ovet

Signal Window® -ikkunat ja ovet eroavat tavanomaisista tuotteista ainoastaan lasivalintojen osalta. Signaalilasiin tehdään lasertekniikalla kuviointi, minkä myötä radiosignaalit pääsevät helpommin sisätiloihin. Kuvio on nähtävissä lasista tausta- ja valaistusolosuhteista riippuen. Voit valita ikkunamallin, muodon, toiminnallisuudet, haluamasi värin ja lisävarusteet tarpeidesi mukaan. Muista vain tilauksen yhteydessä ilmoittaa, että haluat ikkunaan Signal Window® - ominaisuuden – asiantuntija hoitaa loput.

Voit valita Signal Window® -lasin muun muassa

- Tuuletusikkunaan
- Suurimpaan lasipintaan ikkunassa
- Ikkunan koko lasipintaan
- Ulko-oven lasiaukkoon
- Kokolasiseen parveke- tai terassioveen



Isompi on parempi



Yllä oleva kuva avautuvasta ovesta havainnollistaa signaali-ikkunan toimivuutta.

Ensimmäisessä kuvassa ovi on raollaan esittäen tavallista ikkunaa, jonka lasissa ei ole Signal Window® -käsittelyä. Keskimmäisessä kuvassa ovi on puoliksi auki kuvastaan ikkunaa, jonka tuuletusikkuna (pieni pinta-ala) on käsitelty signaalitekniikalla. Kolmannen kuvan täysin avonainen ikkuna mallintaa Lammin ikkunaa, jossa on koko lasialassa Signal Window® - käsittely. Mitä isompi pinta-ala on käsitelty kyseisellä tekniikalla, sitä paremmin signaalit pääsevät sisätiloihin.

Mitä Signal Window® -käsittely maksaa?

Signal Window® -tekniikalla käsiteltävien ikkunoiden ja ovien hinta riippuu mm. käsiteltävän pinta-alan suuruudesta ja tuotteiden määrästä. Tekniikalla käsiteltävien tuotteiden hinta määritellään aina tapauskohtaisesti asiakkaan tilauskokonaisuus huomioiden. Saat tuotehinnan omalta asiantuntijaltasi kysyttäessä. Tarjouspyyntöjen jättäjälle annamme vinkin: Kirjoittakaa tarjouspyyntöön teksti "Lammin Signal Window tai vastaava" ja saatte tarjouksen haluamillanne tiedoilla.

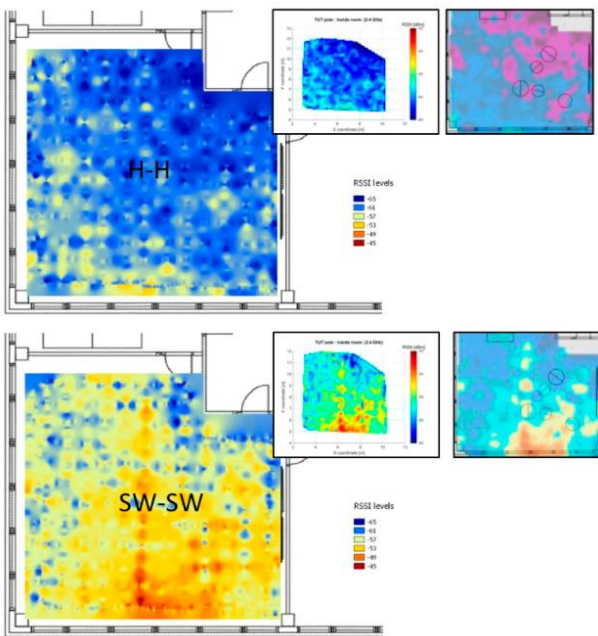
* Desibeliasteikko on logaritminen asteikko, jonka mukaisesti pienetkin muutokset vaimennuksessa vaikuttavat isosti todellisuudessa. Desibeliasteikon avulla pystytään yhdenmukaisesti vertailemaan vaikeasti laskettavia mittaustuloksia eri radiotaajuuksilla.

Tutkittua ja testattua teknologiaa

Signal Window® -teknologialla käsiteltyjen ikkunoiden toimivuutta on tutkittu ja testattu vuodesta 2012 lähtien mm. suomalaisten yliopistojen kanssa. Tuotteita on tutkittu Lammin Ikkunan omassa testilaboratoriossa, useilla kenttätesteillä (mm. Tuusulan asuntomessut 2020) ja osana valtakunnallisia hankkeita. Merkittävin projekti, jossa tuotteet ovat olleet mukana, on ollut Nokia Bell Labsin vetämä Lux Turrin 5G -hanke, jossa oli Lammin Ikkunan lisäksi mukana mm. VTT, Aalto-yliopisto ja Tampereen teknillinen yliopisto.

Yhteenveto Signal Window® -tutkimustuloksista

Tällä hetkellä Lammin Ikkuna tuottaa neljättä versiota Signal Window® -tuotteista. Viimeaikaisimpien tutkimustulosten mukaisesti Lammin signaali-ikkunat vaimentavat radiosignaalien pääsyä sisätiloihin ja sitä kautta mobiililaitteiden kuuluvuutta ja netin toimivuutta sisätiloissa vain murto-osan tavanomaisiin ikkunoihin verrattuna. Alla on kaksi kuviota, jotka kertovat teknologian toimivuudesta käytännössä:

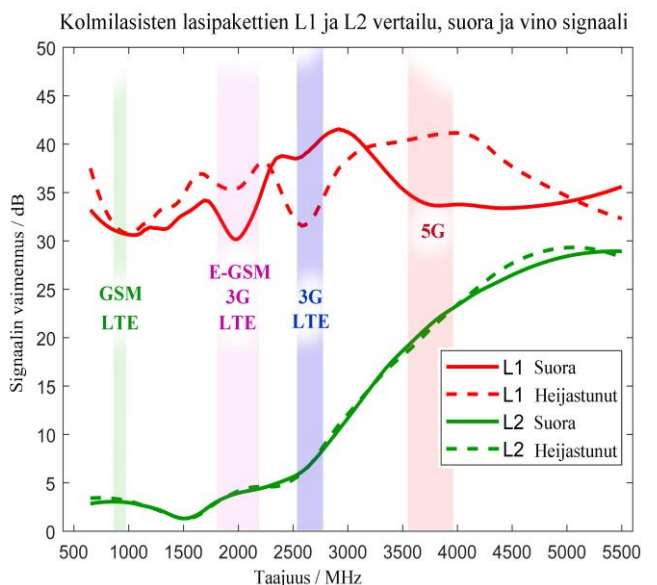


Lux Turrin 5G -hanke

Osana Nokia Bell Labsin vetämää Lux Turrin 5G -hanketta testasimme Signal Window® -ikkunoiden toimivuutta vuonna 2017. Oheinen lämpökuvana on Karaportin toimistohuoneistosta, jossa testasimme signaalien pääsyä sisätiloihin ensin tavallisella kolmilasiseisellä avattavalla ikkunalla, minkä jälkeen tilalle vaihdettiin Signal Window® -ikkuna. Kuvassa signaalin vahvuus testattiin alalaidan ikkunoiden kohdalta. Mitä punaisempi väri kuvassa, sitä pienempi signaalin vaimennus sisätilassa. Ikkunoiden valinnalla on tutkitusti merkitystä siihen, kuuluvatko puhelut tai toimiiko netti sisätiloissa.

Vuoden 2020 uudet tulokset

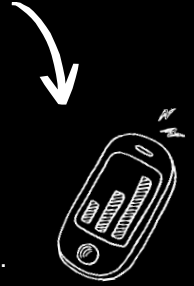
Oikealla olevassa kuviossa on yksi tuloskuva vuoden 2020 mittauksista, joissa vertailtiin tavanomaisen kolmilasisen lasielementin (L1) ja Signal Window® -lasielementin (L2) signaali-vaimennusta. Tulosten perusteella voidaan todeta, että Signal Window® -ikkunat vaimentavat signaalien pääsyä sisätiloihin moninkertaisesti vähemmän (desibeliasteikko). Heijastunut vino signaali ilmentää sitä, että signaali ei aina tule suorassa kulmassa ikkunan läpi sisätilaan. Testissä vino signaali mitattiin 30 asteen kulmassa suhteessa lasielementtiin.



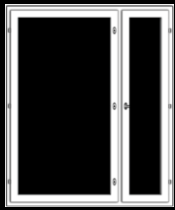
Signaalien eteneminen sisätiloihin yksinkertaistettuna



Tukiasemasta saapuva signaali kohtaa rakennuksen ulkovaipan. Ulkopuolella vallitsevan kentän voimakkuus ilmoitetaan dBm-lukuna. Se kuvaa desibelimäärää suhteessa milliwattiin (mW).

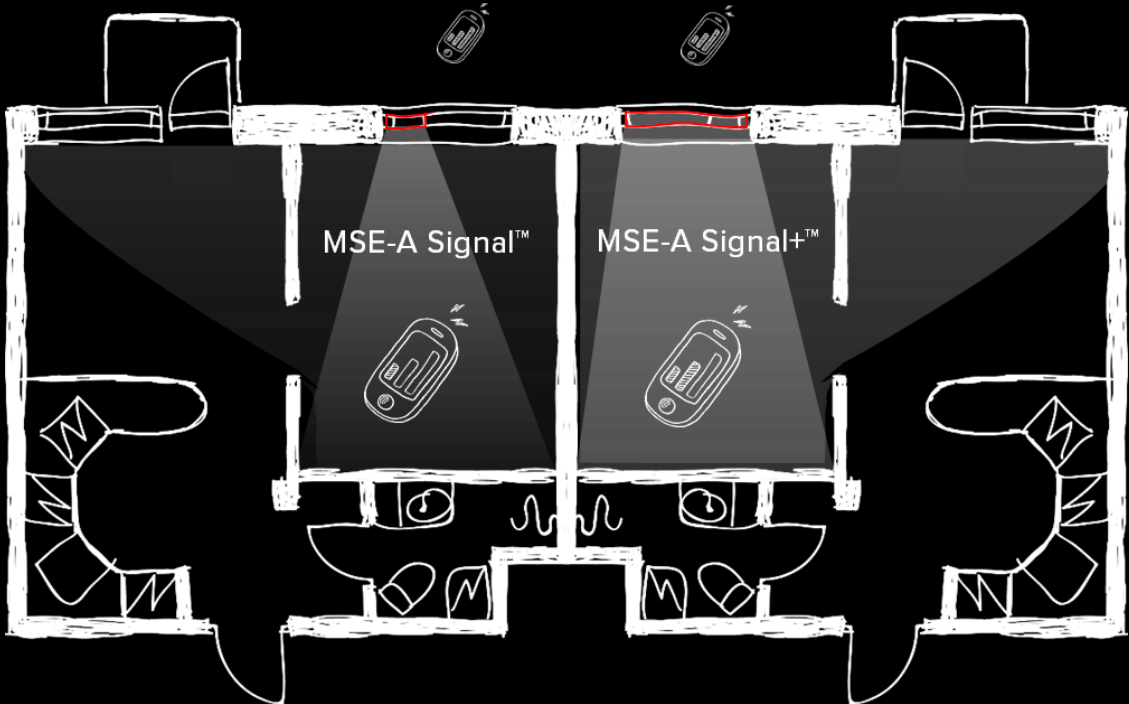


Ikkunan edessä kenttä omaa tehotiheyden. Tehotiheys kuvaa tietyllä alalla olevaa säteilytehoa (mW/m^2). Tehoa ei voi kasvattaa ilman lisäenergiaa eli vahvistusta.



Signaalit pyrkivät läpäisemään ulkovaipan. Materiaalin vaimennus (esim. ikkunan lasien vaimennus) vähentää sisään tulevaa tehoa.

Tavallinen lasitus	-3 dB = -1/2 tehosta.
1 selektiivilasi	-23 dB = -1/100
2 selektiivilasia	-39 dB = -1/1000



- Pinta-alan lisäys johtaa koko huoneen signaalitason nousuun.
- Mitä suurempi signaalit läpäisevä pinta-ala on, sitä enemmän tehoa saadaan siirrettyä sisätiloihin ja päinvastoin.
- Ikkunan kautta sisään tulleet radiosignaalit heijastuvat seinistä ja siroavat koko huoneen alalle.

Signal Window® -tuotteiden valinta ja sijoittelu

Tuotteiden valinnalla ja sijoittelulla on iso merkitys sisätilakuuluvuuden kannalta. Sijoittelussa on huomioitava ensisijaisesti kaksi asiaa: Rakennuksen julkisivun muodostamat esteet signaalin pääsulle ja operaattoreiden tukiasemien suuntaus. Alle on koottu kolmen ohjeen lista, jolla pääset pitkälle:

1. Kysy apua Lammin Ikkunan asiantuntijalta ja aloita suunnittelu

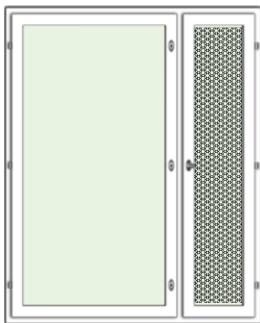
Voit halutessasi testata esimerkiksi netin toimivuuden eri huoneissa ja ottaa ylös, missä huoneissa on heikoimmat yhteydet. Mieti valmiiksi, missä huoneissa käytät matkapuhelimia, tietokonetta tai muita nettiä käyttäviä laitteita eniten. Voit myös selvittää, oletko operaattoreiden tukiasemien kantaman sisällä vai et. Kysy rohkeasti apua Lammin Ikkunan asiantuntijalta – suunnitteluapu on maksutonta!



Jos rakennuksen ulkopuolella on heikko signaali, ei signaali-ikkunat tai -ovet pelasta sinua. On hyvä muistaa, että mikään signaali-ikkuna/ovi tai antenni-ikkuna/ovi ei luo signaalia, vaan päästää helpommin lävitseen olemassa olevan signaalin.

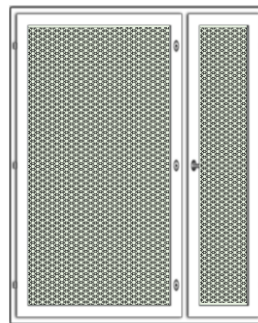
2. Valitse joko kustannustehokkuus tai maksimaalinen kuuluvuus

Voit valita Signal Window® -ominaisuuden joko ikkunan tuuletusosaan tai koko ikkunan lasialaan. Mitä isompi lasiala käsitellään Signal Window® -teknologialla, sitä paremmat yhteydet saavutetaan sisätiloissa. Vaihtoehtoisesti voit valita kustannustehokkaan tuuletusikkunaversioon.



Lammin MSE-A Signal

- Valintasi, kun haluat kustannustehokkaan minimiratkaisun
- Signaalit läpäisevä lasitus tuuletusosassa
- Toiminnallisuuden näkökulmasta kyseessä tavanomainen kolmilasinen avattava puualumiini-ikkuna



Lammin MSE-A Signal+

- Valintasi, kun haluat varmistaa parhaan mahdollisen kuuluvuuden
- Signaalit läpäisevä lasitus ikkunan koko alalla
- Toiminnallisuuden näkökulmasta kyseessä tavanomainen kolmilasinen avattava puualumiini-ikkuna

3. Tee päätös, mihin sijoitat Signal Window® -tuotteet

Signaalin päästessä sisätiloihin sen teho pienenee mitä syvemmälle rakennukseen mennään. Tämä johtuu siitä, että signaalin voimakkuus heikkenee jokainen kerta, kun se osuu esteeseen ja kimpoaa siitä eteenpäin (esim. seinät, peilit, ovet, rappuset). Signaalin voimakkuuteen vaikuttavat lisäksi muut rakennuksen osat, kuten katto, runkomateriaalit, väliseinät ja eristysmateriaalit. Suosittelemme sijoittamaan tuotteita seuraavasti:

- Työ-, olo- ja makuuhuoneeseen
- Jokaiseen huoneeseen, jossa haluat mm. mobiililaitteiden toimivan moitteettomasti
- Jokaiseen ilmansuuntaan vähintään yksi tuote, sillä operaattorit suuntaavat tukiasemiaan säännöllisesti uudelleen
- Kokolasisiin parveke- tai terassioviin

Esimerkki: Vanhan omakotitalon remontointi

Esimerkkitalanteessa suomalaispariskunta on ostanut vanhan rintamamiestalon Hämeenlinnasta. Pariskunta haluaa toteuttaa ikkunaremontin, sillä vanhat ikkunat ovat päässeet todella huonoon kuntoon. Talon ikkunat ovat kaksilasiset avattavat ikkunat. Netti ja puhelut toimivat hyvin vanhassa 1940-luvulla rakennetussa talossa.

ONGELMA

Remontin yhteydessä ikkunat vaihdettiin kaksilasisista vanhoista ikkunoista (U-arvo 2,5) uusiksi kolmilasisiksi ikkunoiksi (U-arvo 1). Remontin jälkeen pariskunta huomasi, että nettiyhteydet huononivat ja puhelut alkoivat pätkiä. Ongelma johtui siitä, että vanhojen ikkunoiden tilalle vaihdetut energiatehokkaammat ikkunat myös sulki radiosignaalit talon ulkopuolelle aikaisempaa tehokkaammin.

RATKAISU

Joka tapauksessa ikkunoiden vaihto energiatehokkaampiin ja eristävämpiin johtaa siihen, että radiosignaalien pääsy sisätiloihin vaimenee. Vanhan omakotitalon remontoinnin yhteydessä voi Signal Window® -ikkunoilla varmistaa, että yhteydet heikkenevät mahdollisimman vähän uusien ikkunoiden asentamisen jälkeen. Tuotteet voi valita esimerkiksi makuu-, olo- ja työhuoneisiin.



Esimerkki: Uuden kivitalon rakentaminen

Lahtelainen neljän hengen perhe tilasi talopakettin suomalaiselta kivitalovalmistajalta. Perhe oli jo pitkään miettinyt uuden talon rakentamista tai vanhan remontointia, sillä he olivat asuneet pitkään vuokralla rivi- ja kerrostaloasunnoissa. Perhe ihastui kivitalojen moderniin ilmeeseen ja näyttävyyteen. Talo valmistui nopealla aikataululla vuosien 2019-2020 aikana.

ONGELMA

Matkapuhelinten kuuluvuuden ja verkkoyhteyksien toimivuuden kanssa on todistetusti havaittu haasteita. Kivitalon ulkovaipassa on paljon eristävää materiaalia, minkä lisäksi harkkojen sisällä ja välissä on useita kerroksia rautaelementtejä. Nämä yhdessä energiatehokkaiden nykyaikaisten ikkunoiden kanssa vaimentavat radiosignaalien pääsyn sisätiloihin lähes kokonaan.

RATKAISU

Erityisesti kivitalojen ikkuna- ja ovivalinnoissa kannattaa huomioida Signal Window® -tuotteiden valinta ja sijoittelu. Maksimaalisten yhteyksien varmistamiseksi tuotteita sijoiteltiin tässä uudessa kivitalossa jokaiseen ilmansuuntaan ja huoneeseen, joissa eri laitteita käytettiin eniten (makuu-, olo- ja työhuoneisiin). Signal Window® -käsittely tehtiin ikkunoiden koko lasialalle, ei vain tuuletusikkunoihin.



Esimerkki: Asuinkerrostalon julkisivun saneeraus

Etelä-suomalainen asuinkerrostalon yhtiökokous päätti toteuttaa kokonaisvaltaisen julkisivusaneerauksen. Saneerausprojektin tarkoituksena oli päivittää mm. kerrostalon ikkunat ja parvekeovet nykyaikaisiin ja energiatehokkaisiin. Yhtiö valitsi ikkuna- ja ovitoimittajaksi Isännöinti-ilton palvelukumppanin ja suomalaisomisteisen Lammin Ikkuna Oy:n.

ONGELMA

Asuinkerrostalon julkisivusaneeraus on iso projekti, jossa pitää ottaa huomioon mm. tuotteiden kustannustehokkuus ja radiosignaalien vaivaton pääsy sisätiloihin. Käytännössä ikkuna- ja oviyksiköitä voi olla kohteessa satoja, jopa tuhansia, mikä nostaa remontin kustannuksia. Kerrostalojen osalta keskeistä on myös tuotteiden sijoittelu, sillä tiuhaan asutetuilla asuinalueilla myös muut rakennukset estävät radiosignaalien pääsyn asuinhuoneistoihin.

RATKAISU

Kerrostaloilla on mahdollisuus säästää suuresta tuotemäärästä johtuen valitsemalla ikkunoihin Signal Window® -käsittelyn vain tuuletusikkunoihin. Toisaalta taloyhtiö voi tehdä päätöksen tarkemmasta tuotteiden sijoittelusta: Yhtiö voi esimerkiksi päättää sijoittaa vain yhden signaali-ikkunan huoneista kohti. Kolmas vaihtoehto kustannussäästöjä silmällä pitäen on valita täyslasiseen parvekeoveen Signal Window® -lasitus.



Lisätietoa ja linkkejä

Alle on listattu linkkejä Signal Window -aiheisiin julkaisuihin. Suosittelemme tutustumaan aiheeseen tarkemmin ja ottamaan rohkeasti yhteyttä Lammin Ikkunan myyntiin, kun ikkuna- tai oviremontti tulee ajankohtaiseksi.

Videot:

[Webinaaritalenne: Radiosignaalien ja mobiiliyhteyksien huomiointi rakentamisessa ja remontoinnissa 1.2.2021](#)

[Signal Window Tuusulan asuntomessuilla 3.8.2020](#)

[Signal Window -herättelyvideo 22.7.2020](#)

[Signal Window -esittelyvideo 12.10.2016](#)

Artikkelit:

[Rakennuslehti: "Laajakaistaikkuna" voi ratkaista kännykän kuuluvuusongelmat – uudenlaisen ikkunan valmistamiseen miljoonapanostus 3.7.2019](#)

[Uusiteknologia.fi: 5G-verkko näkyy pian paremmin 20.12.2018](#)

[Yle: Kännyköiden kuuluvuusongelmat ärsyttävät uusissa taloissa – ikkunafirma uskoo keksineensä ratkaisun 11.4.2017](#)

[Eurofins: Lammin Ikkunan polku puusepänverstaasta teknologiayritykseksi – Signal Window tuo ikkunaan uuden ulottuvuuden 14.2.2017](#)

Julkaisut:

[Lammin antenni-ikkuna esite/tuotekortti 2020](#)

[Signal Window tekninen esite 2017](#)

Lammin Ikkunat ja Ovet

Vuodesta 1969 toiminut Lammin Ikkuna on yksi Suomen merkittävimmistä puusepänteollisuuden yrityksistä. Se tuottaa mittatilauksena kotimaisia ikkuna- ja ovituotteita kuluttajille, taloyhtiöille ja yrityksille. Suomen markkinoiden lisäksi yritys vie tuotteitaan muun muassa Ruotsiin ja muihin maihin. Lammin Ikkunan palveluksessa on noin 100 työntekijää. Yritys on tuonut markkinoille ensimmäisen ja tutkitusti toimivan signaali-ikkunan.

www.lammin.fi | 010 8411 700 | myynti@lammin.fi



Ikkunat ja ovet

SIGNAL
WINDOW®

