

Yritys/Yhteys henkilö
PihlaPRO

Ikkunalasien huurtuminen

1 Ikkunalasien huurtumistilanteet

Ikkunoiden huurtumiseen vaikuttaa sisä- ja ulkoilman lämpötila- sekä kosteusolosuhteet, rakennuksen painesuhteet sekä ikkunatyyppe. Kuvassa 1 on esimerkit tavanomaisimmista vaihtoehdoista, joita ovat kiinteä ikkuna ja avattava kaksipuitteinen ikkuna. Muille ikkunatyypeille on esitetty kosteuden tiivistymisen syitä liitteessä 1.



Kuva 1. Vasemmalla kiinteä ikkuna PihlaPro MEK-A puu-alumiini-ikkuna kolminkertaisella eristyslaselementillä. Oikealla kaksipuitteinen PihlaPro MSE1-A puu-alumiini-ikkuna, jossa sisäpuitteessa on kaksinkertainen eristyslaselementti.

Riippuen tilanteesta huurtumista voi esiintyä eri lasipinnoilla.

- Kiinteällä ikkunalla molemmilla pinnoilla.
- Kaksipuitteisella ikkunalla huurtumista voidaan havaita uloimman ja sisemmän lasin ulko- tai sisäpinnassa.
- Eristyslaselementin sisällä huurtumista esiintyy vain viallisissa laseissa.

Huurtumisen edellytykset muodostuvat, kun lasipinnan lämpötila on matalampi kuin ympäröivän ilman kastepistelämpötila, jolloin ilman "ylimääräinen" kosteus alkaa tiivistyä lasipintaan. Tapauksesta riippuen eri ilmiöt (ulko- ja sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus, rakennuksen painesuhteet) vaikuttavat huurtumisen esiintymisen riskiin. Kaksipuitteisen ikkunan eri huurtumistilanteita on selvennetty lisäksi liitteen 1 taulukossa.

1.1 Ulkopinnan huurtuminen tai jäätyminen

Ulkoilman kosteus tiivistyy lasin ulkopintaan, kun lasipinnan lämpötila on pienempi kuin kastepistelämpötila, tai jäätyy lasipinnan ollessa riittävän kylmä. Huurtumista uloimman lasin ulkopinnassa esiintyy useimmin hyvin lämpöä eristävillä ikkunoilla. Ilmiön esiintymiseen vaikuttaa myös merkittävästi ikkunan koko ja rakennuksen ympäristö, sillä pinnan säteily ympäristöön on ilmiön kannalta merkittävin tekijä. Avoimessa ympäristössä vaikutus on suurin ja lasi viilenee herkimmin ulkoilmaa kylmemmäksi (vrt. auton tuulilasin huurtuminen avoimessa maastossa verrattuna autoon autokatoksessa). Tästä syystä huurtumiseen voidaan vaikuttaa mm. lasin ulkopinnan emissiviteetillä; käytettäessä matalaemissiivipinnoitetta ulkolasi ulkopinnassa voidaan vähentää ilmiön esiintymistä.

1.2 Kiinteän ikkunan sisäpinnan huurtuminen

Ikkunan sisäpinnan huurtumista esiintyy harvemmin. Mikäli huurtumista esiintyy, se havaitaan useimmiten lasin karmiliittymän lähellä, koska kiinteän ikkunan heikoimmin eristettävä alue on lasin ja karmen liittymä. Tavanomaisesti kylmin alue on lasin alaosassa, koska lasin sisäpinnan läheisyydessä ympäristöään hieman viileämpi ilma valuu alaspäin viilentäen ikkunan alaosaa. Tästä syystä olisi syytä välttää syviä ikkunapenkkejä, ellei ikkunan alapuolella ole patteria toteutettuna siten, että lämmittävä ilmavirta kompensoi edellä mainittua vaikutusta.

Kiinteän ikkunan sisäpinnan huurtumisen esiintymiseen voivat vaikuttaa mm. seuraavat tekijät:

- kylmällä jaksolla poikkeavan suuri sisäilman kosteus
 - o pyykin kuivaus, ruuan valmistus, kylpeminen yms. suuren kosteuslisän aiheuttava toiminta
 - o ilmanvaihdon toimintahäiriö tai virheellinen käyttö/säätö
- ikkunan sisäpuolella olevat lämpöä eristävät huonekalut tai materiaalit, jotka viilentävät ikkunan sisäpintaa merkittävästi tavanomaista kylmemmäksi sekä estävät ilman kiertoa ikkunan pinnassa
 - o esim. raskaat verhot tai huonekalut, jotka ovat osittain ikkunan edessä
- ikkunarakenteesta johtuvat tekijät
 - o ilmavuoto ikkunan lasituksen tiivistyksen kautta. Alipainetilanteessa kylmä ulkoilma viilentää rakennetta ilmavuotokohdan lähellä.
 - o lasien välilistojen, kiilojen tai kiinnikkeiden poikkeavat ratkaisut, jotka aiheuttavat merkittävän paikallisen kylmäsilan

Kiinteän ikkunan sisäpinnan huurtumisen riskiin vaikutetaan hyvin paljon ikkunan karmirakenteella sekä lasituksen liittymän materiaaleilla. Mitä paremmin lämpöä eristävä lasituksen liittymä on, sitä vähäisempi riski on huurtumiselle. Rakennuksessa huurtumisriski on vähäisin, mikäli lämmitetty sisäilma pääsee esteettä kulkeutumaan ikkunan sisäpintaan. Tähän voidaan vaikuttaa mm:

- arkkitehtuurilla – vältetään ikkunan sijoittamista siten, ettei muodostu tarpeettoman syvää poteroa ikkunan kohdalle.
- lämmön jaolla – tavanomainen patteri ikkunan alla tuottaa tehokkaamman lämpimän ilman virtauksen ylöspäin kuin lattialämmitys.
- ilmanjaolla – ilmanvaihdon tulisi sekoittaa ilma ikkunan lähellä tehokkaasti.

1.3 Kaksipuitteisen ikkunan ulkolasin sisäpinnan huurtuminen

Kaksipuitteisen ikkunan huurtumista tarkasteltaessa on ymmärrettävä ratkaisun toimintaperiaate, jossa sisin lasi ja puite pyritään toteuttamaan mahdollisimman ilmatiiviinä, mutta ulkopuitteen tuuletusaukot mahdollistavat välitilaan mahdollisesti kulkeutuvan vähäisen kosteuden poistumisen rakenteesta. Sisälasi ja välitilan ilmaväli tuottavat rakenteen lämmöneristävydestä suurimman osan. Tästä syystä ulkolasi on kylmällä jaksolla huomattavasti viileämpi kuin sisälasi. Näin ollen välitilan lasipinnoista ulkolasin sisäpinta huurtuu, mikäli välitilaan kulkeutuu kosteutta niin paljon, että välitilan ilman kastepistelämpötila on suurempi kuin ulkolasin sisäpinnan lämpötila. Pääsääntöisesti ilmiö aiheutuu, kun sisäilma on ylipaineinen ulkoilman suhteen ja kostea sisäilma pääsee kulkeutumaan ikkunan sisäpuitteen epätiiveyskohdista välitilaan. Seuraavat tekijät edesauttavat huurtumisriskin toteutumista:

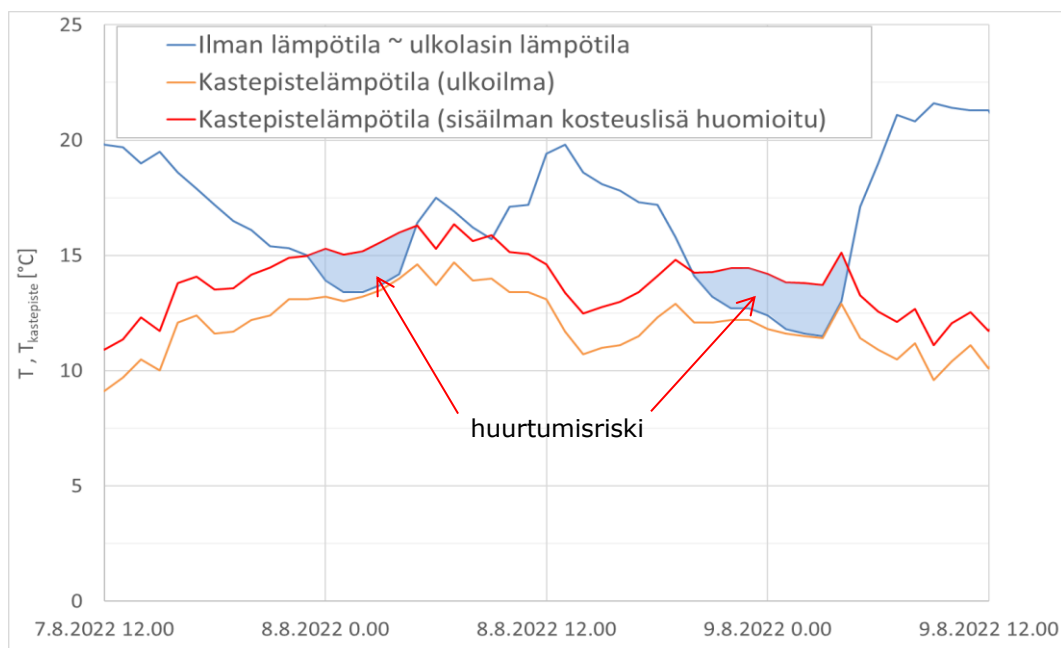
- sisäilma on jatkuvasti tai ajoittain voimakkaasti ylipainein ja sisäpuite vuotaa ilmaa
 - o ikkunan puitteen ja karmin välinen tiiviste ei puristu tasaisesti ja siitä seuraa ilmavuotoa
 - o ikkunan kaikki lukitukset eivät ole kiinni, mistä aiheutuu ilmavuotoa
 - o harvinaisemmissa tapauksissa haastavissa olosuhteissa, voi sälekaihtimen läpiviennin kautta aiheutua haitallisessa määrin ilmavuotoa
- ulkopuite on liian tiivis
- ulkopuite, lasitus tai karmin yläosa on päästänyt sadevesiä puiteväliin

Edellä mainittuihin riskitekijöihin liittyvät tarkastukset:

- ilmanvaihdon säätö tarkistetaan ja samassa yhteydessä mitataan paine-ero vaipparakenteen yli. Haastavissa tilanteissa paine-eron jatkuvatoiminen mittaus (esim. 1-2 viikon mittausjakso) on suositeltavaa.
- huurtumistilanteita havaittaessa on varmistettava, että kaikki ikkunan lukitukset ovat suljettuna.
- ikkunan ulkopuite sulkeutuu oikein eikä aiheuta vesivuotoja välitilaan.

2 Riskiolosuhteet avattavan ikkunan huurtumiseen liittyen

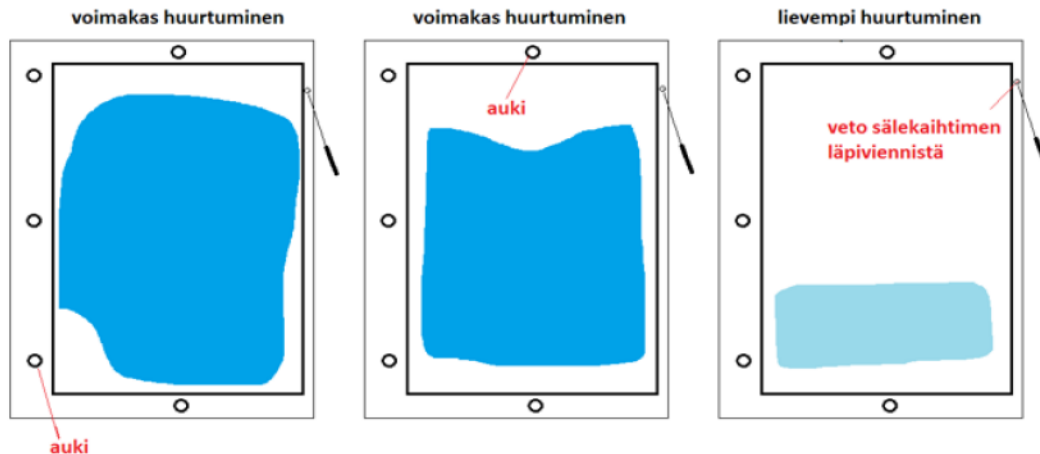
Sisäilman kosteus voi aiheuttaa riskin ulkolasin sisäpinnan kondenssille parhaimmillaan jo loppukesästä, kun ulkoilman kosteus on korkea ja yöt viilenevät. Kuvan 1 esimerkkitapauksessa riski muodostuu jo 1 g/m^3 sisäilman kosteuslisällä. Esimerkin oletuksena on, että ulkolasin sisäpinnan lämpötila vastaa ulkoilman lämpötilaa. Tällöin kuvaajassa esitetyssä tilanteessa kahtena perättäisenä yönä on jo useamman tunnin jakso, jolloin sisäilman kastepistelämpötila ylittää lasin pinnan lämpötilan.



Kuva 2. Esimerkki huurtumisen mahdollistavista olosuhteista elokuussa 2022.

Kuvassa 1 esitetty tilanne ei ole huurtumisen kannalta ääriesimerkki, joten kyseisessä tilanteessa vähäiset puutteetkaan esimerkiksi kaksipuitteisen ikkunan sisäpuitteen tiiveydessä eivät välttämättä aiheuta huurtumista. Kun tarkastellaan vaativia

olosuhteita, voi vähemmät puutteetkin aiheuttaa huurtumista. Kuvassa 2 on kuvattu huurtumisen muodostumista MSE-ikkunan ulkolasin sisäpintaan korkeassa toimistorakennuksessa.



Kuva 3. Esimerkki huurtumisesta. (<https://tilatjaterveys.fi/koulutuksen-5-materiaali-ilmastonmuutoksen-vaikutus-ja-huomiointi-rakentamisessa>, slide 44)

Kyseinen esimerkki kuvastaa avattavien ikkunoiden oikean käytön tärkeyttä vaativissa olosuhteissa, jotta huurtumiselta vältytään. Toimistorakennuksissa voi aiheutua käyttöajan ulkopuolella merkittäviäkin ylipainetilanteita, mikäli ilmanvaihto katkaistaan yön ajaksi.

3 Huurtumisen selvitys

Huurtumistilanteiden syitä selvitetessä on aina varmistettava, että kohteen ikkunat vastaavat asetettuja vaatimuksia mm. ilmanpitävyys (läpivienteineen), tuulenpitävyys ja sateenpitävyys.

3.1 Kaksipuitteisen ikkunan ulkolasin sisäpinnan huurtuminen

Käytännössä huurtuminen vaatii ylipainetilanteen sekä ilmavuodon sisäilmasta puitteväliin.

Selvitettävä vähintään seuraavat tekijät:

- Ilmanvaihdon säädön tarkistus ja paine-eromittaus vaipparakenteen yli. Paine-eromittaus on suositeltavaa tehdä jatkuvatoimisena 1-2 viikon mittausjaksona, jolloin mittauksen perusteella voidaan löytää helpommin syyt ylipainetilanteille. Mittausjaksolla voidaan tehdä myös sisä- ja ulkoilman T/RH-mittaus.
 - o Mikäli ilmanvaihdon säädössä todetaan poikkeamia, on selvitetävä
 - mitä ongelmia säätämisessä on ollut
 - onko ilmanvaihdon suodattimien vaihto suoritettu ajallaan
- Ikkunan oikean käytön varmistaminen. Selvitetään, onko kaikki lukitukset olleet suljettuna.
- Tarkastetaan sisäpuiteen ja karmin välinen tiiveys/tiivisteet sekä ulkopuiteen ja karmin välinen tiiveys/tiivisteet sekä tuuletuksen toteutuminen puittevälistä ulkoilmaan.

3.2 Ikkunan sisäpinnan kondenssi

Käytännössä huurtumisen aiheuttaa sisäilman poikkeavan suuri kosteus ja/tai ikkunan pinnan poikkeavan kylmät lämpötilat. Pakkasjaksolla asuinhuoneistossa >50 %RH voidaan jo pitää tavanomaisesta poikkeavana.

Selvitettävä vähintään seuraavat tekijät:

- Missä olosuhteissa huurtuminen on havaittu (sisä- ja ulkoilman kosteus ja lämpötila)?
- Onko huurtuneen ikkunan edessä ollut esteitä, jotka estävät ilman vapaan kierron ikkunan pinnassa (esim. verhot, huonekaluja tai ikkunapenkki)?
- Onko ilmanvaihto toiminut normaalisti (esim. ilmanvaihdon toiminta kovalla pakkasella ja käyntiajat)?

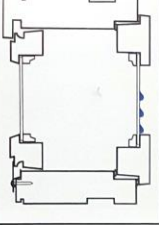
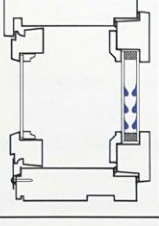
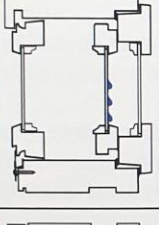
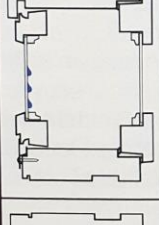
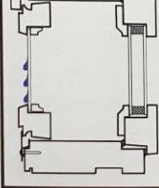
Aiheeseen liittyvää kirjallisuutta mm:

- *RIL155-2014 Lämmön- ja kosteudeneristys*
- *RT 103241 Puu- ja puualumiini-ikkunat –ohjekortti 2020*

Liite 1: Kosteuden tiivistymisen syy eri tapauksissa, 1 s.



Taulukko 1. Kosteuden tiivistymisen syy eri tapauksissa. (RIL155-2014, taulukko 3.3)

Tiivistymis-kohta	Kosteuden tiivistymisen syy
	Kosteutta sisäpinnassa <ul style="list-style-type: none">• ikkunan lämmöneristävyys on huono• sisällä on poikkeuksellisen kosteaa• huonetilojen ilmanvaihto ei toimi kunnolla• ulkona on kova pakkanen• sisäpuutteen tiivisteet vuotavat kylmää ilmaa ikkunan läpi ulkoa sisälle• ilmankierto ikkunan sisäpinnalla on huonoa esimerkiksi ikkunalaudan, ikkunapielen tai sisäpinnalla olevien verhojen tai kaihtimien vuoksi• ikkunan alapuolella ei ole lämpöpatteria
	Kosteutta eristyslasin sisällä <ul style="list-style-type: none">• eristyslasin reunakittaus on vaurioitunut• asennusvirhe; eristyslasi on kannatettu vain toisesta lasista• valmistusmateriaalivirhe; eristyslasien kokoonpanossa käytettyjen massojen tartunta tai kovettuminen on puutteellista• eristyslasin valmistusvirhe; eristyslasin kokoonpanossa käytetyt massat eivät tartu kunnolla esimerkiksi likaisten pintojen vuoksi
	Kosteutta keskipuitteen lasissa <ul style="list-style-type: none">• sisäpuutteen lasin kittaus tai puitteen nurkkaliitokset vuotavat ilmaa• vettä valuu seinän sisäpintaa pitkin tai seinän sisällä sisäpuutteen tai karmin päälle
	Kosteutta ulkolasin sisäpinnassa <ul style="list-style-type: none">• sisäpuutteen tiiviste vuotaa ilmaa, huonetila yläpainainen• ulkopuite on tiivistetty liian hyvin• vettä valuu seinän sisällä karmin yläosan päälle• ulkopuitteen lasituskittaus vuotaa sadevettä ulkolasin sisäpuolelle• sadevesi tai lumi pääsee tunkeutumaan karmin ja puitteen väliseen tilaan• ikkunan ulkopuolella olevalle vesipellille on kinostunut lunta, mikä haittaa puitteiden välisen tilan tuulettumista• rakoja sisäpuutteen tai karmin liitoksissa
	Kosteutta ulkolasin ulkopinnassa (seurausta hyvästä lämmöneristyksestä) <ul style="list-style-type: none">• ikkunan lämmöneristävyys on hyvä• ulkona on yöllä kosteaa, tyynyä, pilvetöntä ja suhteellisen lämmintä• ulkoilman lämpötila kohoaa nopeasti yön jälkeen ja ulkona on tyynyä ja kosteaa <p>HUOMAA, että kosteuden tiivistyminen ikkunan ulkopintaan ei ole vika, joka vaatii korjaamista, vaan osoitus ikkunan hyvästä lämmöneristävyydestä ja poikkeuksellisista olosuhteista. Ikkuna kestää tiivistymisen ulkopintaan samalla tavalla kuin sateenkin.</p>