

# Eristyslasin rikkoutuminen paine-eron vaikutuksesta

Rakennuslaskonsulttina olen urani aikana joutunut selvittämään lukuisia tapauksia, joissa lasi on rikkoutunut ”aivan itsestään”. Lämpöeristyslasin rikkoutumista NIS (nikkeli-sulfidi) -kiteen faasimuutoksen seurauksena ja tämän rikkoutumisriskin rajaaminen Heat Soak -prosessin avulla on alalla jo verrattain hyvin tunnettu. Sen sijaan lämpötila- ja painevaihteluiden aiheuttamat riskit eristyslasien rikkoutumiselle ovat olleet harvoin esillä. Paavo Hassinen käsittelee aihetta teoreettisemmin artikkelin jäljimmäisessä osassa.

## TEKSTI: TAHVO SUTELA, LASIFAKTA OY

Tässä tarkastellaan eristyslasin rikkoutumisen todennäköisyyttä ulkoisen ja sisäisen paine-eron vaikutuksesta. Eristyslasia muodostaa suljetun kaasutilavuuden. Kaasun määrä lukitaan valmistuslinjalla, tyypillisesti automaattisen kaasuntäyttöyksikön parametroinnin, välittävän ilmanpaineen ja ympäristölämpötilan seurauksena. Ympäristön vallitsevaan ilmanpaineeseen vaikuttavana tekijänä pitää ottaa huomioon myös valmistuslinjan korkeusasema merpinnasta.

Toinen paine-eroa määräävä tekijä on tietenkin asennuspaikan lämpötila, barometrin paine ja korkeusasema. Epäedullinen tilanne syntyy etenkin tavella, kun

- A
- ympäristölämpötila on matala, pakkasyö, alhainen huonelämpötila
- barometrin paine on korkea, korkeapaine
- asennuspaikka sijaitsee matalalla

ja kun eristyslasia on suljettu

- korkeassa lämpötilassa
- matalassa barometrisessa paineessa
- maantieteellisesti korkealla

Lasirikkoihin harvemmin johtava tilanne oloissamme syntyy päinvastaisissa oloissa, mutta eristyslasien sulkijamassat joutuvat koville kessälkaan, eli kun

- B
- ympäristölämpötila on korkea, helle, voimakas auringonpaiste
- barometrin paine on matala, matalapaine
- sijainti maantieteellisesti korkealla

ja kun eristyslasia on suljettu

- matalassa lämpötilassa
- korkeapaineessa
- maantieteellisesti matalalla

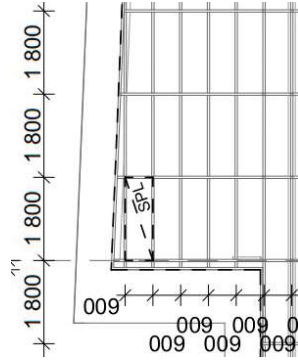
Tarkastellaan lähemmin tapausta A ja eristyslasia, jonka mittasuhteet ovat suuret, etenkin kun toisen sivun pituus (1 m ... 2 m ... 4 m ...) on

myös absoluuttisesti huomattavasti pienemmän sivun mittaa (200 mm ... 300 mm ... 500 mm ...) suurempi. Varhaisempiin aikoihin verrattuna energiatehokkuuden merkitys on nykyisin korostunut, tavoitellaan alhaisia U-arvoja (lämmönläpäisykerroin). Nykyisin 3k-eristyslasissa on tyypillisesti kaksi low-e pinnoitettua energiansäätös- (selektiivi-) lasia ja lasivälit on opintoitu juuri U-arvon kannalta, 16 mm – 18 mm. Saman tyyppinen tilanne syntyy avattavassa 2+2 ikkunassa.

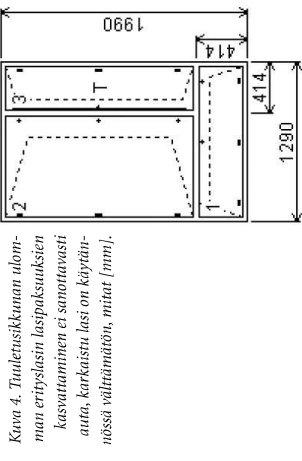
Oleellista on eristyslasin muodostama suuri tilavuus suhteessa pienemmän mitan jänneväliin. Tilavuuteen vaikuttaa tässä siis dominoivasti suurempi sivunmitta ja reilut lasivälit. Tämä kombinaatio lähestyy isokoorisia prosessia, eli paine-ero ei pysty taivuttamaan lasia riittävästi tilavuuden muuttamiseksi johtuen eristyslasin pienemmän mitan aiheuttamasta jäykkyydestä, vaan paine-ero johtaa jännitysten kasvuun lasissa.

### Tapaus 1.

Sain tehtäväkseni varmistaa erään Pohjois-Suomen rakennettavan julkisen rakennuksen metalli-lasijulkisivuun suunniteltujen eristyslasien soveltuvuuden. Ehdotettujen eristyslasien koko oli 1800 mm x 600 mm, ks. kuva 1 ja rakenne 3k, 6Sc-16Ar-4e-24Ar-12.8. Eritittäin laajan avoimen ympäristön tuulenpaineen ominaisarvoa ei vielä ehditty antaa, kun jo jouduin toteamaan ehdotetun rakenteen rikkoutumisriskin olevan ilmeisen kuormittamattomanakin, ks. kuva 2.



Kuva 1. Osa suunniteltua julkisivua



Kuva 4. Tuuletusikkunan ulomman erityislasin lasipaksuuksien kasvataminen ei sanottavasti autta, karkaistua lasia on käytännössä välttämätöntä, mitat [mm].

### Tapaus 2.

Ikkunavalmistajalta saadun roimeksinnon mukaisesti tarkastelin Kuvan 4. kaltaisia ikkunalasituksia.

Kysessä oli 2+2 tyyppinen erittäin energiatehokas ikkunarakenne. Vaa-kajoin ilmeinen tehtävä oli rajata turvalasin tarve matalaan alosaan, samoin tuuletusikkunan leveys oli käytettävyyden kannalta perusteltu.

Rakenteen erittäin hyvistä lämmönriityvyydestä johtuen uloimpien erityislasin kaasun lämpötila laskee pakkasoina erittäin alhaiseksi, seurauksena liialliset paine-erojen kasvun ilmeinen riski.

Kohde sijaitsee Etelä-Suomessa, joten oletettu ympäristölämpötila on muuttaman asteen korkeampi kuin Tapauksessa 1. Mitoitettava tuulikuorma oli rannikkoalueelle tavanomainen.

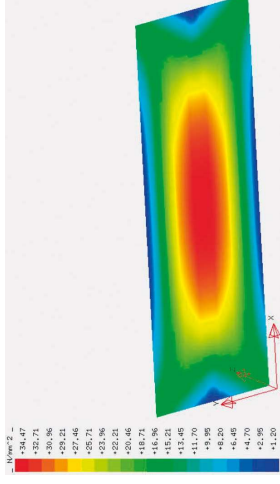
### Rikkoutumiskuvio

Kuvassa 5 nähdään sinänsä aivan tavanomaisen asuinhuoneen ikkunan eristyslasia ja sen tyypillinen rikkoutumiskuvio lapaüksen A seurauksena.

”Ovat ne kapeat lasit aiemminkin kestäneet”. Niinpä, mutta pinnoiteltujen energiansäätölasiäsen käyttöä on lisätty ja lasiväljeä on kasvatettu. Voitaainko harkita kapeiden tuuletusikkunoiden korvaamista valoa läpäisemättömillä ja samalla levymäisiä metallipinoja sisältämättömillä, radioaajuuksia helposti läpäisevillä rakenteilla. Tästä kiittäisivät myös langattoman televiestinnän käyttäjät.

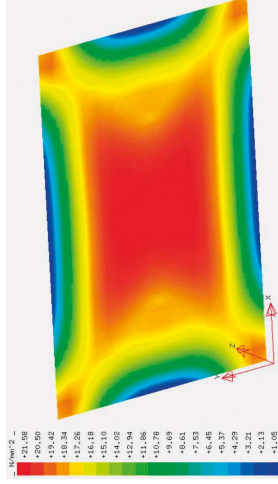
Energiatehokkuusvaatimusten tiukennuttua on liialliset paine-erojen syntymisen riskit otettava joko tapauksessa vakavasti huomioon. Yksinkertaiset mitoitusohjelmat eivät tyypillisesti mahdollista oikeoppista parametrointia, eivätkä sienen voi paljastaa artikkelissa kuvattuja riskejä. Rakennemallien sekä käytettyjen mitoitusmenetelmien reunaehdot ja toiminta on syytä ymmärtää ja osata.

Kuva 5. Rikkoutumiskuvio muistuttaa muodoltaan timmalista, varma merkki.



Kuva 2. Jännitys uloimman lasin keskialueella on noin 34.5 MPa, eli se jo kuormittamattomana roinaasti ylittää float-lasille yleisesti rajana pidettyä hetkellisen kuorman mitoitustilajuiden 25 MPa.

Mikälä uloin lasi olisi karkaisttu turvalasi, voisi tuulenpaineen ominaisarvo olla yltä 2 kN/m<sup>2</sup>, mutta tämä ratkaisu ei mahtunut kustannusarvioon. Suoraviivaisena ratkaisuna esitin korkeusmitan kasvatamista kaksinkertaiseksi, jolloin hyväksyttävä tuulenpaineen ominaisarvo olisi karkaistumattomana samainen runsas 2 kN/m<sup>2</sup>, ks. Kuva 3.



Kuva 3. Marttorojatilla (3.0 kN/m<sup>2</sup>), tuulenpaineita voisi vielä kasvatata, mutta käyttörajatilan taipumarajana yleisesti pidetty L/100 (L = pienempi mitta) tulee vastaan.

Arkkitehtuuri esti tämän vaihtoehdon. En seurannut projektia pidemmälle. Ilmeinen päätös perustui urakoitsijan esittämään yksinkertaise-tulla menetelmällä suurutettavaan ja kustannusarvotetaan hyväksyttävänä pidettyyn ratkaisuun, vastuun jaudessa ... no johonkinhan niitä varmuuskertoimiakin tarvitaan!