

40 metrin levyinen ja 35 metrin korkuinen lasijulkisivu on kannatettu esijännitetyillä vaijereilla. Market Hall, Rotterdam. Rakennesuunnittelu Mick Eekhout, Octatube.

Laseja voidaan liimata lasipalkkiin tai -pilariin

TEKSTI: SAMPSA HEILÄ

Lasiraken

Lasialan trendejä ovat esimerkiksi kehyksettömät sekä entistä korkeammat ja suuremmat lasirakenteet, joiden avulla päivänvaloa saadaan syvemmälle rakennukseen. Lasin pinnoitus- ja taivutusteknologiat ovat kehittyneet hyvin monipuolisiksi ja lasia käytetään entistä enemmän myös rakenteellisena kantavana materiaalina.

ntaminen

tarjoaa uusia
mahdollisuuksia



Läpinäkyvät sisärakenteet mahdollistavat päivänvalon tuonnin syvemmälle rakennukseen. National Bank of Denmark. Arkkitehti Stig Mikkelsen.



Lasirakenteet tuovat arkkitehtuuriin keveyttä ja läpinäkyvyyttä. Onassis Cultural Center, New York. Rakennesuunnittelu O'Callaghan Structural Engineering.



Jorma Vitkala Glaston Finland Oy:stä järjesti vuonna 1992 Suomessa ensimmäisen kerran lasialan maailmanlaajuisen konferenssin, ja Glass Performance Days (GPD) on kasvanut 30 hengen tapaamisesta enimmillään vuonna 2007 noin 1200 osallistujan konferenssiksi. Alle kaksi prosenttia Suomessa järjestetyistä konferensseista on näin suuria. Viime vuonna Tampereen GPD:ssä oli noin 660 osallistujaa. Tampereella ja Helsingissä oli lisäksi yksipäiväisessä tapahtumassa 160 osallistujaa ja tilaisuuksissa oli yhteensä yli 180 esitystä.

GPD-konferensseja on järjestetty 25 vuoden aikana 15 kertaa Suomessa ja alueellisia konferensseja 20 kertaa muissa maissa, muun muassa Kiinassa. Nykyisin Kiinassa on jo puolet koko maailman yhteensä noin 500:sta lasin valmistuslinjasta ja yli 7000 lasiin liittyvää patenttia.

GPD:n järjestelytoimikunnan puheenjohtajana toimivan Jorma Vitkalan mukaan konferenssin tarkoituksena on koota ja jakaa tietoa koko arvoketjulle lasin valmistuksesta ja suunnittelusta lopputuotteen asennukseen ja käyttöön asti.

”Osallistujia on ollut tavallisesti 50–60 maasta edustaen koko arvoketjua, eli lasiteollisuuden ja lasirakennetoimittajien lisäksi muun muassa arkkitehteja ja rakennesuunnittelijoita sekä urakoitsijoita. Esimerkiksi Skanskalta on ollut usein Englannista osallistuja, ja A-Insinööreiltä **Olli Saarinen** ja lasialan konsultti **Tahvo Sutela** ovat olleet monesti mukana”, Vitkala sanoo.

Vitkalan mukaan Suomessa tunnetaan yllättävän huonosti lasirakentamisen mahdollisuuksia.

”Suomessa puuttuu koulutusta lasialalle. Insinööreille ja arkkitehteille on vain satunnaisia luentoja. Tampereelle perustettu Glass Innovation Institute pyrkii kokoamaan tietotaitoa yhteen paikkaan ja siirtämään sitä enemmän niille, jotka tietoa tarvitsevat. Tieto on ainoa pääoma, joka kasvaa kun sitä jaetaan, ja siksi ihmisten osaamisen ja eri liiketoimintojen yhdistäminen on tärkeää lasirakentamisen kehittämisessä ja sen mahdollisuuksien hyödyntämisessä”, Vitkala sanoo.

Lasin jatkojalostuskoneiden valmistuksessa ja lasin laadun tarkkailuun Suomessa on kyllä Vitkalan mukaan huippuosaaamista esimerkiksi Glastonilla, Sparklikella ja Beneqillä. Myös lasin prosessoinnissa, kuten ajoneuvolasitusten ja arkkitehtuurilasien valmistuksessa, muun muassa NSG, Finnglass, Rakla ja Tambest Glass Solutions ovat kärkeä, joiden pitkälle jalostettuja tuotteita viedään ympäri maailmaa.

Lasin käyttö yleistyy myös sisätiloissa. De Glazen Muziekzaal historiallisessa Beurs van Berlage -rakennuksessa Amsterdamissa. Rakennesuunnittelu Mick Eekhout, Octatube.

Kaarevat GRP-julkisivuelementit sekä kuuma-
taivutetut laminoidut ja digiprintatut lasipa-
neelit kaksoisjulkisivussa. Fletcher A2 Hotel,
Amsterdam. Benthem Crouwel Architects.
Rakennesuunnittelu Mick Eekhout, Octatube.

Lasiosaamista tarvitaan enemmän Suomessa

”Lasin valinta tapahtuu liian usein hinnan eikä lasin ominaisuuksien, toimitusvarmuuden ja laadun perusteella. Esimerkiksi yli puolet maailman korkeista rakennuksista suunnitella SOMilla eli Skidmore, Owings and Merrillillä on omat lasikonsultit. Samalla kun lasin käyttö yleisesti rakentamisessa ja korkea rakentaminen Suomessakin kasvavat, erikoisosaamisen tarve tulee meilläkin kasvamaan ja tarvitsemme uusia lasirakentamisen osaajia”, Vitkala sanoo.

Vuonna 2016 tasolasin markkinat olivat maailmanlaajuisesti noin 90 miljardia dollaria ja 9,2 miljardia m². Kiinan valtava rakennusbuumi on nostanut Kiinan osuuden tasolasin maailmanmarkkinoista jo 51 prosenttiin.

Tasolasin kokonaistuotanto oli vuonna 2016 noin 73 miljoonaa tonnia. Kokonaistuotannosta noin 80 % menee rakennuksiin, ja tästä puolet uudis- ja puolet korjausrakentamiseen. Sisustukseen käytetään 20 prosenttia.

Kokonaismäärästä hieman alle 30 % pinnoitetaan.

”Pinnoitteiden kehitys on ollut huimaa ja niiden avulla on saavutettu merkittäviä parannuksia energiatehokkuuteen ja -tasapainoon rakennuksissa.”

Lasin pinnoiteteknologia on kehittynyt voimakkaasti vuodesta 1995 lähtien sen jälkeen kun Saksassa energiamääräykset kiristyivät niin paljon, että pinnoitettuja laseja alettiin käyttää estämään lämmön karkaamista heijastamalla lämpösäteilyä takaisin sisätiloihin. Nykyisin myös ylälämpenemistä voidaan tehokkaasti estää pinnoitteilla, jotka vähentävät auringon lämpösäteilyn pääsyä rakennuksen sisälle. Uusimpana tulokkaana ovat lasirakenteet, joiden ominaisuuksia, kuten lasin läpi menevän energian määrää, voidaan säätää.

Lasipalkki voi korvata teräksen

Nykyisin lasipinnat voivat olla entistä suurempia, koska ikkunoiden lämmöneristävyys on parantunut ja tarvittaessa voidaan käyttää myös lämmitettäviä lasielementtejä. Lämmitettäviä laseja käytettäessä ikkunan vieressä ei enää tarvita lämpöpatteria tai puhaltimia kompensoimaan lasin läheisyydessä esiintyvää kylmän hohkaa tai kylmän ilmavirran aiheuttamaa vedon tunnetta. Näin voidaan myös säästää rakennus-

52 metrin korkuinen karkaistusta laminoidusta lasista toteutettu lasijulkisivu on ripustettu katosta ja tuulivoimat otetaan vaakasuuntaisilla ansas-tyyppisillä ristikkorakenteilla.
OZ Building, Tel Aviv. Arkkitehti Avraham Yaski.
Rakennesuunnittelu Mick Eekhout, Octatube.



Mick Eekhout / Octatube



Jenni Heikkilä

Mikkelin asuntomessuilla vuonna 2017 esiteltiin arkkitehti Seppo Mäntylän suunnittelema Honkatalojen Wave, jossa hirsirakenteeseen yhdistyvät laajat lasipinnat ja teräsrakenteet.



Mick Eekhout / Octatube



Läpinäkyvyys on yksi arkkitehtuurin suurimmista trendeistä, ja siksi lasia käytetään nykyisin entistä enemmän myös rakenteellisenä materiaalina. Lasi yhdistää ympäristön ja ihmiset; toisaalta se erottaa ja suojaa. Salt Lake City, Utah. Arkkitehti Lisa Follman, SOM.

kustannuksia pienentämällä lattia-alaa ja parantaa rakennuksen toiminnallisuutta.

”Lattiaan asti yltävien suurien lasipintojen käyttö on lisääntynyt, koska rakennuksiin halutaan enemmän luonnonvaloa myös syvemmällä oleviin tiloihin sen työtehoa ja viihtyvyyttä lisäävän vaikutuksen takia.”

Lasien korkeuden kasvu on lisännyt turvalasien käyttöä. Turvallisuuden kasvanut merkitys näkyy myös määräysten kiristymisenä.

Läpinäkyvyys on yksi arkkitehtuurin selkeä trendi, ja siksi lasia käytetään nykyisin entistä enemmän myös rakenteellisenä materiaalina.

”Lasista voidaan tehdä esimerkiksi palkkeja teräspalkkien sijaan kun lasia kiinnitetään toisiinsa riittävä määrä. Lasiseinissä metallisten tukirakenteiden korvaaminen lasipalkkeilla lisää läpinäkyvyyttä ja tuo arkkitehtuuriin uusia mahdollisuuksia. Rakentamisessa hyödynnetään entistä kokonaisvaltaisempia lasirakentamisen ratkaisuja niin että lasirakenteilla otetaan myös tuuli- ja lumikuormia sekä staattisia ja dynaamisia kuormituksia. Kattorakenteissa lasipalkkeihin laminoidaan vajeria lisälujuuden saamiseksi.”

Jorma Vitkalan mukaan rakenteellisen lasin uranuurtaja **Tim Macfarlane** on tehnyt paljon kehitystyötä ja levittänyt tietoa rakenteellisen lasin mahdollisuuksista. Esimerkiksi Applen myymälöitä on toteutettu pelkästään suurista lasista yhdistämällä ja niissä lasia on käytetty myös sisustuksessa aina portaita myöten.

”Suurin lasikoko joka on nykyisin helposti saatavilla on 3 m x 6 m. Suurin koko jota pystytään valmistamaan on 3,3 m x 20 m, mutta niitä valmistaa vain kaksi tehdasta. Applen pääkonttorissa ja myymälöissä on käytetty kaikkein suurimpia lasikokoja ja viimeisintä lasiteknologiaa kuten digiprinttausta. Hie-man helpommin saatavilla ja kuljetettavissa oleva lasikoko on 3,2 m x 10 m. Näinkin suurten lasien valmistajia on vähän ja valmistus- ja kuljetuskustannukset ovat korkeita.”

Läpinäkyvyyttä lisää rautavapaa lasi

Lasista voidaan toteuttaa vaativia kantavia rakenteita helposti 40–70 mm:n paksuisina niin että läpinäkyvyys säilyy. Sävyjä on saatavissa erittäin paljon. Myös auringonsuoja- ja muut



Eckersley O'Callaghan



Stig Mikkelsen

Rambollin pääkonttorissa Kööpenhaminassa kaksoislasijulkisivuilla on saavutettu hyvä energiatehokkuus ja ääneneristävyys. Arkkitehti Stig Mikkelsen.



Eckersley O'Callaghan

Foster & Partnersin suunnittelema Applen Michigan Avenuen myymälä Chicagossa on ilmapuudessaan vaikuttava, ulko- ja sisätilan rajat häivyttävä rakennus noin kymmenen metrin korkuisine lasijulkisivuineen. Kaarevan katon muoto on tuttu yhtiön kannettavista tietokoneista. Oikealla sisäänkäynti Applen myymälään Kuningassa Kiinassa. Alas myymälään johtavat lasiset kierreportaat.

pinnoitteet muuttavat hieman lasin väriä ja erilaisia väriyhdistelmiä on käytännössä lähes rajattomasti.

”Läpinäkyvyyttä voidaan lisätä rautavapaan lasin käytöllä, joka on hyvin kirkas eikä siinä ole lasin tyypillistä vihertävää väriä.”

Auringonsuojaksi paras ratkaisu on Vitkalan mukaan pinnoite. Pinnoitteiden lisäksi voidaan käyttää esimerkiksi kaihtimia, markiiseja tai muita mekaanisia suojauksia.

Eristyslasin sisällä voidaan käyttää alumiinista tai ruostumattomasta teräksestä tehtyjä haluttuun kulmaan toteutettuja ratkaisuja, jotka samaan aikaan varjostavat ja heijastavat valon katon kautta syvemmälle rakennukseen. Sopiva kulma valitaan ilmansuunnan sekä halutun ulos ja sisään suuntautuvan heijastuvan valon ja lämmön mukaan.

Lämmöneristävyyden parantamiseksi eristyslasi-ikkunoiden välissä käytetään yleensä argonkaasua. Lämmöneristävyyteen vaikuttavan kaasun määrä voidaan tutkia Suomessa Sparkliken kehittämällä mittalaitteella valmistusvaiheessa laadunvalvonnassa tai valmiissa rakennuksissa.

Lasien lämmöneristävyyden paraneminen on lisännyt tarvetta myös ulkopuolisen huurtumisen estoon. Lasin lämpö-

tila ulkopuolella voi kuitenkin pudota alemmaksi kuin kastepiste, ja huurtumaton lasi voidaan toteuttaa esimerkiksi pinnoitteella, joka vähentää säteilyn aiheuttamaa jäähtymistä yöaikaan niin ettei lasin ulkopintaan tule kondenssia.

”Jos sisäpuolella on kondenssivaara, käytetään sähkölämmitteisiä lasia jotka poistavat myös vedon tunteen ja kylmän hohkan. Lasin lämmitysteho on tyypillisesti 20–40 W/m².”

Lasin taivutus on yleistynyt

Matkapuhelimen heikosta signaalista sisätiloissa syytetään usein ikkunoita ja niissä käytettäviä pinnoitteita. Lammin Ikkuna ja Finnglass ovat kehittäneet uusia ratkaisuja, joissa signaalin läpäisevyyttä on parannettu jopa monisatakertaiseksi ilman lämmöneristävyyden heikkenemistä.

”Lasin taivutus on yleistynyt ja sylinterimäisesti taivutettuja karkaistuja lasia kyetään valmistamaan nykyisin hyvin kustannustehokkaasti. Toinen uudehko menetelmä on kylmätaivutusmenetelmä, jota on käytetty hyvällä menestyksellä jo yli kymmenen vuotta. Tässä menetelmässä karkais-



Kuvat Eckersley O'Callaghan



Lasiliukumäki Glasstecin messuilla vuonna 2016. Suunnittelija Eckersley O'Callaghan.

tu suora eristyslaselementti painetaan suoraan rakennuksen muotoon. Esimerkiksi kolmen metrin korkuista lasia voi helposti taivuttaa 50–70 mm niin että rakenteelliset ominaisuudet säilyvät. Tästä tulee kuitenkin aina olla yhteydessä eristyslasin valmistajaan ja varmistaa asia.”

Kylmätaivutetusta lasista on hyviä kokemuksia muun muassa Dubain vaativista pilvenpiirtäjistä.

”Laminointiprosessissa tapahtuva taivutus on uusinta uutta. Sillä saadaan pieniä kaarevuuksia, mutta prosessi vaatii korkeaa osaamista. Kahteen suuntaan taivutetut lasit tehdään yleensä lämpötaivutuksella.”

Lappeenrannan teknisen yliopiston laajennusosassa käytettiin ensimmäistä kertaa 3k-lasituksessa pistekiinnitysjärjestelmää. Lasiasiantuntija **Risto Lentonen** teki siinä uraa uurtavaa työtä. Samaa teknologiaa käytettiin myös Musiikkitalon lasijulkisivussa, joka edusti valmistuessaan paitsi Suo-

messa myös koko maailmassa uusinta teknologiaa.

Liimakiinnityksellä yhtenäinen lasipinta

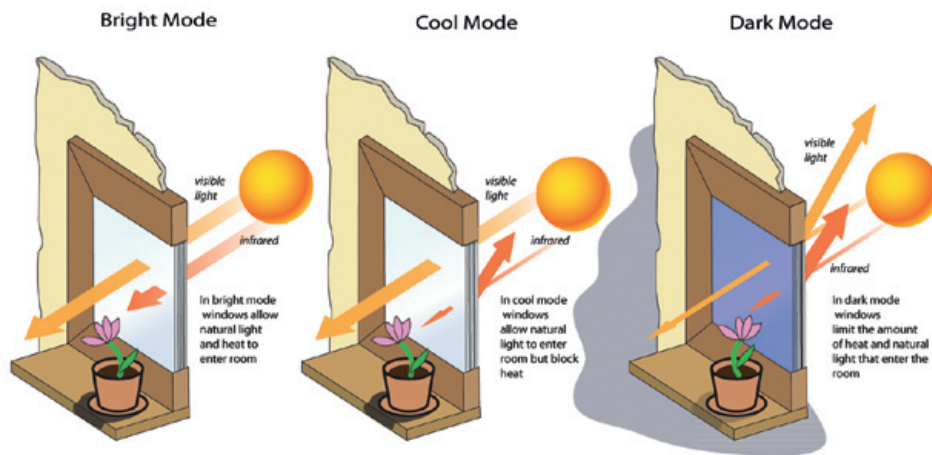
Nykyisin kiinnitys voidaan toteuttaa myös poraamatta lasiin reikää – kiinnitys tapahtuu liimaamalla metalli kiinni lasiin. Tällöin ulkopuolelle saadaan yhtenäinen pinta ilman kylmäsiltoja.

Lasin liimausteknologia on kehittynyt nopeasti ja liimaaminen rakennuksen runkoon on kiinnitystapana yleistynyt. Liimaukseen on tänä päivänä saatavilla myös täysin kristallinkirkasta ja läpinäkyvää silikonია.

Erikoislaseja valmistetaan nykyisin hyvin erilaisiin käyttötarkoituksiin, kuten palon- ja räjähdyksenkestäviin lasituksiin tai murtosuoja lasituksiin.

Sovelluksia jo käytössä maailmalla

Energiataloutta ja mediafasadeja säädettävillä älylaseilla



Heliotrope Yhdysvalloissa kehittää uutta älylasiteknologiaa yhteistyössä Glaston Finland Oy:n ja muiden yhteistyökumppaneiden kanssa.

Lähitulevaisuudessa etenkin liikerakennuksissa yleistyvät älylasit, joiden ominaisuuksia voidaan säätää, sekä lasihin integroidut näytöt ja aurinkopaneelit.

"Erilaiset älylasiratkaisut yleistyvät lähitulevaisuudessa voimakkaasti. Jo nyt on olemassa lasiratkaisuja, joiden ominaisuuksia kuten aurinkoenergian läpäisevyyttä ja tummuutta voidaan säätää sähköisesti. Säädettävät älylasiratkaisut ovat vielä kalliita, mutta tulossa on uusia teknologioita jotka laskevat niiden hintaa ja lisäävät käyttöä", maailman suurimman lasialan seminaarin Glass Performance Days GPD:n järjestelytoimikunnan puheenjohtaja Jorma Vitkala Glaston Finland Oy:stä sanoo.

Vitkalan mukaan uuden älylasiteknologian arvioidaan muuttavan lasialaa seuraavien 5–10 vuoden aikana enemmän kuin viimeksi kuluneiden 25 vuoden aikana on nähty. Nykyisin älylasit maksavat vielä 600–1000 euroa neliometriä kohti, mutta kuten esimerkiksi aurinkopaneeleissa on käynyt, hinnat tulevat alenemaan voimakkaasti kilpailun, massasovellusten ja uusien pinnoitusratkaisujen kautta.

"Älylasi-ikkunoita voidaan hyödyntää esimerkiksi energiatalouden optimoinnissa. Lasi voi absorboida auringonsäteilyä ylimääräisen energian. Lasi voi toimia kuin kameran suodatin ja sen tummuusastetta voidaan muuttaa", Vitkala sanoo.

Ulommaisena lasin lämpötila voi nousta helposti 70–80 asteeseen, ja siksi on tärkeää, että lämpötilan vaihtelut on huomioitu rakenteissa sekä valitun lasin ja mahdollisen turvalasin kestävydessä.

"Lasin ominaisuuksien säätäminen sähköisesti eli elektrokromaattiset lasiratkaisut kehittyvät tällä hetkellä nopeasti. Myös tietokoneella ohjattavat suuret diginäytöt ovat tulossa osaksi lasijulkisivuja. Niillä saadaan tv-tasoinen kuva rakennuksen vaippaan laminoimalla ledejä lasin tai eristyslaselementin sisälle. Ledien etäisyys voidaan valita katseluetäisyyden mu-

kaan. Tällaiset mediafasadit tulevat muuttamaan mainostamista ja myös muuta viestintää ihmisten välillä. Ratkaisuja on jo toteutettu esimerkiksi Saksassa ja Hong Kongissa."

Julkisivusta suuri näyttö

Mediafasadien avulla julkisivusta tulee suuri näyttö, jolle voidaan heijastaa erilaisia värejä, kuvioita, videoita ja viestejä. Tätä kautta rakennukselle voidaan antaa yksilöllinen ilme ja erottuva imago.

"Päiväsaikaan julkisivu toimii tavallisena ikkunaseinänä mutta muina aikoina sen voi valjastaa erilaisiin näyttötarkoituksiin. Mediafasadit tuovat myös viestinnällisen ansaintakeinon rakennukselle."

Ledejä voidaan käyttää lasissa monipuolisesti myös valaistukseen. Suuria ja pehmeästi valaistuja pintoja voidaan toteuttaa laittamalla valo kulkemaan esimerkiksi maitolasia pitkin, jolloin yksittäiset alueet eivät erotu kirkkaampina kuten perinteisessä valaistuksessa. Valo hohkaa myös pehmeämmin.

"Nykyinen teknologia mahdollistaa myös ikkunaraken-teen toimimisen energian tuottajana. Uusin tulokas on läpinäkyvällä pinnoitteella tehty aurinkopaneeli, joka muuttaa auringon ultraviolett- ja infrapunasäteilyn sähköenergiaksi ja päästää näkyvän valon läpi. Myös erilaisia lämmön kerääviä läpinäkyviä lämmön kerääviä ikkunaratkaisuja on kehitteillä", Jorma Vitkala sanoo.

"Älylasit tulevat hintojen laskusta huolimatta säilymään vielä pitkään kaupallisten rakennusten ratkaisuna eikä niiden käyttöä ole odotettavissa esimerkiksi asuinrakennuksissa lähitulevaisuudessa."