



*Teksti:
Jukka Labdensivu,
erikoistutkija, Tam-
pereen teknillinen
yliopisto, Rakennus-
tekniikan laitos*

Betonijulkisivujen vaurioituminen

Betonielementtijulkisivut ovat olleet yleisin julkisivurakenne suomalaisissa asuin- ja liikerakennuksissa 1960-luvun lopulta lähtien aina 2000-luvulle saakka. Elementtirakentamisen suurimmat volyymit ajoittuvat 1960-luvun lopusta 1980-luvun alkuun. Tyypillisin julkisivuelementti on ollut ns. sandwich-elementti. Se koostuu betonisesta ulkokuoresta, jonka suunnittelupaksuus on ollut aikakaudesta riippuen 40 - 85 mm, lämmöneristekerroksesta, joka on tyypillisesti ollut mineraalivillaa, sekä sisäkuoresta, jonka suunnittelupaksuus on ollut joko 70 mm (ei-kantava) tai 150 mm (kantava). Betonin lujuus on elementtirakentamisen alkuvuosina ollut melko alhainen, luokkaa K20.

Tässä artikkelissa tarkastellaan suomalaisten betonijulkisivujen vaurioitumiseen ja korjaustarpeeseen johtaneita keskeisiä tekijöitä Betonijulkisivujen ja -parvekkeiden korjausstrategiat -tutkimuksessa kerättyjen kuntotutkimusraporttien perusteella.

Betonin pakkasrapautuminen

Pakkasrapautuminen aiheutuu betonin huokosverkostossa olevan veden jääymislaajenemisen aiheuttamasta hydraulisesta paineesta. Huokosverkostoon pääsee vettä esimerkiksi viistosateen ja sulavan lumen vaikutuksesta. Talvikautena rakenteen kuivuminen on hidasta alhaisesta lämpötilasta, korkeasta ilman suhteellisesta kosteudesta ja vähäisestä aurinko- säteilyä johtuen.

BeKo-tietokannan mukaan silmämääräisesti havaittavia rapautumavaurioita on kuntotutkimushetkellä esiintynyt yli 40 prosentissa tutkituista 811 rakennuksessa. Pääosin rapautumavauriot ovat paikallisia, noin 35 prosenttia, laaja-alaisia pitkälle edennyttä rapautumaa esiintyy alle 10 prosentissa tutkituista julkisivuista. Vajaassa 60 prosentissa tutkituista jul-

kisivuista ei kuntotutkimushetkellä ole esiintynyt ollenkaan silmämääräisesti havaittavia rapautumavaurioita.

Betonin pakkaskestävyys poikkeaa eri julkisivun pintatyypeillä toisistaan huomattavasti. Huonoin pakkaskestävyys todettiin olevan pesubetonin, klinkkerilaatta- ja maalamattomalla muottipintaisella julkisivulla. Näissä julkisivun pintatyypeissä noin 50 prosentissa suojahuokossuhde p_r on alle 0,10, eli niissä ei ole rakenteen pakkaskestävyyden kannalta toimivaa suojahuokostusta ollenkaan. Tyypillisintä pakkasrapautuminen on pesubetonijulkisivuissa. Pesubetonin pinnassa ei ole sadeveden imeytymistä hidastavia kerrok-

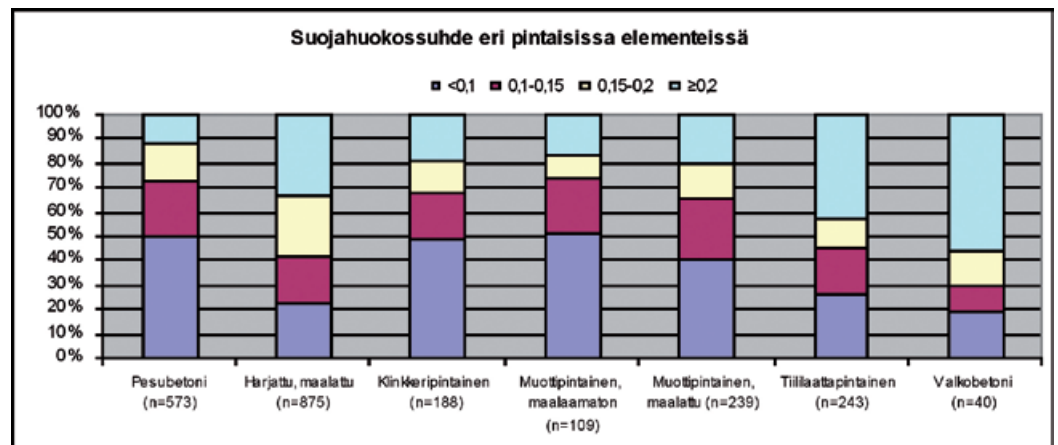
sia kuten maalipintaa tai tiili- ja klinkkerilaattoja, joten betonipinta myös kastuu sateella helposti ja veden imeytyminen betonin huokosverkostoon tapahtuu välittömästi. Pesubetonijulkisivuissa esiintyy eniten sekä paikallisia että laaja-alaisia pakkasrapautumavaurioita muihin julkisivutyyppeihin verrattuna.

Parhaiten betonin suojahuokostus on onnistunut maalipintaisessa harjatussa betonissa sekä tiililaattapintaisessa ja valkobetoni-julkisivuissa. Näissä betoninormien ulkobetonirakenteiden suojahuokosvaatimuksen $p_r \geq 0,20$ ylittää 32 prosenttia, 41 prosenttia ja 54 prosenttia näytteistä vastaavassa järjestyksessä.

Betonin pakkaskestävyysvaatimukset ovat muuttuneet 1960-luvulta tähän päivään merkittävästi. Pakkaskestävyyden parantamisyrittämysten suhteen merkittäviä vuosia ovat olleet 1976, jolloin annettiin ohjeistus ulko-olosuhteille altistuvien betonirakenteiden lisähuokostamisesta sekä 1980, jolloin lisähuokostuksen testaus ohjeistettiin betoninormeihin.

Käytännössä betonirakenteissa lisähuokostuksen käyttöönotto voidaan havaita alkavan hitaasti vuodesta 1976 lähtien. Vasta vuoden 1981 jälkeen betonin lisähuokostus alkaa vakiintua elementtituotannossa. Toki tämän jälkeenkin pakkaskestävyysvaatimuksen alituksia esiintyy melko paljon, mutta julkisivuissa käytetyn betonin lujuusluokan kasvattaminen on osaltaan parantanut

→ JATKUU



Kuva 1 Suojahuokossuhdejakaumat eri julkisivupintatyypeissä (Jokela 2008).

betonin pakkasenkestävyyttä.

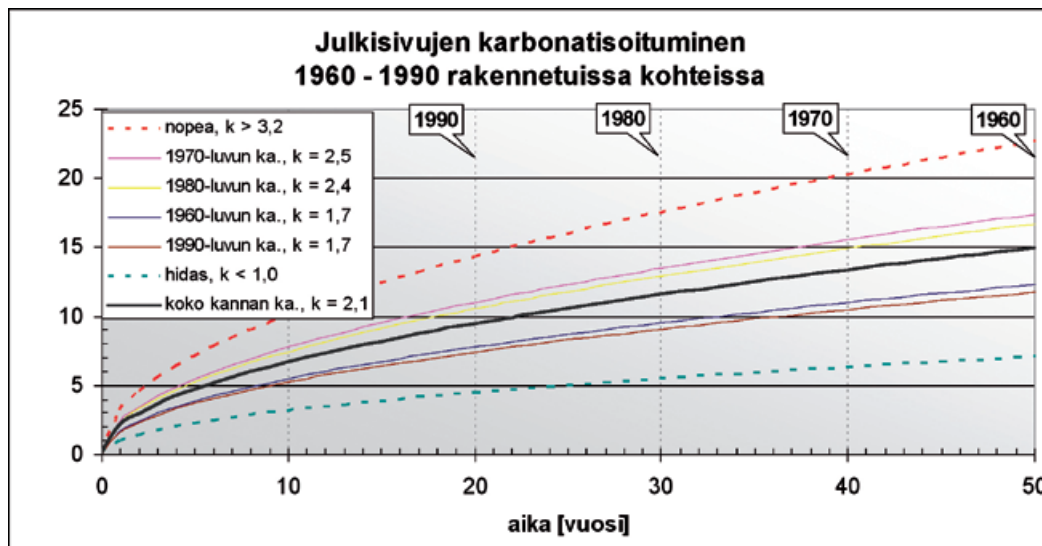
Raudoitteiden korrosio

Silmämääräisesti havaittavia raudoitteiden korroosioaurioiden on kuntotutkimushetkellä esiintynyt noin 60 prosentissa tutkituista julkisivuista. Pääosin korroosioauriot ovat paikallisia, yli 50 prosentissa, laaja-alaista korroosiota esiintyy vain noin 6 prosentissa kohteista. 40 prosentissa tutkituista julkisivuista ei kuntotutkimushetkellä esiintynyt ollenkaan silmämääräisesti havaittavia korroosioaurioiden.

Betonijulkisivujen korroosioauriot ovat aiheutuneet lähes yksinomaan betonin karbonatisoitumisen seurauksena, korroosion kannalta kriittinen määrä klorideja ylittyi vain neljässä kohteessa. Betonin karbonatisoitumisen korrosio alkaa ensin lähimpänä ulkopintaa olevissa raudoiteissa. Eniten julkisivut saavat kosteusrasitusta yläosiinsa, joten korroosioisuus on siellä suurinta.

Betonin keskimääräinen karbonatisoitumisnopeus vaihtelee eri vuosikymmenten julkisivuja tarkasteltaessa. Karbonatisoitumisnopeus hidastuu 1970-luvun julkisivuista 1990-luvulle tultaessa. Tähän ovat syynä mm. tuoreen betonin alhaisempi vesisementtisuhte uudemmissa betonielementeissä sekä betonin lujuuden kasvu, jonka seurauksena myös sementin määrä betonissa on kasvanut. 1960-luvun julkisivujen karbonatisoitumisnopeus on samaa luokkaa kuin 1990-luvun betonijulkisivuissa. 1960-luvulla sementti oli huomattavasti karkeampaa ja sitä käytettiin enemmän, joten betoniin jäi hydratoitumatonta sementtiä, joka myöhemmässä vaiheessa hidastaa karbonatisoitumisen etenemistä.

Karbonatisoituminen on saavuttanut jo laajasti 1960- ja -70-



Kuva 2 (taulukko yllä) Betonin keskimääräinen karbonatisoituminen eri vuosikymmenillä BeKo-tietokannan mukaan.

-lukujen betonijulkisivujen raudoitteita. Esimerkiksi 1970-rakennetun betonijulkisivun keskimääräinen karbonatisoitumisvyvyys on tällä hetkellä 16 mm. Betonin karbonatisoitumisvyvyksien lisäksi myös raudoitteiden peitepaksuuksissa on suurta vaihtelua julkisivun pintatyyppin mukaan. Korjaustavan valinnan kannalta oleellisinta on pienten peitepaksuuksien osuus. Alle 10 mm:n peitepaksuuksia on tyypillisesti 5 - 10 prosenttia kaikista julkisivun raudoiteista. Raudoitteiden korrosio on siis mahdollista hyvin suuressa osassa suomalaisista betonijulkisivuista.

Teräskorroosio voi käynnistyä vasta, kun teräsiä korroosiolta suojaava passivointi on tuhoutunut joko kloridien tai betonin karbonatisoitumisen vaikutuksesta. Korrosio voi edetä huomattavankin pitkään ennen kuin se näkyy suoja-

tonipeitteen rikkoutumisena. Korroosiotuotteet eivät ole vesiliukoisia, joten ne kerääntyvät teräksen pinnalle anodisen alueen läheisyyteen. Tästä aiheutuu betonin sisään painetta, koska korroosiotuotteiden tilavuus on 4 - 6 kertaa alkupeistä terästä suurempi. Näkyviä korroosioaurioiden esiintyy ensimmäisenä alueilla, joissa raudoitteiden peitepaksuus on pienin ja kyseiset julkisivut altistuvat saderasitukselle. Tyypillisimmin korroosioauriot tulevat ensimmäisinä näkyviin pieliterästen kohdilla.

Rakenteiden kiinnitysvarmuus

Kuntotutkimuksen eräs keskeisimmistä tutkittavista asioista liittyy rakenteiden turvallisuuteen ja kiinnitysvarmuuteen. Julkisivuelementtien kiinnitys-

tapaa ja käytettyjä materiaaleja sekä kiinnikkeiden kuntoa on yleisesti selvitetty näytenäytösten yhteydessä porareikien kautta.

BeKo-tietokannan mukaan sandwich-elementtien tyypillisin ulkokuoren kiinnitystapa on teräsansas, jonka diagonaalit ovat Ø 5 mm ruostumatonta terästä 1970 ja sitä uudemmissa rakennuksissa. Saman aikakauden kuorielementtien kiinnityksissä on käytetty yleisesti ruostumattomia teräsosia. 1960-luvun rakennuksissa on esiintynyt enemmän variaatioita ulkokuoren kiinnityksessä ja kiinnikkeet ovat usein olleet tavallista seostamatonta terästä, joiden korroosiosuojaus on tehty sementtivelyllin kastamalla, bituimolla tai ne ovat rakenteessa paljaaltaan. Nämä kiinnikkeet ovat olleet usein paksun ruosteen peitos-

sa mutta teräksen halkaisija ei yleisesti ole pienentynyt kuin enintään 1 mm.

Julkisivun ulkokuorien kiinnitysvarmuus on yleisesti ollut hyvä, kiinnitysvarmuus on tietokannan mukaan ollut puutteellinen vain yksittäistapauksissa ja niissäkin lähinnä betonin pitkälle edenneen laaja-alaisen pakkasrapautumisen vuoksi.

Muu vaurioituminen

Todellisella kosteusrasitustasolla sekä rakenteiden kosteusteknisellä toiminnalla on suuri merkitys sekä pakkasvaurioiden esiintymiseen että raudotteiden korroosion etenemiseen. Julkisivujen saaman kosteusrasitustason arvioimiseksi kuntotutkimuksessa kiinnitetään huomiota elastisten saumojen sekä erilaisten liitosten ja pellitysten kuntoon ja toimivuuteen. Vanhat julkisivujen elastiset saumamassat saattavat sisältää lyijy- ja PCB-yhdisteitä. Näiden olemassaoloa kuten saumojen kuntoa ei ole kuntotutkimusraportteihin kirjattu systemaattisesti, joten niistä ei ole voitu tehdä laajempia tilastollisia tarkasteluja.

Tiili- ja klinkkerilaattojen irtoaminen samoin kuin julkisivun maalipinnan huono kunto eivät ole yleensä johtaneet rakenteen korjaamiseen niiden betonirakennetta suojaavasta vaikutuksesta huolimatta. Vaurioituneen pintakäsittelyn seurauksena betoni on usein saanut paikallisesti korkeampaa kosteusrasitusta, jolloin raudotteiden korroosioauriot sekä pakkasrapautuminen etenevät näillä kohdin muuta rakennetta nopeammin.

Korjausmahdollisuudet

Betonijulkisivujen korjaustavat on yleisesti jaettu kolmeen pääluokkaan, jotka ovat:

- * paikkaus- ja pinnoitustyyppiset korjaukset
- * vaurioituneen rakenteen verhoukset sekä
- * vaurioituneen rakenteen

purkaminen ja uusiminen.

Näihin korjausperiaatteisiin voi liittyä myös muita ns. liittyviä korjauksia, joilla pienennetään korjatulle rakenteelle tulevaa saderasitusta. Tällaisia korjauksia voivat olla esim. elastisten saumojen uusiminen, vedenpoistojärjestelmän toiminnan parantaminen tai ulkonevien räystäiden rakentaminen.

Rakennuksen ulkonäön säilyttävät ns. kevyet paikkaus- ja pinnoituskorjaukset ovat soveltuvia sellaisille rakenteille, joissa vaurioituminen on vasta alkanut ja on vielä paikallista. Säilyttävä korjaus on perusteltua myös sellaisissa tapauksissa, joissa vaurioita ei vielä ole nähtävissä, mutta niitä on tulevaisuudessa odotettavissa esimerkiksi betonin puutteellisen pakkasenkestävyyden vuoksi tai terästen pienten peitepaksumuksien johdosta.

Kaikille julkisivupinnoille ei ole mahdollista tehdä ulkonäön säilyttäviä korjauksia yhtä helposti. Esimerkiksi pesubetonijulkisivun laastipaikkauskohteessa, jossa on korkeat ulkonäkövaatimukset, on äärimmäisen haastavaa. Pesubetonijulkisivua, kuten ei myöskään klinkkeripintaista julkisivua ole mahdollista maalata suojaavalla pinnoitteella.

Mikäli betonirakenteiden vaurioituminen on edennyt niin pitkälle, että säilyttävät korjaukset eivät ole enää taloudellisesti järkeviä, eikä niillä ole mahdollista saavuttaa korjaukselta tavoiteltavaa käyttöikää, on käytettävänä erilaisia peittäviä korjausvaihtoehtoja. Peittäviin korjauksiin kuuluu tyypillisesti julkisivujen kohdalla lisälämmöneristys, jonka tärkeimpänä tehtävänä on ollut vaurioitumisen pysäyttäminen tai ainakin merkittävä hidastaminen. Varsin todennäköisesti lisälämmöneristyksellä haetaan tulevaisuudessa edellisen lisäksi myös rakennukselle parempaa energiatehokkuutta.

Käsikirja avuksi julkisivukorjaamiseen!

Hinta
15,-

(sis. alv. 8 %) + postimaksu 2,95 e.

JUKO - Julkisivujen korjausopas 2009
Matti Haukio, Matti Hakkarinen, Jukka Lohdarekko, Jussi Mänttä



JUKO-aineistolla pyritään parantamaan julkisivukorjaushankkeen onnistumisen edellytyksiä. Korjausopas tarjoaa korjaushankkeen eri osapuolille asiaan liittyviä ohjeita ja toimintamalleja hyödynnettäväksi korjaushankkeen eri vaiheissa. Käsikirjan ensimmäisessä osassa esitellään tyypillisen julkisivukorjaushankkeen läpivieminen asunto-osakeyhtiön näkökulmasta. Toisessa osassa esitellään eri korjaustavat ja niiden soveltuvuus eri vauriotilanteisiin, rakenteisiin ja olosuhteisiin. Yleisimmistä korjaustavoista on laadittu lisäksi tarkempia suunnitteluohjeita lähinnä korjaussuunnittelijoiden käyttöön.

Tilaukset:

info@julkisivuyhdistys.fi tai
sihteeri Riina Takala 040 502 1769.



Julkisivuyhdistys
– asiantuntemusta
alan huipulta



Julkisivuyhdistys r.y.

Lisätietoja: info@julkisivuyhdistys.fi
Puheenjohtaja Mikko Tarri,
A-Insinöörit Oy, puh. 0400 57 66 33
Sihteeri Riina Takala, Suomen
Media-Kamari Oy, puh. (09) 2238 5616

www.julkisivuyhdistys.fi