

SUOMALAISTEN BETONIJULKISIVUJEN JA -PARVEKKEIDEN VAURIOITUMINEN BeKo -TUTKIMUKSEN MUKAAN

Jukka Lahdensivu, tekniikan lisensiaatti
Tampereen teknillinen yliopisto,
Rakennustekniikan laitos
jukka.lahdensivu@tut.fi

Suomen kansallisvarallisuudesta rakennetun ympäristön arvoksi on vuonna 2002 arvioitu noin 300 miljardia euroa sekä rakentamisen ja kiinteistönpidon osuudeksi Suomen bruttokansantuotteesta reilut 30 %. Suurin osa tästä rakennetusta ympäristöstä on eurooppalaisittain ajateltuna huomattavan nuorta, noin 95 % siitä on rakennettu vuoden 1900 jälkeen ja yli puolet 1960-luvulla ja sen jälkeen. Kaupungistumisen ja lähiörakentamisen alkuajoista lähtien Suomessa on rakennettu noin 45 miljoonaa neliometriä betonijulkisivuja ja noin miljoona parveketta. Suurin osa Suomen asutuskannasta on rakennettu välillä 1960-1979.

Tampereen teknillisen yliopiston Rakenteiden elinkaartekniikan tutkimusryhmän toteuttamassa BeKo – Betonijulkisivujen ja -parvekkeiden korjausstrategiat -tutkimuksessa kerättiin kattava otos betonielementtikerrostaloihin tehtyjä kuntotutkimusraportteja, joiden perusteella selvitettiin mm. suomalaisten betonikerrostalojen vaurioitumisherkyyttä sekä korjaamiseen johtaneita syitä todellisissa luonnonolosuhteissa.

BeKo-tutkimuksen tavoitteena oli lisätä kiinteistönomistajien tietämystä betonijulkisivurakenteiden toiminnasta, vaurioitumisesta ja korjausmahdollisuuksista. Tutkimuksen keskeisimpänä tehtävänä oli luoda työkaluja ja toimintamalleja, joiden avulla kiinteistönomistajat pystyvät ajoissa tunnis-

tamaan kiinteistökannasta korjaukseen tulevat rakennukset, jolloin niihin voidaan soveltaa kevyempiä ns. säilyttäviä ja vanhan rakenteen käyttöikää lisääviä korjaustapoja.

KUNTOTUTKIMUKSISTA KOOTTU LAAJA TIETOKANTA

Tutkimuksessa koottu tietokanta koostuu betonijulkisivujen ja -parvekkeiden kuntotutkimusraporteista kerättyistä tiedoista. Kuntotutkimusraportteja on kerätty BeKo-tutkimukseen osallistuneilta kiinteistönomistajilta, kuntotutkimuksia tekevilta insinööri-toimistoilta sekä Tampereen teknillisen yliopiston Rakennustekniikan laitokselta. Tietokanta sisältää kuntotutkimusraportissa esitettyjä tietoja 422 kohteen kuntotutkimuksesta. Käytännössä tietokannassa on noin 950 rakennuksen kuntotutkimusluokset, sillä useissa tutkimuksissa on tutkittu useampia rakennuksia yhtä aikaa. Yhden kohteen kuntotutkimusraporttiin on kirjattu 1-30 rakennuksen kuntotutkimusdata ja keskimääräisessä raportissa on 2,3 rakennuksen tiedot.

BeKo-tietokannan kohteet on rakennettu välillä 1960-1996. Suurin osa kohteista on rakennettu 1970-luvulla ja 1980-luvun alussa. Rakennusajankohdan mukaisesti tietokannan rakennuksissa korostuvat aikakaudelle tyypilliset julkisivutyypit: pesubetoni sekä maalipintainen harjattu julkisivu. Tietokannassa on paljon myös maalattuja muottipin-

taisia elementtejä. Ne kaikki ovat kuitenkin vain osia joistain muista rakennuksista, joiden pääasiallisena julkisivupintana on esimerkiksi pesubetoni tai jokin muu yleisesti käytetty julkisivutyypipi. Maalattut muottipintaist julkisivut ovat yleisesti maanpäällisen sokkelikerroksen tai porrashuoneen julkisivuelementtejä.

Todellisessa rakennuksessa on tyypillisesti vähintään kahta erilaista julkisivutyypipiä edellä esitetyn esimerkin mukaisesti. On myös mahdollista, että yhdessä elementissä esiintyy kahta erilaista pintatyypipiä. Tyypillinen esimerkki on klinkkerilaatatapintainen elementti, jonka reunoilla on sileää maalamatonta muottipintaista betonia. Tällaisissa tapauksissa rakenteen vaurioitumista tulee tarkastella erikseen useamman julkisivupintatyypin vauriomekanismien mukaisesti, jotta kokonaisuus selviää. Yhden julkisivupintatyypin ominaisuuksista ja vaurioitumisesta ei siis voi eikä saa tehdä päätelmiä toiseen.

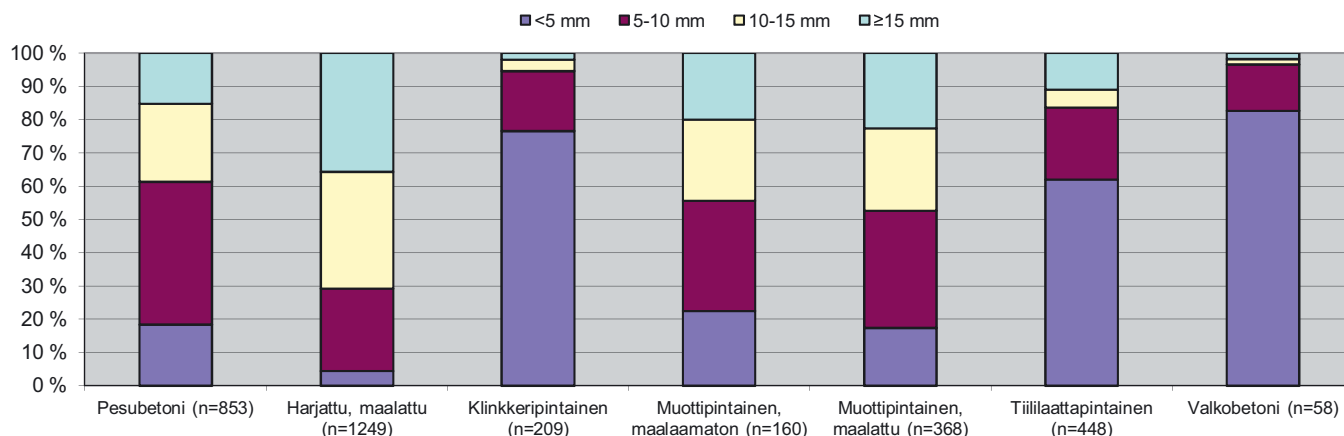
Parvekkeiden kohdalla tilanne on sikäli yksiselitteisempi, että pintatyypipiä on käytännössä vain maalattu muottipintainen betoni. BeKo-tietokannassa parvekkeet on esitetty rakenteittain: pieliementit, laatat ja kaiteet.

RAUDOITTEIDEN KORROOSIO

Sekä betonijulkisivujen että parvekkeiden korrosiovauriot ovat aiheutuneet lähes yksinomaan be-

1
Betoni keskimääräisessä karbonatisoitumisnopeudessa on suuria eroja julkisivun pintatyypin mukaan.

Karbonatisoituminen ulkopinnassa keskimäärin eri pintaisilla elementeillä





tonin karbonatisoitumisen seurauksena, korroosion kannalta kriittinen määrä klorideja ylittyi vain muutamassa kohteessa. Betonin keskimääräinen karbonatisoitumisnopeus vaihtelee eri vuosikymmenten julkisivuja sekä parvekepieliä ja kaiteita tarkasteltaessa. Karbonatisoitumisnopeus hidastuu 1970-luvun betonirakenteista 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. Parvekelaattojen kohdalla vastaavaa karbonatisoitumisnopeuden hidastumista eri vuosikymmenillä valmistetuissa betonielementeissä ei ole havaittavissa, sillä parvekelaatat on aina valmistettu vähintään K30-lujuuskuokan betonista.

Karbonatisoituminen on saavuttanut jo laajasti 1960- ja -70-lukujen betonijulkisivujen ja parvekkeiden raudoitteita. Esimerkiksi 1970 rakennetun betonijulkisivun keskimääräinen karbonatisoitumissyvyys on tällä hetkellä 16 mm. Betonin karbonatisoitumissyvyyksien 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 % kaikista julkisivujen ja parvekkeiden raudoitteista. Raudoitteiden korrosio on siis mahdollista hyvin suuressa osassa suomalaisista betonirakenteista.

Betonin karbonatisoituminen on selvästi nopeinta parvekelaattojen alapinnoissa, joissa karbonatisoituminen on saavuttanut alapintojen teräksiä

laajalti kaikissa BeKo-tietokannan parvekkeissa. Karbonatisoituminen on laattojen alapinnassa edennyt nopeasti, koska alapinnan maali on yleisesti hyvin huokoista ja läpäisevää eikä betonin huokosverkosto ole voinut täyttyä sadevedestä, jolla on karbonatisoitumista hidastava vaikutus. Betonilaatan alhaisesta kosteudesta johtuen raudoitteiden korrosio on ollut kuitenkin hidasta.

Laatan yläpinta on tyypillisesti maalattu tiiviillä maalilla, joten karbonatisoituminen yläpinnassa on ollut vastaavasti hidasta. Laatan yläpinnan maalikalvon ehjänä pysyminen on ensiarvoisen tärkeää laatan kosteuspitoisuuden pitämiseksi alhaisena. Parvekelaatan kosteuspitoisuus ja erityisesti vesivuodot laatan läpi vaikuttavat oleellisesti laatan alapinnan raudoitteiden korroosionopeuteen. Tästä syystä parvekelaattojen yläpinta usein vedeneristetään parvekekorjausten yhteydessä.

Betonissa olevien raudoitteiden korrosio voi käynnistyä vasta, kun teräksiä korrosiolta suojaava passiivointi on tuhoutunut joko kloridien tai betonin karbonatisoitumisen vaikutuksesta. Korrosio voi edetä huomattavankin pitkään ennen kuin se näkyy suojabetonipeitteen rikkoutumisena. Korrosiotuotteet eivät ole vesiliukoisia, joten ne kerääntyvät teräksen pinnalle anodisen alueen läheisyyteen. Tästä aiheutuu betonin sisään painetta, koska korrosiotuotteiden tilavuus on 4-6 kertaa alkuperäistä terästä suurempi. Näkyviä korrosiovaurioita esiintyy ensimmäisenä alueilla, joissa raudoitteiden peitepaksuus on pieni ja kyseiset julkisivut altistuvat saderasitukselle. Tyypillisimmin korrosio-

2

Tyypillisiä 1970-luvulla rakennettuja lähiökerrostaloja Tampereen Hervannassa.

BEKO STUDY: DAMAGES IN CONCRETE FACADES AND CONCRETE BALCONIES IN FINLAND

Since the early phases of urbanisation and suburb construction, some 45 million square metres of concrete facades as well as about one million balconies have been built in Finland. The majority of the existing Finnish building stock was built during 1960 and 1979.

At the Tampere University of Technology, the Research Team in Life Cycle Engineering of Structures implemented a research project titled BeKo – Repair strategies for concrete facades and balconies. In this project, a comprehensive sample of condition inspection reports pertaining to precast concrete apartment buildings was collected to investigate e.g. the damage susceptibility of Finnish high-rise concrete buildings as well as causes that had led to repairs in true conditions.

The objective of the BeKo research project was to increase the knowledge of property owners about the functioning, damage mechanisms and repair possibilities of concrete facade structures. The most important goal of the project was to create tools and practices for property owners enabling them to identify from the building stock at a sufficiently early phase the buildings in need of repair. This way lighter, so-called preserving repair methods can be applied that increase the lifespan of the old structures.



3 Tyypillisimmin korroosioaurioita esiintyy elementtien sellaisten pieliterästen kohdilla, joissa peitepaksuudet ovat pieniä ja saderasitus suurta.

4 Parvekelaattojen alapinnassa betonin karbonatisoituminen on saavuttanut raudotteita erittäin laajasti. Korroosioauriot ovat siihen nähden varsin vähäisiä.

vauriot tulevat ensimmäisinä näkyviin pieliterästen kohdilla.

Julkisivuissa silmämääräisesti havaittavia raudotteiden korroosioaurioita on kuntotutkimushetkellä esiintynyt noin 60 % tutkituista rakennuksista. Pääosin korroosioauriot ovat paikallisia, yli 50 %, laaja-alaista korroosiota esiintyy vain noin 6 % kohteista. 40 % tutkituista julkisivuista ei kuntotutkimushetkellä esiintynyt ollenkaan silmämääräisesti havaittavia korroosioaurioita. Betonin karbonatisoitua korrosio alkaa ensin lähimpänä ulkopintaa olevissa raudotteissa. Eniten julkisivut saavat kosteusrasitusta yläosiinsa, joten korroosionopeus on siellä suurinta.

Parveke-elementeissä silmämääräisesti havaittavia raudotteiden korroosioaurioita on kuntotutkimushetkellä esiintynyt yli 65 % tutkituista rakennuksista. Pääosin korroosioauriot ovat paikallisia, noin 50 %, laaja-alaista korroosiota esiintyy kuitenkin reilussa 15 % kohteista. Vajaassa 35 % tutkituista parvekkeista ei ole esiintynyt silmämääräisesti havaittavia korroosioaurioita kuntotutkimushetkellä. Laattojen alapinnoissa esiintyy eniten korroosioaurioita silloin, kun parvekkeen vedenpoisto tapahtuu vapaasti putoamalla laatan ja kaiteen välisestä raosta.

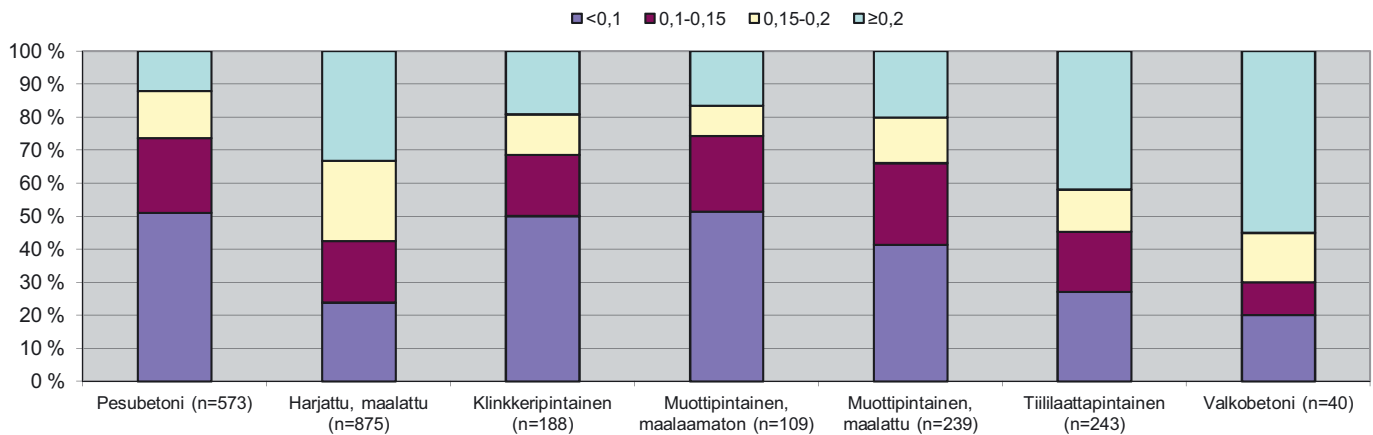


JULKISIVUELEMENTTIEN KIINNITYSVARMUUS

Kuntotutkimuksen eräs keskeisimmistä tutkittavista asioista liittyy rakenteiden turvallisuuteen ja kiinnitysvarmuuteen. Julkisivuelementtien kiinnitystapaa ja käytettyjä materiaaleja sekä kiinnikkeiden kuntoa on yleisesti selvitetty näyteporausten yhteydessä porareikien kautta.

BeKo-tietokannan mukaan sandwich-elementtien tyypillisin ulkokuoren kiinnitystapa on teräsansas, jonka diagonaalit ovat $\varnothing 5$ mm ruostumatonta terästä 1970 ja sitä uudemmista 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 sementtiveljiin kastamalla, bituimalla tai ne ovat rakenteessa paljaaltaan. Nämä kiinnikkeet ovat olleet usein paksun ruosteen peitossa mutta teräksen halkaisija ei yleisesti ole pienentynyt kuin enintään 1 mm.

Suojahuokossuhde eri pintaisissa elementeissä



5

Julkisivujen pakkasenkestävyydessä on huomattavia eroja julkisivun pintatyyppiin mukaan.

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.

BETONIN PAKKASENKESTÄVYYS JA RAPAUTUMINEN

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 auringon säteilystä johtuen.

Betonin pakkasenkestävyys poikkeaa eri julkisivun pintatyypeillä toisistaan huomattavasti. Huonoin pakkasenkestävyys todettiin olevan pesubetonin-, klinkkerilaatta- ja maalamattomalla muottipintaisella julkisivulla. Näissä julkisivun pintatyypeissä noin 50 % suojahuokossuhde p_f on alle 0,10, eli

niissä ei ole rakenteen pakkasenkestävyyden kannalta toimivaa suojahuokostusta ollenkaan. Parhaiten betonin suojahuukostus on onnistunut maali-pintaisessa harjatussa betonissa sekä tiillaattapintaisessa ja valkobetoni-julkisivuissa. Näissä betoninormien ulkobetonirakenteiden suojahuukosvaatimuksen p_f 0,20 ylittää 32 %, 41 % ja 54 % näyttestä vastaavassa järjestyksessä.

Koko tietokannan kaikista parvekerakenteista (pieliementit, laatat ja kaiteet) 59 % suojahuukossuhde p_r on alle 0,10, eli niissä ei ole ollenkaan toimivaa suojahuukostusta. Betonin pakkasenkestävyys täyttää betoninormien vaatimuksen vain 10 % parvekkeista (p_f 0,20). Pakkaskestävyyden suhteen tilanne on huonoin parvekkeen pieliementteissä, joista 69 % suojahuukossuhde p_r on alle 0,10. Vastaavasti laatasta 57 % ja kaiteesta 47 % alittaa suojahuukossuhteen 0,10.

Julkisivuissa silmämääräisesti havaittavia rapautumavaurioita on kuntotutkimushetkellä esiintynyt yli 40 % tutkituista 811 rakennuksessa. Pääosin rapautumavauriot ovat paikallisia, noin 35 %, laaja-

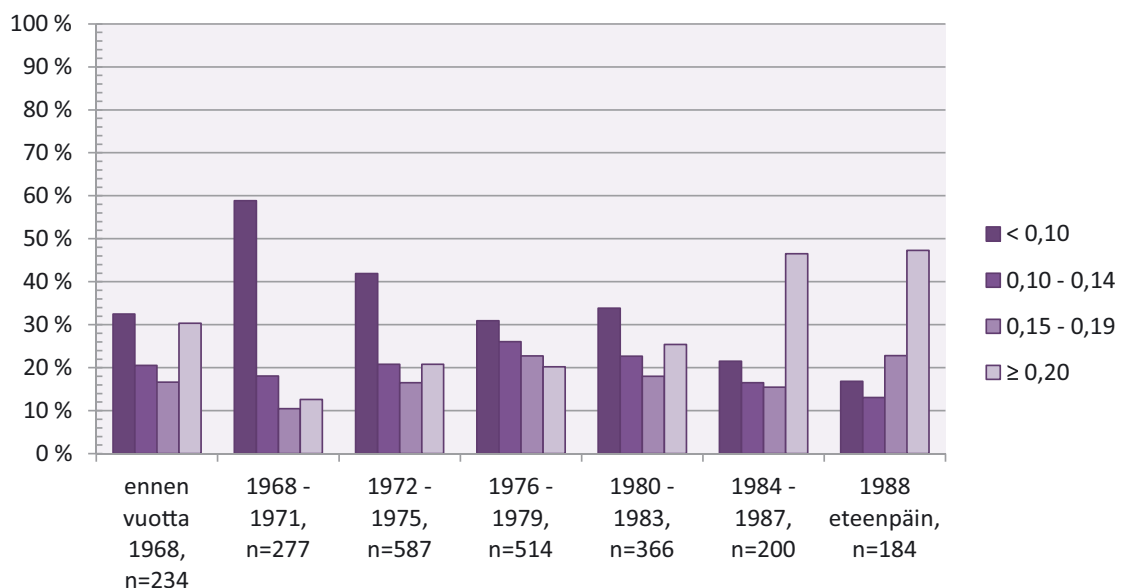
alaista pitkälle edennyttä rapautumaa esiintyy alle 10 % tutkituista julkisivuista. Vajaassa 60 % tutkituista julkisivuista ei kuntotutkimushetkellä ole esiintynyt ollenkaan silmämääräisesti havaittavia rapautumavaurioita. Tyypillisintä pakkasrapautuminen on pesubetonijulkisivuissa. Pesubetonin pinnassa ei ole sadeveden imeytymistä hidastavia kerroksia 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 julkisivutyyppihin verrattuna.

Vastaavasti parvekkeissa silmämääräisesti havaittavia rapautumavaurioita on kuntotutkimushetkellä esiintynyt lähes 30 % tutkituista 925 rakennuksessa. Pääosin rapautumavauriot ovat paikallisia, noin 20 %, laaja-alaista pitkälle edennyttä rapautumaa esiintyy alle 6 % kohteista. Noin 70 % tutkituista parvekkeista ei esiinny ollenkaan silmämääräisesti havaittavia rapautumavaurioita, mikä

6

1980-luvun puolivälin jälkeen valmistuneiden betonijulkisivujen pakkasenkestävyys on oleellisesti parempi kuin aiempien.

Suojahuokossuhteet kaikissa julkisivuissa, n=2362





7

Sekä julkisivuissa että parvekkeissa laaja-alaisia pakkasvauriota on yleisesti melko vähän. Tyypillisesti pakkasrapautumaa esiintyy paikallisesti elementtien reunoissa.

8

Julkisivuelementtien kaareutuminen saattaa olla merkki pakkasrapautumisesta mutta useimmiten epätasaisesta kuivumiskutistumisesta erityisesti klinkkeri- ja tiililaatta-julkisivuissa.



on merkittävä havainto parvekerakenteiden varsin puutteelliseen pakkasenkestävyyteen nähden. Tyypillisimmin pakkasrapautumaa on havaittu parvekkeiden piellelementtien etureunoissa, jotka saavat eniten viistosaderasitusta sekä usein myös paikallisesti korkeaa kosteusrasitusta huonosti toimivan vedenpoiston seurauksena. Samanaikaisesti piellelementtien pakkasenkestävyydessä todettiin olevan eniten puutteellisuutta.

OHJEISTUKSEN VAIKUTUS BETONIRAKENTEIDEN SÄILYVYYTEEN

Rakenteiden ominaisuuksien tarkastelussa todettiin, että maantieteellisellä sijainnilla ei ole merkittävää betonirakenteiden säilyvyysominaisuuksiin. Betonielementtien valmistus on siten ollut hyvin tasalaatuista koko Suomessa. Sen sijaan rakenteiden vaurioitumisnopeudessa on eroja, joka tulee esiin lähinnä kuntotutkimusajankohdan perusteella. Rannikkoalueella ja Helsingin seudulla kuntotutkimuksia tehdään hieman nuorempaan rakennuskantaan kuin sisämaassa.

Tutkimusaineiston perusteella betonin lisähuokostuksen käyttöönotto parveke-elementeissä voidaan havaita alkavan hitaasti vuodesta 1976 lähtien. Vasta vuoden 1981 jälkeen betonin lisähuokostus alkaa vakiintua parveke-elementtituotannossa ja pakkasenkestävyys alkaa parantua huomattavasti tämän jälkeen valmistuneessa rakennuskannassa. Betonijulkisivujen kohdalla lisähuokostusta on alettu käyttämään hieman aikaisemmin kuin parveke-elementeissä, eli 1970-luvun puolivälin paikkeilla. Pakkaskestävyyden aikaansaaminen erilaisiin julkisivutyyppeihin on mitä ilmeisimmin ollut haastavaa, sillä julkisivuelementeissä betonin suojahuokossuhteet alkavat parantua merkittävästi vasta vuodesta 1984 lähtien.

Betonialan julkaisemilla säilyvyysohjeilla sekä kansallisilla suunnitteluohjeilla ja vaatimuksilla on ollut ratkaiseva merkitys betonin pakkasenkestävyyden parantamiseen 1980-luvulla. Erityisesti lisähuokostusaineiden systemaattinen käyttö sekä erilaisten testausmenetelmien yleistyminen ovat parantaneet oleellisesti sekä julkisivu- että parvekelementeissä käytetyn betonin pakkasenkestävyyttä. Betoniteknologian kehityksestä huolimatta betonin pakkasenkestävyydessä on huomattavia puutteita vielä 1988 ja sen jälkeen rakennetussa betonielementtituotannossa.

Raudoitteiden toteutuneiden peitepaksuuksien suhteen vastaavaa kehitystä ole havaittavissa,

vaikka ohjeistuksen mukainen peitepaksuusvaatimus on kasvanut merkittävästi 1980-luvulta lähtien.

LÄMMÖNERISTEPAKSUUDET VAIHDELLEET RAKENNUSMÄÄRÄYSTEN MUKAAN

Yleisimmin julkisivuelementeissä on käytetty lämmöneristeinä mineraalivillaa, muut eristemateriaalit, kuten EPS- ja lastuvillalevyt ovat olleet yksittäistapauksia. Kaikkiaan julkisivuelementin lämmöneristeen tyyppiä ja kunnan määritys sekä paksuuden mittaaminen on suoritettu yhteensä 2 161 porareikästä. Lämmöneristeet ovat olleet tutkimushetkellä yleisesti kuivia.

Sandwich-elementtien lämmöneristeen suunnittelupaksuus on ollut 90 mm ennen vuotta 1976, 120 mm vuosina 1976-1985 ja 140 mm vuosina 1986-2003. Todellisuudessa lämmöneristävyys on ollut pääsääntöisesti jonkin verran suunniteltua tasoa alhaisempi ja mitatuissa eristepaksuuksissa on esiintynyt huomattavaa vaihtelua koko elementtirakentamisen aikana. Ennen vuotta 1975 rakennettujen elementtikerrostalojen keskimääräinen eristepaksuus on BeKo-tietokannasta mitattuna 83 mm, keskihajonta 14 mm, vuosina 1976-1985 rakennettujen kerrostalojen 109 mm, keskihajonta 15 mm, ja vuosina 1986-1996 rakennettujen kerrostalojen 131 mm, keskihajonta 12 mm. Pääsääntöisesti lämmöneristeen todellinen mitattu paksuus on ollut luokkaa 10 mm pienempi kuin rakentamisaikakauden edellyttämä minimitaso. Lämmöneristeiden paksuusmittauksen keskihajonta on varsin maltillinen, välillä 12-15 mm rakennusajankohdasta riippuen, joten suurin osa sandwich-elementtien todellisista lämmöneristeistä on välillä 69-143 mm. Kaiken kaikkiaan pienin mitattu lämmöneristepaksuus on 45 mm ja suurin 180 mm.

Sandwich-elementit on valmistettu vaakasuhteissa, jolloin toinen betonikerroksista valetaan lämmöneristeiden päälle, mistä aiheutuu eristeiden tasaista kokoonpuristumista. Betonin levitys on usein kuitenkin aiheuttanut paikallisesti enemmän eristeiden painumista, koska betoni on usein kaadettu elementin keskelle, josta se on sitten levitetty tasaiseksi lapiolla samalla eristekerroksen päällä seisten, josta on aiheutunut edelleen paikallisia saappaankokoisia painumia. Jälkimmäinen betonikerros on siten monin paikoin suunnittelupaksuutta jonkin verran paksempi. Lämmöneristeiden kokoonpuristuminen on ollut suurempaa 1970-luvulla, jolloin käytettiin yleisesti pehmeämpiä mineraalivillalatuja kuin 1980-luvulla ja sen jälkeen.



9

9

Sandwich-elementtien ulkokuoren kiinnityksissä on 1970-luvulta lähtien käytetty ansaita, joiden diagonaalit ovat ruostumatonta terästä.

Laskennalliset ulkoseinien lämmönläpäisykerroimet eli U-arvo ovat ennen vuotta 1976 rakennetuissa elementtikerrostaloissa keskimäärin 0,47 W/m²K ja vuosina 1985-1996 rakennetuissa elementtikerrostaloissa 0,34 W/m²K. Nykytaloissa vuoden 2010 alusta voimaanastuneiden määräysten mukaan U-arvo saa olla korkeintaan 0,17 W/m²K.

Elementtien väliseen saumaan asennetuista tuuletuskoteloista ja tuuletusputkista huolimatta ilma ei käytännössä kierrä eristetilassa ollenkaan. Tämä voidaan päätellä betonisen ulkokuoren sisäpinnan karbonatisoitumattomuudesta, joka on välillä 0-1 mm rakenteiden iästä riippumatta.

TILASTOLLINEN TARKASTELU

Edellä mainituissa betonin materiaaliominaisuuksissa esiintyy hyvin suurta hajontaa pelkästään saman elementtityypin sisällä. Tämän lisäksi rakennuspaikan avoimuudella on paikallisesti suuri merkitys rakenteen saamaan todelliseen rasiitustason. Näillä on suuri merkitys betonirakenteen vaurioitumiselle todellisissa luonnonolosuhteissa.

Esimerkiksi suojaissa ympäristössä sijaitsevassa huonosti pakkasrasitusta kestävässä betonirakenteessa vaurioituminen on huomattavan hidasta. Puutteellisesta pakkasenkestävyydestä huolimatta näkyviä vaurioita ei huomattavan suuressa osassa tällaisia rakennuksia ole kuntotutkimushetkellä esiintynyt.

Kaikki BeKo-tietokannasta tehdyt tarkastelut ja jakaumat ovat tilastollista tarkastelua eikä niitä siten voida suoraan soveltaa yksittäistapaukseen. Jokaisen rakennuksen korjaussuunnittelua varten on edelleenkin tehtävä kattava kuntotutkimus. Sen sijaan tietokannasta tehtyjen havaintojen perusteella voidaan tunnistaa rakennuskannasta herkimmin vaurioituvat betonirakenteet rakennusvuoden ja julkisivutyyppien mukaan. Tällä perusteella on mahdollista suunnata kuntotutkimusten sisältöä ja ajankohtaa siten, että kaikki keskeiset vauriomekanismit tulevat riittävällä tarkkuudella selvitettyä.

10

Parvekepielten pakkasenkestävyys on laajalti puutteellisen 1970-luvun tuotannossa. Siihen nähden pakkasrapautumaa esiintyy varsin vähän.

