

By75 Muurattujen ja rapattujen julkisivujen kuntotutkimus 2021

Ohje muurattujen ja rapattujen julkisivujen kuntotutkimuksen tekoon



Julkisivuyhdistys

Toni Pakkala, tekn. toht.

Tutkijatohtori

Tampereen yliopisto

Rakenteiden korjaamisen ja elinkaaritekniikan tutkimusryhmä

toni.pakkala@tuni.fi

Julkisivuyhdistys ry:n vetämän MuRaKu-hankkeen lopputuotoksena on ilmestynyt uusi by75 Muurattujen ja rapattujen julkisivujen kuntotutkimus 2021 -julkaisu. Julkaisu on osin päivitys by44 Rapatun julkisivun kuntotutkimus 1998 -julkaisusta, mutta suurelta osin täysin uudistunut, alan ammattikirjallisuutta täydentävä ohje.

Julkaisun taustaa ja sisältö

Kovalle alustalle rapattujen julkisivujen kuntotutkimusta käsittelevä by44 Rapatun julkisivun kuntotutkimus 1998 on ollut vanhin yhä käytössä oleva Suomen Betoniyhdistyksen julkaisu. Kyseisessä julkaisuissa eikä muualakaan kansallisissa ohjeissa ole kuitenkaan käsitelty rappausalustana toimivan muurauksen tai puhtaaksimuuratun rakenteen kuntotutkimusmenetelmiä. Lisäksi kyseisestä julkaisusta puuttui 2000-luvulla merkittävästi lisääntyneiden eristerappausjärjestelmien käsittely. Johtuen eristerappauksen yleistymisestä sekä osin niissä havaituista ongelmista Julkisivuyhdistys ry on panostanut viime vuosina eristerappauksen vaurioitumisen sekä korjausmenetelmien tutkimisen tukemiseen, ja yhdistyksen vetämän Eristerappauksen vauriomekanismit ja kuntotutkimusmenetelmät (ErVaKu) -hankkeen yhteydessä valmistuikin kolme eri julkaisua, joista yksi [1] käsitteli eristerappauksen vauriomekanismeja, toinen [2] korjausmenetelmiä ja kolmas [3] kuntotutkimusmenetelmiä. Tässä artikkelissa esiteltävä julkaisu by75 Muurattujen ja rapattujen julkisivujen kuntotutkimus 2021 on jatkumoa kyseiselle ErVaKu-hankkeelle.

Muurattujen ja rapattujen rakenteiden kuntotutkimuksissa on ajantasaisten ohjeiden puuttumisen vuoksi hyödynnetty muihin julkisivurakenteisiin käytettyjä ja kuntotutkijoiden kokemukseen perustuvia menetelmiä. Tämä julkaisu ottaa ensimmäistä kertaa huomioon niin puhtaaksimuuratut julkisivut, niiden

käytön rappausalustana kuin eristerappausjärjestelmätkin. Vaikka kaikki edellä mainitut julkisivurakenteet ja niiden vauriomekanismit liittyvät osittain toisiinsa, jokaisella niistä on myös omat ominaispiirteensä. Oman haasteensa tuo myös erityisesti muurattujen rakenteiden sekä niiden päälle tehtyjen rappauksen hyvin pitkä historia erilaisine käytettyine materiaaleineen sekä rakennerratkaisuineen. Tähän ohjeeseen on pyritty kokoamaan kattavasti eri rakenteiden ominaispiirteitä sekä niiden vauriomekanismeja, jotta kuntotutkijalla on riittävä tietous oikeiden kuntotutkimusmenetelmien valintaan. Julkaisu toimii kuntotutkijoiden lisäksi myös kuntotutkimuksen tilaajille, ja antaa tarvittavat perustiedot kyseisten julkisivurakenteiden kuntotutkimuksen suunnitteluun, toteuttamiseen sekä tilaamiseen. Julkaisu sisältää lukijan avuksi myös 88 sanan käsitteisanaston. Ohjetta voidaan soveltaa niin, että kuntotutkimuksessa otetaan huomioon kohteen erityispiirteet.

Muurattujen ja rapattujen julkisivujen kuntotutkijan tulee tuntea tutkittavat rakenteet, niiden tyypillisimmät vauriot ja rasitustekijät sekä korjausmenetelmät. Muurattujen rakenteiden tunteminen on oleellista usein myös rapattuja julkisivuja tutkittaessa, sillä alusrakenteena on usein muuraus. Muuratuilla rakenteilla kuntotutkijan tulee erityisesti tuntea kuorimuuri- ja massiivirakenteiden eroavaisuudet sekä rakennusfysikaalisissa että rakenteellisissa toiminnassa. Rapattujen julkisivujen tapauksessa puolestaan kuntotut-

1 Uusi by75 Muurattujen ja rapattujen julkisivujen kuntotutkimus 2021 -julkaisu on ilmestynyt.

2 Helsingin Käpylään vuonna 1951 valmistunut Käärmetalo on arkkitehti Yrjö Lindgrenin suunnittelema. Peruskorjauksessa kohteen rapatut julkisivut uusittiin pääosin kauttaaltaan vanhan mallin mukaisesti. Laastina käytettiin märkälaastia, jonka koostumuksesta ja roiskeesta tehtiin useampi malli ennen kuin oikea roiskestrukturi löytyi. Halutuksi rappausjäljeksi valikoitui särmikäs pintastrukturi. Pinnat maalattiin Keim Purkristalat silikaattimaalilla.







Rakennuskonsultointi Treuthardt Oy

3

3 Betoninen ikkunan ylityspalkki massiivitiilirakenteisessa seinässä.

4a, 4b Terastipintainen kolmikerrosrappaus.



4a



4b

4a ja 4b Tampereen Yliopisto

Rakennuskonsultointi Treuthardt Oy

kijan tulee tuntea eri alustalle toteutettujen ratkaisujen eroista. Muurattujen julkisivurakenteiden ja niiden päälle tehtyjen rappausten toimintaa, historiaa, käytettyjä materiaaleja sekä niitä ajansaatossa koskeneita vaatimuksia on käsitelty omassa luvussaan, eriste- ja levyrappausjärjestelmiä omassaan.

Rasitustekijät ovat yhtenäisiä riippumatta rakennetyypistä ja siten niistä merkittävimmät (sade ja kosteus, pakkasrasitus, ilman epäpuhtaudet, työnaikaisten olosuhteiden vaikutus) käydään julkaisussa läpi yhtenäisesti. Sen sijaan vauriomekanismeissa on sekä eri rakenteille yhteisiä että jokaiselle rakenteelle ominaisia mekanismeja. Siten julkaisussa on eritelty jokaiselle käsiteltävälle rakenteelle merkittävimmät vauriomekanismit, niiden aiheuttajat sekä mahdolliset seuraukset.

Jotta kuntotutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää, tulee kuntotutkija tuntea myös mahdolliset korjaustavat. Ohjeessa on esitelty

korjaustavoista rakennetyypikohtaisesti pääpiirteittäin vaihtoehdot

- ei korjaustoimenpiteitä
- julkisivujen puhdistus
- rapattujen rakenteiden pinnoituskorjaus
- paikkaus- ja pinnoituskorjaus
- peittävät korjausmenetelmät
- tiilimuurin rappaaminen ja pinnoittaminen
- uuden verkotuslaastin levitys eristerappausjärjestelmän pintaan
- uusi pintarakenne
- purkaminen ja uudelleenrakentaminen (kokonaan tai osittain)
- rakenteellisten halkeamien ja painumavaurioiden korjaus
- elastisten saumausten korjaus
- liittyvien rakenteiden korjaus
- rasitustason alentaminen
- ympäristölle ja terveydelle haitallisten aineiden vaikutus korjausten suorittamiseen.



5

Rakennuskonsultointi Treuthardt Oy

Saint-Gobain Finland Oy Weber



6



7

Vahanen Rakennusfysiikka Oy



8

5 Rapautunut jälkisaumalaasti, jonka alla on hyväkuntoinen muurauslaasti.

6 Rapautunutta rappausta ja muurauslaastia räystään alla.

7 Vanhan kalkkimaalin päälle liian tiiviillä orgaanisella maalilla toteutettu pinnoitus hilseilee pois, kun tausta ei pääse kuivamaan.

8 Rappauspinnan halkeilu näkyy varsinkin tummissa pinnoissa selkeästi sateen tai kastelun jälkeen, sillä muu pinta kuivuu halkeamia nopeammin.

Luvussa 5 puolestaan on käsitelty eriteltynä sekä muurattujen että rapattujen rakenteiden korjaustavat.

Käytettyjen rakennetyyppien ja materiaalien sekä eri rakennetyyppien vauriomekanismeja käydään julkaisussa läpi kattavasti kuvien kera. Julkaisun merkittävimmät luvut käsittelevät kuitenkin kuntotutkimuksen suunnittelua, kuntotutkimusmenetelmiä, tulosten analysointia ja raportointia. Siksi niitä esitellään tässäkin artikkelissa tarkemmin.

Kuntotutkimuksen suunnittelu

Kuntotutkimuksen tavoite on selvittää riittävän luotettavasti rakenteen kunto, vaurioitumisen laajuus ja aste, vaurioitumisen eteneminen tulevaisuudessa sekä soveltuvat korjaustavat. Johtopäätösten, korjaussuositusten ja analyysin tulee perustua systemaattiseen tutkimuslogiikkaan sekä tutkimustietoon, joka on varmistettu rinnakkaisia tutkimusmenetelmiä

käyttäen. Kuntotutkimuksen yksittäiset tutkimusmenetelmät ja näytteenotto perustuvat kuitenkin aina otokseen, jolloin tutkimustulokseen ja siitä tehtyihin johtopäätöksiin sisältyy aina jonkin verran epävarmuutta. Siksi kuntotutkimukseen kuuluu aina myös siihen kuuluvien epävarmuustekijöiden arviointi.

Kuntotutkimus koostuu kolmesta peräkkäisestä vaiheesta, jotka voivat olla kuitenkin osittain päällekkäisiä. Kuntotutkimuksen ensimmäisen vaiheen, alustavan tilannearvion toimenpiteet ovat lähtötietojen kerääminen, alustava tilannearvio, tutkimustarpeen arviointi sekä työsuunnitelman laadinta. Seuraavan vaiheen muodostavat varsinaiset kenttätutkimukset, näytteenotto sekä laboratoriotutkimukset. Näitä seuraa kuntotutkimusdatan ja tutkimustulosten analyysi ja raportointi tilaan käyttöön. Eri vaiheiden painotus saattaa vaihdella, mutta kaikki päävaiheet toteutetaan jokaisessa kuntotutkimuksessa.

9 Mahdollisia tutkimusmenetelmiä halkeilun laajuuden, asteen ja syiden selvittämiseksi kuntotutkimuksen eri vaiheissa.

Esiselvitysvaihe:

- Rakenteen halkeilun riskiä voidaan tarkastella julkisivu- ja rakennepiirustusten perusteella sekä suunniteltujen liikunta-saumalinjojen perusteella.
- Ei-rakenteellisen halkeilun (esimerkiksi kuivumiskutistuma) syitä voidaan selvittää työmaapäiväkirjojen ja työmaa-aikaisen dokumentaation avulla.

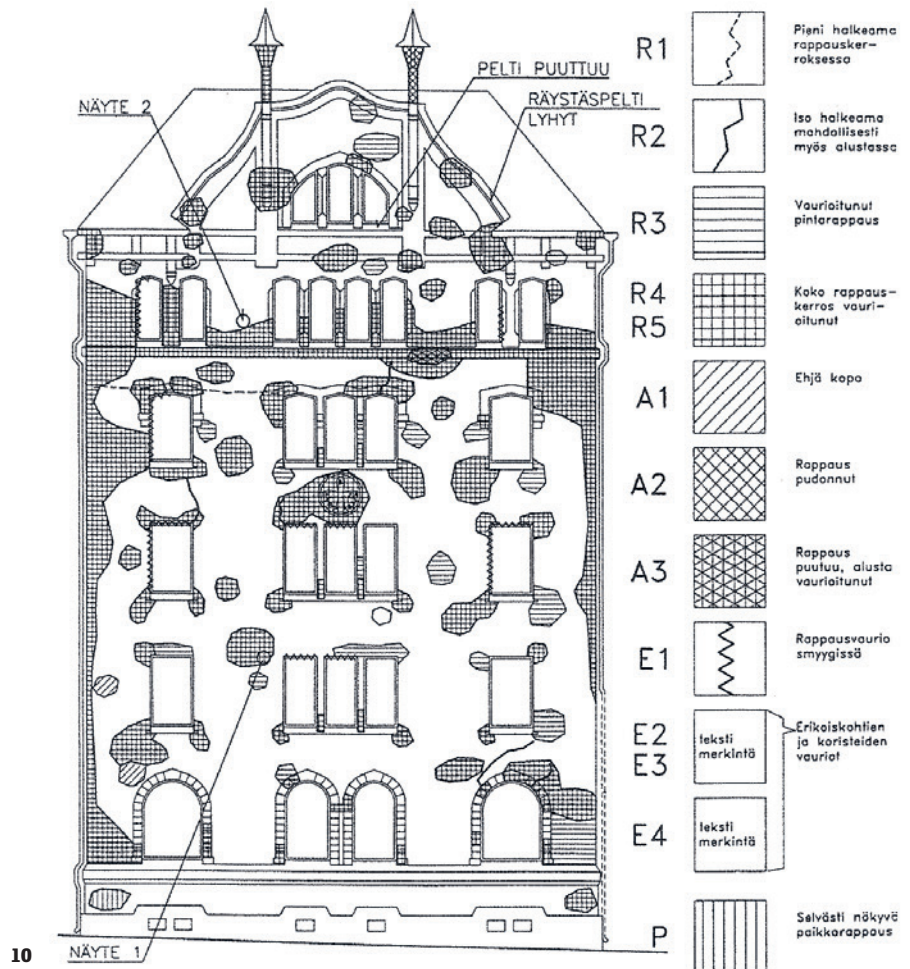
Silmämääräinen havainnointi:

- Halkeamakartoitus tehdään aistinvaraisesti
- Halkeamaleveyksiä voidaan mitata esimerkiksi mitta-asteikolla varustetulla suurennuslasilla eli luupilla.
- Halkeamien valokuvauksen avulla voidaan dokumentoida halkeamia ja seurata halkeilun etenemistä vertaamalla aikaisempaan valokuva-aineistoon
- Halkeamien sijainti ja muoto esitetään julkisivujen vauriokartassa.

Kenttä- ja laboratoriotutkimukset:

- Halkeiluun johtaneita syitä voidaan tutkia rappauksesta otetuista näytteistä tutkimalla näytteestä rappauksen kerroksia ja paksuutta sekä rappausverkon sijaintia, lukumäärää ja limittymistä.
- Näytteenottokohdasta pyritään aina selvittämään halkeilun mahdollinen jatkuminen alusrakenteessa ja rappausalustan vaikutus rappauksen halkeiluun.

10 Esimerkki rapatun julkisivun vauriokartasta.



Toni Pakkala

11 Rappausnäytteen ottaminen porakoneeseen
asennettavalla timanttiporanterällä.



Renovatek Oy

11

Kuntotutkimuksen sisällön suunnittelu on yksi kuntotutkimusprosessin tärkeimmistä vaiheista. Sisällön suunnittelun tavoitteet ovat, että

- kuntotutkimuksessa selvitetään oikeita ja oleellisia asioita
- tutkimuksen tavoitteiden mukaisesti tutkittavat asiat selvitetään riittävän laajoilla otoksilla luotettavasti
- tutkittavat asiat selvitetään riittävän tarkoilla menetelmillä.

Tutkimuksen sisältö määräytyy kohderakennuksen ominaisuuksien ja tutkimukselle asetettujen tavoitteiden perusteella ongelmalähtöisesti: ensin tunnistetaan potentiaaliset ongelmat kohteen rakenteellisessa toiminnassa, rakennetyypeissä ja rasitusoloissa, ja niiden perusteella päätetään tutkimuksen sisältö (mitattavat ja havainnoitavat suuret, käytettävät havainnointimenetelmät ja otosten laajuus). Sisällön määräytymistä ohjaa myös asetettavat resurssit ja rajoitukset. Kuntotutkimuksen lähtökohtana ei tule pitää tietyn korjausmenetelmän valintaa, vaan soveltuvat korjausmenetelmät päätetään päinvastoin kuntotutkimuksen tulosten perusteella.

Kuntotutkimuksen suunnittelu on yksi julkaisun keskeisimmistä osista, sillä julkaisun rakennetyypit itsessään ja niiden vaurioitumisnopeudet poikkeavat toisistaan huomattavasti. Esimerkiksi täystiilimuuri voi olla erittäin pitkäikäinen ja siinä havaittavat alkavat vauriot eivät ole välttämättä kriittisiä rakenteen toiminnalle tai aiheuta vaaraa

lähistöllä liikkuville. Sen sijaan eristerappausjärjestelmien vaurioituminen voi olla nopeaa, jos niissä esiintyy toimivuuspuutteita ja siten ensimmäinen silmämääräinen halkeamakar-toitus on suositeltavaa suorittaa jo kohteen takuuajana. Julkaisussa on käsitelty yksityiskohtaisesti eri vauriotyyppien tutkiminen jaoteltuna kuntotutkimuksen esiselvitysvaiheeseen, silmämääräiseen havainnointiin sekä kenttä- ja laboratoriotutkimuksiin. Kuvassa 9 on esitelty esimerkkinä taulukko rappauksen tartunnan tutkimisesta.

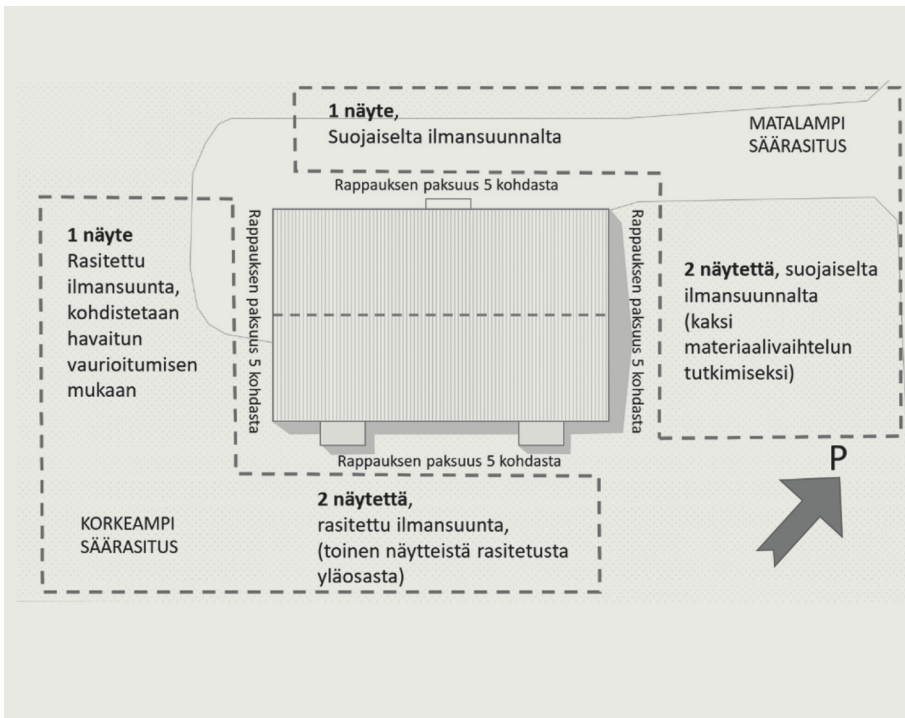
Näytteenotto ei ole muuratuilla ja rapatuilla julkisivuilla yhtä suoraviivaisesti perusteltavissa kuin esimerkiksi betonirakenteilla, sillä näytteestä saatavan tiedon määrä sekä hyödynnettävyys on usein vähäisempi kuin betoninäytteissä, mikä johtuu erityisesti rappauksilla osittain näytteen koosta sekä siitä, että vertailuaineistoa laboratoriotutkimusten avuksi ei ole betonia vastaavaa määrää. Näytteenotto sisältyy kuntotutkimukseen, jos se on tutkimussuunnitelmassa arvioitu tarpeelliseksi tarkasteltavan rakenteen ja tutkimuksen tavoitteen kannalta tai sille havaitaan tarve kenttätutkimusten yhteydessä. Yleensä kuntotutkimuksen yhteydessä on tarpeen tutkia rakenteen vaurioitumista ja säilyvyysominaisuuksia materiaalinäytteiden analyysien avulla. Siten näytteenotto on suunniteltava etukäteen varautuen myös siihen, että tarve sille voi ilmetä vasta kenttätutkimusten yhteydessä.

Rakenneavauksen toteuttamiselle tulee aina olla perusteltu syy. Aistinvaraisesti vaurioituneeksi todettujen eristerappausjärjestelmien kuntotutkimuksen yhteydessä voi olla tarpeen selvittää järjestelmän rakenne rakenneavauksen avulla, jos on epäselvyys siitä, onko eristerappausjärjestelmä toteutettu suunnitelmien mukaisesti tai toteutustapa ei ole tiedossa. Samoin rakenneavaus voi olla perusteltua, jos on erityistä syytä selvittää kuorimuurirakenteen kannatus- ja kiinnitysosien kuntoa tai lämmöneristeiden kuntoa

On myös tapauksia, joissa näytteenotto ei ole tarpeellista. Näytteenotto ei ole tarpeellista esimerkiksi ehjässä, täysin vaurioitumattomassa julkisivussa tai vastaavasti julkisivuissa, jotka voidaan todeta aistinvaraisesti hyvin pitkälle vaurioituneeksi. Muuratuilla julkisivuilla näytteenotto on yleensä perusteltua vain, jos halutaan selvittää muurauslaastin ja muurauskappaleen ominaisuuksia tai esimerkiksi jälkisaumalaastikerroksen paksuutta.

Rapatun julkisivun kenttätutkimusten yhteydessä on yleensä aina tarve tehdä koe-porauksia, vaikka ei olisikaan havaittu tarvetta varsinaisille näyteanalyysille. Poraukset liittyvät tällöin esimerkiksi rappauskerroksen paksuuden kattavaan selvittämiseen tai rappauksen lujuuden/rapautuneisuuden arviointiin. Rappauskerroksen paksuus on suositeltavaa tarkastaa 5...10 kohdasta/julkisivusuunta riippuen rappauspinnan muodoista.

Muurattujen ja rapattujen rakenteiden näytteet voivat olla hyvinkin heikkoja ja hau-



12 Esimerkki näyteotannan hajauttamisesta eri ilmansuuntiin pienen rapatun rakennuksen tapauksessa.

raita. Näytteenotto tulee pyrkiä toteuttamaan mahdollisimman vähän näytteen rakennetta häiriten, jos näytteestä on tarkoitus analysoida vaurioitumista esimerkiksi petrografisen tutkimuksen avulla. Kaikille rakenteesta irrotettaville näytteille tehdään aistinvarainen tarkastelu. Petrografinen tutkimus on suositeltavaa tehdä vähintään 2 näytteestä/rinnakkainen tapaus, koska yksittäisellä analyysillä ei yleensä saada tutkimuksen kannalta riittävän luotettavaa tietoa muun muassa vaurioitumisesta, sideainesuhteista, maalityypeistä tai maalikerrosten määrästä.

Jos näytteitä päädytään perustellusti irrottamaan, näyttemäärä valitaan ja näytteenotto kohdistetaan niin, että otantaan sisältyy näytteitä vaurioituneilta kohdilta, julkisivun säärasitetuimmilta alueilta sekä ehjiltä julkisivun kohdilta (vertailunäytteinä). Rinnakkaisia näytteitä (vastaava rakenne, vauriotilanne, olosuhde) tulee olla vähintään kolme, jotta materiaaliominaisuuksien hajontaa voidaan ottaa huomioon. Julkaisussa on esitelty peruskohteen näytteenotto-ohjeistus sekä kerrottu, milloin on tarpeen lisätä tai vähentää näyttemäärää. Kuvassa 12 on esimerkki näytteenoton hajauttamisesta pienehkössä peruskohteessa.

Tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelmät on esitelty ohjeessa rakennetyyppi- sekä menetelmäkohtaisesti.

Sekä muuratuilla että rapatuilla rakenteilla korostuu silmämääräisen ja ainetta rikkomattomien menetelmien, kuten rappauksen koputtelun käyttö. Esimerkiksi halkeilun osalta on esitelty, miten sitä voidaan havaita, missä halkeilua tyypillisesti havaitaan ja mistä se todennäköisesti johtuu. Lisäksi on esitelty laboratoriotutkimusmenetelmä ja mitä niillä voidaan saada selville. Esimerkiksi ohuthie on melko kallis tutkimusmenetelmä eikä sillä välttämättä saada yhtä paljon informaatiota kuin esimerkiksi betonilieriöistä. Toisaalta se on ainoa mahdollinen tapa arvioida mm. muurauskappaleen ja laastin tai rappauksen kiviaineksen tyyppiä, jakaumaa ja maksimiraekokoa, sideaine-kiviainessuhdetta tai sideaine-kiviainekontaktia luotettavasti. Eristerappausjärjestelmien osalta kosteusteknisistä riskiratkaisuista ja niiden tunnistamisesta ohjeessa on esitelty detaljeina tyypillisimpiä.

Havainnot tulee esittää mahdollisimman kattavasti esimerkiksi vauriokartan avulla, johon on merkitty erilaisin merkinnöin ja mahdollisesti värein niin näkyvät vauriot, taustastaan irronneet tai pehmenneet rapatut alueet sekä näytteenottokohdat.

Tulosten analyysi ja raportointi

Kuntotutkimuksen tulosten analyysi ja raportointi noudattavat melko tarkasti betonirakenteiden kuntotutkimuksen [6] kaltaisia vaiheita.

Kyseistä perinteistä kuntotutkimusmetodiikkaa on tarkennettu rakennetyyppikohtaisesti ja erikseen on tarkennettu mm. pakkasrapautumisen sekä rakenteellisen halkeilun analysointia.

Kuntotutkimusraportin tarkoituksena on välittää tutkimuksen tulokset tilaajan käyttöön sekä tallentaa kaikki tarpeelliset tiedot tulevaa käyttöä (korjaussuunnittelua ja kunnossapitoa) varten. Kuntotutkimusraportin sisällön tulee olla sellainen, että sekä rakennusalan ammattilaiset että asiaan perehtymätön lukija saa raportista tarvitsemansa tiedot. Ohjeessa on esitetty yksityiskohtaisesti, mitä raportin tulee pitää sisällään, jotta kyseiset tavoitteet voidaan saavuttaa.

13,14 Rakennustoimisto Nyberg & Löppösen suunnittelema, Helsingin Kruununhaassa vuonna 1906 valmistuneen As Oy Kristian 17:n julkisivut korjattiin vuonna 2018. Taloyhtiössä on kaksi työtekniikaltaan toisistaan poikkeavaa julkisivua. Sisäpihan julkisivu on yksinkertainen, sileä roiskerappausjulkisivu. Kadun puoleinen koristerappaus oli hidasta käsi-työtä. Näyttävä paanukatto- tai ns. kalanruotokuvio toteutettiin käsipelillä. Kolmikerrosrappaus tehtiin märkärappauksella kalkkimenttilaastilla ja rappauksen päällä on silikaattimaali.



13



14

Guide for conducting condition surveys on masonry and rendered facades

The new Guide covers both fair face facades and their use as a rendering substrate, as well as insulation render systems. Although all the above facade structures and their damage mechanisms are partly interrelated, they all also have their own special characteristics. The extremely long history of masonry structures in particular, and rendering on such structures, cause a specific challenge, what with all the different materials and structural solutions used.

This Guide is designed to comprehensively present the characteristic features of different structures as well as their damage mechanisms to provide the condition surveyor with sufficient knowledge to choose the correct condition survey methods. When conducting condition surveys on masonry and rendered facades, the surveyor must be familiar with the structures to be surveyed, their most typical damage types and stress factors as well as repair methods.

The Guide is intended not only for condition surveyors, but also to the clients who order condition surveys, providing them with the required basic information for the planning, implementation and ordering of a condition survey on such facade structures.



Julkisivuyhdistys edistää
laadukasta julkisivurakentamista,
joka kestää myös
tulevaisuuden ilmaston haasteet

- Tutkittua tietoa julkisivumarkkinoista 2021. Tilaa tuore tutkimusraportti. Saat ajantasaista tietoa julkisivumarkkinoiden kehityksestä ja jakaantumisesta myös materiaaleittain.
- Tule mukaan julkisivualan asiantuntijaverkostoon, hyödynnä yhdistyksen tuottamaa tutkimustietoa ja osallistu tutkimushankkeisiin.
- Uusimmat: Muurattujen ja rapattujen julkisivujen kuntotutkimus (julkaisu by 75) ja Tuulettuvat julkisivut - suunnittelu ja toteutusohjeet (julkaisu by 64).



Julkisivuyhdistys

Liity jäseneksi.
www.julkisivuyhdistys.fi