

Matti Eronen

Eristerappausjärjestelmien tyypillisten vaurioiden korjausmenetelmät

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (ylempi AMK)

Rakennustekniikka

Opinnäytetyö

7.5.2020

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Matti Eronen Eristerappausjärjestelmien tyypillisten vaurioiden korjausmenetelmät 138 sivua + 2 liitettä 7.5.2020
Tutkinto	insinööri (YAMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine	Korjausrakentaminen
Ohjaajat	Vanhempi korjaussuunnittelija Alpo Eskola Yliopettaja Hannu Hakkarainen
Eristerapattujen julkisivujen käyttö on yleistynyt Suomessa 2000-luvulla. Erityisesti asunto-kohteiden uudisrakentamisen kasvaessa sekä vanhemman rakennuskannan tullessa peruskorjausikään eristerapattujen julkisivujen määrä on ollut voimakkaassa nousussa tähän asti. Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää käytössä olevia korjausmenetelmiä sekä yksityiskohtaisempia liittymäkohtaisia korjaustapoja. Selvitystyö ulottui Suomen lisäksi Euroopassa käytössä oleviin menetelmiin. Lopullisena tavoitteena oli esittää korjausvaihtoehtoja Suomessa esiintyville vauriotyypeille. Toisena tavoitteena oli tutkia tutkimusaineistoksi kerättyjen kohteiden vaurioitumista, vaurioihin johtaneita syitä sekä jo mahdollisesti tehtyjen korjausten onnistumista. Opinnäytetyön pääasiallisena tutkimusmenetelmänä käytettiin kyselylomakkeita, joilla pyrittiin keräämään tutkimusaineiston suurin massa. Kohdekohtaisia tietoja syvennettiin haastatteluiden ja kohdekäyntien avulla. Tutkimusvaiheessa pääpaino siirtyi haastatteluihin ja sähköpostikeskusteluihin erilaisten korjausmenetelmien ja detaljitason korjaustapojen osalta. Tutkimusaineiston pohjalta vertailtiin tutkimuksessa mukana olleiden rakennetyyppien vaurioitumista ja korjaustarvetta. Haastatteluiden ja keskusteluiden pohjalta koottiin yhteen erilaisia käytössä olevia korjaustapoja. Korjaustapojen soveltuvuutta erilaisiin tilanteisiin havainnollistettiin tutkimusaineistona olleiden kohteiden avulla. Projektin aikana ilmeni lisätutkimustarpeita mm. peittävien korjausmenetelmien rakennusfysikaalisen toiminnan tarkastelussa, tiivistyksissä ja saumauksissa käytettävien tuotteiden soveltuvuudessa eristerappausjärjestelmien pinnoitteille sekä monimuotoisiin rappauskenttiin aiheutuvien pakkovoimien yhteydestä vaurioitumiseen.	
Avainsanat	eristerappaus, ohutrappaus, paksurappaus, julkisivu

Author Title	Matti Eronen Repairing of typical damages on ETICS
Number of Pages Date	138 pages + 2 appendices 7 May 2020
Degree	Master's Degree in Civil Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Renovation
Instructors	Alpo Eskola, Senior Planning Coordinator Hannu Hakkarainen, Principal Lecturer
Use of external thermal insulation composite systems has increased in the first decades of the 2000s in Finland. Especially growth on the construction of new housing localities, and existing building stock's reaching age of renovation, has affected to the strong increase in the use of ETICS so far. The purpose of the thesis was to examine commonly used renovation methods, and more detail levelled ways of repairing points of convergence. Research work covered not only Finnish methods, but also methods that are used in Europe. The final objective was to present reasonable restorative options for the most common degradations of ETICS in Finland. The second purpose was to examine the degradation of objects collected for the research material, degradation mechanisms and succession of repairing, which may have been already done. The main research method of the thesis was a questionnaire, which was used to collect the mass of the research material. Site by site details were examined by interviews and on-site inspections. On the study phase, the focus was transferred to interviews and e-mail discussions, consisting of different renovation methods and more detailed ways of repairing. Information of the research material was used to compare damaging and the needs of repairing for designs of construction types included in the research. Based on interviews and discussions, different kind of repairing methods were collected together. Suitability of methods to different kinds of situations was illustrated with objects of research material. During the project, further research needs emerged, among other things, physical functionality of covering renovation methods, the suitability of sealing and jointing products with coatings of ETICS and connections between forces formed to intricate rendering facades and degradations.	
Keywords	ETICS, external thermal insulation composite system, facade, rendering

Sisällys

Termistö ja käsitteet

1	Johdanto	1
2	Tutkimusmenetelmät ja työn rajaukset	3
2.1	Tutkimusongelmat	3
2.2	Tutkimuksen tavoitteet	3
2.3	Tutkimuksen rajaukset	4
2.4	Tutkimusmenetelmät	4
2.4.1	Kyselylomakkeet	4
2.4.2	Haastattelut	5
2.4.3	Kohdekäynnit	5
2.5	Aineiston analysointi	5
3	Eristerapattu ulkoseinärakenne	6
3.1	Eristerapatun ulkoseinän rakenne	6
3.1.1	Kantava rakenne	6
3.1.2	Korjausrakentamisessa yleisesti käytettävät rakennetyypit	7
3.1.3	Uudisrakentamisessa yleisesti käytettävät rakenteet	8
3.2	Eristerappausjärjestelmät	8
3.2.1	Tuotehyväksynät ja testaus	8
3.2.2	Ohutrappaus-eristejärjestelmä	9
3.2.3	Paksurappaus-eristejärjestelmä	9
3.3	Lämmöneristeet	10
3.3.1	Lämmöneristeet ohutrappaus-eristejärjestelmissä	10
3.3.2	Lämmöneristeet paksurappaus-eristejärjestelmissä	12
3.3.3	Lämmöneristeille asetetut palomääräykset	13
3.4	Muut rappauksen varusteet ja mekaaniset kiinnikkeet	14
3.4.1	Ohutrappaus-eristejärjestelmien tarvikkeet	14
3.4.2	Paksurappaus-eristejärjestelmien tarvikkeet	14
3.5	Laastit ja pinnoitteet	15
3.5.1	Yleistä	15
3.5.2	Ohutrappausjärjestelmien laastit ja pinnoitteet	15
3.5.3	Paksurappausjärjestelmien laastit ja pinnoitteet	16
3.6	Rakenteen kuormitukset	17
3.6.1	Tuuli	17

3.6.2	Omapaino	18
3.6.3	Mekaaninen rasitus	19
3.6.4	Säärasitukset	20
3.7	Kosteustekninen toiminta	23
3.7.1	Periaate	23
3.7.2	Kosteuden kulkeutuminen rakenteeseen	23
3.7.3	Rakenteen kuivumismahdollisuudet	25
4	Eristerappausjärjestelmien vaurioituminen	26
4.1	Eristerappausjärjestelmien yleisimmät vauriotyypit	26
4.1.1	Halkeilu	26
4.1.2	Pakkasrapautuminen	28
4.1.3	Muut vauriotyypit	29
4.2	Tutkimuskohteiden vauriotyypit	29
4.2.1	Ohutrappaus korjausrakentamisessa mineraalivilla-alustalle	30
4.2.2	Ohutrappaus uudisrakentamisessa mineraalivilla-alustalle	31
4.2.3	Ohutrappaus korjausrakentamisessa EPS-alustalle	32
4.2.4	Ohutrappaus uudisrakentamisessa EPS-alustalle	33
4.2.5	Paksurappaus korjausrakentamisessa mineraalivilla-alustalle	34
4.3	Betonivalmisosarakentamisen muodostamat riskit	35
5	Eristerapattujen julkisivujen korjaaminen	37
5.1	Kuntotutkimus	38
5.2	Eristerapattujen julkisivujen korjaussuunnittelu	39
5.3	Korjausten käyttöikä	39
5.4	Eristerappausten korjausasteet	40
5.4.1	Ei korjaustoimenpiteitä	40
5.4.2	Julkisivujen puhdistus	41
5.4.3	Pinnoituskorjaus	42
5.4.4	Paikkaus- ja pinnoituskorjaus	43
5.4.5	Peittävä korjaus	45
5.4.6	Purkava korjaus ja uusiminen	46
5.4.7	Liittyvien osien korjaukset	47
5.4.8	Ympäristölle ja terveydelle haitallisten aineiden vaikutus korjausten suorittamiseen	47
5.5	Vauriotyyppikohtaiset korjaustavat ohutrappausjärjestelmissä	49
5.5.1	Sokkeliliittymä	49
5.5.2	Ikkunaliittymä	51
5.5.3	Ikkunan vesipeltiliittymä	54

5.5.4	Räystäслиittymä	56
5.5.5	Elementtisaumat / kerrosrajat	58
5.5.6	Parvekeliittymät	60
5.5.7	Eritasokohtien liittymät, ohutrappauksen liittymä vesikattoon	64
5.5.8	Tehosterajaukset	66
5.5.9	Liittymät muihin julkisivuosiin	68
5.5.10	Muita yksityiskohtia	72
5.5.11	Rappausalustan vaurioituminen	75
5.6	Vauriotyyppikohtaiset korjaustavat paksurappausjärjestelmissä	77
5.6.1	Sokkeliliittymä	77
5.6.2	Ikkunaliittymät	79
5.6.3	Ikkunan vesipeltiliittymä	82
5.6.4	Räystäслиittymä	83
5.6.5	Liikuntasaumat	84
5.6.6	Parvekeliittymät	86
5.6.7	Eritasokohtien liittymät, paksurappauksen liittymät vesikattoon	89
5.6.8	Laasti- ja pinnoitekerrosten välinen tartunta, pinnoitevauriot	90
5.6.9	Liittymät muihin julkisivuosiin	95
5.6.10	Muita yksityiskohtia	95
5.7	Eristerappausten korjausmenetelmät Suomessa	96
5.7.1	Järjestelmä 1, ohutrappaus-eristejärjestelmä	97
5.7.2	Järjestelmä 2, paksurappaus-eristejärjestelmä	97
5.8	Eristerappausten korjausmenetelmät Euroopassa	98
5.8.1	Maakohtaiset ratkaisut ohutrappausjärjestelmille	98
5.8.2	Maakohtaiset ratkaisut paksurappausjärjestelmille	102
6	Tutkimuskohteiden korjausmenetelmät ja korjauslaajuus – case-esimerkit	102
6.1	Yleistä	102
6.2	Ohutrappaus korjausrakentamisessa mineraalivilla-alustalla	103
6.2.1	Kohde A4	103
6.2.2	Kohde A9	107
6.3	Ohutrappaus uudisrakentamisessa mineraalivilla-alustalle	108
6.3.1	Kohde B4	108
6.3.2	Kohde B18	112
6.4	Ohutrappaus korjausrakentamisessa EPS-alustalle	114
6.4.1	Kohde C8	114
6.4.2	Kohde C9	116
6.5	Ohutrappaus uudisrakentamisessa EPS-alustalle	119
6.5.1	Kohde D1	119

6.5.2 Kohde D2	120
6.6 Paksurappaus korjausrakentamisessa mineraalivilla-alustalle	122
6.6.1 Kohde E19	122
6.6.2 Kohde E23	124
6.7 Johtopäätökset	126
7 Yhteenveto	127
Lähteet	133
Henkilökohtainen kommunikaatio	137
Liitteet	
Liite 1. Kyselylomake, pdf-versio	
Liite 2. Kyselylomake, sähköinen versio	

Käytetyt termit ja lyhenteet

Diffuusio	Kosteus siirtyy alemman kosteuspitoisuuden suuntaan lämpimästä tilasta kylmempään.
Eristerappausjärjestelmä	Lämmöneristeiden, rappauslaastien sekä rappausverkkojen ja muiden järjestelmään kuuluvien, peräkkäisissä työvaiheissa käytettävien tuotteiden kokonaisuus, jotka yhdessä muodostavat eristerappauksen lopputuloksen.
EPS	Paisutettu polystyreenimuovi (expanded polystyrene)
Kapillaarisuus	Materiaalin kykyä imeä itseensä vettä ja kuljettaa sitä.
Kosteuskonvektio	Vesihöyryn siirtymistä ilman paine-erojen aiheuttaman il-mavirran mukana.
Lämmönjohtavuus	Ilmoittaa lämpövirran tiheyden jatkuvuustilassa pituusyksikön paksuisen homogeenisen ainekerroksen läpi, kun lämpötilaero ainekerroksen pintojen välillä on yksikön suuruisen.
Vesihöyrynvastus	Ilmoittaa tasapaksun ainekerroksen tai tällaisista muodostuvan tasapaksun kerroksellisen rakenteen pinnoilla eri puolilla vallitsevien vesihöyrypitoisuuksien tai vesihöyryn osapaineiden eron ja ainekerrosten tai rakenteen läpi jatkuvuustilassa pinta-alayksikköä kohti diffusoituvan vesihöyryvirran suhteen.

1 Johdanto

Erilaisilla eristerappausjärjestelmillä toteutetut julkisivut ovat yleistyneet Suomessa 2000-luvulla. Ensimmäisiä kokeellisia paksurappausjärjestelmiä on käytetty jo 1970-luvulla. Eristerappausjärjestelmien käyttöä ovat lisänneet peruskorjauksen saavuttaneet 1960-80 -lukujen betonielementtikerrostalot sekä 2000-luvun runsas asuntokohteiden uudisrakentaminen, joka on vain kiihtynyt 2010-luvun loppua kohden. 2010-luvulla suurin osa asunnoista valmistui kerrostaloihin, kun vuosien 1980-2009 aikana suurin osa asunnoista valmistui pientaloihin. (ROTI 2019, 10), (by 57 2016, 9), (Rakentaminen 2019-2020 2019, 17)

Eristerappausjärjestelmiä käytetään sekä uudis- että korjausrakentamisessa. Järjestelmät jaetaan rappauspaksuuden mukaisesti ohut- ja paksurappausjärjestelmiin. Järjestelmien periaatteellisenä eroavaisuutena on rappauspaksuuden lisäksi rappausalusta. Ohutrappausjärjestelmissä rappaus ja alustana toimiva eristelevy kiinnitetään kauttaaltaan alustaan liimaamalla ja vähintään osittain mekaanisesti. Paksurappausjärjestelmissä alustana toimiva eristelevy kiinnitetään alustaan mekaanisesti, rappaus kiinnittyy mekaanisten kiinnikkeiden ja rappausverkon avulla. (Eriste- ja levyrappaukset), (by 57 2016, 9)

Runsaan käytön myötä myös eristerapattujen julkisivujen korjaustarve on runsaassa kasvussa. Eristerappausjärjestelmien korjaamiselle ei ole vielä olemassa yhtenäisiä ohjeistuksia tai menetelmiä. Tähän asti kohteissa on tehty jonkin verran erityyppisiä takuu- ja huoltokorjauksia. Ensimmäiset ohutrapatut kohteet ovat saavuttamassa elinkaarensa vaiheen, jossa huoltokunnostus tulee ajankohtaiseksi. Myös uudiskohteissa on havaittu jo takuuajana selkeätä korjaustarvetta. Materiaalivalmistajilla on olemassa omia korjausohjeita, joiden soveltuvuuksia ja kestävyyttä ei välttämättä ole testattu pitkällä aikavälillä. Lisäksi soveltuvuus voi olla testattu vain tiettyyn vauriotyyppiin tietyissä olosuhteissa.

Eristerapattujen julkisivujen vaurioitumiseen johtavat syyt ja tekniset käyttöiät sekä kunnossapitovälit eivät ole vielä täysin selvillä. Vaurioitumista ja eristerapattujen julkisivujen käyttöiä on tutkittu aiemmin Suomessa ja Euroopassa pienehköissä tutkimuksissa. Vuonna 2003 Suomessa tehdyssä kuntoarviotyyppiseen tutkimusaineistoon pohjautuvassa diplomityössä eristerapattujen julkisivujen käyttöiksi arvioitiin 25 vuotta

(Piironen, Sistonen & Huovinen 2003, 47). Tässä työssä mukana olleista 21 rakennuksesta 13 eri kiinteistössä yhtä kiinteistöä lukuun ottamatta kaikki kohteet olivat mineraalivillan päälle toteutettuja paksurappauksia. Yhden kiinteistön kuusi rakennusta oli toteutettu EPS-eristeen päälle tehdyllä ohutrappauksella.

Saksalaisessa Fraunhofer Institute for Building Physics IBP -tutkimuslaitoksessa on ollut käynnissä pitkäkestoinen tutkimushanke, jossa on edelleen mukana 11 eristerappausjärjestelmällä toteutettua kohdetta. Kohteita on viimeisimmän kerran tarkasteltu vuonna 2014, jolloin kymmenen kohdetta on arvosteltu parhaaseen 1-luokkaan. Vain yksi on arvosteltu luokkaan 2, jossa arvosteluperusteena satunnaisia halkeamia eristelevyjen saumoissa tai ikkunaliittymissä. Kohteita on huollettu ja kunnostettu vuosien mittaan, osa huoltomaalattu ja osaan asennettu uusi eristelevy ja rappauskerros. Uuden peittävän eristerappausjärjestelmän asentamisen syynä on tutkimustietojen perusteella ollut lämmöneristävyyden parantaminen. Tutkimuksen yhteenvedona eristerappausjärjestelmien käyttöä on arvioitu 22 vuotta, joskin tällä tarkoitetaan enemmän kunnossapitoväliä. (Lengsfeld, Krus, Künzel & Künzel 2015, 1-2)

Tämän opinnäytetyön aihe nousi esille tekijän työtehtävissä Insinööritoimisto Conditiossa vastaan tulevien kohteiden myötä. Tarjouspyyntöjä eristerappausten kuntotutkimuksista ja korjaussuunnittelusta on viime vuosina alkanut ilmestyä enenevässä määrin. Aihetta kehitettiin yhdessä Alpo Eskolan kanssa muutamien kuukausien ajan. Lopulta runko alkoi olla kasassa, ja otettiin yhteyttä julkisivualan riippumattomaan kehittäjään, Julkisivuyhdistykseen. Selvisi että aihetta käsittelevä hanke oli juuri käynnistymässä, yhteistyössä Tampereen Teknillisen yliopiston kanssa.

Julkisivuyhdistyksen käynnistämän ErVaKu-hankkeen oli selvittää mm. eristerappausjärjestelmien käyttökään vaikuttavat vauriomekanismit, merkittävimmät rasisustekijät, sekä laatia yhteenveto erilaisista käytössä olevista kuntotutkimusmenetelmistä. (Julkisivuyhdistys 2019a) Osa Conditiassa kehitetystä aiheesta oli jo tutkimuskohteena, joten rajauksena tämän opinnäytetyön tavoitteeksi jäi selvittää erilaisia käytössä olevia korjausmenetelmiä sekä vauriotyyppikohtaisia korjaustapoja. Vauriomekanismien tunnistamisesta seuraava askel on yhdistää oikeantyyppiset sekä -laajuiset korjausmenetelmät erilaisille vauriotyypeille.

ErVaKu-hankkeen lopputulemana laadittiin diplomityö Eristerappausjärjestelmien vauriomekanismit ja kuntotutkimusmenetelmät (Lemberg 2019) sekä Eristerappausten kuntotutkimusohje (Julkisivuyhdistys 2019b). Tämä opinnäytetyö on laadittu osittain ErVaKu-hankkeen tutkimusryhmän osaamista hyödyntäen.

2 Tutkimusmenetelmät ja työn rajaukset

2.1 Tutkimusongelmat

Suomessa ei ole käytössä yhtenäisiä eristerapattujen julkisivujen korjausmenetelmiä tai yleisiä ohjeistuksia. Korjauksia tehdään pääasiassa tapauskohtaisesti, uuden eristerappausjärjestelmän ohjeistuksia soveltaen. Työssä pyritään kokoamaan yhteen nykyisin käytössä olevia menetelmiä Suomesta ja muualta Euroopasta.

Ensimmäistä tutkimusongelmaa varten tarvitaan tutkimusaineistoksi eristerapattuja kohteita, joissa on todettu eri asteisia vaurioita. Tästä aineistosta koostetaan toista tutkimusongelmaa varten yhteenveto kohteiden yleisimmistä vauriotyypeistä.

2.2 Tutkimuksen tavoitteet

Opinnäytetyössä kootaan yhteen toteutuneissa eristerapatuissa kohteissa käytettyjä korjausmenetelmiä Suomessa sekä muualla Euroopassa. Tutkimuksessa pyritään selvittämään sekä kohdekohtaisia toteutustapoja, että laajamittaisemmin käytettyjä järjestelmällisiä korjauksia. Lisäksi pyritään tutkimaan jo toteutettujen korjausten onnistumista.

Lopullisena tavoitteena oli esittää käytössä olevia vaurioiden korjaustapoja Suomen olosuhteissa esiintyville vauriomekanismeille. Yhteenvetona pyrittiin esittämään suositeltavat korjaustavat eriasteiselle ja -tyyppiselle vaurioitumiselle, kuudelle eri rakennetyypille.

Tutkimusaineiston pohjalta kootaan yhteenveto eristerapatuissa julkisivuissa havaituista tyypillisistä ongelmista, sekä arvioidaan vaurioitumiseen johtaneita syitä. löytää toimintatapoja vastaavien vaurioiden ehkäisemiseksi tulevaisuudessa.

2.3 Tutkimuksen rajaukset

Tutkimukseen valittavat kohteet ovat asuinkerrostaloja. Pientalopuolella on mahdollisesti käytössä poikkeavia eristerappausjärjestelmiä, jotka rajataan tässä tutkimuksessa ulkopuolelle. Myöskään muita eristepinnoitusjärjestelmiä ei käsitellä, eristelevyjen päälle on asennettu mm. klinkkeri- ja tiililaattapintoja samantapaisia laastituotteita hyödynnäen.

Tutkimuksessa ei lyhyen aikavälin tutkimuksen vuoksi voida tarkastella eristerappausjärjestelmien korjausmenetelmien pitkäaikaista kestävyyttä.

2.4 Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksessa hyödynnetään samaan aikaan käynnissä olevaa Julkisivuyhdistyksen ja Tampereen Teknillisen Yliopiston yhteistyössä käynnistämää ErVaKu-hanketta. Hankkeen lopputuotteena valmistuvaa diplomityötä varten on perustettu alan toimijoista koostuva tutkimusryhmä. Tutkimusryhmään kuuluu Julkisivuyhdistyksen ja TTY:n lisäksi eristerappausjärjestelmien kanssa toimivia yrityksiä materiaalivalmistuksen, urakoinnin, kuntotutkimuksen, suunnittelun sekä valvonnan osalta.

2.4.1 Kyselylomakkeet

Opinnäytetyön tutkimusaineiston keräämistä varten laadittiin kyselylomake. Lomakkeella pyrittiin keräämään eristerappausjärjestelmillä toteutettuja julkisivukohteita, joissa on havaittu ongelmia. Aineisto lajiteltiin kyselylomakkeella sen mukaan, onko kohteessa vasta havaittu ongelmia, onko korjaussuunnitelmia laadittu ja onko korjauksia toteutettu.

Kyselylomakkeesta laadittiin pdf-versio (Liite 1) sekä sähköisesti täytettävä versio Google Forms -alustaa hyödyntäen (Liite 2). Kysely lähetettiin tutkimusryhmälle, tutkimusryhmän ulkopuolisille alan toimijoille, jotka eivät syystä tai toisesta olleet mukana, sekä useille kiinteistönomistajille ja organisaatioille.

2.4.2 Haastattelut

Opinnäytetyötä varten haastateltiin eristerappausjärjestelmien kanssa tekemisissä olevien yritysten edustajia, yhteensä lähes 60 eri yritystä ja vielä enemmän henkilöitä. Haastatteluissa kerättiin tutkimuskohteiden lisäksi tietoa eristerappausjärjestelmien vaurioitumisesta sekä korjausmenetelmistä yleisellä tasolla. Haastattelujen pohjalta saatiin lisää kohteita opinnäytetyön materiaaliksi. Lisäksi haastatteluissa syvennyttiin kyselylomakkeilla ilmoitettuihin kohteisiin.

Haastattelujen avulla pyrittiin keräämään tietoa sellaisilta alan toimijoilta, joilla tiedettiin olevan toimintaa Suomen lisäksi muualla Euroopassa. Kolmelta materiaalivalmistajalta saatiin tietoa muiden Euroopan maiden organisaatioiden käyttämistä korjausmenetelmistä. Materiaalivalmistajat esitetään opinnäytetyössä anonymisti, myöhemmin Anonyymi materiaalivalmistaja.

2.4.3 Kohdekäynnit

Kolmannessa vaiheessa aloitettiin kyselylomakkeilla ja haastatteluilla saatujen kohteiden paikan päällä toteutettavat katselmukset, kohdekäynnit. Kohdekäyntien tarkoituksena oli konkretisoida kyselylomakkeilla saadut tiedot kohteiden vaurioitumisesta sekä tarkastella jo mahdollisesti tehtyjä korjauksia sekä arvioida niiden onnistumista.

Kohdekäyntivaiheessa tutkimusaineiston laajentamiseksi pyrittiin löytämään toteutuneita kohteita aistinvaraisten havaintojen perusteella. Osoitetietojen perusteella haettiin kohteiden omistajan tai hallinnoijan yhteystiedot tarkempia tietoja varten. Tällä menetelmällä saatiin erityisesti ohutrappaus-eristejärjestelmällä toteutettuja kohteita mukaan yhteensä noin kymmenen kappaletta.

2.5 Aineiston analysointi

Tutkimusaineistoksi saaduista korjausmenetelmäohjeista sekä keskusteluista kertyneistä tiedoista koostettiin vauriotyypikohtainen tietokanta.

Kyselylomakkeilla kerättyjen lähtötietojen pohjalta laadittiin kohdekortit. Kohdekohtaisia kortteja täydennettiin haastatteluiden sekä kohdekäyntien perusteella saaduilla lisätie-

doilla ja aistinvaraisilla havainnoilla. Kohdekortteihin kirjattiin mm. käytetty rappausjärjestelmä, liittymien toteutustavat, havainnot vauriotyypeistä ja -laajuudesta sekä arvio vauriomekanismeista niiltä osin, kun tietoja saatiin kerättyä. Kohdekorttien pohjalta laadittiin yhteenveto yleisimmistä havaituista vauriotyypeistä jokaiselle tutkimuksessa mukana olleelle rakennetyypille.

3 Eristerapattu ulkoseinärakenne

3.1 Eristerapatun ulkoseinän rakenne

Eristerappausta käytetään yleisnimityksenä lämmöneristekerroksen päälle tehtävistä rappauksista. Laastikerrokset levitetään suoraan rappausalustaksi soveltuvan, eristerappausjärjestelmään kuuluvan lämmöneristeen päälle. Materiaalivalmistajat ovat kehittäneet eristerappausjärjestelmät siten, että materiaalit ovat keskenään yhteensopivia. (by 57 2016, 9)

Eristerapattu ulkoseinärakenne koostuu erilaisista rakennekerroksista. Taustalla on kantava rakenne, joka voi olla korjauskohteissa olemassa oleva seinärakenne ja uudiskohteissa betonivalmisisista tai paikalla rakennettu. Kantavan osan päälle asennetaan varsinainen eristerappausjärjestelmä. Välissä voi olla vielä erilaisia säilytettäviä tai purettavia rakennekerroksia.

3.1.1 Kantava rakenne

Eristerapatuissa julkisivuissa ulkoseinän runkorakenne toimii lämmöneristeiden ja rappauksen kantavana rakenteena. Yleensä ulkoseinän runkorakenne toimii myös rakennuksen vaipan ilmatiiviyskerroksena. Eristerappausjärjestelmän alustana olevien seinärakenteiden tulee olla kiviainespohjaisia rakenteita. Pientalokohteissa ja muissa vastaavissa rakenteissa voidaan erityistä huomiota noudattaen käyttää eristerappausjärjestelmiä myös puurunkoisen tai muuta orgaanista materiaalia sisältävän rakenteen verhouksena. (by 57 2016,10), (Eriste- ja levyrappaukset).

Uusimpien tutkimustulosten mukaan puurakenteiden päälle ei suositella verhoukseksi eristerappausjärjestelmiä. Sadevesi pääsee tunkeutumaan rakenteisiin ulkoverhouksen

liitos- ja läpivientikohdista, ja kuivuminen on hidasta (Vinha, Laukkarinen, Mäkitalo, Nurmi, Huttunen, Pakkanen, Kero, Manelius, Lahdensivu, Koliö, Lähdesmäki, Piironen, Kuhno, Pirinen, Aaltonen, Suonketo, Jokisalo, Teriö, Koskenvesa & Palolahti 2013, 3). Laskennallisissa tarkasteluissa on todettu edellytysten homeen kasvulle täyttyvän sekä paksu- että ohutrapatuissa järjestelmillä verhotuissa rakenteissa (Mäkitalo 2012, 100-104).

3.1.2 Korjausrakentamisessa yleisesti käytettävät rakennetyypit

Korjausrakentamisessa käytettävät rakennetyypit voidaan jakaa kahden kategorian mukaisesti: peittävät korjaukset ja purkavat korjaukset. Peittävässä korjauksessa eristerappausjärjestelmä asennetaan olemassa olevan julkisivupinnan päälle. Purkavassa korjauksessa nykyisiä rakenteita puretaan, uusi eristerappausjärjestelmä asennetaan usein alkuperäisen sisäkuoren ulkopuolelle.

Korjausrakentamisen käytettävien rakenteiden kosteusteknistä toimintaa on tutkittu laskennallisesti ja arvioitu asiantuntijaryhmä toimesta VTT:n hankkeessa Kosteusteknisesti toimivia korjausrakentamisen periaateratkaisuja (Nieminen, Kouhia, Ojanen & Knuuti 2013).

Peittävä korjaus betonisandwich-rakenteen ulkopuolisella eristerappausjärjestelmällä muuttaa vanhan rakenteen kosteusteknisen toiminnan turvallisemmaksi, kun eristeenä on mineraalivilla tai EPS. Olennaista on valittavan rappausjärjestelmän kapillaarisuuden rajoittaminen. Mikäli laastituotteiden ominaisuudet eivät ole riittävät, tulee käytettävien pinnoitteiden hidastaa tai estää veden kapillaarinen tunkeutuminen. (Nieminen ym. 2013, 43)

Purkava korjaus lisälämmöneristyksellä ja eristerappausjärjestelmällä todettiin samoin toimivaksi. Laskennassa käytettiin jopa 300 mm vahvuista eristekerrosta, tätä pienemmät eristemäärät ovat kosteusteknisen toiminnan kannalta turvallisemmalla puolella. (Nieminen ym. 2013, 48)

3.1.3 Uudisrakentamisessa yleisesti käytettävät rakenteet

Uudisrakentamisessa yleisimmät rakenneratkaisut ovat tänä päivänä betonivalmisosarakentamiseen pohjautuvia. Ulkoseinärakenteet valmistetaan sisäkuorielementeistä, joiden ulkopintaan kiinnitetään valun yhteydessä lämmöneriste. Ohutrappauselementeissä lämmöneristeen pintaan asennetaan limutuskerros, joissakin järjestelmissä myös pohjarappaus ja verkotus. Paksurappauselementeissä täyttörappaus verkotuksineen tehdään yleisesti elementtitehtaalla valaen. (Alsecco Prewis II), (by 57 2016, 51, 74)

3.2 Eristerappausjärjestelmät

Eristerappausjärjestelmät ovat tuulettumattomia, eli rakenteessa ei ole erillisiä tuuletusrakojia. Eristerappausjärjestelmät jaetaan yleisesti kahteen kategoriaan, ohut- ja paksurappausjärjestelmiin. Nimitykset viittaavat rappauskerroksen paksuuteen, lisäksi rakenteissa on eroavaisuuksia myös mm. käytettävien materiaalien, mekaanisen kiinnityksen sekä alustan suhteen.

Eristerappausjärjestelmiltä vaaditaan tiettyjä säilyvyysominaisuuksia. Vaatimuksia esitetään Euroopan tasolla, lisäksi Suomessa tulee noudattaa kansallisia vaatimuksia.

3.2.1 Tuotehyväksynät ja testaus

Eristerappausjärjestelmien tulee täyttää ohjeen ETAG 004 External thermal insulation composite systems with rendering vaatimukset. Ohjeen mukaisesti eristerappausjärjestelmät tulee testata sekä kokonaisuutena että tiettyjen ominaisuuksien osalta materiaaliakohtaisesti. ETA-hyväksynnän kautta on mahdollista hakea ohutrappauseristejärjestelmälle CE-merkintä. (by 57 2016, 17-18)

Ohjeen ETAG 004 mukaisen laastien sekä koko rappausjärjestelmän pakkasenkestävyyden testauksen ei ole katsottu olevan riittävä Suomen luonnonolosuhteisiin. ETAG 004 mukaisesti järjestelmien pakkasenkestävyyttä arvioidaan vedenimuominaisuuksien perusteella ja tarvittaessa pakkasenkestokokeilla. (by 57 2016, 17-18)

Eristerappausjärjestelmiä testataan Suomessa koeseinille tehtävillä kokeilla. Koeseinien minimikoko on 6 m². Rappausjärjestelmien testauksessa käytetään nopeutettua säärasitus sykliä, jossa sadetuksella kasteltu rakenne ensin jäädytetään -20 °C, jonka jälkeen sulatetaan säteilylämmittimin +60 °C. Jäädytys ja sulatus tehdään kahdeksan tunnin sykleissä. Rasituskoee kestää vähintään 100 sykliä. Koe arvostellaan silmämääräisesti sekä tartuntavetokokein. (by 57 2016, 19)

Eristerappausjärjestelmien laasteja testataan Suomessa SFS-käsikirja 176 - Muuratut tuotteet 2007 ohjeistuksen mukaisesti, vähintään viisikymmentä jäätymissulamissykliä. Koekappaleiden tulee olla kapillaarisesti kyllästettyjä, ja jäädytys sulatusrasituksessa käytettävät lämpötilat -15 °C...+20 °C. (by 57 2016, 17-18)

3.2.2 Ohutrappaus-eristejärjestelmä

Ohutrappausjärjestelmässä lämmöneristeiden ulkopintaan muodostuu muovipinnoitella lasikuituverkolla vahvistettu levymainen rappauskerros. Rappauskerroksen paksuus on yleisesti 5-10 mm vahvuinen, ja se kiinnittyy kauttaaltaan lämmöneristeeseen liimalaastilla. (by 57 2016, 10)

Rappausalustana toimiva lämmöneriste kiinnitetään alusrakenteeseen liimalaastilla sekä tarvittaessa myös mekaanisella kiinnityksellä. Elementtirakentamisessa lämmöneriste voidaan valaa elementin valun yhteydessä. Rappauskerroksen ollessa kiinnitetty kauttaaltaan lämmöneristeeseen ulkopintaan, rappauskerroksen liikkeet määräytyvät alusrakenteina olevan rakennuksen rungon sekä lämmöneristekerroksen liikkeiden mukaisesti. Näin ollen ohutrappaus-eristejärjestelmissä liikuntasauvoja tarvitaan yleisesti vain rakennuksen rungon liikuntasauvojen kohdille, jolloin julkisivuista on mahdollista saada yhtenäiset ja saumattomat. (by 57 2016:10, 35, 51)

3.2.3 Paksurappaus-eristejärjestelmä

Paksurappaus-eristejärjestelmässä lämmöneristeeseen pintaan muodostuva levymainen rappauskerros vahvistetaan metallisella rappausverkolla. Rappauskerroksen vahvuus on yleisesti 20-25 mm:n vahvuinen, ja se kiinnittyy mekaanisin kiinnikkein alusrakenteisiin lämmöneristekerroksen läpi. (by 57 2016, 26) Näin ollen rappauskerros pääsee

liikkumaan tasonsa suunnassa kohtalaisen vapaasti, jolloin rappauskerroksen sisäiset lämpö- ja kosteusliikkeet pääsevät tapahtumaan aiheuttamatta vaurioita.

Rappauskerroksen liikkeiden vuoksi paksurappaus-eristejärjestelmässä liikuntasaumojen ja tarvitaan sekä vaaka- että pystysuunnassa. Lisäksi liikuntasaumojen tehdään rakennusrungon liikuntasaumojen kohdille. (by 57 2016, 69-70)

3.3 Lämmöneristeet

Eristerappausjärjestelmissä käytettävät lämmöneristeet eroavat rappausjärjestelmien välillä. Eri järjestelmissä vaaditaan lämmöneristeiltä erilaisia ominaisuuksia mm. jäykkyyden, kantavuuden ja vesihöyrynläpäisevyyden osalta.

3.3.1 Lämmöneristeet ohutrappaus-eristejärjestelmissä

Ohutrappaus-eristejärjestelmissä lämmöneristeillä on merkittävä osuus koko rakenteen lujuus-, lämpö-, palo- sekä kosteusteknisessä toiminnassa. Rakenteen oma paino sekä ulkopuolisista voimista aiheutuvat rasitukset välittyvät lämmöneristeiden, laastitartunnan sekä mahdollisen mekaanisen kiinnityksen välityksellä.

Lämmöneristeiltä vaaditaan tietyt lujuus- ja jäykkyysominaisuudet, jotta ne pystyvät välittämään rappaukseen kohdistuvat kuormat alla oleviin rakenteisiin ilman merkittäviä muodonmuutoksia tai murtumisia. Lisäksi lämmöneristeiden tulee olla tarvittaessa esikutistettua laatua, jotta liian suuret eristeen asennuksen jälkeiset muodonmuutokset eivät vaurioita valmista rappautta. Esikutistamisen tarve on yleistä solumuovipohjaisilla eristeillä. (by 57 2016, 32-33)

Ennen lämmöneristelevyjen asentamista alustasta tulee poistaa tai tasoittaa yli 5 mm:n epätasaisuudet, mm. laasti- ja valupurseet. Levyjen asennuksessa tulee huomioida limitys siten, että neljän levyn risteyskohtia ei pääse muodostumaan. Peittämissä korjauksissa levyjen saumat eivät saa osua elementtisaumojen kohdille. Vähimmäislimitys tulee yleensä olla 100 mm. Lisäksi aukkojen nurkissa tulee välttää lämmöneristeiden saumojen. Rakennuksen nurkkien kohdalla eristeet asennetaan ristikkäin limittäen. (by 57 2016, 36-37)

Lämmöneristelevyjen tulee olla hyvin kiinni alustassaan kuormien siirtymisen mahdollistamiseksi. Työmaalla tehtynä laastikiinnitys on pääasiallinen lämmöneristeiden kiinnitystapa. Kiinnitys tehdään järjestelmän mukaisella kiinnityslaastilla, poikkeustapauksissa saumausvaahdolla tai muilla järjestelmätoimittajan mukaisilla ratkaisuilla. Yleensä laasti levitetään kauttaaltaan lämmöneristeen taustapinnalle, vaihtoehtoisesti laasti voidaan levittää suoraan kiinnitysalustalle. Epätasaisemmillä alustoilla laasti suositellaan levitettäväksi eristeen taustapinnalle. Molemmissa tavoissa olennaista on laastin peittävyys, laastin avaus laastikammalla sekä laastin levitys vain sellaiselle alueelle, joka saadaan levytettyä ennen laastin nahoittumista. Laastikiinnityksen lisäksi useimmissa ohutrappaus-eristejärjestelmissä käytetään mekaanisia kiinnikkeitä. Mekaanisten kiinnikkeiden tarkoituksena on varmistaa levyjen kiinnipysyvyys, vaikka liimalaastin tartunta olisi jäänyt heikoksi. Kiinnikkeiden määrä valitaan kuormituksen, kiinnikkeen ominaisuuksien sekä alustan mukaisesti, yleensä luokkaa 4-7 kpl / m². Kiinnikkeillä ei ole vaikutusta rappauskerroksen kiinnitykseen, mikäli kiinnikkeitä ei asenneta rappausverkon läpi. (by 57 2016, 35, 37)

Lämmöneristeiden tulee muodostaa rappaukselle suora, yhtenäinen ja tasainen alusta. Lämmöneristelevyjen saumoissa ei sallita rakoja eivätkä eristeet saa hammastaa toisiinsa nähden. Hammastuksena voidaan sallia enintään 1/3 rappauksen paksuudesta, yleisimmissä järjestelmissä 1,5-3 mm. Ohutrappauskerroksella ei oikaista alustaan jääneitä epätasaisuuksia, joten hammastukset tulee poistaa hiomalla tai leikkaamalla lämmöneristeen pinta ennen rappauskerroksen asennusta. Lämmöneristeen pinta tulee puhdistaa huolellisesti hionnan jälkeen. Mineraalivillaeristeiden hiomista ei suositella, sillä hiominen nukkaannuttaa ja katkoo mineraalivillan pinnan kuiturakennetta. Yli 3 mm:n raot on täytettävä alustan kanssa yhteensopivalla täytteellä, järjestelmävalmistajan ohjeistuksen mukaisesti. (by 57 2016, 36, 38)

Lämmöneristeitä ei tule altistaa auringonvalolle asentamisen jälkeen. Eristelevyt tulee asentaa vasta ennen rappauskerroksen levitystä, tai eristeen suojaksi tulee asentaa vähintään limutuserros, mikäli varsinaista rappautusta ei tehdä heti. Mikäli lämmöneristeiden pinta on ehtinyt nukkaantua tai kellastua uv-valon vaikutuksesta, pinta tulee käsitellä hiomalla tai harjaamalla. Eristeen pinta tulee puhdistaa huolellisesti ennen rappauksen aloitusta. (by 57 2016, 38)

3.3.2 Lämmöneristeet paksurappaus-eristejärjestelmissä

Paksurappaus-eristejärjestelmissä lämmöneristeet vaikuttavat lämmöneristävyiden lisäksi ulkoseinärakenteen ääni-, palo-, lujuus- sekä kosteustekniseen toimintaan. Lämmöneristeiden ominaisuudet vaikuttavat lisäksi paksurappauksen halkeilukäyttäytymiseen sekä rakenteen liikuntasauvojen tarpeeseen. (by 57 2016, 57)

Lämmöneristeiltä vaaditaan puristuslujuutta mm. rappauskerroksen omapainon vaaka-komponentin sekä julkisivuihin kohdistuvien tuulikuormien siirtämiseksi alusrakenteisiin. Lisäksi lämmöneristeiden puristuslujuuden tulee olla riittävä myös mekaanisia kuormituksia vastaan sekä riittävä jäykkyys rappauksen painumista vastaan. Lämmöneristeiden leikkauslujuuden on havaittu käytännössä vaikuttavan rappauksen painumiseen. Laskennallisesti paksurappaus-eristejärjestelmän pystykuormat mitoitetaan siirrettäväksi alusrakenteeseen mekaanisin kiinnikkein. Käytännössä on kuitenkin todettu lämmöneristeiden riittävän leikkauslujuuden ja -jäykkyyden vähentävän painumista. Eristepaksuuksien kasvaessa matalaenergia- ja passiivirakentamisessa eristeiden jäykkyyden merkitys kasvaa. (by 57 2016, 57)

Paksurappaus-eristejärjestelmissä käytetään pääasiassa mineraalivillaeristeitä. Eristeet ovat pääsääntöisesti mittastabiileja, eikä jälkikutistumaa tapahdu. Osassa järjestelmiä voidaan käyttää yhdistelmäeristeitä, tällöin solumuovieristeiden tulee olla esikuitistettua. Yhdistelmäeristeissä rappauksen alla käytetään mineraalivillaeristettä. (by 57 2016, 58)

Uudisrakentamisessa lämmöneristekerroksen kokonaispaksuus valitaan voimassa olevien lämmöneristysvaatimusten mukaisesti. Korjausrakentamisessa eristeiden paksuuteen vaikuttavat olennaisesti liittymät muihin rakennusosiin ulkonäön sekä käytännön toimivuuden kannalta. Korjauskohteissa käytettävät eristepaksuudet ovat yleisesti luokkaa 50-100 mm. Lopullista ulkoseinärakenteen lämmöneristävyttä laskettaessa tulee huomioida mekaanisten kiinnikkeiden aiheuttama lisäkonduktanssi. (by 57 2016, 58, 106)

Paksurappaus-eristejärjestelmien kalkkisementtilaastien vesihöyrynläpäisevyys on suuri, joten myös eristeeltä vaaditaan kosteusteknisen toiminnan vuoksi hyvää vesihöyrynläpäisevyyttä. Lämmöneristeiden ominaisuudet vaikuttavat omalta osaltaan ulkoseinärakenteen ilmaääneneristävyyteen. (by 57 2016, 59)

Rakenteen ilmanpitävyyden osalta tulee huomioida lämmöneristeen alla olevien kerrosten ilmatiiveys. Lämmöneristeet ovat yleisesti hyvin ilmaa läpäiseviä, tiiveys täytyy tulla alemmista kerroksista. Lämmöneristeen alustan tulee olla lisäksi ehjä sekä riittävän suora ja luja. Lämmöneristeen ulkopinnan tasaisuuden tulee olla vastaava kuin rappaukselta vaadittava suoruus lisättynä ± 3 mm. Lisäksi lämmöneristeiden tulee olla tasaisesti kiinni alustassaan. Alustan yli 10 mm:n epätasaisuudet poistetaan piikkaamalla, yli 10 mm:n syvyiset ja pinta-alaltaan 0,5-1 m²:n kokoiset alueet ylitasoitetaan järjestelmän mukaisella laastituotteella. (by 57 2016, 60)

Paksurappaus-eristejärjestelmissä rappauskerros kiinnitetään aina mekaanisesti alustaan. Yleensä samalla kiinnikkeellä kiinnitetään myös lämmöneristeet. Kiinniketyyppi mitoitetaan kohdekohtaisesti alusrakenteen ja eristepaksuuden mukaisesti. Yleisesti kiinnikkeitä asennetaan noin 400-600 mm:n välein, 3-6 kpl / m². Kiinnikkeitä tulee asentaa reunojen ja aukkojen läheisyyteen, kuitenkin reunaetäisyydet huomioiden. Eristeet asennetaan kuten ohutrappaus-eristejärjestelmissä neljän levyn risteyskohtia välttämällä, limitys vähintään 100 mm. Aukkojen nurkkien kohdalla vältetään lämmöneristeiden saumoja. Rakennuksen nurkissa eristeet asennetaan ristikkäin limittäen. Korjauskohteissa ja paikalla tehtävissä uudiskohteiden eristeasennuksissa saumoja ei asenneta elementtisaumojen kohdalle halkeamien syntymisen estämiseksi. (by 57 2016, 60)

3.3.3 Lämmöneristeille asetetut palomääräykset

Palomääräykset voivat vaikuttaa kohteeseen soveltuvan rappausjärjestelmän valintaan. Lämmöneristeille asetetaan vaatimuksia rakennuksen paloluokan mukaisesti. (by 57 2016:28). P1-luokan rakennuksissa voimassaolevien määräysten mukaisesti ulkoseinässä on yleensä käytettävä luokan A2-s1,d0 tarvikkeita. Kuitenkin alle 56 metriä korkeassa rakennuksessa voidaan tietyin poikkeuksin käyttää myös alempien luokkien eristeitä. Mikäli käytetään lämmöneristettä, joka ei eristävältä osaltaan täytä D-s2,d2 -luokan vaatimusta, eristys katkaistaan kahden kerroksen välein 28 metrin korkeuteen saakka, jonka jälkeen kerroksen välein. Eristeen katkaisu tehdään tarvikkeella, joka rajoittaa palon leviämisen etenemisen. Tarvittaessa voidaan käyttää täyden mittakaaavan polttokoetta osoittamaan rakennuksen ulkoseinärakenteen toimivuus palotilanteessa. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017, 2017 21§; 25§ ja 26§)

3.4 Muut rappauksen varusteet ja mekaaniset kiinnikkeet

3.4.1 Ohutrappaus-eristejärjestelmien tarvikkeet

Ohutrappausjärjestelmien verkotuslaastikerroksissa rappauksen lujittamiseen käytetään yleensä muovipinnoitettua, alkalinkestävää lasikuituverkkoa. Verkko asennetaan verkotuslaastikerroksen asentamisen yhteydessä. Lasikuituverkosta valmistetaan mm. aukkojen kohdilla ja kulmissa käytettävät vahvikkeet. (by 57 2016, 39)

Ohutrappaus-eristejärjestelmiin kuuluu yleensä lisäksi erilaisia liityntälistoja, lähtölistoja, ikkuna- ja sokkeliprofiileita, liikuntasaumaelementtejä jne. Useat listat ovat verkotuslaastikerrokseen liitettäviä, rappausverkollisia profiileita.

Muita tarvikkeita ovat mekaanisessa kiinnityksessä käytettävät kiinnikkeet ja ankkurit, kiinnikkeiden kohdille asennettavat eristetulpat, tiivistyksissä käytettävät paisuvat nauhat ja elastiset saumamassat.

3.4.2 Paksurappaus-eristejärjestelmien tarvikkeet

Paksurappaus-eristejärjestelmien rappausverkko on perinteisten paksurappausten tapaan yleensä kuumasinkitty teräsverkko, vahvuus noin 1 mm ja silmäkoko 20 mm (by 57 2016, 63).

Paksurappauseristejärjestelmissä on ohutrappausjärjestelmien tapaan erilaisia profiileita ja listoja. Paksurappausjärjestelmissä profiilien tarve on kuitenkin yleisesti vähäisempää. Rakenne ja liittymät ovat lähempänä perinteisempää kolmikerrosrappausta, liittymien tiiveydelle ei aseteta vastaavia vaatimuksia kuin ohutrappausjärjestelmissä. Yleisimpiä käytettäviä profiileita ovat sokkeliprofiilit, ikkunaprofiilit ja ikkunapielipellit.

Mekaanisessa kiinnityksessä käytettävät kiinnikkeet poikkeavat ohutrappausten kiinnikkeistä. Paksurappausjärjestelmissä rappauksen painumisesta aiheutuvat voimat huomioidaan kiinnikkeen mitoituksessa, kiinnikkeiden kiinnityshaat asennetaan 45°:n kulmaan. Ankkureina käytetään alusrakenteeseen sopivia kiinnikkeitä, yleensä muovista valmistetut kiinnikkeet valitaan eristepaksuuden mukaan. Kiinnikkeisiin asennetaan kiinnityshaat, jonka jälkeen asennetaan lämmöneristeet. Eristeiden asennuksen yhtey-

dessä kiinnityshaat käännetään oikeaan kulmaan, eristeen ulkopintaan asennetaan rengasvälikkeet ja kiinnitys lukitaan lukitustapilla.

3.5 Laastit ja pinnoitteet

3.5.1 Yleistä

Eristerappausjärjestelmien rappaus- ja pinnoitekerroksilta vaadittavia ominaisuuksia on tutkittu laskennallisesti mm. VTT:n hankkeessa Kosteusteknisesti toimivia korjauskentämisen periaateratkaisuja. Yhteenvetona rappauksilta vaaditaan hyvää kapillaarisen kosteudensiirron rajoittamista. Kapillaarisen kosteudensiirron rajoittaminen voi muodostua rappauslaastien ominaisuuksilla tai rappauslaastien ja pinnoitteiden yhteistoiminnalla. (Nieminen, Kouhia, Ojanen & Knuuti 2013)

3.5.2 Ohutrappausjärjestelmien laastit ja pinnoitteet

Ohutrappausjärjestelmissä käytettävät laastit voivat olla epäorgaanisia, orgaanisia tai niiden yhdistelmiä. Lämmöneristeiden kiinnityksessä käytettävät liimalaastit ovat yleensä sementtipohjaisia, ja sisältävät runsaasti polymeerejä. Liimalaastilta vaaditaan hyvät tartuntaominaisuudet lämmöneristeisiin sekä kiviainespohjaiseen alustaan.

Varsinaisen ohutrappauskerroksen verkotuslaastit ovat nykyisin yleisesti sementtipohjaisia, polymeeri- tai muovikuituvahvistettuja erikoislaasteja. Käytössä on myös kokonaan orgaanisia, sementittömiä laasteja. Laasteissa käytetään myös muita lisäaineita parantamaan mm. laastin vedenhylkimisominaisuuksia. Verkotuslaastikerros tehdään yleensä kahteen kertaan, märkää märälle. Kerrosten väliin asennetaan lasikuituverkko. (StoTherm Classic), (by 57 2016, 11)

Aiemmissa ohutrappausjärjestelmissä on käytetty kalkkisementttilaasteja (Eskola 2018). Kalkkisementttilaastien rinnalle on tullut sementtilaasteja sekä kokonaan sementittömiä laasteja. Osassa järjestelmistä on edelleen käytössä kalkkisementttilaasteja. Kalkkisementttilaastien lujuudenkehitys on yleisesti hitaampaa kuin sementti- ja polymeerilaastien.

Ohutrappausjärjestelmissä käytetään yleensä silikonihartsipohjaisia pinnoitteita. Osassa järjestelmiä pinnoitteen alla käytetään erillisiä primerointikäsittelyitä. Primerointikäsittelyiden tarkoituksena on parantaa varsinaisen pinnoitteen tartuntaa sekä osassa järjestelmiä lisätä pinnoitekerroksen vesitiiveyttä. Pinnoitteille tyypillistä on vedenhylkimisominaisuuden lisäksi hyvä vesihöyrynläpäisykyky. Pinnoitteet ovat yleensä värillisiä, jolloin erillistä maalausta ei tarvita. Pinnoituskäsittelyistä yleisin on ruiskutettu, mutta myös harja- ja hierontopintoja on käytössä. Pinnoitteiden maksimiraekooalla voidaan vaikuttaa lopullisen pinnan ulkonäköön, yleisimmin käytetään 0,5 mm -4 mm:n karkeuksia. Mahdolliset koristeet tehdään erillisin koristeosin, varsinainen verkotuslaastikerros tulee asentaa koristeosien taakse yhtenäisenä. Kohokuviointeja tai muita paksumpia kerroksia vaativia koristeluita ei voida tehdä ohutrappauslaasteilla. (Serpomineriterappaus), (by 57 2016, 13)

3.5.3 Paksurappausjärjestelmien laastit ja pinnoitteet

Paksurappausjärjestelmien laastit ovat perinteisempiä kalkkisementtilaasteja. Laasteissa voidaan käyttää erilaisia kuituvahvistuksia. Rappaus koostuu yleensä kolmesta rappauskerroksesta: pohja-, täyttö-, ja pintarappaus. Laastikerrokset voivat olla samanlaisia, tai lujuudeltaan ulompiin kerroksiin tultaessa heikentyviä. Julkisivuissa käytettävien rappauslaastien pakkasenkestävyys tulee olla hyvä. (Serp Roc-eristerappaus), (Fescoterm paksurappaus-eristejärjestelmä)

Pohjarappaus muodostaa alustan täyttörappaukselle ja peittää lämmöneristekerroksen pinnan. Täyttörappauksella tasataan alustan mahdolliset epätasaisuudet ja tehdään alusta pintarappaukselle. Rappausta lujittava rappausverkko jää täyttörappauskerroksen sisään. Täyttörappauksen enimmäispaksuus on yleensä 15-20 mm, suurempia kokonaispaksuuksia tarvittaessa täyttörappauskerros on tehtävä useammassa kerroksessa. Paksuissa täyttörappauksissa tulee huomioida verkon oikea sijainti, tarvittaessa voidaan käyttää tuplaverkotusta. (Finngard Paksurappausjärjestelmä)

Pintarappaus on paksurappausjärjestelmän uloin rappauskerros. Pintarappaus voi toimia valmiina pintana, tai se toimii alustana jatkokäsittelyille. Lopullisen pinnan ulkonäköön voidaan vaikuttaa pintarappauksen kiviaineksen koolla sekä erilaisilla käsittelymenetelmillä, mm. hierto- harja- tai ruiskupinta. (by 57 2016, 15)

Mahdolliset jatkokäsittelyt ovat erilaisia maalaus-käsittelyitä. Yleisesti käytetään perinteisempiä kalkki- tai kalkkisementti-, tai silikaattimaalikäsittelyitä, nykyisin myös silikonihartsipohjaisia maaleja. (Finngard Paksurappausjärjestelmä), (SerpoRoc-eristerappaus), (Fescoterm paksurappaus-eristejärjestelmä)

3.6 Rakenteen kuormitukset

3.6.1 Tuuli

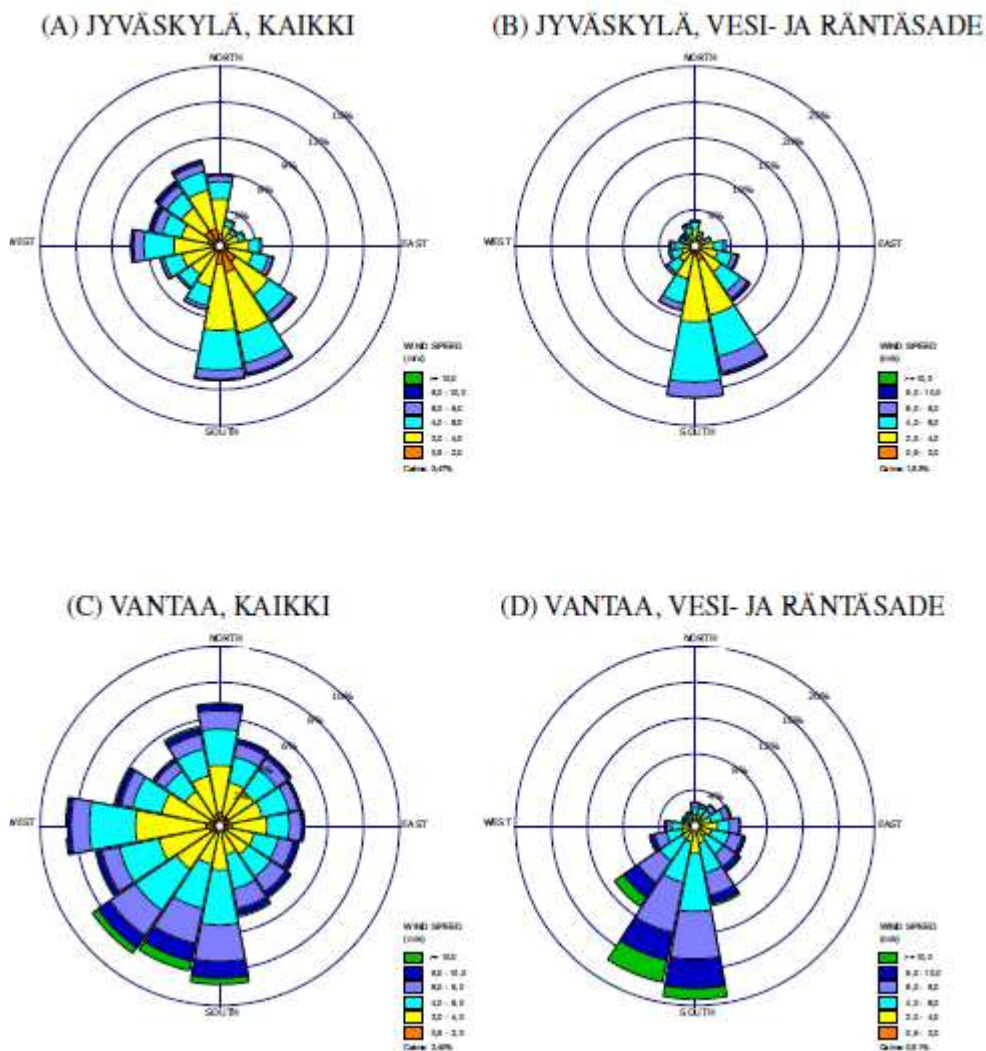
Eristerappausjärjestelmissä on huomioitava tuulen paineen vastainen puristuskestävyys sekä tuulen imun vastainen tartuntalujuus. Yleisesti tuulen aiheuttama imuvaikutus on merkittävämpi mitoituskijä. Eristerappausjärjestelmien eristeet valitaan kestämään tuulen aiheuttama puristusrasitus.

Tuulen imun aiheuttama rasitus on merkittävä erityisesti rakennuksen reuna- ja yläosissa. Ohutrappausjärjestelmissä yleensä mekaanisilla kiinnikkeillä kiinnitetään ainoastaan eristelevyt, varsinainen ohutrappaus kiinnittyy laastin tartunnalla. Erityisesti korkeissa rakennuksissa vetoketjumurron mahdollisuus tulee tarkastaa laskennallisesti ja tarvittaessa estää mekaanisin kiinnikkein, vaikka järjestelmään muutoin kuuluisi vain liimalaastikiinnitys. (SerpoMin-PreFab), (by 57 2016:29)

Paksurappausjärjestelmissä rappaus kiinnitetään aina mekaanisesti rappausverkon kiinnityksen yhteydessä. Kiinnikemäärät ovat yleisesti luokkaa 4-6 m², korkeissa rakennuksissa kiinnikemäärää voidaan joutua kasvattamaan. (MonoRoc-eristerappaus mallityöselostus), (by 57 2016:55-56)

Tuulen suuntia ja voimakkuuksia on tutkittu Ilmatieteen laitoksen REFI-B -hankkeessa. Kuvassa 1 on esitetty yleisimmät tuulen suunnat ja voimakkuudet Vantaalla ja Jyväskylässä vuosina 1980-2009. Vasemmanpuoleiset tuuliruusut kuvaava tuulen suuntia syyskuun ja huhtikuun välisenä aikana. Oikeanpuoleiset kuvaajat kuvaavat yleisimpiä tuulen suuntia vesi- tai räntäsateen aikana. Yleisimmät tuulen suunnat syys-huhtikuun välisenä aikana ovat Jyväskylässä etelä ja kaakko, Vantaalla lounas. Sateeseen yhdistettynä tuulen suunnat muuttuvat merkittävästi, molemmilla paikkakunnilla tuulen suunta on lähes poikkeuksetta etelä. Lisäksi tutkimuksessa tehtiin merkittävä huomio tuulen voimakkuuksista. Vesi- ja räntäsateen aikana esiintyvien tuulten nopeudet ovat enem-

män kovia ja vähemmän heikkoja kuin poudalla. (Ruosteenoja, K., Jylhä, K., Mäkelä, H., Hyvönen, R., Pirinen, P., Lehtonen, I. 2013)



Kuva 1. Yleisimmät toteutuneet tuulen suunnat ja voimakkuudet vuosina 1980-2009. Kuva: Ruosteenoja ym. 2013.

3.6.2 Omapaino

Ohurappausjärjestelmien omapaino on yleisesti 0,15-0,2 kN/m². Lämmöneristeen paksuus ja tiheys sekä verkotuslaastikerroksen paksuus muodostavat omapainon merkittävimmät osat. Omapainosta suurin osa on järjestelmän ulkopinnassa, laastikerroksessa. Tyypillisesti mineraalivillaeristeet ovat tiheydeltään EPS- ja polyuretaanieristeitä raskaampia. (by 57 2016:30)

Paksurappausten omapaino on yleisesti luokkaa 0,6 kN/m². Omapaino muodostuu pääosin rappauserroksen paksuudesta, jolloin suurin osa järjestelmän painosta on rakenteen ulkopinnassa. Rakenteen omapaino aiheuttaa paksurappauksissa aina rakenteen painumista, painuminen tulee huomioida liittymissä sekä mekaanisessa kiinnityksessä. (by 57 2016:55)

3.6.3 Mekaaninen rasitus

Ohutrappauksissa iskunkestävyys on ohuen rappauserroksen vuoksi rajallinen. Iskunkestävyyttä tarvitaan erityisesti rakennusten alaosissa ja kulkuväylillä. Iskunkestävyysluokitukset sekä niiden vaatimukset eri käyttöluokille on määritetty standardissa ETAG 004. 10 Joulen testimenetelmässä pudotetaan 1,0 kg:n painoinen teräskuula 1,02 metrin korkeudelta. 3 Joulen testissä teräskuulan paino on 0,5 kg, pudotuskorkeus 0,61 metriä. (ETAG 004 2013, 38)

Taulukko 1. ETAG 004. Iskunkestävyysvaatimukset eri käyttöluokille.

Table 9: Categorisation

	Category III	Category II	Category I
Test 5.1.3.3 Impact 10 joule	-----	Rendering not penetrated ²⁾	No deterioration ¹⁾
	and	and	and
Test 5.1.3.3 Impact 3 joule	Rendering not penetrated ²⁾	No deterioration ¹⁾	No deterioration ¹⁾

¹⁾ Superficial damage, provided there is no cracking, is considered as showing "no deterioration" for all the impacts

²⁾ The test result is assessed as being "penetrated" if circular cracking penetrating as far as the insulation product is observed for at least 3 of the 5 impacts.

Taulukko 2. by 57 2016. Käyttöluokkien selitteet.

Käyttöluokka I	Alimman kerroksen katujulkisivut tai muut koville ihmisten aiheuttamille iskuille altistuvat alueet
Käyttöluokka II	Seinäalueet, jotka voivat altistua potkuille tai tavaroiden heittelylle, mutta eivät ole suoraan kadun vieressä.
Käyttöluokka III	Eivät todennäköisesti tule altistumaan ihmisten aiheuttamille iskuille tai tavaroiden heittelylle.

Ohutrappauksissa järjestelmien vakioratkaisuiden iskunkestävyyttä parannetaan yleisesti tuplaverkotuksilla. Lisäksi osalla materiaalivalmistajista on käytössä vahvempia laasteja ja verkkoja. (Alsecco Rappausjärjestelmät Järjestelmän tuotteet), (by 57 2016, 30)

Paksurappauksissa iskunkestävyyden käyttöluokka 1 saavutetaan ohutrappausta helpommin paksumman rappauskerroksen ansiosta. Mekaaniselle rasitukselle alttiille seinäosille voidaan käyttää kovempia laasteja ja tuplaverkotuksia parantamaan iskunkestävyyttä.

3.6.4 Säärasitukset

Kosteus

Eristerappausjärjestelmien vaurioitumiseen vaikuttavista rasitustekijöistä kosteus on yksi merkittävimmistä. Kosteus rakenteissa voi aiheuttaa laastien pakkasrapautumista, laastien ja pinnoitteiden tartunnan heikentymistä, liittyvien metalliosien korroosiota sekä erilaisten saumauksissa käytettävien liimojen tai saumausmassojen tartuntaominaisuuksien heikkenemistä. (by 57 2016, 22)

Lämpötilan vaihtelu

Lämpötilan vaihteluväli julkisivupinnoilla voi Suomen olosuhteissa olla kylmimmillään jopa -40°C , kesän aurinkoisten päivien jopa $+80^{\circ}\text{C}$. Tummiin värisävyjen käyttö nostaa julkisivupinnan lämpötilaa. Eristerappausjärjestelmien valmistajat ilmoittavat yleensä järjestelmän kanssa yhteensopivan pienimmän mahdollisen valonheijastusarvon. Suurilla, yhtenäisillä rappauspinnoilla lämpöliikkeiden aiheuttama mekaaninen rasitus voi aiheuttaa vaurioita rappauskerroksen halkeamina tai rappauskerroksen ja lämmöneristeen välisen tartunnan irtoamisena. Lämpötilan vaihtelusta aiheutuvat liikkeet on otettava huomioon erityisesti suunniteltaessa liittymiä eri rakennusosiin. (Rapatut julkisivut tummilla väreillä), (by 57 2016, 23)

Pakkanen

Vuotuisia jäätymissulamissykliä Suomen ilmastossa on tutkittu mm. Ilmatieteen Laitoksella REFI-B- tutkimushankkeessa (Ruosteenoja, K ym.). Tutkimushankkeen loppuraportissa esitetään keskimääräiset vesi- tai räntäsadetta, vähintään 1 mm sademäärä, seuranneiden pakastumistilanteiden keskimääräinen vuotuinen määrä vuosien 1980–2009 aikana sekä ilmastomuutosskenaarion A2 mukaiset arviomäärät vuosien 2030, 2050 sekä 2100 ilmastoissa. Raportissa esitetään tulokset neljälle paikakunnalle, kuudelle eri kynnyslämpötilalle. Esimerkiksi Vantaalla vuosien keskiarvolla 1980–2009 jäätymissulamissyklejä 0°C :n kynnyslämpötilalle on keskimäärin 37.8 kpl, -2°C :n 23.5 ja -20°C :n lämpötilalle enää 0.2 vuodessa. Tulevaisuudessa A2-skenaarion mukaisesti jäätymissulamissyklejä olisi vastaavilla kynnyslämpötiloilla enää 14.5, 9.4 ja 0 kpl. Tutkimushankkeen mukaan Etelä-Suomessa jäätymissulamissyklit olisivat A2-skenaarion mukaisesti vähenemässä, Pohjois-Suomessa lisääntymässä. Raportissa todetaan laskennallisen menetelmän ongelmallisuudesta johtuen tulevaisuuden määrien olevan todellisuudessa laskennallisia suurempia. Laskennallisessa menetelmässä ei huomioida tilanteita, joissa sade alkaa pilvistä lumena, mutta matalapainetta edeltävien lämpimien virtauksien vuoksi muuttuu myöhemmin rännäksi tai vedeksi. (Ruosteenoja ym. 2013, 35)

Taulukko 3. Ruosteenoja ym. Keskimääräiset vesi- tai räntäsadetta seuranneet pakastumislanteet eri kynnyslämpötiloille vuosina 1980-2009 sekä arviomäärät vuosille 2030, 2050 ja 2100.

Paikkakunta	Ajankohta	0°C	-2°C	-5°C	-10°C	-15°C	-20°C
Vantaa	1980–2009	37.8	23.5	11.7	4.0	1.3	0.2
Vantaa	2030 (A2)	25.6	15.2	7.7	2.3	0.7	0.0
Vantaa	2050 (A2)	21.4	12.9	6.1	1.8	0.3	0.0
Vantaa	2100 (A2)	14.5	9.4	3.9	0.4	0.0	0.0
Jokioinen	1980–2009	34.6	22.3	11.1	4.2	1.3	0.4
Jokioinen	2030 (A2)	26.5	16.0	8.2	3.0	1.0	0.1
Jokioinen	2050 (A2)	23.8	14.8	7.6	2.5	0.6	0.0
Jokioinen	2100 (A2)	17.2	11.3	5.8	1.1	0.0	0.0
Jyväskylä	1980–2009	30.4	20.2	10.4	4.2	1.6	0.5
Jyväskylä	2030 (A2)	25.4	17.5	9.6	3.3	1.3	0.4
Jyväskylä	2050 (A2)	24.8	17.0	9.4	3.2	0.9	0.2
Jyväskylä	2100 (A2)	19.8	13.9	7.3	2.1	0.2	0.0
Sodankylä	1980–2009	23.4	18.1	10.4	5.0	2.7	0.8
Sodankylä	2030 (A2)	20.6	15.5	9.9	4.7	2.5	0.9
Sodankylä	2050 (A2)	22.3	16.7	11.4	5.8	2.5	0.9
Sodankylä	2100 (A2)	25.2	20.0	13.3	5.7	1.8	0.0

UV-säteily

Suomen olosuhteissa UV-säteily on suhteellisen vähäistä verrattuna eteläisempään Eurooppaan ja Välimeren maihin. Suomessa henkilön suojautumista vaativa UV-indeksin arvo kolme toteutuu etelärannikolla toukokuusta elokuuhun. Suurimmillaan indeksin arvo Suomessa on 5-6, ja se toteutuu etelärannikolla keskikesällä keskipäivällä. UV-indeksi Välimeren maissa on kesäisin luokkaa 8-10. (UV-indeksi kuvaa UV-säteilyn voimakkuutta)

UV-säteily vaikuttaa heikentävästi erityisesti orgaanisten materiaalien ominaisuuksiin. Orgaanisten sekä myös epäorgaanisten pinnoitteiden ja maalien sävyt haalistuvat UV-säteilyn vaikutuksesta. UV-säteily vaikuttaa vanhentavasti myös useisiin saumamassoihin, jolloin niiden tartunta ja muodonmuutosominaisuudet heikkenevät. (Haastattelu Ristisuo), (by 57 2016, 23)

Lämmöneristeitä ei tule altistaa suoralle auringonvalolle ennen rappauspinnan asentamista. Eristeen pinnan vanhentuminen voi aiheuttaa tartunnan heikkenemistä. Tarvittaessa eristeiden pinnat on käsiteltävä ennen rappaustyön aloitusta hiomalla tai harjaa-

malla. Vioittuneen eristeen voi tunnistaa nukkaantuneesta tai kellastuneesta pinnasta. (by 57 2016, 38)

3.7 Kosteustekninen toiminta

3.7.1 Periaate

Tuulettumattomien eristerapattujen rakenteiden kosteustekninen toiminta perustuu diffuusiolla tapahtuvaan kosteuden siirtymiseen rakennekerrosten läpi. Rakenteeseen pääsevän kosteuden määrä on pyrittävä pitämään mahdollisimman alhaisena. Kosteuden kuivuminen rakenteen läpi puolestaan on pyrittävä maksimoimaan, lämmöneristeen ja rappauksen yhdistelmän on oltava riittävän hyvin vesihöyryä läpäisevä. (by 57 2016, 25)

3.7.2 Kosteuden kulkeutuminen rakenteeseen

Rakenteiden suunnittelussa olennaista on ehkäistä halkeilua sekä huomioida käytettävien liittymien tiiveys. Halkeilua ei voida kokonaan estää, mutta halkeamien leveyttä voidaan pienentää jakamalla halkeilua verkotuksen avulla koko julkisivun alueelle. Halkeamien muodostumista voidaan hallita myös oikealla rappausverkon sijainnilla rappauksen paksuuteen nähden, liikuntasaumojen määrällä ja sijoittelulla sekä rappauskerroksen kokonaispaksuudella.

Rappauksen liittymät viereisiin rakenneosiin tulee suunnitella sellaisiksi, etteivät eri materiaalien ja rakenneosien liikkeet aiheuta haittaa rappaukselle. Liitoskohtien toteutustavat tulee suunnitella tapauskohtaisesti ja tarvittaessa suojata pellityksin tai muilla tavoin veden pääsyn estämiseksi. Pellityksissä ja muissa toteutuksissa tulee huomioida mm. kallistukset ja ulottumat. Huolellisista liittymien toteutuksista huolimatta ulkoseinärakenteeseen voi päätyä vettä. Veden poistuminen tulee olla mahdollista rapatun rakenteen alareunasta. Yleensä veden poistuminen järjestetään lähtölistojen aukotuksin, vedenohjaus järjestetään kermityksin tai pellityksin.

Rappauksessa, erityisesti pintarappauksessa käytettävien tuotteiden valinnalla voidaan vaikuttaa rakenteen kosteusrasitukseen sekä kuivumiseen. Tiiviiden maalien, pintarappauslaastien sekä polymeerivahvisteisten, heikosti vettäläpäisevien sementtilaas-

tien käyttäminen aiheuttaa sateella vesikalvon muodostumisen julkisivun pintaan. Yleisesti ohut- ja paksurappauksissa käytetään eri tyyppisiä laasteja, joten myös kosteustekninen toiminta on erilainen. Kokonaiskosteusrasitusta suunniteltaessa on huomioitava pintakäsittelyiden lisäksi laastien kosteustekniset ominaisuudet.

Rakenteeseen päätyvän kosteuden minimointi tulee huomioida työnaikaisessa sääsuojauksessa. Lisäksi korjauskohteissa tulee huomioida rakenteessa jo oleva kosteus, tarvittaessa peittämissä korjauksissa tulee mahdollistaa kosteuden kuivuminen ennen uusien rakennekerrosten asentamista. Uudiskohteissa tulee huomioida elementtien sisältämä kosteus sekä sisäpuolella tehtävistä töistä aiheutuva kosteus ja sen kuivumisen mahdollistaminen myös sisään päin.

Laskennallisesti tarkasteltuna rakennusten käytöstä ja rakennuskosteudesta aiheutuva sisäpuolinen kosteus tiivistyvät talvikautena rappauspinnoitteen sisäpintaan. Osassa järjestelmissä tiivistymistä voi tapahtua myös lämmöneristeen sisäpintaan. Osa tiivistyneestä kosteudesta imeytyy rappauslaastin huokosverkostoon, osa kulkeutuu painovoimaisesti alaspäin. Lämmöneristepaksuuksien kasvaessa tiivistyvän kosteuden määrä kasvaa. Lämmöneristeen tyyppillä on vaikutusta tiivistyvän kosteuden määrään. (Vinha ym. 2013, 160)

Paksurappatuilla, kalkkisementtilaasteilla toteutetuilla julkisivuilla rakenteeseen tiivistyvän kosteuden määrä laskennallisesti tarkasteltuna on suurempi kuin ohutrappauksilla. Tiivistyvän kosteuden määrä on kuitenkin alle kapillaarisille materiaaleille annetun DIN 4108-3 (1981) standardin mukaisen sallitun tiivistyvän kosteuden määrän. Laskennallisesti vuoden 2100 ilmastossa tiivistyvä kosteus on 150 g/m^2 , kun sallittu määrä on 1000 g/m^2 . (Vinha ym. 2013, 162)

Ohutrappaus-eristejärjestelmien levymäisen rappauksen pintaan muodostuu sateella vesikalvo. Kosteusrasitus keskittyy rappauksen epätiiveyskohtiin ja vettä voi päätyä kapillaarisesti rappauslaastiin sekä rappauskerroksen taakse.

Paksurappausjärjestelmissä käytetään yleisesti kalkkisementtilaasteja, jotka muodostavat ohutrappauksen tapaan yhdessä kuumasinkityn verkon kanssa yhtenäisen rappauslevyn. Pintakäsittelyt ovat järjestelmän mukaan vedenläpäisykyvyltään avoimempia, ja mikäli rappauskerros on huokoinen ja kapillaarinen, se voi imeä runsaasti vettä. Vesikalvon muodostuminen on kuitenkin mahdollista, mikäli rappauksen huokostila on

runsaahkon sateen seurauksena täyttynyt vedellä, tai pinnoitteena on käytetty modernimpaa, vesitiiviimpää pinnoitetta. Tällöin vesi voi päästä eristetilaan epätiivetyshohtdis-ta.

3.7.3 Rakenteen kuivumismahdollisuudet

Eristerappauksen kosteustysikaalinen toiminta tulee suunnitella siten, että rakenteen sisään päässyt vesi pystyy poistumaan. Kuivumismahdollisuuksiin vaikuttavat käytettävät pinnoitteet, laastit sekä lämmöneristekerros. Pinnoitteita suunniteltaessa tulee huomioida pinnoitteiden mahdollisimman hyvä vesihöyrynläpäisevyys, joka mahdollistaa rakenteen kuivumisen. Eristerappausjärjestelmissä yleisesti käytettävät lämmöneristetyypit ovat mineraalivilla sekä solumuovilevy. Kumpikaan eristetyypeistä ei ime kapillaarisesti vettä. Eroavaisuutena mineraalivillan vesihöyrynläpäisevyys on parempi. Mineraalivillassa rakenteeseen pääsevä vesi voi valua painovoimaisesti alaspäin. Solumuovieristeessä valumista ei pääse tapahtumaan, joskin vesi voi liikkua levysaumoissa. Solumuovieristeen suurempi vesihöyrynvastus hidastaa rakenteen kuivumista, mutta huono vedenimukyky vähentää ulkopuolisesta kosteusrasituksesta aiheutuvaa, poistettavan kosteuden kokonaismäärää. (by 57 2016, 24-25)

Solumuovieristeiden heikompi vesihöyrynläpäisevyys voi tietyissä tilanteissa ehkäistä rappauksen vaurioitumista. Sisäpuolisen kosteusrasituksen ollessa suuri: uudiskoh-teessa rakennusaikainen kosteus tai korjauskohteessa vanhan rakenteen sisältämä kosteus, mineraalivillaeristeen läpi tapahtuva diffuusio on nopeampaa kuin rappauskerroksen, jolloin kosteus voi kerääntyä rappauksen sisäpintaan. Solumuovieriste päästää kosteuden hitaammin lävitseen, eikä kosteuden kerääntymistä tapahdu yhtä voimakkaasti. Laskennallisesti rakennusaikaisen kosteuden kuivumista on tarkasteltu mm. Frame-projektissa (Vinha ym. 2013, 163). Rakenteiden kuivumiskykyä ja erilaisia tuuletusjärjestelyitä tutkittiin VTT:n projektissa Kuivumiskykyiset ja sateenpitävät rakenteet (Ojanen, Salonvaara 2002). Projektissa tarkasteltiin laskennallisesti erilaisten rakenteiden kuivumiskykyä. Eristerappauksen osalta todettiin, että rajoitettu tuuletus parantaa kuivumiskykyä olennaisesti, mutta lämpöhäviöt eivät ole vielä merkittäviä. Rajoitettu tuuletus tarkoittaa tässä tapauksessa lämmöneristetilän ilman vaihtumista kaksi kertaa tunnissa. Lämpöhäviöiden havaittiin kasvavan 4 % vasta kun tuuletus oli 40 kertaa tunnissa. (Ojanen, Salonvaara 2002, 62)

4 Eristerappausjärjestelmien vaurioituminen

4.1 Eristerappausjärjestelmien yleisimmät vauriotyypit

Eristerappausten vaurioitumista ja yleisimpiä vauriotyyppejä on tutkittu Julkisivuyhdistyksen ErVaKu-hankkeessa. Hankkeen tutkimusaineistona oli 19 ohutrappauskohdetta ja 5 paksurappauskohdetta. (Lemberg 2019, 71)

Hankkeen lopputulemana valmistuneessa diplomityössä todetaan tutkimusaineiston perusteella halkeilun olevan ohutrappattujen julkisivujen yleisin vauriotyyppi. Yhtä kohdetta lukuun ottamatta kaikissa kohteissa oli havaittu halkeilua. Seuraavaksi yleisimpiä olivat pinnoitteen irtoaminen 47 %, saumausten ja tiivistysten vauriot 32 % ja pakkasrapautuminen 26 %. (Lemberg 2019, 100)

Myös paksurappausten kohdalla halkeilun todettiin olevan yleisin vauriotyyppi, halkeilua havaittiin neljässä kohteessa viidestä. Seuraavaksi yleisin oli pinnoitteen irtoaminen, jota havaittiin kolmessa kohteessa, 60 %. (Lemberg 2019, 101)

4.1.1 Halkeilu

Rapatuille pinnoille on määritetty suurimmat sallitut halkeilun arvot. Arvot on esitetty julkaisussa by 57 2016 Eriste- ja levyrappaus. Mittaukset suoritetaan julkaisun by 40-2003 Betonirakenteiden pinnat / luokitusohjeet mukaisesti.

Taulukko 4. by 57 2016. Julkisivun halkeiluluokitus

Taulukko 2.3 Julkisivun halkeiluluokitus.

	Rappausten halkeiluluokitus	
	Luokka 1	Luokka 2
Halkeaman leveys [mm]	0,05 - 0,1	0,2 - 0,3
Halkeaman pituus [mm]	≤ 1000	≤ 1000
Halkeamien esiintymistiheys	≤ 1kpl/m ²	≤ 1 kpl/m ²

Luokka 1: Ohutrappaus-eristejärjestelmät sekä rappaukset, jotka käsitellään vettä hylkivillä pinnoitteilla.
 Luokka 2: Rappauspinnat yleensä.

Tarkasteltava pinta vähintään 3 x 3 m². Tarkasteltavan pinnan lämpötila > 0 °C. Tarkastelu suoritetaan valmiista pinnasta aikaisintaan 1 kk kuluttua rappauksen valmistumisesta. Mittaukset suoritetaan julkaisun *by 40 Betonirakenteiden pinnat / luokitusohjeet 2003* mukaan.

Eristerappausjärjestelmien halkeilulle voi olla useita syitä. Halkeilua aiheuttavat mm. laastin kutistuminen, lämpö- ja kosteusliikkeet, virheellinen rappauskerroksen paksuus, verkon virheellinen sijoittelu, puutteelliset liikuntasaumat ja liikuntavarat sekä alustan vaurioituminen. (by 57 2016, 25)

ErVaKu-hankkeen tutkimusaineiston ohutrappauskohteissa halkeilua havaittiin useimmin ikkuna- ja oviaukkojen nurkissa (50 %) sekä sokkeliprofiilin yläpuolella (44 %). Ikkuna- ja oviaukkojen nurkkakohtiin aiheutuvan halkeilun arvioidaan johtuvan aukon reunan erisuuntaisten lämpö- ja kosteusliikkeiden aiheuttamista jännityspiikeistä. Sokkeliprofiilin yläpuolisen halkeilun syyksi arvioidaan sokkeliprofiilin ja ohutrappauksen erilaiset lämpöliikkeet sekä rappausverkon puutteellinen limitys sokkeliprofiilin kanssa. (Lemberg 2019, 101)

ErVaKu-hankkeen ohutrapatuista tutkimuskohteista kuudessa oli todettu rappauksen laajamittaista halkeilua. Näissä kohteissa materiaalivalmistajan ohjeistuksiin nähden pienemmillä verkotuslaastikerroksen paksuuksilla sekä rappausverkon virheellisellä sijainnilla todettiin olevan suurta merkitystä rappauskerroksen halkeiluun. (Lemberg 2019, 102-103)

Ohutrappausten halkeilua ja halkeiluvaurioiden syitä on tutkittu myös Aalto-yliopistolle laaditussa diplomityössä vuonna 2010. Tutkimuskohteena oli kaksi ohutrapattua ker-

rostalokohdetta, joissa oli todettu silmämääräisesti runsasta halkeilua erityisesti rakennuksen ala- ja yläosissa. Kohteista otettiin runsaasti näytteitä silmämääräistä tarkastelua sekä laboratoriotutkimuksia varten. Merkittävimmiksi halkeilun syiksi arvioitiin suuret lämpöliikkeet ja kuivumiskutistuma. Tutkimuksessa otetuista näytteistä havainnoitiin lasikuituverkon olevan lähes aina väärässä osassa verkotuslaastikerrosta. Verkon väärällä sijainnilla ei kuitenkaan havaittu olevan suoraa yhteyttä halkeiluun. Myös verkotuslaastikerroksen kokonaispaksuuden todettiin olevan useissa näytteissä alle ohjearvon, mutta tälläkään ei havaittu olevan suorassa yhteydessä halkeilun syntyyn. (Perttala 2010, 78-79)

ErVaKu-hankkeessa mukana olleissa paksurappauskohteissa kaikissa halkeiluvaurioituneissa kohteissa halkeilua havaittiin ikkunapielien reunoilla. Syyksi on arvioitu rappauksen painuminen. Halkeilua havaittiin lisäksi ikkuna- ja oviaukkojen nurkissa sekä rakennuksen nurkissa ja pystysuuntaisten liikuntasaumojen vieressä 50%:ssa kohteista. Yhdessä kohteessa (25 %) havaittiin halkeilua vaakaliikuntasaumojen läheisyydessä. (Lemberg 2019, 105-106)

4.1.2 Pakkasrapautuminen

Pakkasrapautuminen on yleinen kiviainespohjaisten julkisivujen vauriotyyppi. Huokoisten materiaalien sisältämä kosteus laajenee jäätyessään noin 9 tilavuusprosenttia. Mikäli materiaalin huokosverkosto on jäätymishetkellä jo täynnä tai lähes täynnä vettä, laajenemiselle ei ole tilaa. Huokosverkostoon syntyy hydraulista painetta, ja mikäli paine kasvaa materiaalin lujuutta suuremmaksi, syntyy murtumia. Näitä murtumia kutsutaan pakkasrapautumiseksi. (by 46 2005, 45)

Eristerappausjärjestelmissä käytettävien laastien pakkasrapautumista estetään laastien suojarahokostuksella. Vesi jäätyy ensimmäiseksi suurikokoisemmissa huokosissa. Mikäli rakenteessa on jäätymisen aikana pienempiä, ilmatäytteisiä huokosia, vesi siirtyy hydraulisen paineen vaikutuksesta ilmatäytteisiin huokosiin, eikä pakkasrapautumista tapahdu. (by 46 2005, 45)

ErVaKu-hankkeen ohutrapatuista tutkimuskohteista pakkasrapautumista todettiin viidessä, kun kokonaiskohdemäärä oli 19. Kolmesta aistinvaraisin menetelmin pakkasrapautuneeksi havaitun kohteen porausnäytteistä tehtiin laboratoriossa ohuthietutkimus.

Ohuthietutkimuksissa laastin pakkasenkestävyysominaisuuksissa ei havaittu puutteita. (Lemberg 2019, 102)

Useissa tämän tutkimuksen aikana käydyissä keskusteluissa pohdittiin erityisesti ohutrappauslaastien suojahuokostusta. Järjestelmät ovat läpäisseet pakkasrasituskokeet laboratorio-olosuhteissa, mutta todellisissa kohteissa pakkasrapautumista syntyy jo lyhyellä, alle viiden vuoden käyttöiällä.

Ohuthietutkimuksia tekevissä laboratorioissa on huomattu saman suuntaisia tuloksia. Kohteissa on selkeätä pakkasrapautumaa, vaikka huokosjaon perusteella laastit ovat arviolta pakkasenkestäviä. Tämä osoittaa, että betonille kehitetty pakkasenkestävyyden teoreettinen testausmenettely ei sovellu laasteille. Huokosjaon arviointia laboratoriotutkimuksissa hankaloittavat laasteissa käytettävät lisäaineet sekä tulosten tulkinta, koska laasteille ei ole olemassa huokosjakovaatimuksia kuten betonille. (Tolppi 2018-2020)

4.1.3 Muut vauriotyypit

Muita eristerappausjärjestelmien vauriotyyppejä ovat erilaiset pinnoitevauriot, työvirheet ja niistä aiheutuvat vauriot sekä liittymissä käytettyjen muiden materiaalien vauriot.

4.2 Tutkimuskohteiden vauriotyypit

Tutkimuksessa mukana oleva kohdemäärä on satunnainen otos eristerappausjärjestelmillä toteutetuista kohteista. Otos on pieni, erityisesti niiden rakennetyyppien osalta, jossa kohdemäärät ovat vain muutamia. Vauriotyypeistä ei voida vetää pitkälle meneviä johtopäätöksiä. Tutkimuksessa mukana olleista rakennetyypeistä rakennetyyppiin F, paksurappaus uudisrakentamisessa mineraalivilla-alustalle ei saatu tutkimuskohteita.

Tutkimuskohteiden vaurioiden arviointi perustuu kyselylomakkeilla ja haastatteluilla saatujen tietojen lisäksi paikan päällä silmämääräisesti tehtyihin havaintoihin sekä niiltä osin kuntotutkimus- tai kuntoarvioraportteihin, kun raportteja oli käytettävissä. Osassa niistä kohteista, joissa kuntotutkimus oli tehty, käytettävissä oli laajan raportin sijaan

yhteenvedona pääasialliset vaurioitumistiedot. Nämä kohteet on laskettu kuntotutkimuskohteisiin.

Tutkimuskohteiden perusteella laadittiin yhteenveto jokaisen rakennetyypin yleisimmistä vauriotyypeistä. Vauriotyypit on jaettu neljään eri kategoriaan: esteettiset haitat, pinnoitevauriot, halkeilu ja pakkasrapautuminen. Tarkempaa jaottelua mm. vaurioitumisen sijainnin tai syiden osalta ei ole esitetty tilastollisesti, koska suuri osa kohteista on tarkastettu maasta käsin aistinvaraisin menetelmin.

Osassa kohteista alkuperäistä eristerappausa on jo korjattu. Vaurioitumisen kannalta ei tehty erittelyä korjaamattomien ja jo korjattujen kohteiden osalta. Havaitut vauriotyypit on kirjattu ensisijaisesti käytettävissä olleiden kuntotutkimustietojen sekä kohteessa tehtyjen havaintojen yhdistelmänä. Kohteissa, joista kuntotutkimuksen tietoja ei ollut käytettävissä, arviointi on tehty muiden lähtötietojen lisäksi paikan päällä tehtyjen havaintojen perusteella.

Esteettisillä haitoilla tarkoitetaan tässä yhteydessä julkisivujen selkeitä likaantumista, merkittäviä värieroja tai levä- ja mikrobikasvustoa. Yleisesti rappauksen lievä hiushalkeilu voi olla ensisijaisesti esteettinen haitta, mutta tutkimuksessa käytetyssä vaurioiden lajittelussa kaikki halkeilu on kirjattu halkeiluksi. Halkeamista ja muista epätiivetyshaidoista rakenteeseen päässeiden kosteuden aiheuttamia värieroja on kirjattu esteettiseksi haitaksi, mikäli nämä ovat normaalilla tarkasteluetaisyysdellä häiritseviä. Likaantumisen osalta ei ole kirjattu epätasaisille julkisivupinnoille tyypillistä lievää vaaleiden julkisivujen tummumista.

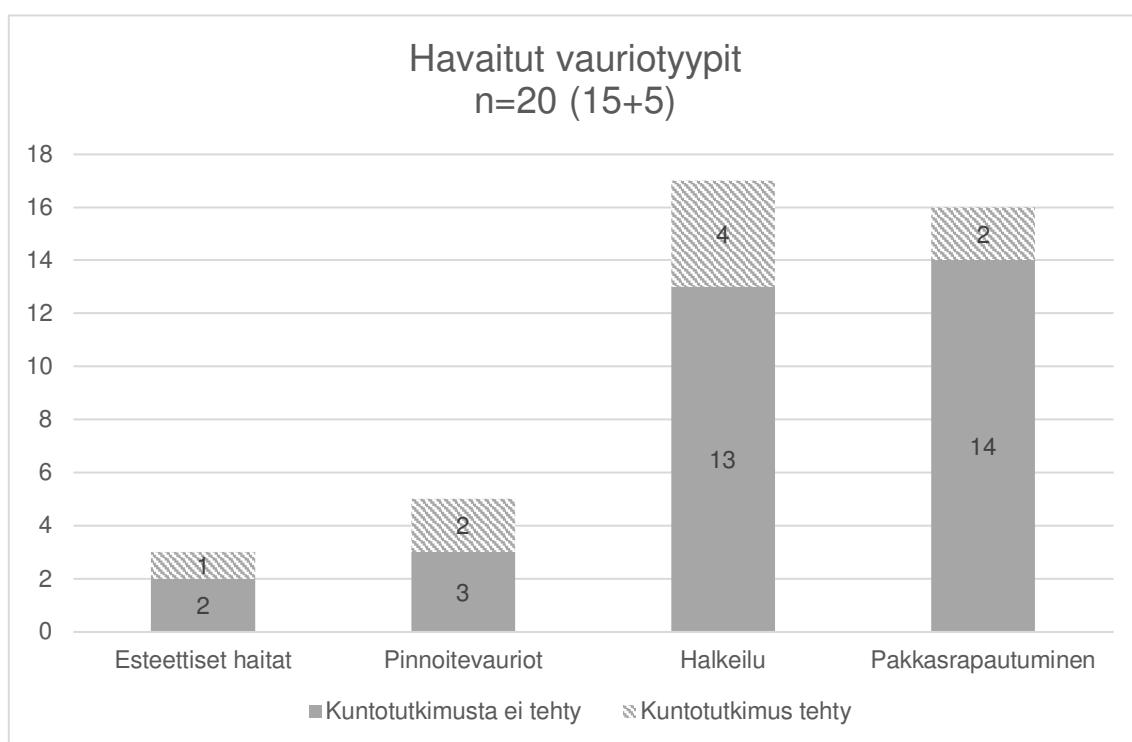
4.2.1 Ohutrappaus korjausrakentamisessa mineraalivilla-alustalle

Mineraalivilla-alustalle toteutetuissa ohutrapatuissa korjauskohteissa havaittiin vaurioita kuvan 2 mukaisesti. Yhteensä kahdestakymmenestä kohteesta 15 on arvioitu lähtötietona saadun aineiston lisäksi kohdekäyntien yhteydessä maasta käsin silmämääräisesti sekä aistinvaraisin menetelmin. Viidestä kohteesta oli käytettävissä kuntotutkimusraportti tai raportin yhteenveto.

Pääasiallisena vauriotyyppinä havaittiin halkeilua (85 %) sekä pakkasrapautumista (80 %). Pelkästään pinnoitteen vaurioitumista havaittiin viidessä kohteessa, esteettisiä haittoja kolmessa. Lähes kaikissa kohteissa (15/17), joissa halkeilua havaittiin, havaittiin

myös pakkasrapautumaa. Kuntotutkimuskohteista neljässä havaittiin halkeilua, näistä kahdessa myös pakkasrapautumaa. Muista kohteista kaikissa, joissa havaittiin halkeilua, havaittiin myös pakkasrapautumaa. Lisäksi yhdessä kohteessa, jossa ei havaittu halkeilua, havaittiin pakkasrapautumaa. Yleisesti pakkasrapautumaa havaittiin joko halkeama-alueella tai halkeama-alueen alapuolella sokkeliliittymän kohdalla.

Kohteiden eristerappaus on asennettu keskimäärin vuonna 2006. Vanhimmat eristerappaukset ovat 2000-luvun alusta. Yksi tutkimuskohteista on alun perin eristerapattu 1999, mutta eristerappaus on uusittu vuonna 2015. Tuorein tutkimuksessa olleista kohteista on toteutettu vuonna 2012.



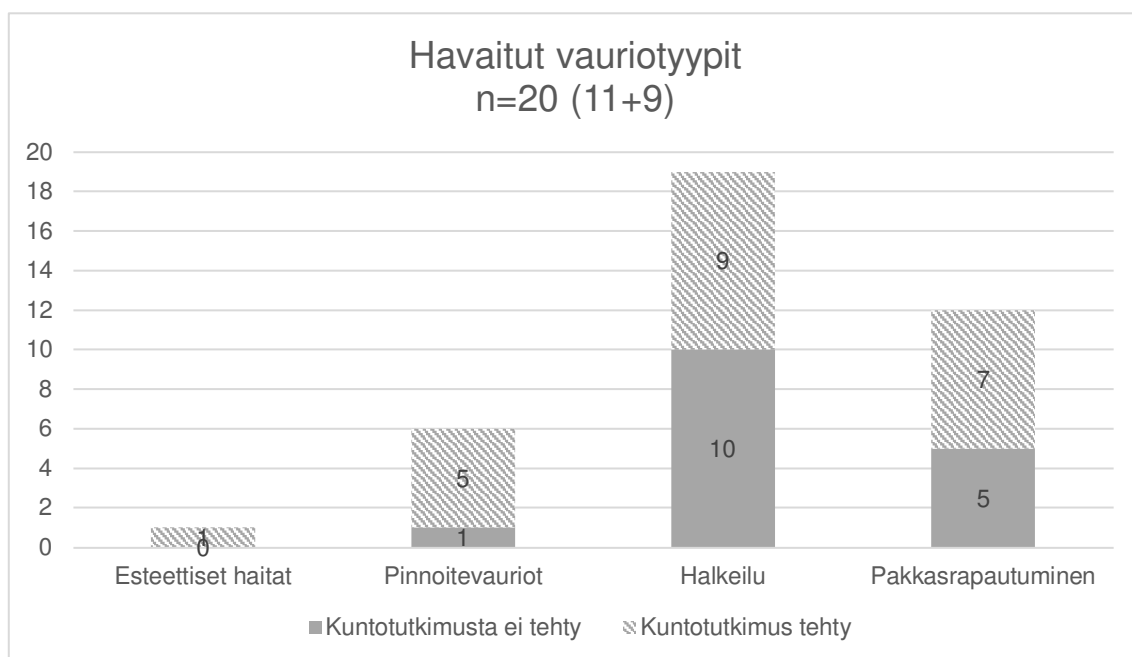
Kuva 2. Havaitut vauriotyypit ohutrappatuissa mineraalivilla-alustalle toteutetuissa korjauskohteissa.

4.2.2 Ohutrappaus uudisrakentamisessa mineraalivilla-alustalle

Mineraalivilla-alustalle toteutetuissa ohutrappatuissa uudiskohteissa vaurioiden tyypit ovat saman tyyppisiä kuin korjauskohteissa, kuva 3. Pääosin vauriotyyppinä havaittiin halkeilua (90 % kohteista) ja toisena pakkasrapautumista (60 %). Poikkeuksena korjauskohteisiin pakkasrapautumista ei havaittu yhtä yleisesti halkeilun yhteydessä. Osassa kohteista todettiin laajamittaistakin halkeilua, mutta ei pakkasrapautumista.

Tutkimuksessa mukana olleet kohteet olivat valmistuneet keskimäärin vuonna 2009. Vanhin mukana ollut kohde on valmistunut vuonna 2006, uusin vuonna 2012. Tutkimuksessa oli mukana yhteensä 20 kohdetta, joista 9 kohteessa on tehty kuntotutkimus.

Kuntotutkimuskohteista yli puolessa (56 %) havaittiin pinnoitevaurioita, kun taas niissä kohteissa, joissa kuntotutkimusta ei ole tehty, vaurioita havaittiin vain yhdessä. Tämä johtunee siitä, että silmin nähden havaittavat pinnoitevauriot herättelevät kiinteistön ylläpitäjiä tutkimaan julkisivuja tarkemmin.



Kuva 3. Havaitut vauriotyypit ohutrappatuissa mineraalivilla-alustalle toteutetuissa uudiskohteissa.

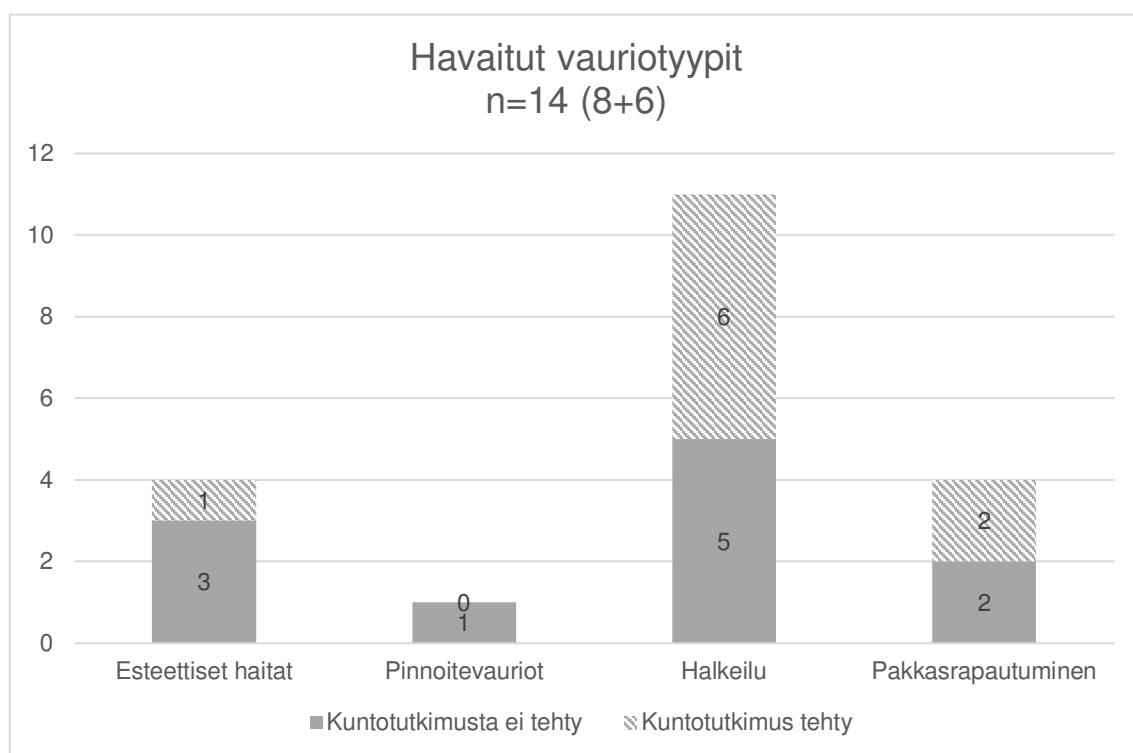
4.2.3 Ohutrappaus korjausrakentamisessa EPS-alustalle

Tutkimuksessa oli mukana yhteensä 14 EPS-alustalle toteutettua kohdetta. EPS-alustalle toteutettuja ohutrappattuja korjauskohteita. Eristerappaus on toteutettu keskimäärin vuonna 2004. Vanhin kohde on vuodelta 2001, uusin 2010. Lähes kaikissa kohteissa alkuperäiset julkisivut olivat alun perin betonisandwich-elementtirakenteisia.

EPS-alustalle toteutetuissa tutkimuksessa mukana olleissa korjauskohteissa yleisimpänä vauriotyyppinä havaittiin halkeilua, yhteensä 11 kohteessa. Sen sijaan pakkasrapautumista havaittiin tutkimuksessa mukana olleista kohteista vain neljässä.

Halkeilun havaittiin kolmessa kohteessa mukailevan lämmöneristeen levyjakoa. Näissä kohteissa voidaan olettaa halkeilun johtuvan alustan ja rappauksen välille aiheutuvista pakkovoimista. Materiaalien eri suuruista liikkeistä aiheutuvat pakkovoimat ovat suurempia kuin ohutrappauksen sisäinen lujuus, ja syntyy halkeamia. Yleisesti halkeamakohtissa ei havaittu halkeilun myötä suurentuneesta kosteusrasituksesta huolimatta pakkasrapautumaa.

Neljässä kohteessa havaittiin julkisivun esteettisiä haittoja, pääosin levä- ja mikrobikasvustoa. Yleisesti kasvustoa havaittiin julkisivuosilla, joissa oli selkeä kosteusrasitus, mm. varjon puoleiset julkisivut, puu- tai pensaskasvustoa julkisivujen lähellä. Yksittäisessä kohteessa likaantumista oli julkisivuista riippumatta lähes yhtä lailla kaikilla julkisivuilla.



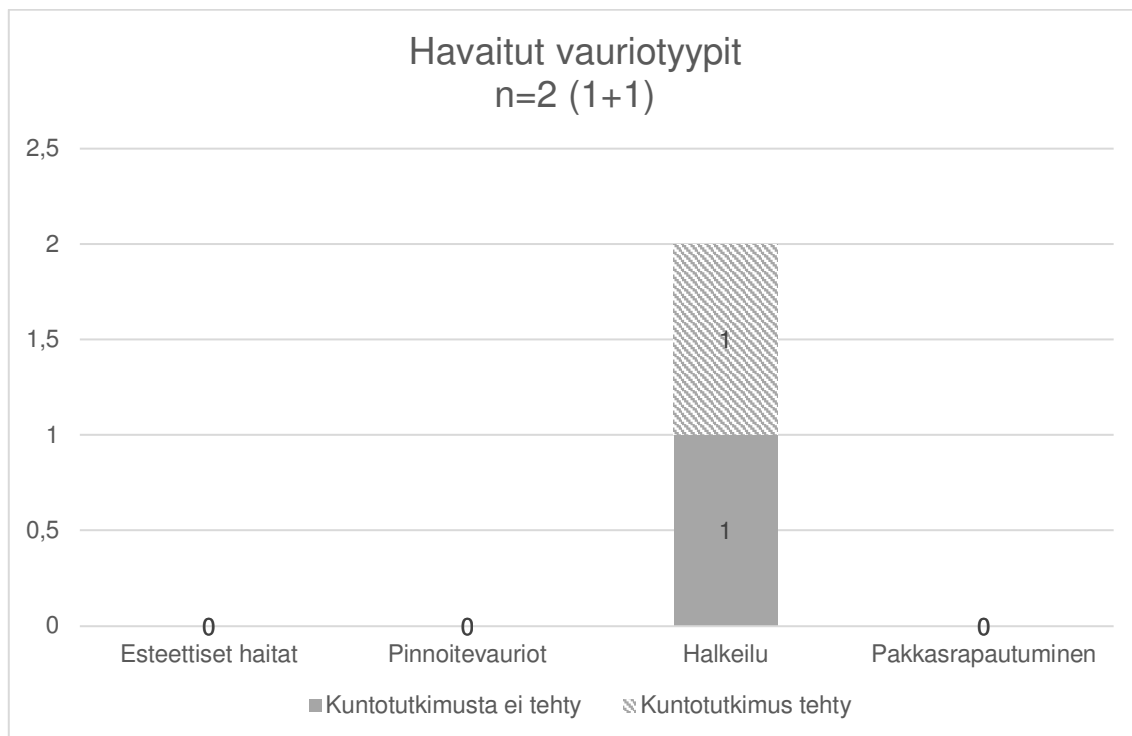
Kuva 4. Havaitut vauriotyypit ohutrappatuissa EPS-alustalle toteutetuissa korjauskohteissa.

4.2.4 Ohutrappaus uudisrakentamisessa EPS-alustalle

Ohutrappattuja, EPS-alustalle toteutettuja uudiskohteita saatiin tutkimusaineistoon vain kaksi kappaletta. Kohteet ovat valmistuneet vuosina 2011 ja 2012. Rakennetyyppi on

tutkimukseen valituista rakennetyypeistä arviolta vähiten käytetty. Tämä kävi ilmi myös useissa haastatteluissa aineistonkeräysvaiheessa.

Otos on niin pieni, että yhteenvetoja ei ole järkevää tehdä. Kuitenkin molemmissa koh-teissa havaittiin kuvan 5 mukaisesti halkeilua, mutta ei pakkasrapautumista.



Kuva 5. Havaitut vauriotyypit ohutrappatuissa EPS-alustalle toteutetuissa uudiskohteissa.

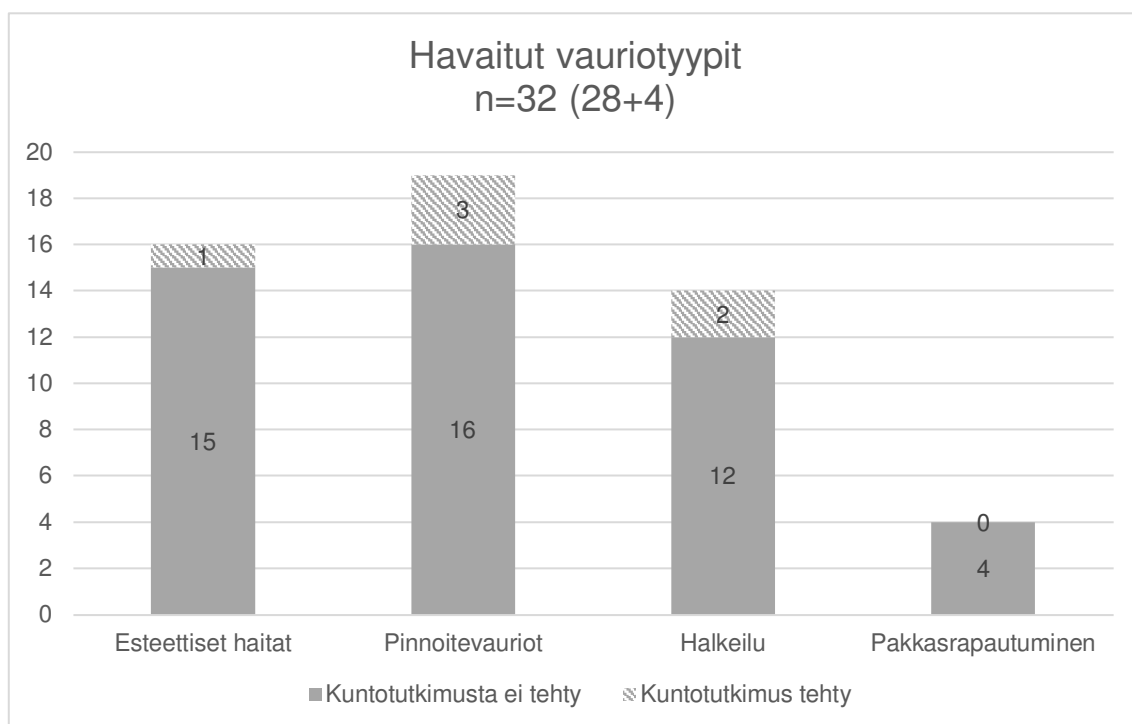
4.2.5 Paksurappaus korjausrakentamisessa mineraalivilla-alustalle

Kohteista vanhimman eristerappaus on valmistunut vuonna 1982. Uusin eristerappaus-järjestelmä on vuodelta 2005, keskiarvon ollessa vuosi 1995. Osa käytettävissä olleista kuntotutkimuksista on vuodelta 2003, joten eristerappauksen käyttöikä ei ole tämän tutkimuksen päivämäärän mukainen.

Kohteissa havaitut vauriot olivat pääasiassa vakavuudeltaan vähäisiä, kuva 6. Selkeätä rapautumista havaittiin neljässä kohteessa. Näissäkin vauriot rajoittuivat tietyille alueil-

le. Halkeilua havaittiin 14 kohteessa. Halkeilu kohdistui yleisesti ikkuna- tai sokkeliliitymiin. Halkeilukohtiin ei havaittu yleisesti aiheutuneen rapautumaa.

Esteettisinä haittoina havaittiin pääasiassa vähäistä levä- ja mikrobikasvustoa, vähemmissä määrin haitallista likaantumista. Lisäksi osassa kohteissa havaittiin voimakkaita värjäytymiä paksurappaukselle tyypillisten avonaisten liikuntasaumojen kohdilla. Värjäytymiä havaittiin erityisesti korkeiden rakennusten vaakasaumoissa sekä pystysaumojen yläosissa viistosateelle alttiilla osilla.



Kuva 6. Havaitut vauriotyypit paksurapatuissa mineraalivilla-alustalle toteutetuissa korjauskoh-teissa.

4.3 Betonivalmisosarakentamisen muodostamat riskit

Tutkimuskohteista laadittujen yhteenvetojen perusteella merkille pantavaa oli uudiskoh-teiden eristerapattujen julkisivujen vaurioituminen jo takuuaikana. Uudiskohteiden, eri-tyisesti betonielementtipohjaisesti esivalmistettujen, eristerappausjärjestelmien vaurioi-tumista käsiteltiin useissa haastatteluissa tutkimuksen aikana.

Uudiskohteissa rapattavat sisäkuorielementit asennetaan betonisandwich-elementtiasennuksesta poiketen ulkokuoren pinnan mukaisesti. Mahdolliset elementtien mittapoikkeamat korjataan sisäpuolella paksummilla tasoitekerroksilla. (by 57 2016, 52) Suuremmat tasoitekerrokset lisäävät rakentamisaikaisen kosteuden määrää. Tasoitteiden kuivuminen tapahtuu osittain ulospäin, jolloin ulkoseinärakenteeseen kohdistuva kosteusrasitus kasvaa. Työjärjestys voi joissakin kohteissa olla sellainen, että tasoitteiden kuivuessa ulkopuolen rappaus on jo tehty (Anonyymi henkilö 3).

Ulkopintojen mukaan asennettavissa elementeissä ongelmaksi voi tulla elementtiasennuksen työvirheet. Mikäli ulkopinnoilla on elementtiasennusten virheellisyyksistä ja mittapoikkeamista johtuvia hammastuksia, tulee eristerappausjärjestelmien mukaisesti valmiiksi limutetuista tai täyttörapatuista elementeistä poistaa laastikerrokset ennen kuin eristekerros saadaan hiottua samaan tasoon viereisten elementtien kanssa. Kynnys tähän työsuoritteeseen voi kasvaa suureksi, jolloin työmaalla tilanne saatetaan korjata paksummilla verkotuslaastikerroksilla. Rappausjärjestelmiä ei ole suunniteltu vaihteleville rappauspaksuuksille, eri paksuiset kerrokset voivat aiheuttaa vaurioitumista.

Uudiskohteissa työjärjestys on haastavammin aikataulutettavissa verrattuna korjauskohteisiin. Korjauskohteissa julkisivujen eristerappaus voi olla urakkakokonaisuus itsessään, uudiskohteissa julkisivut ovat vain yksi pieni osa kokonaisuutta. Erityisesti vettä hylkivällä pinnoitteella pinnoitettujen rappauksen oikea työjärjestys on erittäin tärkeää liittymien lopullisen vesitiiveyden kannalta. Erityisen riskialttiita ovat räystä- ja ikkunaliittymät. Virheellisessä työjärjestyksessä hyvin suunniteltuja liittymiä on tutkimuksessa mukana olleissa kohteissa jouduttu todellisuudessa jättämään elastisten tiivistysaumausten varaan (Anonyymi henkilö 1).

Uudiskohteiden ohutrappaustöiden työmenekkiä on tutkittu mm. Tom Österholmin opinnäytetyössä Julkisivun ohutrappaukset - Tuotannonsuunnittelu ja ohjaus. Opinnäytetyössä kahden uudiskohteen yhteenvetona todettiin ohutrappaustöiden toteutuneen työmenekin ylittyneen noin 66 % suunnitellusta. Kohteiden rappaukset toteutettiin kulkijoiden avulla, joka vaikutti osaltaan tehokkuuteen verrattuna telinetoteutukseen. Työmenekin kannalta todettiin selkeätä kehitystarvetta tuotannon suunnittelussa ja ohjauksessa. Kohteiden laskennallista ja toteutunutta työmenekkiä vertailtiin lisäksi Ratu-tietokantapohjaiseen työmenekkilaskentaan. Ratu-tietokannan eristerappausjärjestelmien asentamisen laskentakaavojen todetaan olevan selkeästi sääsuojattuja teli-

netöitä varten, ja lisäksi laskennassa ei oteta riittävästi huomioon kohteiden erilaista detaljiikkaa. (Österholm, T 2019)

Elementtityön kannalta sisäkuorielementtien eristeiden asentaminen poikkeaa betoni-sandwich-elementtien eristeiden asentamisesta. Rapattavien elementtien eristeet tulisi aukkojen kohdilla asentaa siten, ettei saumoja ole aukon nurkissa. Elementtitehtaissa eristeasennuksia tekevät usein samat henkilöt kuin perinteisempiäkin elementtejä (Anonyymi henkilö 2). Elementtitehtaalla normaalista poikkeavan asennuksen virheherkkyys voi kasvaa, eristeasennusten virheherkkyys voi olla työmaalla tehtävää asennusta suurempi.

Paksurappauselementtien ongelmana on työmailla todettu halkeilevat rappausalustat. Paksurappauselementit valmistetaan betonisandwich-elementtien tapaan vaakamuotoissa. Myös eristeen ulkopuolinen rappauslaasti levitetään valamalla. Käytännössä rappauskerrosten on todettu usein olevan huomattavasti suunniteltua paksumpia, jolloin laastiin syntyy halkeilua. Halkeilu voi aiheutua raudoitteiden väärästä sijainnista laastipaksuuteen nähden, puutteellisesta jälkihoidosta sekä yleisesti laastin soveltumattomuudesta paksuihin kertavaluihin. (Neffling, 6/2018)

5 Eristerapattujen julkisivujen korjaaminen

Eristerapattujen julkisivujen korjaamista käsittelevissä osuuksissa on hyödynnetty tutkimusaineistoksi saatuja kohteita: kohteiden korjaustarvetta, kohteissa jo toteutettuja korjauksia sekä kohteiden vauriotyyppeihin soveltuvia korjaustapoja. Korjausvaihtoehtoista on käyty keskustelua haastatteluiden ja sähköpostikeskusteluiden muodossa tutkimuksen eri vaiheissa, eri osapuolten kanssa.

Korjauksissa tulee ensisijaisesti aina käyttää alkuperäisen rappausjärjestelmän mukaisia materiaaleja ja tuotteita. Mikäli vauriot johtuvat alkuperäisistä materiaaleista, tai alkuperäisiä materiaaleja ei ole enää saatavilla, tulee käytettävien tuotteiden yhteensopivuus varmistaa.

Eristerappausten korjausasteet jaetaan tässä opinnäytetyössä seuraavalla tavalla:

- ei korjaustoimenpiteitä

- julkisivujen puhdistus
- pinnoituskorjaus
- pinnoitus- ja paikkakorjaus
- peittävä korjaus
- purkaminen ja uusiminen.

Korjausasteissa on pyritty huomioimaan tyypillisimpien vauriotyyppien aiheuttama korjaustarve eristerappausjärjestelmille. Jaottelua on yhtenäistetty julkaisuiden by 42 Julkisivujen Kuntotutkimusohje (by 42 2013) sekä Eristerappausten kuntotutkimusohje mukaiseksi (Julkisivuyhdistys 2019b). Vaihtoehtoisia jaotteluita on esitetty mm. Juko-ohjeistokansiossa (Rapatut julkisivut korjaustavat – yleiskuvaus).

Lisäksi korjaushankkeiden laajuudessa tulee huomioida liittyvien osien korjaukset, ympäristölle ja terveydelle haitallisten aineiden poistaminen sekä muut tarvittavat toimenpiteet.

5.1 Kuntotutkimus

Eristerapattujen julkisivujen kuntotutkimusmenetelmiä on tutkittu Antti-Matti Lembergin diplomityössä Eristerappausjärjestelmien vauriomekanismit ja kuntotutkimusmenetelmät (Lemberg 2019).

Eristerapattujen julkisivujen kuntotutkimus poikkeaa monelta osin betonirakenteiden ja perinteisten rapattujen julkisivujen kuntotutkimuksesta. Perinteisiä porausnäytteitä ja koputtelua voidaan käyttää havaintoja tukevinä menetelminä, mutta kohteessa tehtävä tutkimus painottuu pääosin silmämääräisiin tutkimusmenetelmiin. Verkon sijoittelua ja rappauskerroksen paksuutta voidaan tutkia porausnäytteiden lisäksi jo vaurioituneilta kohdilta. Porausnäytteitä voidaan ottaa vertailunäytteiksi vaurioitumattomilta pinnoilta. Lisäksi porausnäytteistä voidaan tehdä ohuthietutkimuksia, mutta verrattuna betonirakenteisiin ohuthietutkimuksen anti voi jäädä kevyeksi. Ohutrappauslaasteille ei ole yhtenäistä betoninäytteiden kaltaista standardisoitua huokosjakoanalysointia. Myös alkavan rapautumisen kartoitus hietutkimusten avulla on haastavaa. Rapautuman eteneminen kosteusrasitetussa ohuessa rappauskerroksessa on niin nopeaa, että alkavaa rapautumaa harvoin löydetään.

Eristerapattujen julkisivujen kuntotutkimukset eroavat betonijulkisivujen kuntotutkimuksista myös detaljien tarkastelun osalta. Eristerappausjärjestelmien vaurioituminen vaikuttaa tutkimuskohteidenkin perusteella olevan useissa kohteissa suorassa yhteydessä virheellisiin tai puutteellisiin liittyisiin.

5.2 Eristerapattujen julkisivujen korjaussuunnittelu

Eristerapattujen julkisivujen, kuten kaikkien muidenkin rakenneosien, korjaamiseen tarvitaan huolellisesti laaditut kohdekohtaiset korjaussuunnitelmat. Suunnitelmien tulee pohjautua riittäviin lähtötietoihin. Lähtötiedoiksi tarvitaan yleisesti tiedot aiemmista korjauksista, käytetyt järjestelmät ja tuotteet, kuntotutkimusraportit sekä muut mahdolliset selvitykset. Lähtötietojen ollessa riittämättömät tulee tehdä tarvittavia lisätutkimuksia tai koekorjauksia ennen varsinaisen korjaustyön aloitusta.

Korjaussuunnittelussa valittavien korjaustapojen sekä korjattavan laajuuden valinta tulee tehdä siten, että kohteen vauriomekanismien eteneminen pysäytetään, tai ainakin etenemistä hidastetaan merkittävästi (Julkisivuyhdistys 2019b, 44)

5.3 Korjausten käyttöikä

Eristerappausjärjestelmien korjausten käyttöiästä ei tiettävästi toistaiseksi ole olemassa tutkimustietoa. Euroopassa toteutetuissa eristerappausjärjestelmien käyttöikä tutkimuksissa osaa kohteista on jo korjattu, mutta tilastollisesti näitä ei ole eritelty (Lengsfeld, Krus, Künzel, Künzel 2015).

Eristerappausjärjestelmien korjauksille voidaan asettaa tavoiteltavat käyttöiät korjaussuunnittelun aikana. Käyttöikätaavoitteet voivat tulla myös valitusta kiinteistön kunnossapitostrategiasta. Korjauksella tavoiteltava käyttöikä vaikuttaa valittaviin korjausmenetelmiin sekä korjausasteeseen. Korjauksella tavoiteltavaa käyttöikää valittaessa tulee huomioida realistisesti kaikki käytettävissä olevat lähtötiedot.

Korjauksia suunniteltaessa tulee kiinnittää huomiota myös liittyvien rakennusosien kuntoon sekä arvioida tulevaa korjaustarvetta jo rappauksen oletetulle käyttöiälle. Liittyvien

rakennusosien korjaaminen voi olla haastavaa toteuttaa jälkikäteen rappausta vaurioittamatta.

Korjauksilla saavutettavaan käyttöikään vaikuttaa olennaisesti korjaustyön onnistuminen. Toteutusvaiheessa tapahtuvat virheet voivat lyhentää korjausten käyttöikää merkittävästi.

5.4 Eristerappausten korjausasteet

Samaan hankkeeseen voidaan valita erilaisia korjausasteita kohteen vaurioitumisen perusteella. Tutkimuksessa mukana olevista kohteista useassa oli selkeästi havaittavissa vaurioitumisen keskittyvän tietyille alueille. Tyypillisimmin erottuu auringon UV-säteilyn ja yleisimmän tuulensuunnan aiheuttamien viistosateiden mukainen vaurioituminen. Etelä- ja länsijulkisivut voivat vaatia jopa purkavaa korjausta, kun pohjoispuolen julkisivuille riittää kevyt pinnoituskorjaus.

5.4.1 Ei korjaustoimenpiteitä

Korjaustoimenpiteiden suorittamiselle tulee aina olla perusteet. Jos virheitä, vaurioita tai ennakoivaa korjaustarvetta ei havaita, korjaustoimenpiteitä ei tarvitse tehdä. Joskus kokonaistilanteeseen soveltuvin vaihtoehto voi olla vaurioitumisesta huolimatta korjaustoimenpiteiden tekemättä jättäminen. Mikäli vauriot ovat jo edenneet niin pitkälle, ettei kevyellä korjauksella saada enää taloudellisesti kannattavaa korjausratkaisua toteutettua, voi järkevin vaihtoehto olla hyödyntää järjestelmän jäljellä oleva käyttöikä, eli käyttää julkisivut loppuun. Julkisivujen vaurioiden annetaan edetä, ja uusiminen tehdään, kun vaurioituminen on edennyt riittävän pitkälle.

Julkisivujen loppuun käyttämisessä tulee huomioida rakenteiden turvallisuus ja terveellisyys. Rappauksen vaurioiden edetessä julkisivuista voi irrota laajojakin rappausalueita, ja näiden tippuminen aiheuttaa alapuolisille liikennöintialueille hengenvaaran. Vaurioiden edetessä rakenteisiin pääsevä kosteus voi aiheuttaa ongelmia rakenteiden muille osille. Rakenteissa voi syntyä otolliset olosuhteet mikrobikasvustolle. Lisäksi voi aiheutua vesivahinkoja, joiden korjaaminen tulee huomattavan kalliiksi.

Mikäli päädytään julkisivujen loppuun käyttämiseen, tulee julkisivuihin liittyvät huolto-toimenpiteet suorittaa normaaliin tapaan. Tällaisia voivat olla mm. elastisten saumojen uusiminen, räystäskourujen ja -syöksyjen puhdistukset ja korjaukset. (Julkisivuyhdistys 2019b, 45) Huoltamisella pyritään pitkittämään julkisivun jäljellä olevaa käyttöikää, vaikka uusimispäätös olisikin jo tehty.

Korjaustoimenpiteiden siirtämiselle voi tietyissä tapauksissa olla myös muita perusteita. Tällaiset ovat kuitenkin poikkeustapauksia, yleisesti eristerappausjärjestelmissä vaurioiden eteneminen on nopeata verrattuna perinteisiin kiinteälle alustalle toteutettuihin rappauksiin, eikä vaurioiden korjaamista kannata pitkittää. Korjausten siirtäminen voi tulla kyseeseen myös silloin, jos olennaisesti julkisivuihin liittyvien rakenneosien korjaamisesta on jo päätetty lähitulevaisuudessa, esim. ikkunoiden ja parvekkeiden uusiminen kahden-kolmen vuoden kuluttua. Tällaisten hankkeiden yhteydessä rappaukseen kohdistuu yleensä aina toimenpiteitä. Yleisesti liittyvien rakenneosien kunto tulee huomioida jo suunniteltaessa eristerappausjärjestelmän asentamista kyseisen kaltaisten tilanteiden välttämiseksi.

5.4.2 Julkisivujen puhdistus

Julkisivujen puhdistus on huoltotyyppinen korjaustoimenpide, jonka tarkoituksena on poistaa julkisivun rappauspinnasta lika sekä orgaaninen kasvusto (Julkisivuyhdistys 2019, 45). Puhdistamisella voidaan myös poistaa graffiteja, joskin niiden poistaminen voi osoittautua haastavaksi erityisesti, jos rappauksen suojana ei ole käytetty erillisiä graffitinsuoja-aineita. Puhdistamiseen ryhdytään usein esteettisistä syistä.

Puhdistus tehdään yleisesti painepesuna. Tarvittaessa apuna voidaan käyttää harjape-sua. Ennen pesutyöhön ryhtymistä tulee selvittää järjestelmän soveltuvuus painepesul-le. Ennen varsinaista työn aloitusta tulee aina tehdä koepesu, jossa varmistetaan käy-tettävä pesupaine sekä pesuetaisyys. Lisäksi tulee varmistaa, ettei julkisivuissa tai vie-reisissä rakenneosissa ole sellaisia epätiiveyskohtia, joista vesi voi päästä haitallisesti rakenteiden sisälle. Erityistä huomiota tulee kiinnittää julkisivujen saumauksiin ja liikun-tasaumoihin. Painepesua ei tule käyttää, mikäli tiiveys on puutteellista.

Pesu suositellaan usein tehtäväksi kuumavesipesuna, jolloin lika irtoaa paremmin. Pe-sun yhteydessä voidaan käyttää järjestelmälle soveltuvia pesuaineita. Pesun jälkeen julkisivujen suojaksi voidaan levittää erilaisia järjestelmälle soveltuvia likaantumista

ehkäiseviä suojatuotteita, tarvittaessa myös uhrautuvia graffitisuoja. Suoja-aineiden käytössä on huomioitava suojaa-aineen vaikutus alkuperäisen rakenteen toimintaan, suojaa-aine ei saa heikentää alkuperäisen rakenteen vesihöyrynläpäisevyyttä.

Graffitisuojauksesta on yleisesti todettu, että graffitien uusiutumista voidaan tehokaimmin ehkäistä poistamalla graffitit välittömästi niiden ilmestymisen jälkeen.

5.4.3 Pinnoituskorjaus

Pinnoituskorjaus on riittävä vaihtoehto, mikäli rappauskerroksen on todettu olevan pääosin ehyt ja liittymät ovat tiiviitä. Pinnoituskorjausten yhteydessä tulee huomioida mahdolliset pienet vauriot, yksittäiset halkeamat sekä tarkistaa ja tarvittaessa uusia liittyvät elastiset saumaukset sekä mahdolliset puutteelliset pellitykset. Silmämääräistä tarkastelua ei yleisesti voida pitää riittävänä tarkasteluna, koska rappauksen vaurioituminen voi edetä pitkälle rappauksen sisällä, ennen kuin vaurioituminen näkyy ulkopinnassa.

Ennen pinnoituskorjauksiin ryhtymistä tulee aina tehdä huolellinen julkisivujen puhdistus. Pinnoituskorjauksilla käsitetään olemassa olevan rappauksen suojaamista uudella pinnoitteella tai maalilla. Pinnoituskorjattavaksi soveltuvan rappauksen pinnan tulee olla ehyt. Pinnoituskorjauksen tarkoituksena on yleensä parantaa rakenteen vesitiiveyttä. Kuluneen pinnoitekerroksen vedenpitävyys on voinut heikentyä. Pinnoituskorjauksia voidaan tehdä myös esteettisistä syistä.

Pinnoituskorjauksessa käytettävien tuotteiden tulee olla yhteensopivia olemassa olevan eristerappausjärjestelmän sekä pinnoitteen kanssa. Osa pinnoitteista on erityisen hyvin vettä hylkiviä, jolloin myös uuden pinnoituskerroksen tartunta voi jäädä puutteelliseksi. Eristerappausjärjestelmien pinnoitustuotteet ovat kehittyneet nopeasti erityisesti ohutrappauksen osalta, joten pinnoitus alkuperäisellä tuotteella ei ole aina ensisijainen vaihtoehto. Erityishuomiota tulee lisäksi kiinnittää pinnoitteen tai maalin vedenimukykyyn sekä vesihöyrynläpäisevyyteen.

Vaihtoehtoisesti nykyiset pinnoitekerrokset voidaan poistaa kokonaan. Poistamisessa käytetään hiontaa, painepesua tai erilaisia puhallusmenetelmiä. Painepesussa tulee huomioida rakenteiden ja liittymien tiiveys kuten julkisivujen puhdistuksessakin. Pinnoitteen poistamisesta tulee aina tehdä koekäsittely ennen varsinaisen työn aloitusta. Pin-

noitteiden poistamisen riskinä on rappauskerroksen vaurioituminen. Vanhan pinnoitteen poistaminen kokonaan parantaa rakenteen vesihöyrynläpäisevyyttä verrattuna päälle tehtävään pinnoitukseen, koska kerrospaksuudet jäävät ohuemmaksi. Pinnoiterrokset poistettaessa tulee huomioida osassa eristerappausjärjestelmistä käytettävä, ennen varsinaista pinnoitusta levitettävä erillinen tartuntaa ja vesitiiveyttä parantava pohjuste.

Varsinaisen pinnoitteen tai maalin lisäksi voidaan käyttää lisäkäsittelyitä kuten julkisivujen puhdistuksen jälkeen. Lisäkäsittelynä käytettävien tuotteiden yhteensopivuus varsinaisen pinnoituksen kanssa tulee varmistaa.

Pinnoituskorjauksia on mahdollista harkita tehtäväksi osittaisena. Kohteista tehtyjen havaintojen perusteella rasitetuimpien ilmansuuntien sekä muilta ympäristörasitustekijöiltään rasituksen alaiset pinnoitteet ja maalaukset kuluvat ensimmäisenä. Rasitustasoa lisäävät rakennusten vaihtelevat muodot, liittyvät rakenneosat sekä sadevesien ohjaus. Paikalliset pinnoituskorjaukset ovat yleensä haastavia toteuttaa esteettisen näkymän vuoksi. Kohteiden alkuperäisten sävyjen on todettu haalistuneen, paikallisesti tehtynä uusi pinnoitus samalla värisävyllä erottuu selkeästi. Joissakin kohteissa on haastattelujen perusteella kokeiltu uusien pinnoitteiden sävyttämistä alkuperäisen haalistuneen sävyn mukaiseksi. Tämäkin on osoittautunut haastavaksi. Pinnoitteiden ja maalien kehitystyön tuloksena myös värisävyjen säilyvyys on parantunut. Yleisesti selkeämpää on toteuttaa pinnoituskorjaus luonnollisia rajoituksia käyttäen, eri suuntien julkisivuille, parveke- ja ikkunalinjoja sekä liikuntasauvoja hyödyntäen.

5.4.4 Paikkaus- ja pinnoituskorjaus

Paikkarappauskorjauksilla tarkoitetaan paikallista rappauksen uusimista rapautuneen tai halkeilleen rappauksen alueilta (Julkisivuyhdistys 2019, 46). Paikkarappaukset rajataan aina ehyeen rappauskerrokseen saakka.

Paikkakorjauksen yhteydessä selvitetään tarvittaessa vaurion aiheutumisen syitä. Yleensä tämä on tarpeen, mikäli erillistä kuntotutkimusta ei ole tehty.

Paikkarappauskorjaukset

Paikkakorjausten rajaukset suositellaan toteutettavaksi ilman teräviä nurkkia. Nurkkiin ja kulmauksiin aiheutuu jännityspiikkejä, jotka voivat vaurioittaa rappauksen rajapintoja paikkakohdissa. Mikäli rajausta ilman nurkkia ei ole mahdollinen, nurkat tulisi pyöristää. (Julkisivuyhdistys 2019b, 46).

Ohutrappausjärjestelmän paikkakorjauksissa ehyen ohutrappauksen pinnoite ja verkotuslaastikerroksen pintakerrosta poistetaan vähintään 100 mm, jolloin rappauspaikan uusi verkko saadaan limitettyä olemassa olevaan verkkoon.

Verkotuslaastikerros tehdään alkuperäisen ohutrappausjärjestelmän mukaisesti. Paikkakorjauksen sijainnista riippuen asennetaan tarvittavat lisäprofiilit, diagonaali- tai kulmaverkot jne. Paikkarappauksen uusi verkko limitetään olemassa olevan verkon kanssa, verkon sijainti ja verkotuslaastikerroksen paksuus ohutrappausjärjestelmän mukaisesti.

Paikkarappauskorjausten pinnoitus tulee tehdä vähintään paikkarappauksen kokoisena, jolloin paikkarappauksen ominaisuudet ovat alkuperäistä vastaavat. Esteettisistä syistä pinnoituksen rajaamista voidaan harkita olemassa oleviin, luonnollisiin rajauksiin soveltuviksi. Tällaisia voivat olla mm. tehostevärit, ikkuna- ja oviaukot, parvekelinjat jne. Paikkarappauskorjausten yhteydessä voidaan myös harkita laajempia pinnoituskorjauksia, joilla parannetaan valittavien julkisivuosien ominaisuuksia.

Paksurappausjärjestelmissä paikkarappauskorjauksia voidaan tehdä samoin rapautuneille ja halkeille alueille. Vaurioalue rajataan aina samoin ehyeen rappaukseen saakka.

Rappauksessa tulee käyttää alkuperäisen rappausjärjestelmän mukaisia tuotteita. Mm. eroavaisuudet käytettävien laastien lujuuksissa voivat aiheuttaa ongelmia paikkarappauksen ja olemassa olevan rappauksen tartunnalle.

Halkeamien täyttökorjaukset

Eristerappausjärjestelmiin syntyneitä halkeamia voidaan korjata paikallisesti halkeamia täyttäen tai silloittaen. Halkeamia paikallisesti korjattaessa on huomioitava, että korjaus ei poista varsinaista ongelman aiheuttajaa. Halkeamakorjaukset voidaan halkeama-

koosta ja halkeamien yleisyydestä riippuen tehdä paikallisesti pinnoittaen, kapeat korjaukset saadaan häivytettyä.

Osaan ohutrappausjärjestelmistä kuuluu silloittavia pinnoitteita. Silloittavilla halkeamakorjauksilla voidaan parantaa ohutrappauksen vesitiiveyttä, ja näin hidastaa vaurioiden etenemistä. Silloittavien pinnoitteiden vesihöyrynläpäisevyys on yleensä ohuempia pinnoitteita huonompi, ja niiden käyttöä tulee aina harkita tapauskohtaisesti.

Paksurappausjärjestelmissä halkeamia on mahdollista korjata paikallisesti täyttäen. Halkeamia voidaan tarvittaessa avata v-uralle, jolloin täyttö saadaan tehtyä tiiviisti. Halkeamien täytössä sekä pinnoitteena käytetään pääasiassa alkuperäisen eristerappausjärjestelmän mukaisia tuotteita.

5.4.5 Peittävä korjaus

Peittävä korjaus voidaan toteuttaa kahdella tavalla. Tutkimuksessa saatujen tietojen perusteella Suomessa on ainakin yksittäisissä kohteissa käytetty suoraan olemassa olevan ohutrappausjärjestelmän päälle tehtävää verkotuslaastikerrosta. Vaihtoehtoisesti olemassa olevan rappauksen päälle asennetaan uusi rappausalusta, jonka päälle asennetaan uusi rappausjärjestelmä. Tällaisia menetelmiä on Suomessa tutkimuksessa saatujen tietojen perusteella käytössä kaksi erilaista. Euroopassa menetelmiä on useita, ja ne ovat vähitellen rantautumassa Suomeen.

Peittävän korjausmenetelmän soveltuvuus on aina tarkistettava tapauskohtaisesti. Nykyisen rappauskerroksen tulee olla riittävän hyvässä kunnossa, erityisesti mikäli uusi rappausjärjestelmä kiinnitetään ainoastaan laastikiinnityksellä. Rappauskerroksen tai lämmöneristeiden ominaisuudet eivät saa olla heikentyneet alkuperäisestä liiaksi. Lisäksi mekaanisen kiinnityksen kunto tulee varmistaa. Vaurioitumisen syy tulee olla tiedossa, jolloin voidaan varmistua peittävän korjauksen onnistumisesta.

Laajemmat rappauksen vaurioalueet tulee poistaa kokonaisuudessaan lämmöneristeeseen saakka. Hiushalkeamat voidaan yleensä jättää uuden kerroksen alle, mikäli halkeamien ympärystät ovat edelleen ehyitä. Lämmöneristeeseen puretut kohdat paikataan verkotuslaastilla siten, että pinta on alkuperäisen verkotuslaastikerroksen tasassa. Paikkausten jälkeen olemassa oleva rappauspinta pestään huolellisesti puhtaaksi liasta ja orgaanisesta kasvustosta.

Uusi rappauskerros tehdään yleensä samoilla ohjeistuksilla kuin uusi rappausjärjestelmä toteutettaisiin. Alkuperäiset detaljit muutetaan vastaamaan nykyisiä ohjeistuksia.

5.4.6 Purkava korjaus ja uusiminen

Purkavassa korjauksessa olemassa oleva vaurioitunut eristerappausjärjestelmä puretaan kokonaan tai osittain. Rappausalustana toimivat lämmöneristeet voidaan vaurioityypeistä ja vaurioitumisasteesta riippuen purkaa tai säilyttää. Lisäksi tulee huomioida vaurioituneen eristerappauksen epätiiveyskohdista mahdollisesti alusrakenteeseen aiheutuneet vauriot.

Purkavaan korjaukseen päädytään yleensä, kun olemassa oleva rakenne on vaurioitunut niin pitkälle, ettei paikka- tai peittävä korjaus ole enää teknisesti tai taloudellisesti kannattavaa. Vaurioituminen voi olla laajamittaista pakkasrapautumaa tai toistuvaa halkeilua koko julkisivualan kattavien virheitten takia, esimerkiksi verkon väärä sijainti tai lämmöneristeiden muodonmuutokset. Harvinaisempia syitä purkavalle korjaukselle ovat mm. mekaanisten kiinnikkeiden vaurioituminen tai merkittävä mikrobikasvusto rakenteissa (Julkisivuyhdistys 2019b, 48).

Korjausta suunniteltaessa tulee pohtia, kuinka lämmöneristeiden säilyttäminen onnistuu käytännössä. Rappauskerroksia purkaessa lämmöneriste voi vaurioitua, vaikka se muuten olisikin säilytettävissä. Rappausalustan pinnan tulee olla tasainen sekä mekaanisen kiinnityksen säilyä luotettavana. Käytännössä joissakin tilanteissa lämmöneristeiden pinnan tasaaminen ja paikkaus voi tulla kustannuksiltaan kalliimmaksi kuin lämmöneristeiden uusiminen. EPS-eristeiden säilyttämisestä on ensimmäisiä käytännön kokemuksia, rappausjärjestelmän purkaminen on onnistunut hyvin, eristepinta ehyenä säilyttäen (Eskola 2020).

Purkavan korjauksen yhteydessä voidaan tarvittaessa harkita eristerappausjärjestelmän korvaamista toisella julkisivuratkaisulla. Tällaiseen tilanteeseen voidaan joutua, mikäli on todettavissa, että eristerappausjärjestelmä ei vauriomekanismiensa vuoksi sovellu kyseiseen kohteeseen.

5.4.7 Liittyvien osien korjaukset

Varsinaisten rappauskorjausten suunnittelussa tulee aina huomioida aina liittyvien osien korjaustarve. Korjausten toteuttamisella samassa yhteydessä rappauskorjausten kanssa voidaan saavuttaa huomattavia synergiaetuja. Lisäksi korjauksilla voidaan alen-
taa rappaukseen kohdistuvaa rasitusta. Korjaukset voidaan jakaa kategorisesti kahteen eri luokkaan, liittyvien osien korjaamiseen sekä liittymien korjaamiseen.

Liittymien korjaukset

Liittymien korjauksilla tarkoitetaan eristerappauksen liittymiä ympäröiviin rakenneosiin. Eristerappausjärjestelmien liittymien toteutustavat ovat muuttuneet järjestelmien kehityksessä. Korjattavissa kohteissa aiemmin toteutetut liittymät voivat poiketa olennaisesti nykyisistä suunnitteluohjeista. Korjausten yhteydessä tulee aina pyrkiä vähentämään rappaukselle aiheutuvaa rasitustasoa parantamalla liittymien detaljiikkaa. Yleisiä korjattavia liittymiä ovat sokkeli-, parveke-, räystääs- ja ikkunaliittymät.

Liittyvien osien korjaaminen

Liittyvien osien korjaamisella tarkoitetaan eristerappaukseen liittyvien rakennusosien korjaamista. Yleisimpiä eristerappausjärjestelmiin liittyviä rakennusosia ovat perustukset, vesikatot ja ikkunat. Erityisesti ikkunoiden ja vesikattojen räystääiden osalta yhteys eristerappaukseen on tyypillisesti suora. Esimerkiksi ikkunoiden uusiminen rappausta vaurioittamatta on käytännössä mahdotonta toteuttaa.

5.4.8 Ympäristölle ja terveydelle haitallisten aineiden vaikutus korjausten suorittamiseen

Yleistä

Vanhimmat, 1980-luvulta peräisin olevat eristerappausjärjestelmät voivat sisältää ympäristölle ja terveydelle haitallisia aineita. Ennen purkutyöhön ryhtymistä tilaajan tai tilaajan edustajan tulee laatia tarvittavat asbesti- ja haitta-ainekartoitukset.

Asbesti

Julkisivupinnoitteissa on käytetty asbestia sisältäviä pinnoitteita 1980-luvun loppupuolelle saakka. Vanhimista eristerappausjärjestelmistä voi näin ollen teoriassa löytyä kyseisen kaltaisia pinnoitteita.

Tunnettuja asbestia sisältävien pinnoitteiden tuotenimiä ovat olleet Flekson, Kenitex ja Gen-Coat. Mahdollisesti muitakin asbestipitoisia tuotteita on käytetty, esimerkiksi pieniä eriä tuontituotteita jne. (Hukka 2020)

Peittävässä eristerappausjärjestelmien asennuksissa rakenteeseen jääneet pinnoitteet voivat sisältää asbestia. Aiemmat materiaalit tulee huomioida korjaushankkeissa, joissa rakennetta puretaan alkuperäiseen rakenteeseen saakka, tai mikäli tehdään mekaanisia kiinnityksiä alkuperäiseen rakenteeseen.

Ennen purkutyöhön ryhtymistä laatia kohdekohtainen asbestikartoitus. Velvollisuus asbestikartoituksen laatimisesta on rakennuttajalla tai muulla, joka ohjaa ja valvoo rakennushanketta. Asbestikartoituksessa on paikallistettava purettavassa kohteessa oleva asbesti, selvitettävä asbestin ja sitä sisältävien materiaalien laatu ja määrä sekä selvitettävä rakenteissa olevan asbestin ja sitä sisältävien materiaalien pölyävyys niitä käsiteltäessä tai purettaessa. (Valtioneuvoston asetus asbestityön turvallisuudesta 798/2015)

Lyijy

Julkisivujen elastisissa saumauksissa on käytetty lyijyä sisältäviä saumamassoja vielä 1980-luvun loppupuolella. Vanhimpien eristerappausjärjestelmien liikunta- ja tiivistysaumauksissa voi näin ollen tulla vastaan haitallisia määriä lyijyä sisältäviä elastisia saumamassoja. Lisäksi alkuperäisissä, peittävässä eristerappausasennuksissa rakenteeseen jääneissä vanhoissa saumamassoissa voi olla lyijypitoisia saumoja. Saumojen lyijypitoisuus tulee määrittää ennen vuonna 1990 valmistuneista saumauksista. (Suomen Rakennussaumausyhdistys, 2017).

Mikrobit

Eristerappausjärjestelmien vaurioitilanteissa järjestelmässä voi syntyä otolliset olosuhteet mikrobikasvuston kehittymiselle. Erityisesti rappauksen vaurioitumisen vuoksi jatkuvalla kosteusaltistukselle alttiina oleva lämmöneriste toimii hyvänä kasvualustana

mikrobikasvustolle. Lähtökohtaisesti mikrobikasvusto pyritään aina ensisijaisesti poistamaan, jolloin vaurioituneet rakenteet uusitaan. Poikkeustapauksissa voidaan harkita erilaisia tiivistyskorjauksia, joilla estetään mikrobikasvuston kulkeutuminen sisäilmaan.

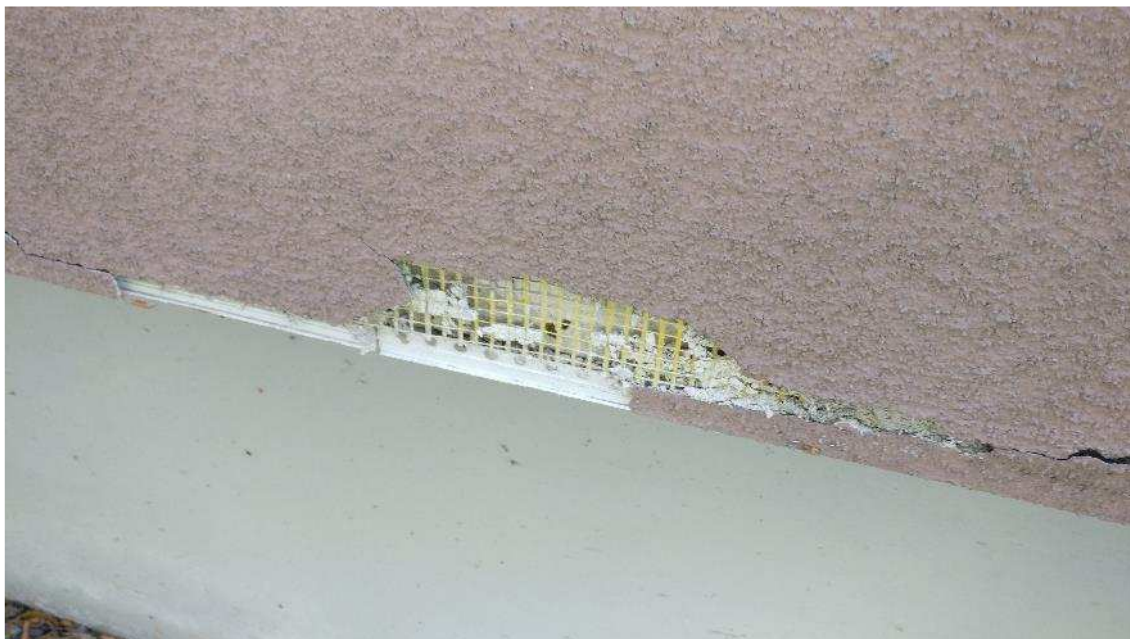
5.5 Vauriotyyppikohtaiset korjaustavat ohutrappausjärjestelmissä

Ohutrappausjärjestelmien vauriotyyppikohtaiset korjaustavat perustuvat tutkimuskoh-teissa tehtyihin havaintoihin sekä opinnäytetyöprojektin aikana käytyihin keskusteluihin eri osapuolten kanssa.

5.5.1 Sokkeliliittymä

Kuvassa 7 on esitetty korjauskohteissa tyypillisesti havaittu sokkeliliittymässä ilmenevä vaurio. Lopullinen vaurio on todennäköisesti aiheutunut ohutrappauksen pakkasrapautumisesta. Sokkeleihin voi yleisesti kohdistua myös mekaanisia rasituksia.

Vaurion aiheutuminen voi aiheutua osittain tai kokonaan sokkeliliittymästä. Kuvan tapauksessa sokkeliprofiilissa ei ole vedenpoistoreikiä. Vedenpoistoreikien puuttuminen aiheuttaa kosteuden kertymistä sokkeliprofiilin päälle, altistaen ohutrappauksen pitkäkestoiselle kosteusrasitukselle. Pakkasrapautumisen aiheuttava liiallinen kosteus on voinut päätyä rakenteeseen suoraan sokkeliliittymän kohdalta, mikäli sokkeliin on syntynyt halkeilua laastin lujuuden ylittävien pakkovoimien vuoksi. Yleisempää kuitenkin on kosteuden päätyminen sokkeliprofiilin päälle muualla julkisivuissa olevien epätiivelys-kohtien kautta tai rakenteeseen tiivistyneenä kosteutena, joka valuu painovoimaisesti alas.



Kuva 7. Vaurio ohutrappauksen sokkeliliittymässä. Kuva: Matti Eronen 2018

Korjaustoimenpiteenä rapautuneet osat tulee uusida, purkutyö tehdään ehyeen rappauskerrokseen saakka. Mikäli ohutrappaus on vaurioitunut alaosaan koko rakennuksen matkalta, voidaan rappauksen uusimisen yhteydessä uusida sokkeliprofiili nykyisten järjestelmien mukaiseksi. Vaihtoehtoisesti nykyiseen profiiliin voidaan porata vedenpoistoreikiä. Mikäli vaurioita havaitaan laajalti myös muualla julkisivuissa, voidaan harkita myös peittäviä tai purkavia korjauksia.

Rei'itetty sokkeliprofiili parantaa ohutrappausjärjestelmän vikasietoisuutta. Rapautuneen ohutrappauksen ja lähtölistan uusiminen ei kuitenkaan poista varsinaista ongelmaa, rakenteeseen pääsevää liiallista kosteutta.

Kuvassa 8 on esitetty uudiskohteissa tyypillinen liittymätapa 2000-luvun alkupuolella. Sokkeliliittymässä ei ole vedenpoistoa rakenteeseen pääsevän kosteuden poistamiseksi. Eristetyyppi vaihtuu sokkelin kohdalla mineraalivillasta EPS-eristeeksi, jolloin painovoimainen veden valuminen pysähtyy. Pahimmillaan kosteus voi päätyä sisäpuolisiin tiloihin. Tutkimuksessa mukana olleista kohteista yhdessä oli havaittu vesivahinko alimman kerroksen huoneistossa, jonka arvioitiin johtuvan puutteellisesta sokkeliliittymän vedenpoistosta. Korjauksen jälkeen vettä on nähty valuvan sokkelin päälle, eikä uusia vuotoja sisäpuolelle ole ilmennyt. Kohteen kaikilla julkisivuilla on sama liittymä, mutta vaurioita on havaittu ainoastaan etelän puoleisella julkisivuosuudella. Yleisim-

män tuulensuunnan eli viistosateen sekä liittymien epätiiviyden vaikutus vuotojen ilmeneemiseen on todennäköinen.



Kuva 8. Sokkeliliittymä avattu ohutrappausjärjestelmällä toteutetussa uudiskohteessa. Kuva: Matti Eronen 2018.

Vedenpoiston ohjaus liittymästä ulospäin voidaan tehdä jälkikäteen avaamalla liittymä sahaamalla. Tämän jälkeen varsinainen toteutus tehdään nykyisten järjestelmien mukaisesti. Lämmöneristeen poistamisen jälkeen tulee kiinnittää huomioita erityisesti pystysuuntaisen alustan huolelliseen puhdistamiseen sekä kallistuksen toteuttamiseen. Ulkonaallisesti toteutuksen haasteena on rappauksen liitos nykyiseen rappaukseen, liitos on haastava tehdä huomaamattomaksi. Mikäli järjestelmän pinnoituskorjaustarve on ajankohtainen, voidaan rajausta häivyttää maalaamalla julkisivuvuosuudet yli. Korjauksen yhteydessä on olennaista tarkastaa vaurioituneen sokkelin yläpuoliset julkisivuvuosuudet ja poistaa veden kulkeutumisreitit rakenteeseen.

5.5.2 Ikkunaliittymä

Ikkunoiden ja aukkojen kulmissa havaitaan usein diagonaalisuuntaisia halkeamia. Halkeamat voivat johtua virheellisesti asennetusta tai puutteellisesta diagonaaliverkotuk-

sesta, verkkojen limityksestä, lämmöneristeiden virheellisestä limityksestä tai aukon nurkkaan kertyvistä, pakkovoimista aiheutuvista jännitepiikeistä. (Lemberg 2019, s.121)

Kuvassa 9 on esitetty tyypillisesti ilmenevä diagonaalisuuntainen hiushalkeama. Kuvan kohteessa halkeamia havaittiin useissa aukoissa, mutta halkeamaleveydet olivat yleisesti hiushalkeamatasoa, alle 0,1 mm ja halkeamien pituus alle 200 mm.



Kuva 9. Hiushalkeama ikkunan yläkulmassa. Kuva: Matti Eronen 2018.

Mikäli ohutrappausjärjestelmään kuuluu silloittavia pinnoitteita, voidaan hiushalkeamien paikkakorjauksia kokeilla toteutettavaksi kevyellä menetelmällä. Halkeama ja ympäristö puhdistetaan ja poistetaan varovasti irtonainen materiaali. Halkeaman kohdalle levitetään silloittava pinnoite. Pinnoitteen valinnassa tulee huomioida vaikutus vesihöyrynläpäisevyyteen, erityisesti mikäli samaa pinnoitusta käytetään laajemmassa huoltomaa-lauksessa.

Mikäli halkeamat ovat syntyneet plastisen kutistuman aiheuttamana, silloittava pinnoitus voi osoittautua riittäväksi korjaukseksi. Mikäli kyseessä on muu syy, halkeama todennäköisesti uusiutuu ja tarvitaan raskaampi paikkakorjaus tai jopa purkava korjaus ja uusiminen.

Viimeistään korjausten yhteydessä tulee tarkastaa koeavausten muodossa mahdolliset muut vaurion aiheuttajat.

Kuvassa 10 ikkunan karmin alumiiniprofiileiden väliin on jäänyt rako. Mahdollisesti yläkarmin profiilin kiinnitys on jäänyt puutteelliseksi, tai profiili on vaurioitunut asennusvaiheessa. Lämmöneristeet ja ohutrappaus vaikuttaisi asennetun tästä huolimatta, jolloin järjestelmän ikkunaprofiilin ja alumiinisen ikkunaprofiilin väliin jää rako. Rakenteeseen pääsevä kosteus voi aiheuttaa vaurioita, mutta kosteus ei välttämättä tule näkyviin tämän ikkunan kohdalla.



Kuva 10. Ikkunan karmin alumiiniprofiilien liittymä on avoin, vaurio aiheutunut myös rappausliittymään. Kuva: Matti Eronen 2019.

Ikkunaliittymän korjaamiseksi on varmistettava ikkunan alumiiniprofiilin sekä rappausalustana toimivan lämmöneristeen kiinnitys. Mikäli rappaus ja liittymä on muutoin ehyt, yksinkertaisin korjaustapa olisi tiivistys paisuvalla nauhalla tai soveltuvalla elastisella saumauksella. Mikäli rappaus tai rappausalusta on vaurioitunut, tai ikkunan alumiiniprofiilia joudutaan korjaamaan, alueelle tehdään paikkakorjaus. Tarvittaessa paikkakorjattavalta alueelta puretaan myös lämmöneriste. Paikattavan alueen verkotus limitetään nykyisen verkotuksen kanssa.

5.5.3 Ikkunan vesipeltiliittymä

Ikkunoiden vesipeltiliittymät ovat erityisesti ohutrappausjärjestelmien alkuvaiheessa poikenneet perinteisistä rappausohjeistuksista. Vesipeltien päädyissä ei ole käytetty rappauskantteja. Edelleenkin nykyisin erityisesti uudiskohteissa rappauskantteja ei tehdä järjestelmällisesti. Tutkimuksessa mukana olleissa kohteissa pystykanttien tiivistys on paikoin jäänyt kokonaan tekemättä, tai tiivistys on mahdollisesti tehty pinnoitteen päälle soveltumattomalla tuotteella, jolloin tartunta jää puutteelliseksi. Kuvassa 11 on esitetty tyypillinen ikkunan vesipeltiliittymän vauriotyyppi.

Vesipeltiliittymän kohdalle syntyvä diagonaalisuuntainen halkeama voi johtua varsinaisen vesipellin liitoksen lisäksi mm. puutteellisesta verkotuksesta, verkotuslaastikerroksesta tai rappausalustasta. Vesipellin kohdalla kyseeseen voi tulla myös huonosti tiivistetty vesipellin alapuolen liitos rappaukseen tai rappauksen puuttuminen vesipenkin kohdalta.



Kuva 11. Ikkunan vesipeltiliittymän kohdalla diagonaalihalkeama ja pakkasrapautumaa. Kuva: Matti Eronen 2018.

Halkeaman kohdalla rappaus on pakkasrapautunut silmin nähden havaittavasti. Ennen korjauksiin ryhtymistä kyseisen kaltaisen vaurion lähistöltä, aistinvaraisin menetelmin ehyestä ohutrappauksesta voidaan ottaa näyte ohuthietutkimusta varten. Ohuthietutki-

mukksessa varmistetaan verkotuslaastikerroksen pakkasenkestävyys. Näytteestä pystytään samalla analysoimaan lasikuituverkon asennuksen onnistumista, verkotuslaastikerroksen kokonaispaksuutta yms.

Kuvan tapauksessa ohutrappauksen vauriot korjataan ensisijaisesti paikallisesti. Mikäli vastaavia vaurioita esiintyy kaikissa ikkunaliittymissä, voi olla järkevää vaihtaa korjausaste purkavaksi korjaukseksi. Kuvan tapauksessa ikkunan vesipeltiliittymässä ei ole rappauskanttia, ja pellityksen pystykantti on jätetty tiivistämättä rappauستا vasten. Myös muut mahdolliset vaurion aiheuttajat tulee selvittää ennen korjaukseen ryhtymistä.

Mikäli selkeitä syitä rappauksen vaurioitumiselle puutteellisen vesipeltiliittymän lisäksi ei löydy, korjataan vesipeltiliittymä nykyisten suunnitteluohjeiden mukaiseksi ja seurataan korjauksen onnistumista.

Kuvassa 12 on esitetty vesipellin takareunan liittymä ohutrappaukseen ja ikkunan alakarmiin. Vesipellissä ei ole rappauskanttia, vesipellin pääty on nostettu suoraan pystypinnalle. Pystykanttauksen ja rappauksen välissä ei ole tiivistystä, mutta pellin mitoitus on onnistunut hyvin, pystykanttaus asettuu tiiviisti rappausta vasten. Ongelma muodostuu vesipellin takareunaan. Rappaus päättyy syvyyssuunnassa ikkunan alumiinisen ulkoprofiilin tasaa myös ikkunan alapuolella. Vesipelti päättyy sivuttaissuunnassa rappauksen tasaa, jolloin kulmaukseen jää selkeä rako. Tavallisella sateella rako on ikkunasmyygin suojassa, mutta viistosateella alumiinisen ulkoprofiilin ja rapatun ikkunasmyygin kulmauksessa valuva vesi päättyy suoraan rakoon.



Kuva 12. Vesipeltiliittymä kuvattu pystysuunnasta alaspäin. Kuva: Matti Eronen 2018.

Vesipellin alla tulisi olla laastitettu vesipenkki. Mikäli vesipenkki ulottuu vesipellin taka-reunan alle, raosta rakenteeseen pääsevä vesi poistuu vesipellin alta. Jos vesipenkin laastitusta ei ole tehty, raon tiivistämistä voidaan harkita päältä päin esimerkiksi elastisella liimamassalla. Käytännössä liittymässä ei välttämättä ole kunnollisia tartuntapintoja, joita vasten saumaus voitaisi tehdä. Reilummalla palkolla tehtynä saumaus tulee pinnoitetta vasten, ja yleisesti tartunta pinnoitteeseen on todettu ongelmalliseksi.

5.5.4 Räystääliittymä

Räystäään ja rappauspinnan liittymissä tulee huomioida viistosateen vaikutus sekä julkisivun pintaa pitkin erityisesti tiiviillä pinnoitteilla varustetuissa järjestelmissä ylöspäin liikkuva vesi. Usein räystääillä on lisäksi tuuletusreitti yläpohjarakenteeseen.

Kuva 13 on tutkimuskohteen räystäältä, jossa rakenteen tiivistys on ollut tarkoitus tehdä vastapellin ja rappausjärjestelmän päättölistan väliin. Kuntotutkimuksen yhteydessä havaittiin rappauslinjan jääneen paikoitellen huomattavasti myrskypeltiä alemmaksi, jolloin rakenteeseen jää rako. Kuvan kohdalla oikeassa reunassa on liittymä parveke-

rakenteisiin, tältä kohtaa päästiin näkemään rappausalustana toimivan mineraalivillan jääneen huomattavan matalalle myrskypeltiin nähden.



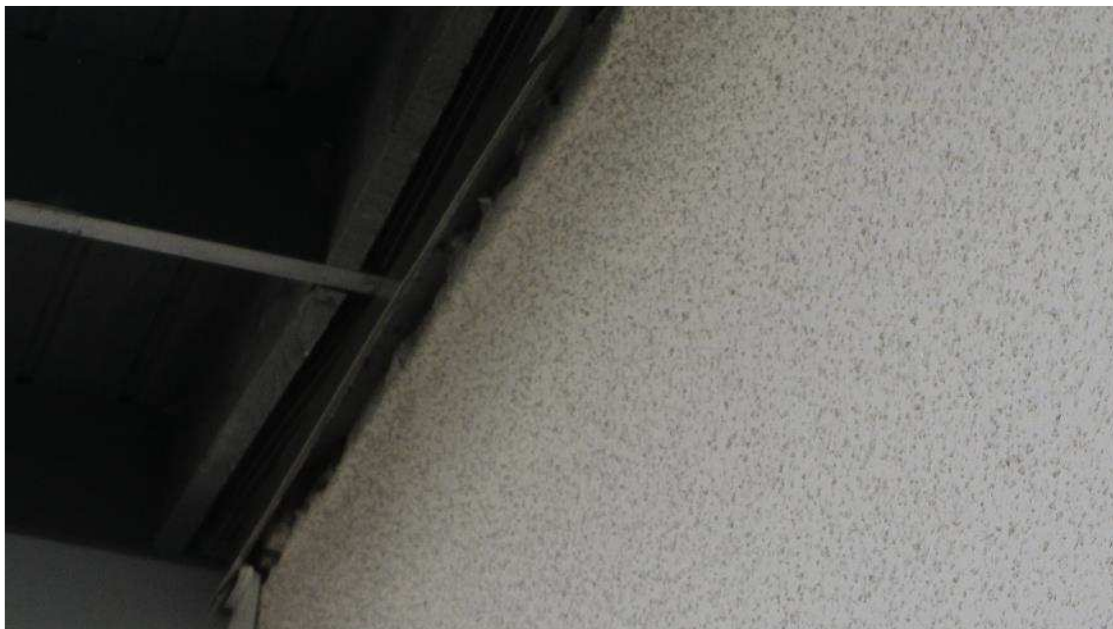
Kuva 13. Yläräystäään liittymä myrskypellin ja päättölistan välistä auki. Kuva: Matti Eronen 2019.

Liittymän korjaamisessa voidaan harkita tiivistämistä paisuvalla nauhalla. Haasteena on kuitenkin raon korkeuden vaihtelu muutamasta millimetristä yli 20 mm:iin. Paisuvan nauhan mitoitus siten, että vastapellin oikean suuntainen kallistus säilyy, on haastavaa. Pohjanauha ja tiivistys elastisella saumauksella voisi olla myös vaihtoehto, mutta ongelmana on jälleen saumauksen tartunta pinnoitteeseen. Pinnoitetta on myös ruiskutuksen jäljiltä vastapellin alapinnalla.

Kuvan 14 tapauksessa räystäsrakenteen alapuolinen suojaPELLITYS ei yllä ohutrappauksen kanssa limiin. SuojaPELLITYKSEN alla ei ole erillistä vastapeltiä. Rappausalustan yläpäähän ei ole tehty viistettä, eikä erillistä päättölistaa ole asennettu. Rappaus päättyy pystysuoralle pinnalle. Räystäään suojaPELLIN ja ohutrappauksen väliin jää selkeä rako, josta vesi ja kosteus voivat päästä rakenteeseen.

Kuvan 14 ulkoseinän liittymä räystäsrakenteeseen on vaakasuuntaisen räystäään suojassa. Ulkoseinärakenne on tällä kohtaa yhden kerroksen korkuinen. Rakenne sijaitsee avoimella, tuulisella paikalla etelään päin noin 20 metrin korkeudella. Ohutrappauksen vauriot eivät tässä tapauksessa ilmenneet räystäällä, mutta rappauksen alaosa oli täy-

sin rapautunut noin 300 mm korkeuteen. Oletettavaa on, että rappausalustaan on päässyt vaakasuuntaisesta räystäästä huolimatta puutteellisen liittymän kautta vettä. Vesi on valunut rappausalustana toimivassa mineraalivillassa alaspäin, ja kertynyt alapuoliseen liittymään aiheuttaen pakkasrapautumaa. Alaliittymässä ei ole ollut veden poistumismahdollisuutta.



Kuva 14. Räystäään ja ohutrappauksen liitos on avoin. Kuva: Matti Eronen 2016.

Korjauksessa seinän alaosan ohutrappaus uusitaan. Kosteusrasituksen poistamiseksi räystääslittymä tulee korjata. Tässäkin korjaamiseen liittyy haasteita kuten kuvan 13 tilanteessa.

5.5.5 Elementtisaumat / kerrosrajat

Peittävien julkisivukorjausten suunnitteluohjeissa ohjeistaan nykyisin poistamaan betonisandwich-elementtien elastiset saumat ja täyttämään ne mineraalivillasullonnalla tai osittain polyuretaanivaahdolla täyttäen. Polyuretaanivaahdon käyttöä puoltaa säilytetävän rakenteen ilmatiiveyden parantaminen. Mikäli saumat tiivistetään pelkällä mineraalivillasullonnalla, sisäpuolinen kosteusrasitus sekä rakenteisiin jäävä kosteus kohdistuvat voimakkaasti saumakohtien alueille. Vaahtoa käytettäessä tulee huomioida rakenteen sisäinen diffuusio.

Uudisrakentamisessa sisäkuoren saumavalut ovat voineet jäädä harvaksi, jolloin elementtisaumojen kohdille kohdistuu suurempi kosteusrasitus. Ohutrappausjärjestelmää asennettaessa ei välttämättä ole mahdollista päästä tarkastamaan elementtien saumavalujen tiiveyttä. Eristeet on asennettu elementtitehtaalla valmiiksi. Eristeiden välinen rako on kapea ja eristepaksuudet ovat suuria, saumavalua ei näe ulkokautta.

Uudiskohteissa ensimmäisissä ohutrappausjärjestelmissä sisäkuorielementtien saumat eristeen kohdalla on yleisesti täytetty polyuretaanipohjaisilla tuotteilla. Tällöin muualta rakenteeseen pääsevä kosteus voi painovoimaisesti valuen kertyä saumojen kohdille lämmöneristeeseen ja rappaukseen johtaen saumakohtien vaurioitumiseen. Lisäksi erilainen alusta voi aiheuttaa vaurioita ohutrappaukseen.

Nykyisin uudisrakentamisessa elementtisaumojen eristetilan täyttö tehdään yleisesti villasullonnalla. Tutkimuskohteiden ja haastatteluiden perusteella täytöissä käytetään ainakin paikoitellen varsinaista rappausalustaa harvempaa villaa, joka saadaan asennettua kapeaan rakoon. Sullonnassa käytettävä villa voi poiketa vesihöyrynläpäisevyydeltään rappausalustana toimivasta mineraalivillasta, ja yhdistettynä harvoin saumavaliin kosteusrasitus voi kohdistua voimakkaasti välipohjien kohdille.

Elementtisaumojen kohdilla ohutrappauksen verkotuksen työvirheet ovat myös mahdollisia, ja voivat aiheuttaa halkeilua. Kaikissa järjestelmissä ei välttämättä ohjeisteta erillistä lisäverkkoa elementtisaumojen kohdille.

Kuvassa 15 on nähtävissä tyypillistä uudiskohteen elementtisauman kohdan vaurioitumista. Ohutrappauksessa on usein todettu ensin halkeama, jonka jälkeen suurentuneen kosteusrasituksen myötä myös verkotuslaastikerrokseen on alkanut syntyä rautumavaurioita. Vaurioituminen on voinut alkaa rakenteeseen tunkeutuneesta liiallisesta kosteudesta, joka on kertynyt elementtisaumojen kohdille esim. uretaanitäyttöjen vuoksi.



Kuva 15. Halkeama ja pinnoitteen sekä verkotuslaastikerroksen irtoamista elementtisauman kohdalla. Kuva: Matti Eronen 2018.

Vauriokohdalta tulee tarkistaa toteutustapa ja selvittää mahdolliset vaurion aiheuttajat. Tarvittaessa sisäkuorten väliset saumat tulee tiivistää. Rappauskorjaukset voidaan tämän jälkeen tehdä paikkakorjauksena, järjestelmällisen virheen tapauksessa rakennuksen kaikki elementtisaumat joudutaan uusimaan ohutrappauksen osalta.

Samalla tulee tarkastaa julkisivun muut rappausliittymät kosteusrasituksen vähentämiseksi, erityisesti yläpuolisen räystäслиittymän tiiveys. Kosteus on voinut päästä kertymään saumakohdille rakennekosteuden lisäksi muista rakenteen epätiiveyskohdista.

Uudiskohteissa voitaisi harkita vaakasaumojen eristeiden asentamisen siirtämistä työmaalle. Elementteihin jätettäisi kiinnittämättä esim. alimmat ja ylimmät 100 mm lämmöneristettä. Työmaalla olisi selkeästi nähtävissä sisäkuorten väliset saumat, ja mahdolliset epätiiveydet olisivat korjattavissa ennen rappaustyön aloitusta. Eristeeksi asennettaisi sama eriste kuin rappausalusta yleensä, jolloin kaikki ominaisuudet olisivat vastaavat. Aikataulutuksen kannalta työmaalla tehtävän eristeasennuksen työmenekki olisi suurempi kuin nykyisessä villasullonnassa.

5.5.6 Parvekeliittymät

Ohutrappauksen liittymissä parvekerakenteisiin on erityisesti ensimmäisten ohutrappausjärjestelmien aikaan ollut merkittäviä puutteita vedenohjauksessa. Liittymiä parve-

kerakenteisiin ei ole tiivistetty, tai tiivistys on toteutettu pinnoitteille soveltumattomin elastisin saumauksin. Ohutrappaus, perinteisen paksurappauksen tapaan, tulisi aina erottaa vaakasuuntaisista rakenteista suojapellitysten tai holkkalistojen avulla.

Kuvissa 16 ja 17 on esitetty yhdessä tutkimuskohteessa havaitut ohutrappauksen ja parvekelaatan avoimet liittymät. Kuvassa 16 ohutrappaus on jatkettu parvekelaatan taakse, mutta pinnoitusta ei ole asennettu. Varsinkin lasittamattomilla parvekkeilla lähellä vaakapintaa ohutrappaukseen kohdistuva kosteusrasitus on niin suuri, että vaurioita on havaittu syntyneen.



Kuva 16. Parvekelaatan ja ohutrappauksen välinen liittymä on avoin. Kuva: Santtu Suvanen 2018.

Kuvassa 17 ohutrappaus katkeaa laatan kohdalle, laatan takana on suora reitti eristetiilaan.



Kuva 17. Parvekelaatan ja eristerappauksen liittymä on jäänyt avoimeksi, ulokeparveke. Kuva: Santtu Suvanen 2018.

Parvekkeiden moderni sijoittelu ja kannatustavat voivat aiheuttaa rappaukselle poikkeuksellisia rasituksia. Diagonaalisauvat on asennettu parvekelaatan tai -katon välittömään läheisyyteen, jolloin väliin on jäänyt vain kapea kannas. Muodonmuutoksista aiheutuvat pakkovoimat ovat rikkoneet rappauksen. Myös läpiviennin tiivistys voi olla ongelmallinen, useissa tutkimuskohteissa rappaus on vain tuotu läpiviennin läheisyyteen tiivistämättä.



Kuva 18. Parvekekaton ja diagonaalikannattimen väliin on jäänyt kapea rappauskaista. Kuva: Matti Eronen 2018.

Kuvassa 19 parvekelinja liittyy eristerappausjärjestelmään kulmauksen kohdalla. Kulmauksessa on mahdollisesti jäänyt huomioimatta liikevarat, rappaus on tuotu betonirakenteista parvekelaattaa vasten. Parvekelaatan ja ohutrappauksen väli on tiivistetty päältä päin liimamassalla, tartunta on pettänyt. Laatan alapuolelle rappauksen kohdalle on jäänyt hylly. Hyllyä on pyritty poistamaan asentamalla päälle liimamassaa. Tällaisissa liittymissä rappausjärjestelmä joutuu erittäin koville, pakkovoimia kohdistuu pienelle alueelle. Rappaukseen on syntynyt halkeama.



Kuva 19. Parvekelaatan ja eristerappauksen liittymässä hylly, sisäänvedetty parveke. Kuva: Matti Eronen 2018.

5.5.7 Eritasokohtien liittymät, ohutrappauksen liittymä vesikattoon

Ohutrappauksen liittymissä alapuoliseen vesikattorakenteeseen ei vanhemmissa järjestelmissä yleisesti ole järjestetty vedenohjausta sokkeliliittymien tapaan. Yläpuolista pinta-alaa on usein vähemmän kuin sokkeliliittymien tapauksessa, mutta viistosateet kohdistuvat voimakkaammin julkisivujen yläosiin. Rakenteeseen tiivistyvä sekä epätiivelyskohtien kautta rakenteen sisälle pääsevä vesi voi ilmetä vuotoina alapuolisissa huoneistoissa.

Kuvan 20 tapauksessa alapuolinen vesikaton kermivedeneriste on lähes samassa tasossa ohutrappauksen ulkopinnan kanssa, jopa hieman ulompana. Lämmöneristeeksi on ylösnostojen kohdille vaihdettu julkisivujen mineraalivillaeristeestä poiketen EPS-eriste. Lisäksi ohutrappauksen lähtölistan kohdalla on suojapellityksen vaakasuuntainen taitos, ja päällä elastinen liimamassatiiviste. Liimamassatiivisteen tartunta rappaukseen on jäänyt puutteelliseksi. Rakenteeseen päätyneen veden poistuminen ulospäin on estynyt, kuivuminen voi tapahtua ainoastaan diffuusion avulla. Ohutrappaus on päällepäin vielä kohtalaisen siisti aivan alareunan silmin nähden havaittavaa vaurioitu-

mista lukuun ottamatta. Koputtelemalla paljastui rappauksen rapautuneen noin 300 mm korkeuteen pellityksen yläpinnasta.



Kuva 20. Eritasokohdan rapautumaa. Kuva; Matti Eronen 2016.

Korjauksessa tulee mahdollistaa veden poistuminen ulkoseinärakenteesta ulospäin liittymän kohdalla. Tämä on toteutettavissa esimerkiksi viemällä varsinainen vedeneriste kantavaan ulkoseinärakenteeseen, mahdollinen liikuntasärmä huomioiden, tai vaihtoehtoisesti tuomalla erillinen vedeneristekermi sokkeliliittymän tapaan liittymän ylärajapinnassa varsinaisen vedeneristeen päälle. Ohutrappaus tulee korjata paikkarappauskorjauksena ehyeen rappaukseen saakka. Vedeneristeen suojapellityksen ja ohutrappauksen väliin on järjestettävä riittävä vedenpoistoreitti. Pellitykseen ei tule tehdä rappauksen jatkuvaa kosteusrasitusta ylläpitävää tasopintaa. Mikäli rappauksen ja pellityksen väliin tehdään tiivistys, tulee vedenpoisto varmistaa riittävin tuuletusputkin tai -laatikoin.

Kuvan 21 tapauksessa vedeneristeen liittymä on tehty arviolta rappaustyön jälkeen. Alkuperäisessä ulkoseinärakenteessa ei ole ollut varausta vedeneristeen ylösnostoa varten. Ohutrappaukseen ja lämmöneristeeseen on lovettu jälkikäteen syvennös. Aukon kulmissa ei tällöin ole diagonaalisuuntaisia vahvikeverkkoja, pysty- ja alaliittymästä puuttuu lähtö- ja reunalistat sekä vedenpoistoa ei ole järjestetty.



Kuva 21. Vedeneristekermin suojapellityksen ja ohutrappauksen liitos on jäänyt puutteelliseksi.
Kuva: Matti Eronen 2018.

Ohutrappaus tulee uusien kokonaisuudessaan vedeneristeen ylösnostoliittymän kohdalla, yläpuolella ja sivuilla rajaus ehyeen rappaukseen saakka. Vedeneristeen ylösnostoa varten tarvittavan aukon kohdalle tulee asentaa järjestelmän mukaiset verkotukset ja liityntälistat sekä järjestää vedenpoisto. Vedenpoiston järjestämiseksi kermivedeneriste tulee tässäkin tapauksessa viedä, mahdollinen liikuntasärmä huomioiden, ulkoseinärakenteen sisäkuoreen, jonka jälkeen ulkopuolelle asennetaan uusi lämmöneriste. Lämmöneristeen valinnassa tulee huomioida vesikaton aiheuttama kosteusrasitus.

5.5.8 Tehosterajaukset

Julkisivujen tehostekeinoina käytettävissä erivärisissä, eri pinnoitteella tai eri rakenteilla tehdyissä osuuksissa rajausten toteutuksissa on todettu ongelmia. Liitoksissa on havaittu käytetyn rajalistoja, elastisia saumauksia tai rajaukset on tehty eri pinnoittevalinnoilla. Rajalistoja tapauksissa listojen katkaistessa rappauskentät, ovat liittymät käytännössä muuttuneet liikuntasärmöinä. Rajalistoja kohdille on aiheutunut pakko-

voimia, ja koska verkotuslaastikerrokseen liitetyt listat eivät ole elastisia, syntyy rapauspintaan halkeilua.

Kuvan 22. tapauksessa rajauksessa on käytetty elastista saumausta. Saumaukselle ei ole väärän tyyppisen tuotteen tai työvirheen vuoksi saatu tartuntaa, jolloin liittymässä on epätiivelyskohta.



Kuva 22. Tehostekohdan rajausta on tehty elastisella liimamassalla. Kuva: Juha Räisänen 2016.

Kuvan 23 tapauksessa korjauskohteen tehosterajaukset on tehty esteettisistä syistä alkuperäisten elementtisaumojen kohdille. Rajaukset on toteutettu teippaamalla saumakohdat varsinaisen pinnoitustyön ajaksi. Pinnoituksen jälkeen teipit on poistettu ja rajaukset pinnoitettu maalaamalla. Rajauskohtiin on syntynyt hiushalkeamatasoista vaurioitumista.



Kuva 23. Hiushalkeama ohutrappauksen valesaumassa. Kuva: Matti Eronen 2018.

Hiushalkeamatasoisten vaurioiden korjaamista voidaan harkita toteutettavan pinnoituskorjauksella. Pinnoituksessa voidaan käyttää alkuperäistä pinnoitetta, tai elastista silloittavaa pinnoitetta. Mikäli rappausverkko on vaurioitunut, korjaus tulee tehdä paikkarappauskorjauksena. Halkeamien kohdalle voidaan harkita tuplaverkotusta tai muuta järjestelmän mukaista lisävahvistusta.

5.5.9 Liittymät muihin julkisivuosiin

Tutkimuskohteissa havaittiin yleisesti puutteita ohutrappauksen liittymissä muihin julkisivuosiin. Järjestelmätoimittajilta ei välttämättä löydy valmiita detaljitason piirustuksia erityyppisiin liittymiin. Erityisesti uudiskohteissa julkisivumateriaalit ovat hyvin moninaisia, mm. levypintoja, lasipintoja, kiviainespintoja yms.

Liittymät muihin julkisivumateriaaleihin tulee korjata ensisijaisesti materiaalivalmistajan ohjeistuksen mukaiseksi. Yleisesti ohutrappauksen ja toisen materiaalin liitoskohtien tulisi olla tiivis, mutta sallia liittymään kohdistuvat liikkeet. Liitoksissa tulisi käyttää liikuntasaumaprofiileita tai rappauksen päättölistoja, jotka mahdollistavat tiivistämisen elastisella saumauksella. Päättölistassa tulee olla riittävä pinta-ala saumauksen tartunnalle.

Porrashuoneiden lasiseinäliittymissä on tyypillisesti virheitä. Kuvassa 24 ohutrappaus on mahdollisesti tuotu rappausvaiheessa lasiseinän ulkoprofiilia vasten. Myöhemmin liittymä on auennut, todennäköisesti eri suururisten lämpöliikkeiden vuoksi. Kuvassa 25 porrashuoneen lasiseinäliittymässä rappaus on käännetty smyygin puolelle ja saumattu elastisella saumamassalla. Saumamassa ei ole tarttunut pinnoitteeseen.



Kuva 24. Ohutrappauksen ja porrashuoneen lasiseinän liitos on avoin. Kuva: Matti Eronen 2017.



Kuva 25. Ohutrappauksen liitos porrashuoneen lasiseinään on tehty väärän tyyppisellä saumamassalla, tartunta irronnut ohutrappauksen pinnasta. Kuva: Matti Eronen 2019.

Laseinäliittymien toteutuksiin ei ole yhtä oikeata tapaa. Jos lasiseinän ulkopinta on rappauksen ulkopinnan kanssa samassa tasossa, rappauksen pystyliittymässä voisi käyttää järjestelmän päättölistaa. Päättölistan ja rappauksen välin on tiivistettävissä paisuvalla nauhalla. Mikäli lasiseinä on rappauspintaa sisempänä, rappaus halutaan yleensä ulkonäkösyistä taittaa smyygin puolelle. Tällöinkin rappauksen ja lasiseinän välissä voitaisi käyttää paisuvaa nauhaa.

Kuvassa 26 ohutrappaus on liitetty peltiprofiililla verhotun julkisivuosuuden reunalla kiertävään peltilistaan. Liittymässä ei ole käytetty järjestelmään kuuluvia listoja, rappaus on tuotu suoraan peltiä vasten. Lämpö- ja kosteusliikkeiden vaikutuksesta liittymä on auennut.



Kuva 26. Ohutrappaus on tuotu suoraan levyverhouksen peltiprofiilia vasten. Kuva: Matti Eronen 2017.

Liittymä peltiverhottua osuutta vasten voidaan toteuttaa kuten lasiseinäliittymät, rappausjärjestelmän päättöprofiili ja saumakohtaan paisuva nauha.

Kuvassa 27 on ohutrappauksen liitos levytettyyn julkisivuosuuteen. Rappaus on tehty pystypinnoille ja käännetty smyygin puolelle, sekä alaosassa vaakapinnalle. Rappaus työn jälkeen on asennettu levytetty osuus koolausrakenteineen. Alapuolen liittymässä viistosateella julkisivupintaa pitkin nouseva vesi pääsee vaakapinnalle ja puurakenteisiin koolauksiin.



Kuva 27. Ohutrappauksen liitos levy pintaiseen julkisivuosuuteen on jäänyt avoimeksi. Kuva: Matti Eronen 2019.

Alapuolisen liittymän toteutus olisi mahdollista tehdä kuten ikkunoiden vesipeltien kohdalla. Rappausalusta viistetään ulospäin, jonka jälkeen asennetaan vesipenkin laastikerros. Järjestelmästä riippuen laastituksen päälle asennetaan mahdollisesti myös pinnoitus. Pystyliittymissä rappaus tulee liittää taustarakenteisiin siten, että julkisivulevyn taakse valuva vesi pääsee valumaan ensisijaisesti vesipellille ja poistumaan.

5.5.10 Muita yksityiskohtia

Eristerapatuissa julkisivuissa on vakioliittymien lisäksi runsaasti erilaisia kohdekohtaisia liittymiä. Kuvissa 28 ja 29 on esitetty tutkimuskohteessa terassikäytössä olevan yläpohjarakenteen vedenpoistoputki sekä putken aiheuttama vaurioituminen alemmas julkisivuun. Vedenpoistoputki on arviolta ulkonäkösyistä katkaistu lähelle julkisivun pintaa. Kovalla sateella vesi todennäköisesti valuu kauemmas julkisivusta, mutta vesimäärien ollessa vähäisiä vesi valuu hitaasti. Tällöin putken pituus ei riitä heittämään vettä kauemmaksi, vaan vesi valuu julkisivulle. Pitkällä aikavälillä jatkuva kosteusrasitus on aiheuttanut pinnoitteen ja verkotuslaastikerroksen vaurioitumista.



Kuva 28. Yläpohjarakenteen vedenpoistoputki on lyhyt. Kevyen sateen vähäiset vesimäärät valuvat suoraan rappauspinnalle. Kuva: Santtu Suvanen 2018.



Kuva 29. Rappauspinnalle valuva vesi on vaurioittanut rappaista. Kuva: Santtu Suvanen 2018.

Kuvassa 30 on matalahko ohutrapattu julkisivuasuus asuinkerrostalon alimmassa kerroksessa. Alapuolisen sokkelin ja yläpuolisen ikkunan väliin jää noin 300 mm korkea kannas. Ikkuna-aukko on leveä, luokkaa 2000 mm. Arviolta ikkunan alapuoliseen kan-

nakseen kohdistuvat pitkittäissuuntaiset voimat muodostuvat rappauskerroksen lujuutta suuremmiksi, ja kannakseen on syntynyt halkeama.



Kuva 30. Matalahkoon rappauskannakseen on syntynyt halkeama. Kuva: Matti Eronen 2018.

Kuvassa 31 on arviolta kyseessä vastaava tilanne pystysuuntaisessa kannaksessa. Laajahkot rappauskentät ympäröivät pystysuuntaisia ikkunalinjoja. Ikkunoiden väliin on jätetty kapeahko pystysuuntainen kannas, kuvassa tehostevärillä pinnoitettu osuus. Ikkunoiden väliseen kannakseen on syntynyt diagonaalisuuntaisia halkeamia ikkunoiden nurkkien kohdille sekä vaakasuuntaisia halkeamia ikkunoiden välille.

Kuvassa 31 voi olla kyseessä myös verkon asennukseen liittyvä työvirhe. Vaurioituneella kohdalla verkko vaikuttaa olevan irti verkotuslaastista, verkko on edelleen ehyt.



Kuva 31. Diagonaalisuuntaiset halkeamat ikkunoiden nurkkien kohdalla, rapautumaa halkeamien keskellä. Kuva: Matti Eronen 2016.

Kapeiden kannasten vaurioitumista olisi syytä tarkastella laskennallisesti jo suunnitteluvaiheessa. Korjauksissa voidaan kokeilla tuplaverkotusta ja vaihtoehtoisesti kovempia laasteja, jos rappausjärjestelmään sellaisia kuuluu.

5.5.11 Rappausalustan vaurioituminen

Rappauksen vaurioituminen voi johtua erilaisten liittymien ja työvirheiden lisäksi rappausalustan ongelmista. Yleisesti alustan suurista muodonmuutoksista aiheutuvien voimien suuruus voi ylittää rappauslaastin lujuuden, ja rappaukseen syntyy ensisijaisesti halkeamia. Halkeamista rakenteeseen päätyvä kosteus edistää ja nopeuttaa vaurioitumista, pahimmillaan pakkasrapautumaa.

Rappausalustan työnaikainen altistus auringonvalolle tai sateelle voi aiheuttaa laastin tartuntaongelmia. Erityisesti korjauskohteissa voi syntyä tilanteita, joissa eristeet on asennettu julkisivulle, mutta rappauskerrosta ei asenneta heti perään. Tällöin eristeen

pinta tulee harjata tai hioa sekä puhdistaa huolellisesti ennen rappauskerroksen levitystä.

Kuvassa 32 on nähtävissä ohutrappauksen vaurioitumista rappausalustana toimivan EPS-lämmöneristeen saumajaon mukaisesti. Mahdollisesti lämmöneristeen liian suuren jälkikutistuman vuoksi rappaukseen on syntynyt halkeamia sekä alkavaa pakkasroutumaa.



Kuva 32. Ohutrapatussa julkisivussa on nähtävissä lämmöneristeen saumajaon mukaista vaurioitumista. Kuva: Matti Eronen 2018.

Ohutrappauksen alustan tulee olla yhtenäinen, joten pelkkä rappauskorjaus ei tule kyseeseen. Käytännössä rappaus tulee poistaa vaurioalueilta kokonaan. Mikäli lämmöneristeen kiinnitys alustaan on kunnossa, ja voidaan luotettavasti todeta vaurioitumisen johtuneen eristeen liiallisesta jälkikutistumasta, voidaan harkita lämmöneristeen saumojen tiivistämistä yhteensopivalla tuotteella. Tiivistyksessä käytettävän tuotteen tulee olla lujuus-, muodonmuutos-, sekä vesihöyrynläpäisevyysominaisuuksiltaan alkuperäistä eristettä vastaavaa.

Vaihtoehtoisesti voidaan harkita rappaus- ja lämmöneristekerroksen poistamista kokonaisuudessaan. Ohutrappauskerroksen poistaminen hiomalla tai piikkaamalla lämmöneristettä vaurioittamatta voi kustannusten kannalta tulla kalliimmaksi kuin koko järjestelmän uusiminen.

Korjauslaajuutta määritettäessä tulee selvittää, koskeeko vauriotyyppi vain tiettyjä alueita, vai toistuuko ongelma kaikilla julkisivuilla.

5.6 Vauriotyyppikohtaiset korjaustavat paksurappausjärjestelmissä

Paksurappausjärjestelmien vauriotyyppikohtaiset korjaustavat perustuvat tutkimuskoh-teissa tehtyihin havaintoihin sekä opinnäytetyöprojektin aikana käytyihin keskusteluihin eri osapuolten kanssa.

5.6.1 Sokkeliliittymä

Sokkeliliittymissä on erityisesti ensimmäisten paksurappausten aikaan havaittu tyypillisesti rappauksen murtumia ja halkeamia. Paksurappauskerroksen painumaa ei ole järjestelmällisesti otettu huomioon, liittymässä alapuolisiin materiaaleihin ei ole riittävän suurta liikevaraa.

Rappauksen liitoksissa julkisivupinnan tasassa oleviin sokkeleihin on yleisesti käytetty ja käytetään edelleen elastista saumausta tai tiivistenauhaa. Mikäli sauman mitoituksessa liikkumavara jätetään liian pieneksi, sauma puristuu kasaan ja voimat kohdistuvat rappaukseen, kuva 33.

Rappauksen liitoksissa julkisivupintaa sisempänä oleviin sokkeleihin on yleisesti käytetty ja käytetään peltilistaa, ns. sokkelipelti. Ensimmäisissä järjestelmissä peltalista on kiinnitetty seinärakenteeseen, jolloin pelti on ollut jäykkä. Rappauksen painuessa liikuntavara ei ole ollut riittävä, ja rappauksen alaosaan on aiheutunut vaurioita, kuva 34.

Pellitetyissä sokkeliliittymissä on käytetty varsinkin ensimmäisissä paksurappausjärjestelmissä rei'ittämättömiä sokkelilistoja. Eristetilaan pääsevä vesi voi kertyä rei'ittämättömän sokkelilistan päälle. Paksurappauksissa alaosien pakkasrapautuminen ei kuitenkaan ole yleisesti niin yleistä kuin ohutrappauksissa. Paksumpi laastikerros

sisältää enemmän huokosia, huokoset eivät täyty niin nopeasti kokonaan. Lisäksi pinnoitteet ovat paremmin vesihöyryä läpäiseviä, järjestelmästä riippuen.



Kuva 33. Paksurappauksen vaurioitumista sokkelin kohdalla. Kuva: Matti Eronen 2018.



Kuva 34. Paksurappauksen vaurioitunut sokkeliliittymä. Kuva: Matti Eronen 2018.

Korjaustoimenpiteenä vaurioituneet osat tulee uusia paikkakorjauksena. Purkutyötä laajennetaan ehyeen rappauskerrokseen saakka. Ennen paikkakorjausta tulee selvittää vaurioitumiseen johtaneet syyt. Tarvittaessa liikuntavaraa parannetaan uusimalla sokkelipelti tai suurentamalla rappauksen ja alapuolisen rakenteen välistä saumaa.

Mikäli sokkelipeltiä ei ole tarpeen uusia, nykyinen sokkelipelti voidaan rei'ittää. Rei'itetty sokkelipelti parantaa paksurappausjärjestelmän vikasietoisuutta, kun rakenteeseen päätyvällä tai tiivistyvällä vedellä on poistumisreitti.

5.6.2 Ikkunaliittymät

Paksurappauksella toteutetuissa eristerappausjärjestelmissä ikkunaliittymät on ensimmäisissä järjestelmissä tehty pellityksin. Pellitykset on toteutettu kahdesta osasta, jolloin pellitysten väliin jää liikuntavara. Pielipellityksiä käytetään myös nykyisissä järjestelmissä.

Vaihtoehtoisesti rappaus ulotetaan ikkunan karmirakenteeseen, kuitenkin liikuntavara karmin ja rappauksen välissä säilyttäen. Mikäli alkuperäinen ulkoseinärakenne ulottuu ikkuna-aukon ulkolaitaan, tulee rappauksen ja ulkoseinän materiaalin väliin tehdä irrotuskaista.

Mikäli ikkunaliittymissä ei ole huomioitu riittäviä liikevaroja, rappaus voi painuessaan vaurioitua. Kuvassa 35 on esitetty rappauksen vaurioitumista ikkuna-aukkojen ympärillä. Laajempien vaurioiden lisäksi rappauksessa voi ilmentyä lievää halkeilua mm. aukkojen kulmissa ohutrappausten tapaan.



Kuva 35. Rappausvaurioita ikkunaliittymissä. Kuva: Matti Eronen 2018.

Ensimmäisissä paksurappausjärjestelmissä ikkunasmyygeissä on käytetty yleisesti pellityksiä. Osassa kohteista smyygipellitykset on pinnoitettu rappauslaastilla. Kuvan 36 tapauksessa pielpellityksen ja rappauksen väliin on syntynyt hiushalkeama. Halkeama on pääosin esteettinen haitta. Vanhemmissa järjestelmissä pellityksissä ei ole huomioitu rappauksen liikkeitä. Yksinkertaisessa, kuvan 36 mukaisessa kiinteässä peltiasennuksessa vaurioita syntyy hyvin todennäköisesti.



Kuva 36. Pielipellityksen ja rappauksen välissä on rako, pellityksissä ei liikevaraa. Kuva: Matti Eronen 2018.

Ikkunaliittymiin ilmentyneet vauriot voidaan korjata paikkarappauksena kuten muutkin vauriot. Mikäli vaurion aiheuttajaksi on syytä epäillä kiinnikkeiden vaurioitumista, puutteellisia liikevaroja tai verkotuksia, tulee nämä huomioida paikkarappaustyön suunnittelussa. Nykyisissä järjestelmissä pellitys tehdään usein kaksiosaisena. Ikkunan karmin ulkopintaa vasten tuleva pellitys kiinnitetään mekaanisesti ikkunaan, rappausta vasten tuleva pellitys kiinnitetään rappausverkkoon. Peltien välille jää liikuntavara.

Pieniä halkeamavaurioita ja erityisesti hiushalkeamatyyppisiä vaurioita voidaan paikkarappauksen sijaan harkita korjattavan halkeamat täyttävin korjauksin. Erityisesti hyvin vettä läpäisevillä, perinteisillä laasteilla ja pinnoitteilla toteutetuissa julkisivuissa hiushalkeamatasoiset vauriot voidaan harkita toteutettavan halkeamat täyttävin korjauksin tai jopa jättää korjaamatta, ellei esteettiset syyt korjaamista välttämättä vaadi. Tutkimuksessa mukana olleiden kohteiden perusteella hiushalkeamat eivät pitkälläkään aikavälillä ole johtaneet yleisesti laastikerrosten pakkasrapautumiseen.

5.6.3 Ikkunan vesipeltiliittymä

Vesipeltiliittymät paksurappauksessa ovat kehittyneet järjestelmien kehittymisen myötä. Kuvassa 37 on esitetty vesipeltiliittymä vuodelta 1989. Vesipellissä ei ole rappauskanttia, eikä pystykanttausta ole tiivistetty rappausa vasten. Rappaukseen ei ole syntynyt vaurioita ikkunan kohdalle, eikä myöskään alapuolisiin osiin.



Kuva 37. Vesipeltiliittymä paksueristerappausjärjestelmässä vuodelta 1989. Kuva: Matti Eronen 2018.

Kuvassa 38 vesipeltiliittymä on jäänyt puutteelliseksi. Betonirakenteen ja rappauksen kohdalla olevaan ikkunaan on asennettu vakiomittainen vesipelti rappauskanttipäädyin. Betonielementin puoleisella puolella rappaus on jäänyt alttiiksi kosteusrasitukselle. Rappaus on kuitenkin säilynyt lähes vaurioitumattomana.



Kuva 38. Vesipeltiliittymä paksurappauksen ja betonirakenteen liittymässä. Kuva: Matti Eronen 2018.

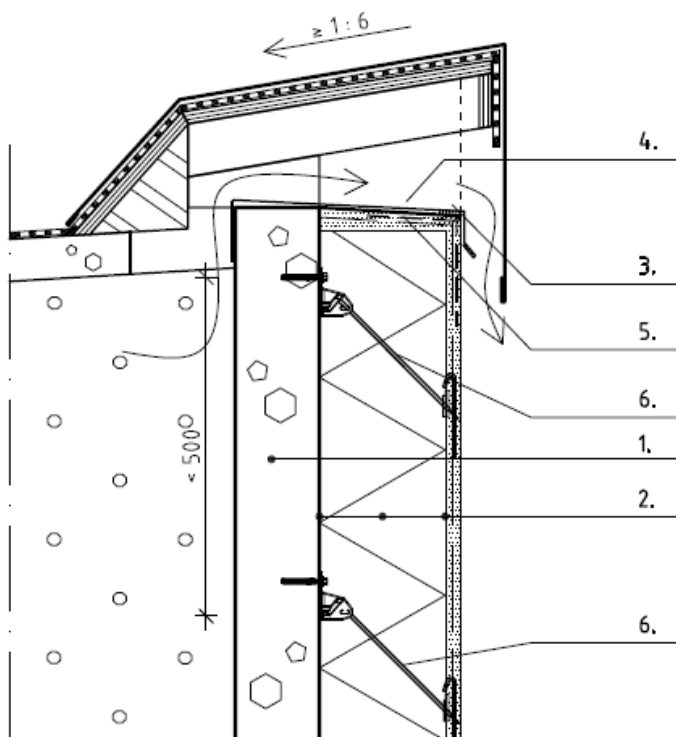
Vesipellit ohjeistetaan nykyisin tekemään rappauskantillisina. Pellitetyissä ikkunasmyykeissä käytetään pystykanntauksia, jotka limitetään pielipellitysten taakse. Tutkimuksen yhteydessä tehtyjen havaintojen perusteella paksurappauksien vesipeltiliittymien puutteellinen tiivistäminen rappaista vasten tai aukot rappaukseen eivät ole yleisesti aiheuttaneet rappaukseen merkittäviä vaurioita.

Vesipeltiliittymien korjaamiseen ei tutkimuksen perusteella ole aina välttämätöntä ryhtyä, vaikka liittymät olisivat silmin nähden puutteellisia. Kuitenkin korjaustarpeessa on otettava huomioon rakenteen sisään päätyvän kosteuden muut mahdollisesti aiheuttamat vauriot, vaikka rappaus ei vaurioituisikaan.

5.6.4 Räystääliittymä

Tutkimuksessa mukana olleissa kohteissa ei havaittu ongelmia paksurappauksen räystääliittymissä. Yleisesti paksurappausjärjestelmien räystääliittymissä toteutustavat ovat saman tyyppisiä kuin ohutrappauksissa. Rappauspinta tiivistetään räystäärakenteita vasten mahdolliset tuuletusreitit huomioiden esimerkiksi kuvan 39 mukaisesti. Lämmöneristeen yläpinta laastitetaan mahdollisuuksien mukaan, veden pystysuuntainen nousu estetään vastapellityksin sekä vastapellin ja rappauksen väliin asennettavan

tiivistenauhan tai saumauksen avulla. Räystäspellin ja vastapellin limitys tulee olla vähintään 70 mm.



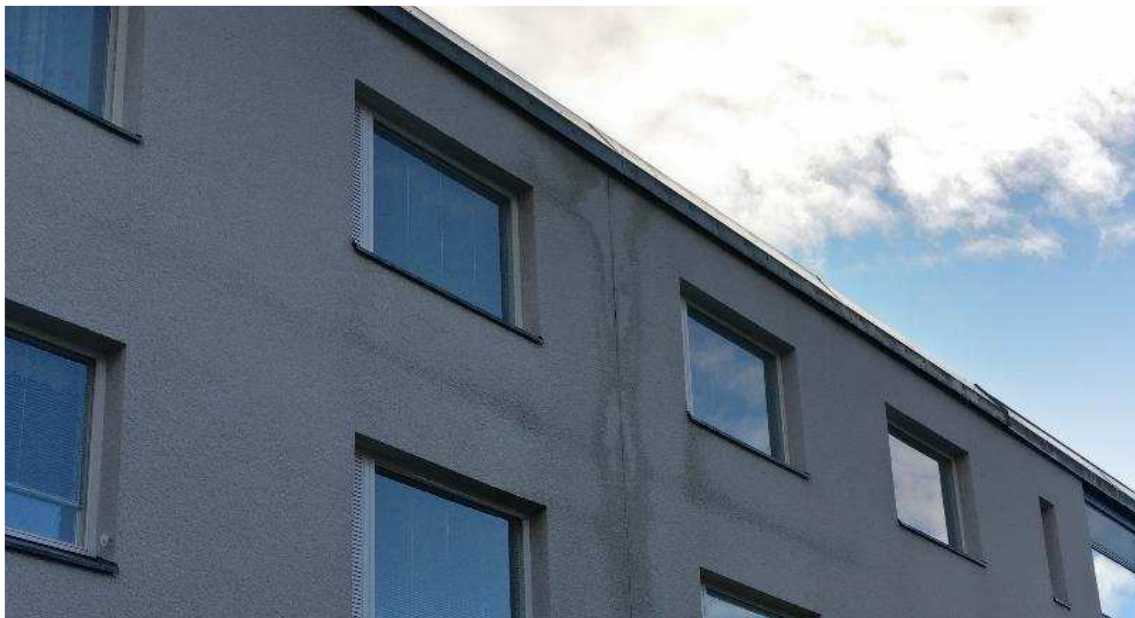
Kuva 39. Räystäслиittymä paksurappaus-eristejärjestelmässä korjauskohteessa. Kuva: Anonyymi materiaalivalmistaja 2, tyyppidetali.

5.6.5 Liikuntasaumat

Paksurappauksissa käytetään ohutrappauksista poiketen rappausjärjestelmän liikuntasaumojä rappauksen suurien kutistuma- ja lämpöliikkeiden vuoksi. Ensimmäisissä rappausjärjestelmissä liikuntasaumot on yleensä tehty jälkikäteen sahaamalla ja jätetty avoimiksi. Myös osassa nykyisin käytössä olevista paksurappausjärjestelmistä saumojä voidaan jättää avoimiksi. Yleisesti vaakasaumat tiivistetään, pystysaumot jätetään avoimiksi. Tiivistyksessä käytetään elastisia saumamassoja ja paisuvia saumanauhoja. Tutkimuksessa tehtyjen havaintojen perusteella avonaiset saumat eivät ole yleisesti johtaneet paksurappauksen vaurioitumiseen.

Kuvassa 40 pystysauman kohdalle on aiheutunut veden liikkeitä indikoivaa värjäytymää. Liikuntasauman kohdalle on mahdollisesti kohdistunut poikkeuksellinen kosteus-

rasitus räystäärakenteista. Pystysauman lisäksi värjäytymää on nähtävissä alkuperäisten elementtisaumojen kohdalla. Vesi on mahdollisesti päässyt liikkumaan vaakasuuntaisesti elementtisauman sisällä.



Kuva 40. Pystysuuntaisen liikuntasauman kohdalla on värjäytymää. Kuva: Matti Eronen 2018.

Värjäytymäkohtia voidaan poistaa pinnoituskorjauksella. Räystäään, erityisesti sadevesikourun, kunto tulee tarkastaa ja tehdä tarvittavat korjaukset. Kouru on jäänyt syvyyssuunnassa osittain eristerappausjärjestelmän sisäpuolelle, jolloin mahdolliset vuodot voivat yläpään vedenohjauksen toteutuksen mukaan päätyä suoraan rappausalustan sisälle. Värjäytymäkohtia voidaan poistaa pinnoituskorjauksella.

Kuvassa 41 rakennuksen etelä-länsikulmauksen pystysuuntaisen liikuntasauman kohdalle on aiheutunut halkeilua. Liikuntasauma on avoin. Runsas kosteusrasitus on voinut edesauttaa halkeilun syntymistä. Halkeilukuviossa on nähtävissä myös yhteys ikkunoiden kulmauksiin.



Kuva 41. Halkeilua pystysuuntaisen liikuntasauaman kohdalla. Kuva: Matti Eronen 2018.

Kohteen eristerappausjärjestelmän laastit ja pinnoite ovat perinteisiä, hyvin vettä läpäiseviä. Halkeamien korjaamista voidaan kokeilla toteutettavaksi halkeamat täyttämällä ja pinnoittamalla uudestaan. Mikäli halkeamat ovat syntyneet plastisen vaiheen kutistuman seurauksena, halkeamia ei välttämättä synny uudestaan.

Mikäli halkeamien todetaan aiheutuneen rakenteeseen myöhemmin, tai halkeamat syntyvät paikkauskorjauksen jälkeen uudestaan, korjataan alueet uusimalla rappaus. Kapeahkon alueen rappauksen uusiminen kokonaan voi osoittautua kustannustehokkaammaksi kuin osittainen paikkausrappauskorjaus.

5.6.6 Parvekeliittymät

Paksurappausten liittymissä parvekerakenteisiin tyypillisenä virheenä ilmenee liian vähäinen liikuntavara, tai rappaus on tuotu suoraan kiinni parvekkeiden betonirakenteisiin. Kuvassa 42 rappaus on alun perin todennäköisesti ollut kiinni parvekepielessä.

Rappauksen murtuminen on tapahtunut pinnan suuntaisesti, mahdollisesti laastikerrosten keskinäisessä tartunnassa on ollut puutteita.



Kuva 42. Paksurappauksen liittymässä viereiseen parvekepielirakenteeseen ei ole ollut riittävästi liikuntavaraa. Myös laastikerrosten välisessä tartunnassa on mahdollisesti ollut puutteita. Kuva: Matti Eronen 2018.

Kuvan 42 tapauksessa vaurioituneen rappauksen korjaukset voidaan toteuttaa paikalliskorjauksena. Ehyen rappauksen tartunta varmistetaan, tarvittaessa rappausta avataan lisää laajemmalle alueelle.

Kuvassa 43 parvekepielen ja rappauksen liittymässä ei ole alun perin ollut liikuntavaraa. Rappaus on ankkuroitu kiinteästi kulman yli lisäeristämättömälle julkisivulle ja tuotu parvekepieltä vasten. Rappaukseen on syntynyt murtumia kapealle osuudelle sekä päätyjulkisivun puolelle. Myöhemmin liittymä on pellitetty päältä päin.



Kuva 43. Parvekepielen ja rappauksen liittymässä ei ole alun perin ollut riittävää liikevaraa. Liittymä on jälkikäteen pellitetty. Kuva: Matti Eronen 2018.

Yksinkertaisin tapa korjata liittymä on irrottaa pellitys ja ajaa rappaukseen liikunta-sauma. Sauma tiivistetään soveltuvalla diffuusioavoimella tiivisteellä. Kapea julkisivu-osuus parvekepielen vieressä voidaan pellittää. Rappauksen vauriot korjataan paikka-korjauksin.

Mikäli ulkonäöllisistä syistä parvekepielen viereen kääntyvä osuus halutaan rapata, tulee alustan soveltuvuus rappausalustaksi varmistaa.

Kuvassa 44 paksurappausjärjestelmän ja parvekelaatan liitoskohta on likaantunut. Par-vekelaatta on asennettu parvekepielen päälle, laatan ulkolaidan ja ylemmän parveke-pielen päälle muodostuu pieni hylly. Rappaukseen ei ole aiheutunut esteettisen haitan lisäksi muuta vaurioitumista. Hyllyn aiheuttaman likaantumisen vähentämiseksi liitos-kohtaan voidaan harkita vedenohjainten rakentamista esim. pellityksin.

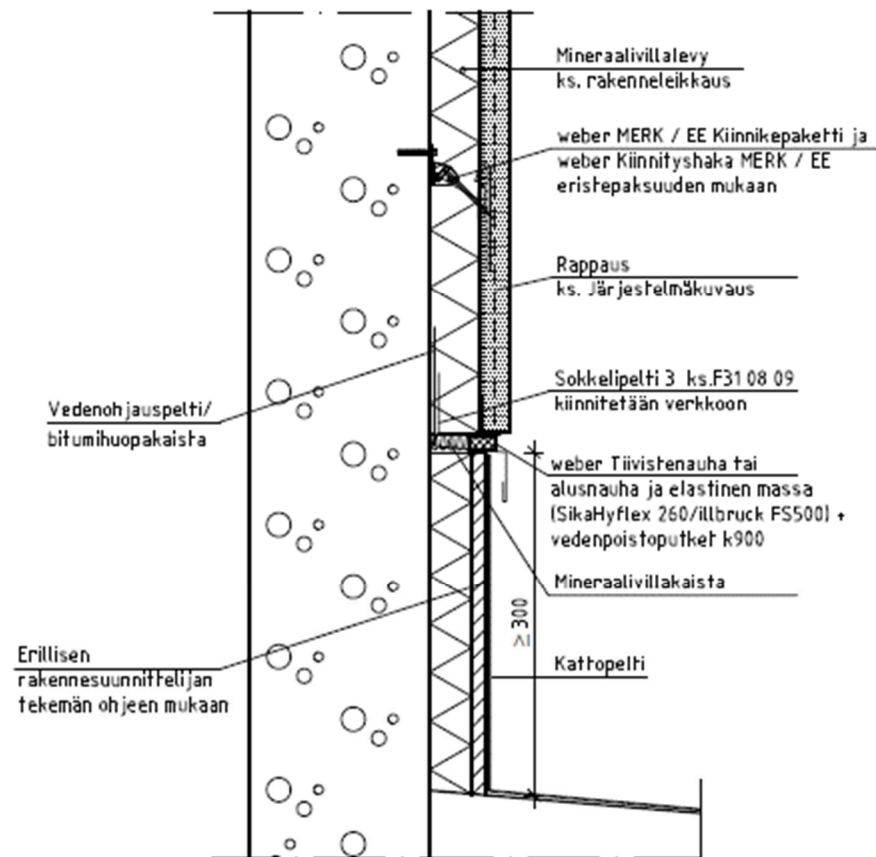


Kuva 44. Paksurappaus on likaantunut parvekelaatan kohdalta, parvekelaatta muodostaa hyllyn laatan ja pielen välille. Kuva: Matti Eronen 2018.

5.6.7 Eritasokohtien liittymät, paksurappauksen liittymät vesikattoon

Tutkimuskohteissa ei ole havaittu vaurioita eritaso- tai vesikattoliittymissä. Kohteista suuri osa oli 1960-80 -lukujen kerrostaloja, joissa ei tyypillisesti ole juurikaan käytetty eritasoratkaisuita samassa rakennuksessa.

Yleisesti paksurappauksen liittymät eritasokohdissa suunnitellaan kuvan 45 mukaisesti rappausta suojaten ja liittymän yläpuolella rakenteeseen päätyvän veden poistuminen mahdollistaen. Rappauspinnan tulee olla vähintään 300 mm:n korkeudella vesikatteen pinnasta. Kinostuvan lumen alueella on suositeltavaa käyttää korkeampia ylösnostopelityksiä.



Kuva 45. Paksurappauksen liittymä vesikattoon. Kuva: Anonyymi materiaalivalmistaja 2, tyyppi-detallii.

5.6.8 Laasti- ja pinnoitekerrosten välinen tartunta, pinnoitevauriot

Paksurappausjärjestelmien pinnoitteet ovat erityisesti ensimmäisissä järjestelmissä olleet pääsääntöisesti huokoisia, vettä läpäiseviä maaleja. Tällaisten pinnoitteiden pinta on yleensä kuluva. Veden liikkeistä jää pitkällä aikavälillä selkeät jäljet. Yleisesti jälkiä jää mm. eritasokohtiin, ikkunoiden vesipelttien kohdille yms. Jäljet voivat johtua liian lyhyeksi jääneistä pellityksistä kuten kuvassa 46, jolloin vesi valuu suoraan julkisivupinnalle. Toisaalta jäljet voivat myös ilmaantua, mikäli pellitysten syvyys on liian suuri ja julkisivun pintaan kertyvä lika ei puhdistu sateella.



Kuva 46. Vesipeltien alapuolelle on jäänyt valumajäljet. Kuva: Matti Eronen 2018.

Mikäli paksurappauksen pinnoitteen vesihöyrynläpäisevyys ei ole riittävä, rappaukseen epätiiveyskohtien kautta päätnyt kosteus voi irrottaa pinnoitteen kuten kuvan 47 koh- teessa.



Kuva 47. Paksurappauksen pinnoite hilseilee irti. Kuva: Matti Eronen 2018.

Hilseilevän pinnoitteen osalta, mikäli muita vaurioita ei ole, voidaan tehdä pinnoituskorjaus. Hilseilevä pinnoite tulee poistaa varsinaista rappausta vahingoittamatta. Poistossa voidaan käyttää esimerkiksi painepesua tai kuivajäätä. Uusi pinnoitus tehdään järjestelmän kanssa yhteensopivalla tuotteella.

Paksurappaukselle tyypillinen vaurio on ollut varsinkin ensimmäisissä paksurappausjärjestelmissä rappauspinnan vaurioituminen. Yleisintä on ollut pintakerrosten lohkeilu kuten kuvassa 48. Tyypillisesti rappausjärjestelmän täyttölaastikerros on hierretty liian sileäksi, jolloin pintalaastikerroksen tartunta on jäänyt pinnan sementtiliimakerroksen vuoksi puutteelliseksi.

Pintarappauksen värivirheitä on joissakin tapauksissa peitetty pinnoittamalla pintalaasti erillisellä maali- tai laastikerroksella. Ylimääräinen kerros on voinut jäädä liian ohueksi, alusta on ollut likainen tai muusta syystä tartunta on epäonnistunut. Kuvissa 49 ja 50 on kyseisen kaltaista lohkeilua.

Laastikerrosten välisten tartuntojen ongelmia voi aiheutua myös väärässä järjestyksessä asennetuista laastikerroksista. Mikäli heikompi laasti on asennettu lujemman laastin alle, lujempi laasti voi leikkautua irti.



Kuva 48. Pintalaastin irtoamista sokkeliliittymän yläpuolella. Kuva: Matti Eronen 2018.



Kuva 49. Pintalaastin sekä mahdollisesti erillisen pinnoitekerroksen hilseilyä. Kuva: Matti Eronen 2018.

Pinnoite- ja tartuntavaurioita voidaan korjata todellisesta vaurioiden laajuudesta riippuen paikkakorjauksina tai uusimalla rappauskerros kokonaan. Pelkän pinnoitekerroksen uusimista voidaan myös harkita, tiedostaen riski alustan huonolle tartunnalle.



Kuva 50. Kuva: Matti Eronen 2018. Rappauspinnan lohkeilua julkisivujen yläosissa.

5.6.9 Liittymät muihin julkisivuosiin

Rappauksen liittymissä muihin julkisivuosiin tulee huomioida riittävä liikevara. Rappausjärjestelmästä riippuen liittymät voidaan jättää avoimeksi liikuntasaumojen tapaan, tai tiivistää soveltuvien liikuntasaumaprofiilien tai tiivistystuotteiden avulla.

5.6.10 Muita yksityiskohtia

Paksurappauselementtien elementtitehtaalla asennetuissa täyttörappauksissa esiintyy joskus merkittävää halkeilua. Tutkimuskohteita ei tätä työtä varten saatu, mutta haastatteluissa ilmeni ongelman tulleen vastaan ainakin yksittäisissä kohteissa. Kuvassa 51 on työmaalla dokumentoitu tilanne paksurapattujen elementtien asennuksen jälkeen.

Elementtien reuna-alueiden ja kulmien vauriot ovat todennäköisesti syntyneet asennusvaiheessa. Nämä ovat helpohkosti työmaalla paikattavia muiden pohjarappaustöiden yhteydessä. Sen sijaan kaikissa elementeissä ilmenevän täyttörappauksen laajamittaisen halkeilun korjaaminen on huomattavasti haastavampaa. Mikäli halkeamat johtuvat liian paksuista täyttörappausvaluista, ainoa korjauskeino on todennäköisesti koko rappauksen purkaminen. Mekaanisia kiinnikkeitä ei ole suunniteltu kantamaan täyttörappauksen merkittävää omapainon kasvua. Pintarappausta ei voida tehdä halkeilleen alustan päälle, halkeamat tulisivat erittäin todennäköisesti myös pintaan.



Kuva 51. Paksurappauselementtien ulkopinnan halkeilua. Kuva: Mattila

5.7 Eristerappauksen korjausmenetelmät Suomessa

Kyselyiden ja haastatteluiden tuloksena saatiin tieto kahden erilaisen korjausmenetelmän käytöstä Suomessa. Menetelmät saatiin materiaalivalmistajilta 1 ja 2. Materiaalivalmistajan 1 menetelmä on peittävä ohutrappaus-eristejärjestelmä jota on käytetty

vanhan paksurappauksen päälle. Menetelmä 2 on materiaalivalmistajan 2 paksurappaus-eristejärjestelmä, jota on käytetty olemassa olevan ohutrappaus-eristejärjestelmän päälle.

Lisäksi saatiin tieto peittävänä korjausmenetelmänä Suomessa käytetystä korjaustavasta, jossa olemassa olevan ohutrappaus-eristejärjestelmän päälle asennetaan uusi ohutrappausjärjestelmä. Tietävästi tällaista menetelmää ei ole tutkittu. Kysymyksiä herättävät ainakin uuden verkotuslaastin tartunta pinnoitteen päälle, järjestelmän suosituksia paksumpi kerrospaksuus sekä kosteustekninen toiminta.

5.7.1 Järjestelmä 1, ohutrappaus-eristejärjestelmä

Alustana on ollut paksurappaus-eristejärjestelmä harkkomuurauksen päällä. Alustalle tehtiin kopokartoitus ja irtoava laasti poistettiin. Suuremmat täytöt tehtiin mineraalisella verkotuslaastilla, joka sallii suuremmat kerrospaksuudet. Ohuemmat täytöt ja yleisoikaisu tehtiin liimalaastilla.

Oikaistuun pintaan asennettiin liimalaastilla paisutetusta polystyreenistä valmistettu, rakenteesta tehokkaasti kosteutta poisjohtava levy. Levy toimii rappausalustana, vahvuus 40 mm. Levyn mekaaninen kiinnitys tehtiin erikoispitkillä kiinnikkeillä kantavaan runkoon. Levyn päälle asennettiin valmistajan normaali ohutrappausjärjestelmä: kaksinkertainen verkotuslaastikerros lasikuituverkolla, pohjustus silikaattipohjaisella primerillä ja pinnoitus silikonihartsipohjaisella pinnoitteella.

5.7.2 Järjestelmä 2, paksurappaus-eristejärjestelmä

Alustana on ollut aiempi ohutrappaus-eristejärjestelmä. Kohde on valmistunut vain muutamaa vuotta aiemmin. Rappauspintoihin on syntynyt runsaasti halkeilua ja alkavaa rapautumista.

Alustasta poistettiin kaikki vaurioitunut ohutrappaus. Ehyille alueille porattiin ylisuuria reikiä kiinnikeasennuksia varten noin 400 mm:n välein. Reikien kautta sisäpuolinen kosteus pääsee liikkumaan rakenteessa laajemmin, kosteuskuormitus ei kohdistu vain puretuille alueille. Eristeenä käytettiin 20 mm vahvuista mineraalivillakerrosta. Päälle asennettiin valmistajan paksurappausjärjestelmä. Pinnoitteena käytettiin alkuperäisen

seinärakenteen tapaan vesitiiveydeltään hyvää luokkaa olevaa silikonihartsipohjaista pinnoitetta.

5.8 Eristerappausten korjausmenetelmät Euroopassa

Opinnäytetyön yhteydessä pyrittiin selvittämään erilaisten korjausmenetelmien käyttöä muualla Euroopassa. Tätä osiota varten lähestyttiin Suomessa toimivia eristerappausjärjestelmien materiaalivalmistajia, erityisesti sellaisia, joilla on liiketoimintaa myös muualla Euroopassa. (Kujo 2019a), (Rautanen 2019), (Rouvinen 2018), (Nikula 2018), (Narmala 2018) (Kumpulainen 2019a) Lisäksi saatiin yhteys Euroopan eristerappausjärjestelmäjärjestöön, EAE:hen.

Suomessakin toimivien, Euroopan laajuisten yritysten kanssa käydyissä keskusteluissa sekä kotimaisen materiaalivalmistajan toimiessa välihenkilönä sähköpostikirjeenvaihdossa EAE:n kanssa lopputulemana ilmeni, että yhtenäisiä valtioiden rajat ylittäviä korjausmenetelmiä ei vielä ole (Kumpulainen 2019b). Materiaalivalmistajien omien organisaatioidensa sisäisten kyselyiden pohjalta saatiin tieto, että tarvittavat korjausratkaisut on tähän saakka haettu pääosin paikallisissa, maakohtaisissa organisaatioissa.

Seuraavaksi esitellään sellaisia ratkaisuja, joita ei ole Suomessa tietävästi vielä käytetty todellisissa kohteissa.

5.8.1 Maakohtaiset ratkaisut ohutrappausjärjestelmille

Paikalliset rappaus- ja pinnoituskorjaukset

Anonyymiltä materiaalivalmistajalta 1 saatiin tietoa Saksassa käytettävistä korjausmenetelmistä eristerappausjärjestelmien paikallisiin rappaus- ja pinnoitekorjauksiin. Selvisi, että käytössä on tuotteita, joita ei ainakaan toistaiseksi Suomessa ole lanseerattu. Paikallisiin hiushalkeamakorjauksiin tehdään Saksassa halkeamaa täyttäviä korjauksia, mikäli lasikuituverkko ei ole vaurioitunut. Halkeamien täyttöön on olemassa oma tuotteensa, samoin halkeamia silloittavaan pintakäsittelyyn.

Peittävät korjaukset

Anonyymiltä materiaalivalmistajalta 1 saatiin menetelmäkuvaukset sekä Saksassa että Ruotsissa käytössä olevista peittävistä korjausmenetelmistä, jotka ovat vähitellen rantautumassa Suomeen. Järjestelmä on esitetty kuvassa 52.



Kuva 52. Peittävä korjausmenetelmä, ohutrappaus. Kuva: Anonyymi materiaalivalmistaja 1 menetelmäesite, ajankohta tuntematon.

Menetelmässä 1 varsinainen ohutrappausjärjestelmä verkotuksineen on nykyisten käytössä olevien järjestelmien mukainen. Poikkeuksena olemassa olevan pinnoitteen päälle kiinnitetään liimalaastilla rappauksen alustana toimiva rappauslevy. Lisäksi mekaaninen kiinnitys tehdään suoraan rappauslevyn päältä. Verkotuslaastikerrokset sekä pinnoite asennetaan kuten järjestelmissä yleensä.

Anonyymiltä materiaalivalmistajalta 2 saatiin tietoa Saksassa jo pitkään käytössä olleesta peittävästä korjausmenetelmästä, menetelmä 2. Menetelmäesitteen perusteella kyseinen korjausmenetelmä on kehitetty, koska vaurioituneille eristerappausjärjestelmille ei ole ollut olemassa muita korjaustapoja kuin kokonaan uusiminen.

Menetelmän ensimmäisessä vaiheessa olemassa oleva eristerappausjärjestelmä puhdistetaan huolellisesti kaikesta liasta ja orgaanisesta kasvustosta. Seuraavaksi vanha rappaus uritetaan 150x150...300x300 jaolla, uraleveys 5-7 mm ja syvyys noin 5 mm vanhaan EPS-eristeeseen kuvan 53 mukaisesti. Urituksen ajatuksena on suurentaa

tartuntapinta-alaa jopa 30 % sekä mahdollistaa parempi kosteuden poistuminen olemassa olevista rakennekerroksista.



Kuva 53. Uritustyö käynnissä. Kuva: Anonyymi materiaalivalmistaja 2 menetelmäesite, ajankohta tuntematon.

Urituksen jälkeen on kaksi vaihtoehtoa: asentaa uusi verkotuslaastikerros suoraan urituksen päälle tai vaihtoehtoisesti asentaa uusi lämmöneristekerros. Mikäli lämmöneristekerros asennetaan, voidaan käyttää mineraalivillaa tai polystyreenipohjaista eristettä. Eriste kiinnitetään liimalaastilla kauttaaltaan. Perustusten kohdalla käytetään erityistä EPS-levyä kosteusteknisistä syistä. Tämän jälkeen asennetaan uusi verkotuslaastikerros. Molemmissa vaihtoehdoissa mekaaninen kiinnitys tehdään kuvan 54 mukaisesti tuoreen verkotuslaastikerroksen päältä, 4 kpl / m².



Kuva 54. Mekaaninen kiinnike asennetaan verkotuslaastikerroksen läpi. Kuva: Anonyymi materiaalivalmistaja 2 menetelmäesite, ajankohta tuntematon.

Mekaanisen kiinnityksen jälkeen asennetaan lopullinen pinnoitekerros. Pinnoitteen osalta on valinnanvaraa kuten eristerappausjärjestelmissä yleensäkin. Pinnoitteen tulee kuitenkin olla erittäin hyvin vesihöyryä läpäisevä, jolloin rakenteisiin mahdollisesti aiemmista vaurioista päässyt kosteus pääsee poistumaan.

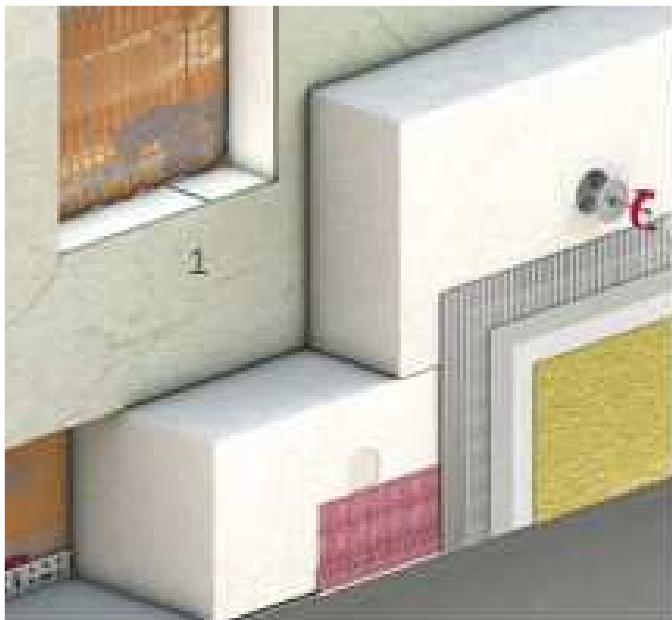
Anonyymin materiaalivalmistajan 3 menetelmässä olemassa olevan, ehjän eristerappausjärjestelmän päälle asennetaan uusi eristerappausjärjestelmä kuvan 55 mukaisesti. Menetelmäesitteessä kerrotaan järjestelmän tarkoitetun seinärakenteille, joissa on olemassa toimiva eristysrappaus, mutta järjestelmän eristysominaisuudet eivät täytä nykyisiä määräyksiä.



Kuva 55. Järjestelmäkuvaus. Kuva: Anonyymi materiaalivalmistaja 3 menetelmäesite, ajankohta ei tiedossa.

Alkuperäisen eristeen kiinnitys varmistetaan. Uutena lämmöneristeenä käytetään EPS-eristettä. Ohutrappausjärjestelmä asennetaan kuten valmistajan eristerappaus yleensä. Pinnoitteena voidaan käyttää samoja pinnoitevaihtoehtoja kuin valmistajan alkuperäisessäkin EPS-eristeen päälle toteutettavassa järjestelmässä.

Järjestelmä voidaan esitteen perusteella asentaa myös sokkelin kohdalle kuvan 56 mukaisesti. Esitteessä ei kerrota käytetäänkö järjestelmässä sokkelin kohdalla tavallisesta järjestelmästä poikkeavia tuotteita.



Kuva 56. Anonyymin materiaalivalmistajan 3 sokkeliratkaisu olemassa olevan eristerappauksen peittävässä korjauksessa. Kuva: Materiaalivalmistajan 3 menetelmäesite, ajankohta ei tiedossa.

5.8.2 Maakohtaiset ratkaisut paksurappausjärjestelmille

Paksurappausjärjestelmille kehitetyistä korjausratkaisuista ei kyselyiden ja haastatteluiden avulla saatu tietoa. Syynä on todennäköisesti paksurappausjärjestelmien vähäinen käyttö Suomen ulkopuolella.

6 Tutkimuskohteiden korjausmenetelmät ja korjauslaajuus – case-esimerkit

6.1 Yleistä

Tutkimuskohteista case-esimerkkeihin pyrittiin valitsemaan kohteita, jotka kuvastavat kyseiselle rakennetyypille tyypillisiä ongelmia ja vaurioita. Osassa kohteista korjaukset on jo toteutettu, osassa korjaukset ovat tulossa. Korjausmenetelmien toimivuudesta ei

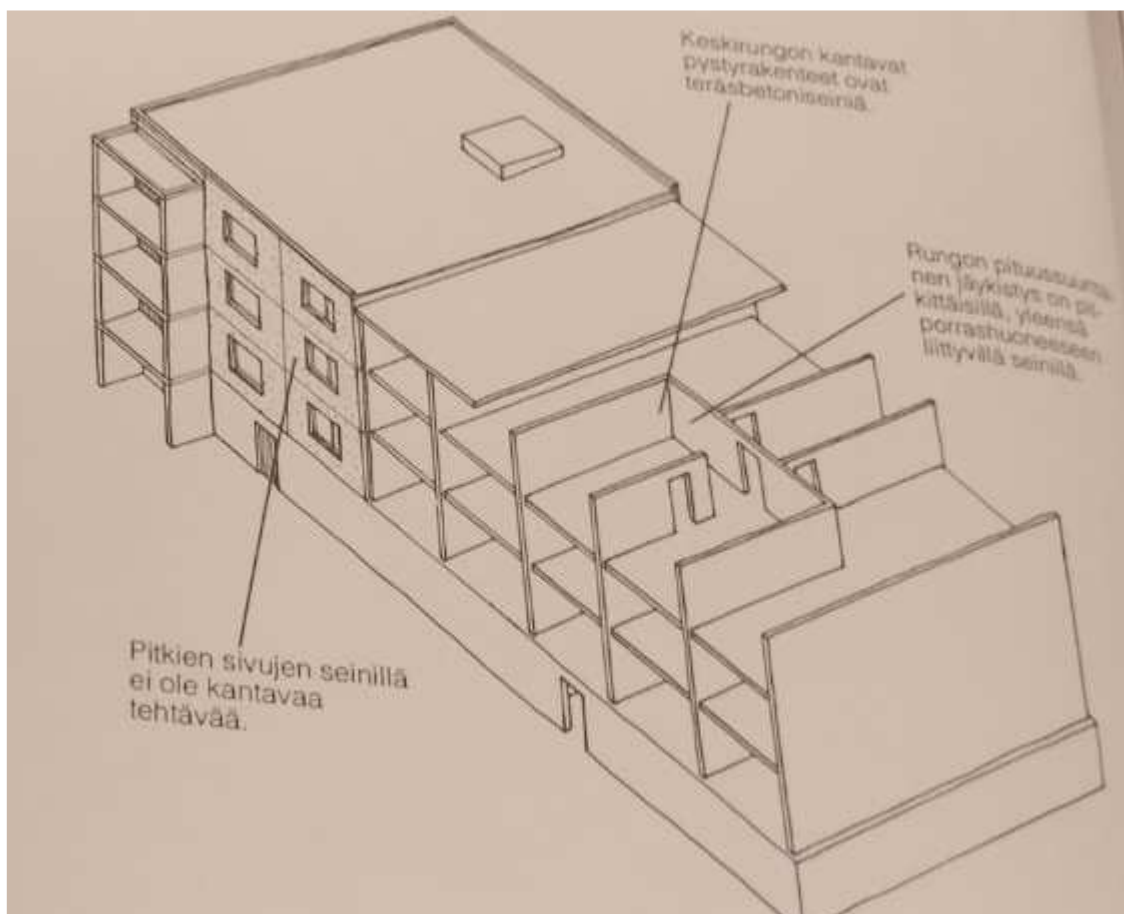
yksittäisten kohteiden pohjilta voi vetää johtopäätöksiä korjausmenetelmän todellisesta soveltuvuudesta laajempaan käyttöön. Kaikissa kohteissa viitataan julkaisun RIL 201-1-2017 maastoluokitukseen.

6.2 Ohutrappaus korjausrakentamisessa mineraalivilla-alustalla

6.2.1 Kohde A4

Yleistä kohteesta

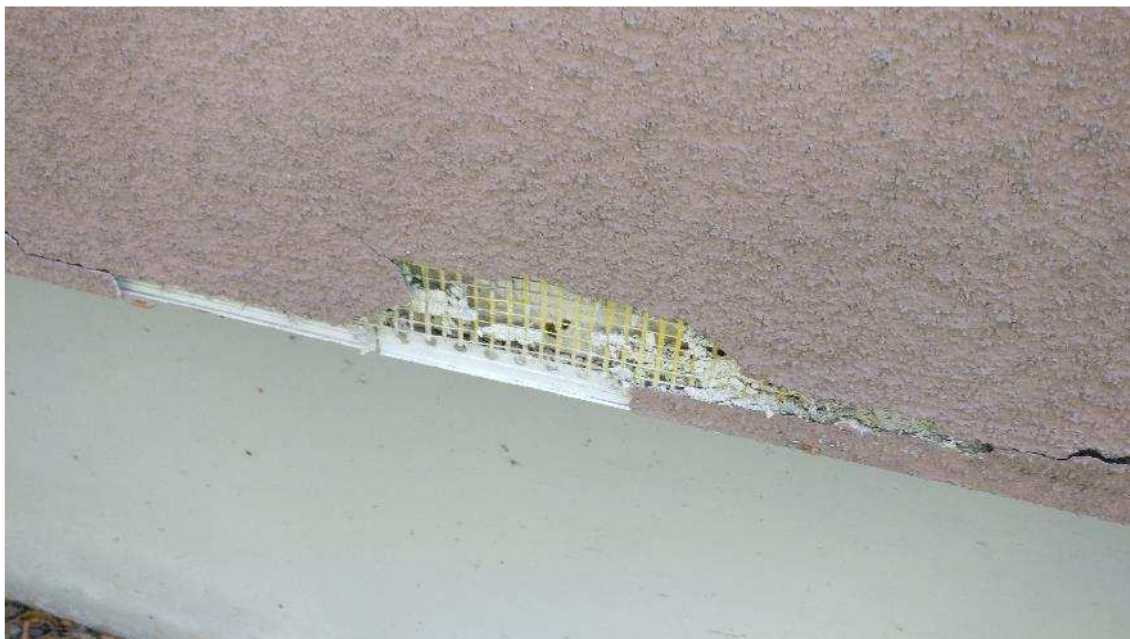
Kohde on rakentamisajankohdalle kuvan 57 mukainen, tyypillinen kirjahyllyrunkoinen osa- tai täyselementtikerrostalo, arkkitehtuuri on tavanomaista. Julkisivut ovat yksinkertaiset, julkisivumateriaali säilyy läpi rakennuksen. Parvekelinjat ovat piellelementein kannatettuja elementtiparvekkeita. Kohde sijaitsee maastoluokan kolme alueella, etelän ja lännen suuntaan hieman avoimempaa maastoa.



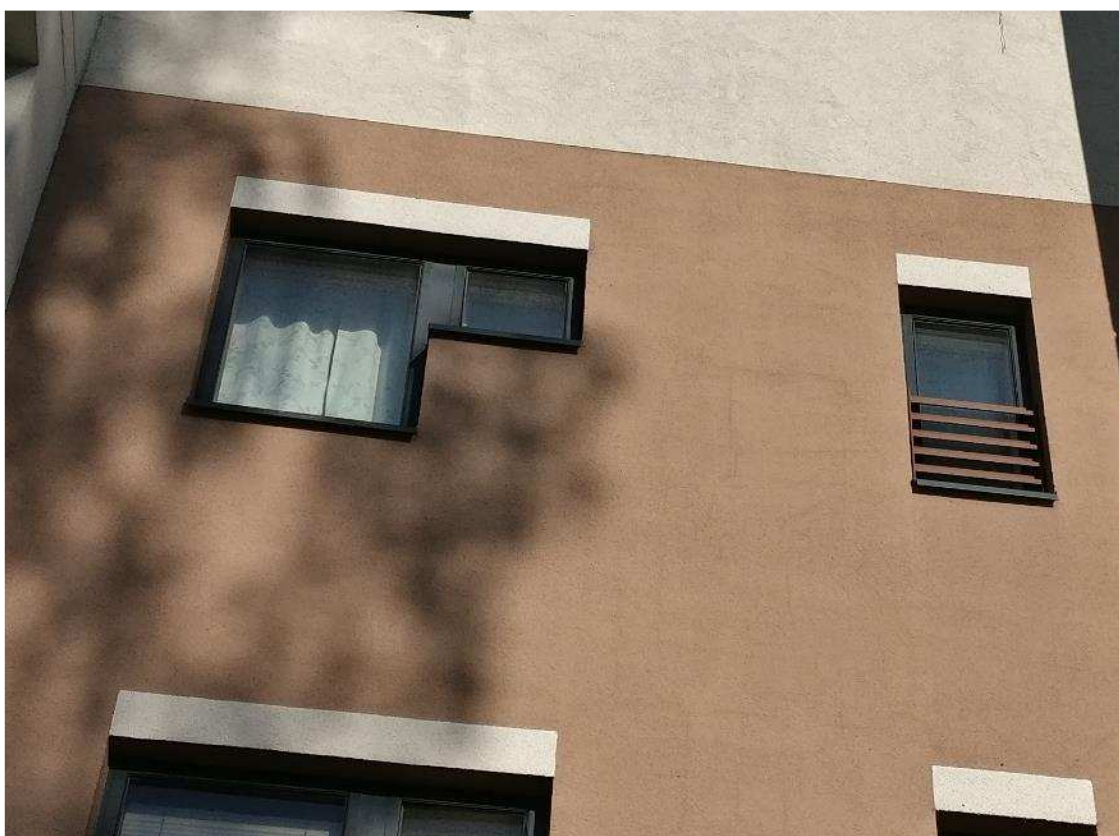
Kuva 57. Tyypikuva kohteen havainnollistamiseksi. Kuva: Mäkiö, Malinen, Neuvonen, Vikström, Mäenpää, Saarenpää, Tähti 2016, 62.

Vauriot

Tutkimuskäynnillä kohteessa havaittiin ennakkotietona saadun kuvan 58 mukaisen alaosien vaurioitumisen lisäksi alkavaa vaurioitumista ylempänä julkisivuilla, kuva 59. Vaurioitumista havaittiin pääasiassa rasetuimmilla julkisivuilla. Havaitut vauriot olivat pääasiassa koko rappauskerroksen rapautumista. Silmämääräisesti vaurioituneiden kohtien yläpuolella havaittiin yleisesti alueita, joissa pinnoite on vielä ehyt mutta verkotuslaastikerros rapautunut. Lisäksi havaittiin yksittäisiä halkeamia sekä yksittäisiä pinnoitteen irtoamisia.



Kuva 58. . Rappauksen vaurioitumista julkisivun alaosassa. Kuva: Matti Eronen 2018.



Kuva 59. Halkeilua ja mahdollisesti rapautumaa ylempänä julkisivuissa. Kuva: Matti Eronen 2018.

Detaljit ja liittymät

Eristerappausjärjestelmän lähtölistat ovat umpinaisia, vedenpoistoreikiä ei ole. Niillä kohdin missä maantasokerroksessa on maanpäällinen kellari, sokkelikerros on verhottu pystylaudoituksella. Eristerappauksen ja laudoituksen välissä on vaakasuuntainen peltitys, joka omalta osaltaan ehkäisee veden poistumista rappauksesta.

Vesipeltien kohdalla vesipellin alapuolisen penkin laastitusta ei ole välttämättä tehty. Elastinen tiivistyssauhaus on tehty pisteittäin. Vesipeltien päädyt on tehty suorana pystykanttauksena, ilman rappauskanttia. Liittymä on tiivistetty elastisella saumauksella.

Eristerappauksen liittymät parvekelinjoihin on todennäköisesti tehty alun perin puskuliittymien. Rakenteissa tapahtuvien liikkeiden vuoksi liittymät ovat hieman avoimia, ja kosteudelle alttiita. Yksi parvekeliittymä todettiin tiivistetyn jälkikäteen elastisella saumauksella.

Korjaustoimenpiteet

Kohteen rasitetuimpien julkisivujen alaosat ovat vaurioituneet läpi rappauskerroksen koko leveydeltä, korkeussuunnassa noin metrin korkeuteen. Näille kohdille kevyemmät korjaustoimenpiteet eivät ole enää riittäviä, vaan vaurioalueiden rappaus tulee uusita kokonaan. Rappaus uusitaan korkeussuunnassa niin ylös, että liitos saadaan tehtyä ehyeen rappaukseen. Samalla parannetaan sokkeliliittymä nykyaikaisten suunniteluohjeiden mukaiseksi. Myös muut liittymät tulee korjata vesitiiviiksi. Liittymien tulisi olla mahdollisimman vähän elastisten tiivistyssauhausten varassa.

Yksittäisiä halkeama- ja vauriokohtia voidaan korjata paikkakorjauksena. Vaurioitunut rappaus poistetaan, uudet paikkaukset rajataan ehyeen rappauspintaan. Vaihtoehtoisesti voidaan harkita peittävää korjausta laajemmalle alueelle.

Julkisivujen pinnoite on noin 15 vuoden ikäinen, keskimääräisen teknisen käyttöiän perusteella huoltomaalaus alkaa olla tarpeen (RT 18-10922). Rappauskorjausten kohdalle tarvitaan joka tapauksessa uusi pinnoitus. Samassa yhteydessä suositellaan tehtäväksi pinnoituskorjaus kaikille julkisivuille. Pinnoituskorjauksella parannetaan rappauksen vedenpitävyyttä ja esteettistä ulkonäköä.

6.2.2 Kohde A9

Yleistä kohteesta

Kohteen rakennukset ovat vuodelta 1975, rakentamisajankohdalle tyypillisiä kirjahylly-runkoisia elementtikerrostaloja, kuvan 59 esimerkkitaloa mukaillen. Arkkitehtuuri on tavanomaista. Kohde muodostuu kahdesta kerrostalosta, joista korkeampi on 1+8 - kerroksinen, matalampi 3-kerroksinen. Korkeampi talo sijaitsee mäen päällä, ympäristössä on myös muita korkeita rakennuksia. Eristerappaus on tehty alun perin vuonna 1999.

Korjaustoimenpiteinä vuonna 2015 on toteutettu seuraavaa:

- eteläjulkisivun parvekkeiden väliset julkisivuosoudet uusittu, rappausalustaksi vaihdettu EPS
- pintavauriokohdissa tehty paikkauskorjauksia
- liittymäkohdat tarkastettu ja tiivistetty
- sokkeliliittymät korjattu
- pinnoitus uusittu

Vauriot

Tutkimuskäynnillä kohteessa havaittiin vain yksittäinen hiushalkeamatasoinen halkeama sokkeliliittymän kohdalla sekä yksittäinen vaakahalkeama pystysuuntaisessa parvekepieli-ohutrappausliittymässä. Lähtötietojen perusteella sokkeliliittymät ovat olleet vaurioituneita.

Detaljit ja liittymät

Lähtötiedoista ei ilmene alkuperäisen eristerappauksen sokkeliliittymän rakenne. Korjauksessa 2015 eteläjulkisivun julkisivuosoiksille on uusittu sokkeliprofiilit rei'itetyiksi. Päätyjulkisivuilla profiilit ovat vielä alkuperäisiä, umpinaisia.

Ohutrappaus-parvekepieliittymä on aistinvaraisin menetelmin tehdyn tutkimuksen perusteella tehty puskusaumalla. Liittymässä ei ole erillistä liikuntasaumaprofiilia tai muuta tiivistystä.

Korjaustoimenpiteet

Tutkimuskäynnillä tehtyjen havaintojen perusteella korjaustarvetta ei tällä hetkellä ole. Toteutettuja korjauksia voidaan pitää onnistuneina. Yksittäisiä halkeamia tulee seurata, tarvittaessa tehdään paikkakorjaukset.

Ohutrappaus-parvekepieliliittymän tiivistämistä elastisella tiivistysmassalla tai paisuvala nauhalla voidaan harkita. Käytännössä saumamassojen tartunta silikonihartsipohjaisiin pinnoitteisiin on todettu usein puutteelliseksi.

6.3 Ohutrappaus uudisrakentamisessa mineraalivilla-alustalle

6.3.1 Kohde B4

Yleistä kohteesta

Kohteen rakennukset ovat 2 kpl betonivalmisisista rakennettuja, 2011 valmistuneita asuinkerrostaloja. Rakennukset sijaitsevat maastoluokan III mukaisella esikaupunkialueella. Arkkitehtuuri on 2000-luvulle tyypillisen monimuotoista, parvekelinjat ovat ulkonevia. Kerroksia on 1+3-5.

Vauriot

Kuntotutkimuksen yhteydessä tehtyjen kuuden ohuthieanalyysin perusteella käytetty laasti on S100, suojarahkustus on arviolta riittävä. Näytteissä ei havaittu rapautumaa. Samaisten kuuden näytteen verkotuslaastikerroksen paksuudet ja verkon sijainti todettiin olevan pääosin materiaalivalmistajan vaatimusten mukaisia. Yksittäisessä näytteessä verkko oli lähempänä sisä- kuin ulkopintaa. Järjestelmän mukainen minimipaksuusvaatimus verkotuslaastikerrokselle oli 3 mm, tämä täyttyi kaikissa näytteissä paksuimman kerroksen ollessa 4 mm.

Aistinvaraisin tutkimusmenetelmin sekä koputtelemalla tehtyjen kartoitusten perusteella kohteessa havaittiin laajahkoa halkeilua erityisesti julkisivujen yläosissa, pääosin kaakois- ja lounaissuunnilla. Halkeilua todettiin lisäksi ikkunoiden kulmauksissa ja kapei-

den ikkunavälien kohdilla poikittaissuuntaisena. Lisäksi havaittiin pakkasrapautumaa halkeama-alueilla, erityisesti vesikaton ja julkisivun liittymissä.

Yllä mainittujen vaurioiden lisäksi kohteessa on kuntotutkimuksen vauriokarttojen perusteella yksittäisiä halkeamia satunnaisissa sijainneissa, pääosin rasitetuimpien julkisivujen puolella.

Detaljit ja liittymät

Kuvan 60 mukaisesti tutkimuksen näyteporausten yhteydessä havaittiin, että ikkunoiden liittymistä puuttuu järjestelmällisesti diagonaalisuuntaiset vahvikeverkot. Verkkojen puuttuminen on todennäköisesti edesauttanut halkeamien syntymistä. Osa halkeamista on hiushalkeamatasoisia, osa selkeästi leveämpiä vuotoriskipaikkoja. Halkeamia on syntynyt vaakasuuntaisesti kuvan 61 mukaisesti ikkunoiden välille kapeahkojen kannasten kohdalla. Osassa ikkunaliittymistä vesipellit ovat jääneet vajaaksi. Vesipeltien liitos ohutrappaukseen on täytetty elastisella liimamassalla kuvan 60 mukaisesti.



Kuva 60. Näyteporaus kohteessa B4 halkeamavaurion kohdalta. Alueella ei diagonaalisuuntaista kulmaverkkoa. Kuva: Juha Räisänen 2016.



Kuva 61. Vaakasuuntainen halkeama kapeahkossa kannaksessa ikkunoiden välissä. Kuva: Juha Räisänen 2016.

Parvekekattojen ja vesikattojen yläpuoliset liittymät ovat vaihtelevasti toteutettuja. Osassa liittymistä puuttuu lähtölista, ja rappaus päättyy kuvan 61 mukaisesti suoraan eristeen alareunaan. Osa liittymistä on tiivistetty pellitystä vasten elastisella liimamasalla. Havaintojen perusteella vedeneriste voi olla rappauspinnan tasassa, jolloin ulkoseinärakenteeseen tiivistyvä tai epätiiveyskohdista päätyvä vesi voi valua alapuolisiin tiloihin vesikattoliittymien kohdalla.



Kuva 62. Ohutrappauksen pakkasrapautumista vesikaton yläpuolisella osuudella. Kuva: Juha Räisänen 2018.

Korjaustoimenpiteet

Kohteeseen on kuntotutkimuksen jälkeen tehty korjaustoimenpiteitä vuonna 2017. Vaurioituneet parveke- ja vesikattoliittymät on korjattu rappausjärjestelmän mukaiseksi. Korjauksissa käytettiin rappausjärjestelmään kuuluvaa vahvempaa verkotuslaastia ja vahvistettua verkkoa. Käytännössä vesikattojen yläpuolisia osuuksia jouduttiin uusimaan laajoina kokonaisuuksina runsaiden vaurioiden vuoksi.

Ikkunoiden kulmiin ei asennettu diagonaaliverkkoja kauttaaltaan, vaan ainoastaan vaurioituneille osin. Vaurioituneet alueet korjattiin paikkarappauskorjauksin, uusi verkko limitettiin alkuperäisen verkon kanssa. Vaurioalueiden paikkakorjauksia häivytettiin pinnoituskorjauksilla, ja julkisivupintoja maalattiin esteettisesti selkein rajauksin. Hiushalkeamatasoisia ikkunoiden kulmahalkeamia korjattiin koekorjausluonteisesti elastisella, silloittavalla maalilla.

6.3.2 Kohde B18

Yleistä kohteesta

Kohde sijaitsee maastoluokan II mukaisella aukeahkolla alueella. Rakennus on valmistunut vuonna 2011. Rakennus on portaittain nouseva 2-5 -kerroksinen, pohjan muoto on suorakaide. Julkisivut ovat pääosin ohutrappattuja, sokkelikerroksessa on betonisandwich-elementtejä. Ohutrapatut alueet ovat roiskepinnoitettuja, tehosteena on käytetty sileitä maalipintoja. Parvekkeet ovat pielikannatteisia, rakennuslinjan ulkopuolisia.

Vauriot

Kohteeseen on tehty kuntotutkimus. Kuntotutkimuksen yhteydessä otettiin kuusi po-rausnäytettä. Laastipaksuuden todettiin vaihtelevan 4-10 mm:n välillä. Osassa näytteistä verkon todettiin olevan liian lähellä rappauspintaa. Pääasiallisena vauriona havaittiin halkeamia. Tehostemaalatuilla alueilla todettiin varsin usein rappausverkon kuultavan läpi pintaan saakka. Kaakkoisjulkisivulla havaittiin pinnoitteen lohkeilua, pinnoite irtoaa levymäisesti verkotuslaastikerroksesta.

Yllä mainittujen vaurioiden lisäksi kohteessa on kuntotutkimuksen vauriokarttojen perusteella yksittäisiä halkeamia satunnaisissa sijainneissa, pääosin rasitetuimpien julkisivujen puolella.

Detaljit ja liittymät

Ohutrappauksen liitos sokkeliin rakennuksen matalimmalla osalla on hyvin lähellä maanpintaa. Paikoitellen rappaus on suojattu rappauksen päälle tehdyllä pellityksellä. Pellittämättömillä osilla on nähtävissä rappauksen alareunan rapautumaa. Kuntotutkimusraportissa ei oteta kantaa sokkeliliittymän toteutukseen. Ohutrappaus on liitetty sokkeliin elastisella liimamassalla, liittymän vedenpoistoa ei välttämättä ole järjestetty. Elastisen liimamassan tartunta on monin paikoin irronnut. Muualla rakennuksessa ohutrappaus liittyy alareunassa betonisandwich-elementtiin. Betonisandwich-elementin ja rappauksen väliin on asennettu pellitys, liittymän vedenohjauksesta ei ole tietoa. Rappaus liittyy pellitykseen elastisella liimamassalla, massan tartunnat ovat yleisesti irti.

Muissa liittymissä havaittiin pääasiassa yksittäisiä virheitä. Paikoitellen ikkunoiden vesipeltien liittymissä takareunaan jää rako. Vesikatolla eritasokohtien pellitykset ovat paikoin puutteellisia. Pellityksen yläpäähän on jäänyt kosteutta keräävä hylly. Liitos rappaukseen on tehty muiden alareunojen tapaan liimamassalla, havaintojen perusteella massat ovat kuluneet ja tartunta on pettänyt.

Korjaustoimenpiteet

Korjaustoimenpiteitä on toteutettu kuntotutkimuksen mukaisille vaurioituneille alueille paikkarappauskorjauksena kuten kuvassa 63. Rajauksia on pyritty häivyttämään, mutta laajoja huoltomaalauksia ei ole tehty. Alkuperäisiä detaljeita ei ole muutettu.

Mikäli sokkeliliittymään ilmenee uudestaan vaurioita, tulee harkita sokkeliliittymän muuttamista vedenpoiston kannalta toimivammaksi.



Kuva 63. Ohutrappaus korjattu sokkeliliittymän kohdalta. Kuva: Juha Räisänen 2019.

6.4 Ohutrappaus korjausrakentamisessa EPS-alustalle

6.4.1 Kohde C8

Yleistä kohteesta

Kohde muodostuu kahdesta vuonna 1977 valmistuneesta 1+7 -kerroksisesta asuinkerrostalosta. Rakennukset sijaitsevat maastoluokan III alueella. Kohteen etelä- ja pohjoisjulkisivut on eristerapattu vuonna 2010. Korjaus on tehty pääosin peittävänä korjauksena, yksittäisiä rapautuneita betonisandwich-elementtien ulkokuoria on purettu. Purettujen elementtien tilalle on asennettu EPS-eristelevyt ennen varsinaisen eristerappausjärjestelmän asentamista.

Vauriot

Julkisivujen vauriot ovat kohteeseen laaditun kuntotutkimuksen perusteella pääasiassa halkeilua. Halkeilua havaittiin julkisivujen yläosissa selkeästi enemmän kuin alaosissa. Ilmansuuntien osalta jako oli vieläkin selkeämpi, pohjoisjulkisivulla halkeilu oli vähäistä hiushalkeilua, eteläjulkisivuilla laajempaa ja tiheämpää, myös halkeamaleveydet olivat suurempia. Lisäksi todettiin alkavaa rapautumaa.

Detaljit ja liittymät

Kohteen detaljit ovat pääosin tiiviitä ja nykyistenkin ohjeistusten mukaisia. Yksittäisiä virheitä todettiin eristerappauksen liitoksissa betonisiin ulkokuoriin, rappaus on tuotu ilman liikuntasaumaa betonia vasten.

Eristerappauksen pinnoitteella ja tehostemaalauksella on jäljitelty julkisivujen alkupe räistä struktuuria ja elementtisaumoja. Pinnoite on kiviainespitoista, elementtisaumojen kohdat on käsitelty ainoastaan maalaamalla. Pohjoisjulkisivulla todettiin kuvan 64 mukaisia hiushalkeamia ainoastaan maalatuilla osilla. Arviolta halkeilu on muodostunut julkisivujen heikoimpaan kohtaan, mutta on myös mahdollista, että hiushalkeamata soista halkeilua ei ole nähty kiviainespitoisten pinnoitteen vuoksi.

Osa eteläjulkisivujen halkeilusta kuvan 65 mukaisesti on kuntotutkimuksen näytepo-rausten ja rakenneavausten perusteella rappausalustan levyjaon mukaista. Näillä koh-dilla rappauksen todettiin myös pakkasrapautuneen.



Kuva 64. Lähikuva pohjoisjulkisivun hiushalkeamasta. Kuva: Matti Eronen.



Kuva 65. Levyjako näkyvissä rapautuneella eteläjulkisivulla. Kuva: Matti Eronen 2018.

Korjaustoimenpiteet

Eteläjulkisivujen halkeiluvauriot sekä alkava pakkasrapautuma ovat edenneet niin laajalle, että paikkakorjaus ei ole enää järkevä vaihtoehto. Harkittavaksi jää peittävä korjaus, purkava korjaus eristeet säilyttäen tai eristerappausjärjestelmän uusiminen kokonaan. Pohjoisjulkisivun vauriot ovat vähäisiä, korjauksia voidaan harkita pinnoituskorjauksina tai raskaimmillaan paikkarappauskorjauksina.

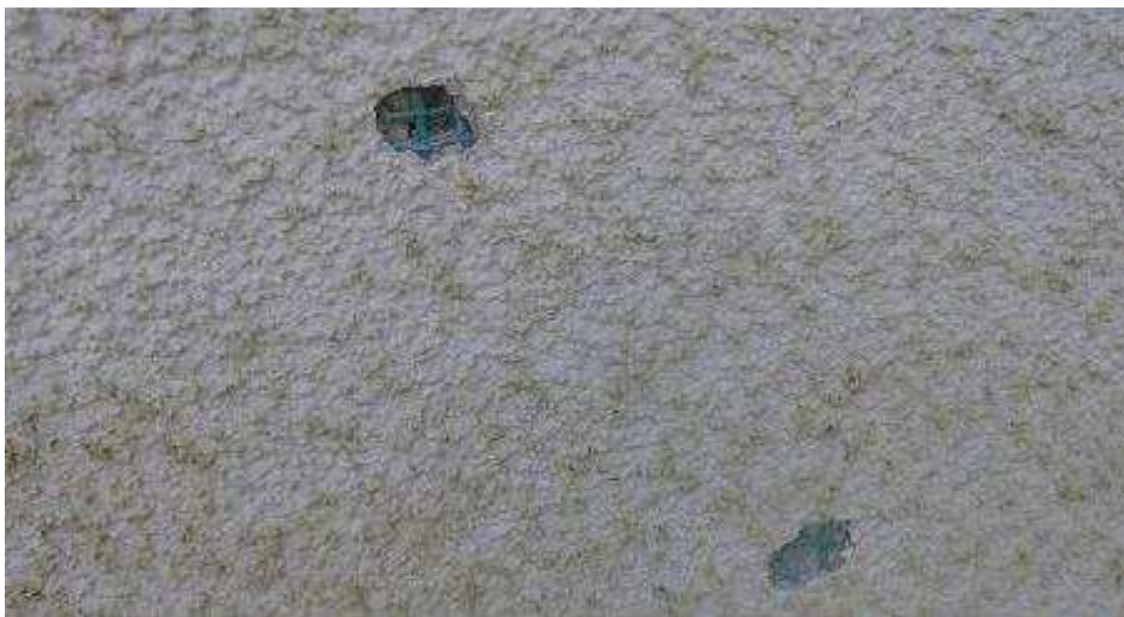
6.4.2 Kohde C9

Yleistä kohteesta

Kohde on vuonna 1965 valmistunut, useammasta kerrostalosta koostuva asunto-osakeyhtiö. Rakennus sijaitsee maastoluokan III mukaisella alueella. Kaikki rakennukset ovat kolmekerroksisia. Rakennusten päätyjulkisivuille on asennettu ohutrappauseristejärjestelmä vuonna 2001. Pinnoite on silikonihartsipohjainen roiskepinnoite.

Vauriot

Kohteen rappauksessa on todettu kuvan 66 mukaisia, todennäköisesti mekaanisista iskuista tulleita vaurioita. Pienimmät vauriot ovat olleet alle 20 mm:n kokoisia, suurimmat yli 100 mm. Julkisivupinnoitteet ovat yleisesti likaantuneet, yleisilme on vihertävä. Lisäksi julkisivuissa on todettu yksittäisiä kuvan 67 mukaisia halkeamia.



Kuva 66. Mekaanisista iskuista aiheutuneita vaurioita julkisivuissa. Kuva: Arja Pekkala 2014.



Kuva 67. Vaakasuuntainen halkeama rappauksessa. Kuva: Arja Pekkala 2014.

Detaljit ja liittymät

Kohteen detaljeissa ei ole todettu ongelmia. Yksittäiset vaakasuuntaiset halkeamat voisivat teoriassa aiheutua EPS-eristeen kutistumisesta, joka on ollut yleinen ongelma järjestelmän asentamisen aikana. Kuitenkin halkeilua on havaittu vain satunnaisesti.

Korjaustoimenpiteet

Korjaustoimenpiteenä julkisivuille on tehty paikkarappaus- ja pinnoituskorjaus. Vaurio-alueet on korjattu paikkakorjauksin, jonka jälkeen julkisivut on huoltomaalattu silikoni-hartsipohjaisella maalilla. Hiushalkeamatasoisia halkeamia on kohdetietojen perusteella maalattu ennen huoltomaalausta elastisella, silloittavalla maalilla.

Korjauksesta on kulunut noin viisi vuotta. Tutkimuksen kohdekäynnillä havaittiin kuvassa 68 lievästi erottuvia paikkakorjauksia. Halkeamia ei ollut havaittavissa. Osassa rakennusten päädyissä oli nähtävissä alkavaa likaantumista. Kohteen rasiustaso on korkea, alueella on paljon puustoa.



Kuva 68. Paikkakorjattu ja huoltomaalattu julkisivu. Kuva: Matti Eronen 2019

6.5 Ohutrappaus uudisrakentamisessa EPS-alustalle

6.5.1 Kohde D1

Yleistä kohteesta

Kohde on 2-kerroksisista pientaloista koostuva, paikallarakennettu maastoluokan III alueelle sijoittuva kiinteistö. Kohde on arkkitehtuuriltaan tavanomainen, julkisivut ovat kaikilta osin ohutrapattuja. Ohutrappausjärjestelmä on asennettu paikan päällä.

Vauriot

Kohteen julkisivuissa havaittiin halkeilua. Lisäksi havaittiin yksittäisissä kohdin hyvin lievää punajäkäläkasvustoa.

Detaljit ja liittymät

Halkeilulla ei ollut selkeätä yhteyttä liittymiin tai läpivienteihin. Osa halkeilusta havaittiin sokkeliliittymien kohdalla, osa ikkunoiden yläpuolisilla osuuksilla. Osa halkeamista noudattaa aistinvaraisin menetelmin tehtyjen havaintojen perusteella rappausalustan levyjakoa, kuva 69. Sokkeliliittymissä rappaus on tuotu lähes kiinni sokkelin ulkopintaan, liittymässä ei mahdollisesti ole järjestetty vedenpoistoa. Ohutrappaukseen on tehty rakennuksen kulmiin liikuntasaumat, tiivistys on toteutettu elastisella saumauksella. Sauman mitoitus vaikuttaisi epäonnistuneen, erittäin kapean saumamassan elastisuus ei ole ollut riittävä ja tartunta on pettänyt. Tartunnan irtoaminen voi johtua myös silikonihartsipinnoitteen ja massan välisestä tartuntaongelmasta.



Kuva 69. Vaakasuuntainen halkeama ikkunan yläpuolella, ikkunan ja vaakahalkeaman välissä suuntautumattomia halkeamia. Kuva: Matti Eronen 2018.

Korjaustoimenpiteet

Osa julkisivuista on vaurioitumattomia, korjaustoimenpiteitä ei toistaiseksi tarpeen tehdä. Halkeilleilla osilla halkeamat ovat leveitä ja laajoja, pinnoitus-, tai paikkauskorjausten onnistumisen todennäköisyys on pieni. Mahdolliset kantavista rakenteista johtuvat syyt tulee selvittää ennen korjausten aloitusta. Korjauksissa tulee varmistaa rappausalustan yhteys halkeiluun. Vaurioalueiden korjausasteena voidaan harkita rappauksen purkamista eristeet säilyttäen tai eristerappausjärjestelmän uusimista kokonaisuudessaan.

6.5.2 Kohde D2

Yleistä kohteesta

Kohde on vuonna 2011 valmistunut elementtirakenteinen 4-kerroksinen kerrostalo maastoluokan III alueella. Julkisivut ovat pääosin eristerapattuja. Parvekkeet ovat julkisivulinjasta sisäänvedettyjä. Eristeenä on pääosin EPS, mutta kerrosrajojen kohdalla eristeenä on lamellivilla.

Vauriot

Julkisivuissa on havaittu yleisesti halkeamia kerrosrajojen kohdalla koko rakennuksen ympäri. Muuta vaurioitumista ei ole.

Detaljit ja liittymät

Kerrostasojen erilainen rappausalusta voi ainakin teoriassa olla ongelmien taustalla. Erilainen käyttäytyminen lämpö- ja kosteusliikkeiden osalta voi aiheuttaa rappaukseen halkeilua. Kerrostasorajojen kohdilla esiintyvä vaurioituminen voi viitata myös poikkeavaan kosteusrasitukseen. Lamellivillan vesihöyrynläpäisevyys on merkittävästi EPS-eristettä suurempi, sisäpuolinen ja rakennusaikainen kosteus voi kerääntyä kerrosrajojen kohdalle. Mikäli sisäkuorielementtien valuissa on harvavaluisuutta, kosteus kerääntyy nopeasti kerrosrajojen rappausta vasten. Pakkasrapautumista ei kuitenkaan todettu.

Halkeilun aiheuttajana voi olla myös työvirhe. Halkeilua aiheuttava virhe voisi olla puutteellinen verkotus kerrosrajakohdilla. Osassa rappausjärjestelmistä kerrosrajojen kohdalle tarvitaan erillinen lisäverkotus. Varsinkin eri rappausalustojen ollessa kyseessä lisäverkotus on todennäköisesti tarpeellinen. Myös verkon väärä sijainti tai virheellinen rappauspaksuus voisi aiheuttaa halkeilua.

Korjaustoimenpiteet

Kerrosrajojen kohtien korjaamiseksi tulee varmistaa sisäkuoren jälkivalujen tiiveys vähintään satunnaiskokein. Mikäli muuta syytä vaurioitumiselle ei selviä, tulee harkita vesihöyrynläpäisevyyden tasaamista kerrosrajojen kohdalle. Kerrosrajojen kohdat tulee korjata paikka-rappauksena, tarvittaessa eristeet kauttaaltaan purkaen.

Kerrosrajojen kohdalle voidaan harkita käytettäväksi kovemmalle rasitukselle soveltuvia laasteja ja verkkoa, mikäli tällaisia kuuluu järjestelmään.

6.6 Paksurappaus korjausrakentamisessa mineraalivilla-alustalle

6.6.1 Kohde E19

Yleistä kohteesta

Vuonna 1971 valmistunut kohde koostuu kolmesta 1+5 -kerroksisesta asuinrakennuksesta maastoluokan III alueella. Julkisivut on eristerapattu vuonna 2001. Julkisivut ovat rakennusajankohdalle tyypilliset, pelkistetyt.

Vauriot

Julkisivuissa havaittiin pinnoitevaurioita sekä rappauksen lohkeilua. Halkeilua havaittiin yksittäisissä kohdissa. Pinnoitevaurioista suurin osa vaikuttaisi olevan rappauksen pintakerroksen lohkeilua. Alla on kuvan 70 mukainen toinen värillinen kerros. Rappauksen lohkeilua havaittiin paikoitellen sokkeliliittymien kohdilla kuvan 71 mukaisesti.



Kuva 70. Pinnoitteen hilseilyä, alla toinen värillinen pinnoite. Kuva: Matti Eronen 2018.



Kuva 71. Rappaus lohjennut sokkeliliittymän yläpuolella. Kuva: Matti Eronen 2018.

Detaljit ja liittymät

Rakenteessa vaikuttaisi olevan kaksi pinnoitekerrosta. Alempi kerros on aistinvaraisesti arvioituna päällimmäistä kerrosta hienorakeisempaa. Paksurappaus-eristejärjestelmiin ei yleisesti ole kuulunut kahta värillistä kerrosta. On kuitenkin mahdollista, että toinen kerros on tehty jo työn aikana, mikäli ensimmäinen kerros on jäänyt kirjavaksi. Vaihtoehtoisesti toinen kerros on tehty myöhemmin pinnoituskorjauksena.

Kuvan 71 lohjenneen rappauksen kohdalla laastikerrosten tartunta on epäonnistunut. Alempi täyttökerros on kammattu, päällimmäinen kerros ei ole saanut tartuntaa. Sokkeliliittymän varsinainen ongelma on puutteellinen liikuntavara. Sokkelipelti on kiinnitetty alustaan mekaanisesti. Eristerappauksen painuessa rappaus on painautunut kiinni sokkelipeltiin. Rappaus on lähes koko sokkelin matkalla irti alustasta, mutta varsinaisia lohkeamia on tullut vain yksittäisiin kohtiin.

Korjaustoimenpiteet

Pinnoite on arviolta jalolaastityyppinen kalkkisementtipinnoite. Kaikki nykyinen irtonainen pinnoite tulee poistaa, jonka jälkeen voidaan tehdä pinnoituskorjaukset. Osittainen pinnoitus tulee todennäköisesti erottumaan nykyisestä. Julkisivupinnat voidaan huolto-

maalata soveltuvalla maalilla strukturointikorjausten jälkeen, korjausten rajoja saadaan häivytettyä.

Sokkeliiliittymän korjaamista nykyisten ohjeiden mukaiseksi voidaan harkita. Korjaaminen vaatisi rappauksen alaosien uusimisen kokonaan. Vaihtoehtoisesti voidaan tehdä vain esteettisesti tarvittavat korjaukset niille kohdin, joissa rappaus on lohjennut. Alustasta irti olevaa, verkotuksessa kiinni pysyvää ehyttä rappausa ei ole välttämätöntä uusida. Sokkelipellin uusimista puoltaa lähes rei'ittämätön profiili, nykyisessä pellissä on yksittäinen noin Ø 15 mm reikä kahden metrin välein.

6.6.2 Kohde E23

Yleistä kohteesta

Kohde muodostuu kahdesta vuonna 1972 valmistuneesta maastoluokan III alueella sijaitsevasta kahdeksankerroksisesta asuinkerrostalosta. Rakennukset ovat tyypillisiä kirjahyllyrunkoisia rakennuksia. Rakennuksissa on yhteensä viisi porrashuonetta. Julkisivut ovat porrastettuja, porrashuoneiden väleille muodostuu sisä- ja ulkokulmia. Julkisivut on eristerapattu 2000-luvun alkupuolella. Julkisivuissa on vaakasuuntaiset liikuntasaumamat rakennuksen puolivälissä.

Vauriot

Korkeiden, haastavalla sijainnilla sijaitsevien rakennusten julkisivut ovat aistinvaraisin menetelmin tarkastettuna hyväkuntoisia. Etelän puoleisissa päätyjulkisivuissa on nähtävissä pinnoitteen hilseilyä sekä paikoitellen rappauskerrosten lohkeilua kuvan 72 mukaisesti. Täyttörappaus vaikuttaisi tehdyn kahdessa osassa, ulompi kerros on paikoin lohkeillut irti. Lohkeilua on tapahtunut sokkeliiliittymien kohdalla, mutta myös ylempänä julkisivuissa.

Detaljit ja liittymät

Rappausliittymät ovat asennusajankohdalle tyypillisiä. Vesipeltien päädyt ovat pystykanttauksia, rappauskanteja ei ole tehty. Ikkunasmyygit on pellitetty. Sokkeliiliittymät ovat kiinteällä, rei'ittämättömällä sokkelipellillä toteutettuja. Vaaka- ja pystysuuntaiset liikuntasaumamat ovat avosaumoja.



Kuva 72. Pintarappauksen hilseilyä ja täyttörappauksen lohkeilua. Kuva: Matti Eronen 2018.

Korjaustoimenpiteet

Rappaus vaikuttaa aistinvaraisin menetelmin pääosin hyväkuntoiselta. Eteläjulkisivut ovat voimakkaasti rasitetut. Vaikka ympäristössä on muitakin korkeita rakennuksia, kohteen sijainti korkealla mäen päällä altistaa rakennukset voimakkaille viistosateille sekä uv-säteilylle.

Havaitut vauriot voidaan arviolta korjata paikkarappauksina, mutta rappaustyötä suunniteltaessa tulee varautua mahdollisesti laajoihin paikkakorjauksiin. Erityisesti yläosissa rapautuneen rappauksen määrä voi olla laajaa. Paikkakorjattavat alueet tulee saada toteutettua ehyeen rappaukseen. Paikkakorjauksen vaihtoehtona voidaan harkita eteläjulkisivujen uudelleenrappausta. Samalla uusittaisiin sokkeliliittymät nykyisten ohjeistusten mukaiseksi.

6.7 Johtopäätökset

Kohteet valittiin edustamaan kyseistä rakennetyyppiä tyypillisten virheiden perusteella. Taulukkoon viisi on kirjattu kohteissa havaitut, mahdollisesti vaurioitumisen syynä olleet puutteelliset liittymät. Liittymiä tai yksityiskohtia ei ole kirjattu puutteelliseksi, mikäli toteutustapa ei vasaa nykyisten järjestelmien ohjeistuksia.

Taulukosta 5 on nähtävissä sokkeliliittymien merkitys vaurioitumisessa. Ohutrappaus-ten tapauksessa sokkeliliittymän merkitys korostuu mineraalivilla-alustalla, jossa sokkelin vedenpoiston puuttuminen on selkeässä yhteydessä rapautumiseen. Paksurappaus-järjestelmissä kiinteät sokkeliprofiilit ovat aiheuttaneet vaurioita.

Vaurioitumisen ja kohteissa havaittujen puutteellisten liittymien perusteella voidaan kohdistaa tulevia toimenpiteitä kriittisiin kohtiin. Kriittiset kohdat voidaan huomioida huoltokirjan mukaisissa vuosittaisissa saumausten tarkastuksissa, sekä erityisesti eris-terapattujen julkisivujen kuntotutkimuksia laadittaessa.

Taulukko 5. Kohteissa havaitut virheet jaoteltuna tyypillisten virheiden mukaisesti.

Virhe / Kohde	A4	A9	B4	B18	C8	C9	D1	D2	E19	E23
Puutteellinen sokkeliliittymä	x	x	x	x			(x)		x	x
Puutteellinen ikkunaliittymä			x							
Puutteellinen vesipeltiliittymä	(x)		x	x						
Puutteellinen räystäsliittymä	-									
Puutteellinen liikuntasauha							x			
Puutteellinen parvekeliittymä	x	x								
Puutteellinen elementti-sauha / tehosteraja								x		
Puutteellinen eritasoliittymä			x	x						
Puutteelliset laasti- tai pinnoitekerrosten tartunnat									x	x
Puutteelliset liittymät muihin verhouksiin tai rakenneseisiin			x							
Puutteita muissa detaljeissa					x					

Taulukossa 6 esitetään kohteille suositellut korjaustoimenpiteet. Toimenpiteet on esitetty kuntotutkimuksen tai muiden lähtötietojen mukaiselle tilanteelle. Osassa kohteissa korjaustoimenpiteitä on jo tehty. Ensisijaisesti suositeltavat korjaustoimenpiteet on esitetty x-merkinnällä, muut mahdolliset on laitettu kaarisulkeiden sisälle.

Kohteissa on näkyvissä yleinen ilmiö eristerappausjärjestelmissä. Rasitetumpien julkisivujen vauriot ovat olennaisesti suurempia kuin suojan puoleisten julkisivujen. Osassa kohteista suojan puoleiset julkisivut eivät välttämättä tarvitse edes puhdistustoimenpiteitä, ja rasitetuimmille julkisivuille suositellaan peittävää tai purkavaa korjausta.

Taulukko 6. Kohteille suositellut korjaustoimenpiteet.

Korjaustoimenpiteet / Kohde	A4	A9	B4	B18	C8	C9	D1	D2	E19	E23
Ei korjaustoimenpiteitä			x		x				x	x
Julkisivujen puhdistus						(x)				
Pinnoituskorjaus	x		x		x	x			x	
Paikka- ja pinnoituskorjaus	x	x	x		(x)	x	x	x	x	x
Peittävä korjaus		(x)			(x)		(x)			
Purkava korjaus ja uusiminen	x	x	x		x		x	x		(x)
Saumausten uusiminen	x		x	x			x			

7 Yhteenveto

Opinnäytetyössä pyrittiin keräämään tutkimusaineistoksi eristerappausjärjestelmillä toteutettuja kohteita, joissa on joko havaittu vaurioita tai jo tehty korjauksia. Lisäksi pyrittiin selvittämään erilaisia käytössä olevia laajempia korjausmenetelmiä sekä detalji-kohtaisia korjaustapoja.

Opinnäytetyön laatimisen yhteydessä kävi ilmi, että alalla olisi tarvetta laajalaisemmalle ja avoimemmalle keskustelulle. Tutkimusaineiston kerääminen osoittautui opinnäytetyön haastavimmaksi osuudeksi. Yleisellä tasolla keskusteluissa kävi ilmi, että aihe on ajankohtainen ja vaurioituneita kohteita kyllä on. Kuitenkin todellisten kohteiden nimeämisessä eri osapuolet olivat hyvin varovaisia. Opinnäytetyön tekijän toimenkuva korjausrakentamisen alalla toimivassa insinööritoimistossa varmasti vaikutti osaltaan avoimuuden puuttumiseen. Usealta suunnalta luvattiin palata asiaan, mutta lukuisien kyselyidenkin jälkeen kohteet jäivät saamatta.

Tutkimusaineistoksi onnistuttiin keräämään riittävä määrä kohteita lähes kaikkiin mukana olleisiin kuuteen rakennetyyppiin. Ainoastaan paksurappaus-eristejärjestelmillä toteutetut kohteet uudisrakentamisessa jäivät puuttumaan. Tutkimuksessa mukana olleiden kohteiden määrä on tilastollisessa merkityksessä vähäinen. Kohteita ei ole eritelty sijainnin maastoluokkien, korkeuden tai muiden rasitustekijöiden mukaisesti.

Tutkimuksen tuloksista ei voida vetää liian pitkälle meneviä johtopäätöksiä eri rakennustyyppien välillä.

Tutkimuksen aikana käydyissä keskusteluissa selvisi korjausmenetelmille olevan todellista tarvetta. Eristerappausjärjestelmiä on käytetty 2000-luvulla runsaasti niin korjaus-, kuin uudiskohteissakin, joten on selvää, että myös korjattavaa ilmenee. Kaikkia rakentamisessa ja rakennusten käytössä mukana olevia osapuolia on kuitenkin yllättänyt paikoin hyvinkin nopeasti, jo muutaman vuoden käyttöön kuluessa esiintyvät vauriot.

Eriesterappausjärjestelmät ovat kehittyneet ensimmäisistä järjestelmistä. Alkuaikojen virheistä ja puutteellisista toteutuksista on otettu opiksi. Muuttuva ilmasto asettaa tulevaisuudessa omat haasteensa, järjestelmien tutkimista sekä kehittämistä entistä vakaaisemmaksi on jatkettava. Työmaatoteutuksissa erityishuomioita on kiinnitettävä riskialtteimpien liittymien työjärjestykseen. Yleisesti käytössä olevien toteutustapojen on oltava sellaisia, että onnistunut toteutus ei vaadi äärimmäistä tarkkuutta ja optimiolosuhteita.

Mineraalivilla-alustalle asennetuissa ohutrappausjärjestelmissä havaittiin halkeilun ja pakkasrapautumisen välillä yhteys korjauskohteissa. Lähes kaikissa korjauskohteissa, joissa todettiin halkeilua, todettiin myös pakkasrapautumista. Ohutrapattujen mineraalivilla-alustaisen uudiskohteiden osalta halkeilun ei todettu aiheuttaneen näin suoraa yhteyttä pakkasrapautumiseen. Tutkimuksessa mukana olleet korjauskohteet olivat keskimääräiseltä iältään kolme vuotta uudiskohteita vanhempia, joka osaltaan selittää runsaampaa pakkasrapautumista: vaurioitumiselle on ollut pidempi aika. Keskimääräisen kolmen vuoden aikana myös käytettävät laasti- ja pinnoitetuotteet sekä toteutusdetaljit ovat voineet kehittyä. Pakkasrapautumista havaittiin yleisesti halkeamien välittömässä läheisyydessä, mutta myös halkeamien kohdalla alempana julkisivuissa. Mineraalivillan huokoisuuden mahdollistama painovoimainen veden valuminen ja kosteuden kerääntyminen varsinkin ensimmäisten järjestelmien umpinaisiin sokkeliliittymiin selittää osan vaurioista.

Ohutrappausjärjestelmällä EPS-alustalle toteutetuissa kohteissa todettiin merkittävästi vähemmän pakkasrapautumista verrattuna mineraalivilla-alustalle toteutettuihin kohteisiin. EPS-alustalle toteutetut korjauskohteet olivat keskimäärin vuodelta 2004, eli toteutusajankohta ei pelkästään selitä eroa. Puolestaan EPS-alustalle toteutettuja uudiskohteita saatiin tutkimukseen vain kaksi, tutkimuksen merkitys näiltä osin vähäinen. Mo-

lemmissä kohteissa todettiin halkeilua, ei pakkasrapautumaa. Ohutrappausjärjestelmissä EPS-alustalle todettiin kolmessa kohteessa levyjaon mukaista halkeilua. Erityisesti alkuaikojen järjestelmien alustana käytetyissä levyissä on ollut selkeä jälkikutistumisongelma. Uudemmissa kohteissa ongelmaa ei enää ole yleisesti havaittu. Toinen syy saumakohtien vaurioitumiselle on eristeiden asennuksen työvirhe, eristelevyjen väleihin on jäänyt rakoja. Eristeen tiiveys kohdistaa kosteuden korostetusti saumakohdille rappauksen sisäpintaan.

Detaljiikassa tai muussa toteutuksessa ei EPS- ja mineraalivilla-alustalle toteutettujen kohteiden osalta havaittu merkittäviä eroavaisuuksia.

Tutkimuksessa mukana olleissa paksurappauskohteissa vaurioitumista havaittiin vähemmän kuin ohutrappauksissa. Vauriot ovat tyypiltään hieman erilaisia, perinteisempää kolmikerrosrappauksen vaurioitumista. Pääasiallisena vaurioitumisena tutkimuskohteissa todettiin esteettisiä haittoja ja pinnoitevaurioita. Rappauksen halkeilua havaittiin hieman alle puolessa kohteista, pakkasrapautumista vain reilussa kymmenessä prosentissa. Halkeilun ja pakkasrapautumisen välillä yhteys poikkesi merkittävästi ohutrappaus-eristejärjestelmistä mineraalivilla-alustalle korjauskohteissa.

Eristerapattujen julkisivujen korjausmenetelmät ovat kehittymässä järjestelmällisemmäksi. Voimakkaan eristerappausjärjestelmien käytön vuoksi myös korjaamiselle on ilmennyt selkeää tarvetta. 2000-luvun alkupuolella toteutetut kohteet ovat saavuttamassa teknisen käyttöiän kannalta ensimmäisen huoltokunnostusvaiheen. Lisäksi eristerappausjärjestelmien runsas käyttö betonivalmisosapohjaisessa uudisrakentamisessa on lisännyt korjaustarvetta merkittävästi.

Lisätutkimuksia vaatii myös elastisten saumausten soveltuvuus silikonihartsipohjaisille pinnoitteille. Kemiaallinen yhteensopivuus on heikko. Opinnäytetyön laatimisen aikana käydyissä keskusteluissa ilmeni, että erään materiaalivalmistajan säärasituskokeessa yksikään testissä mukana ollut elastinen tiivistysmassatuote ei ole 100 syklin jälkeen hyväkuntoinen. Työmaalla valitettavan usein puutteellisesti suunniteltuja tai toteutettuja liittymiä joudutaan tiivistämään elastisilla saumauksilla.

Viime aikoina erityisesti uudiskohteissa jo lyhyellä aikavälillä valmistumisen jälkeen on havaittu ohutrappauksen vaurioitumista vaakasaumojen kohdilla. Vaakasaumojen tiiveys ohuella villasullonnalla on selkeästi huonompi kuin aiemmin polyuretaanivaah-

dolla. Lamellivillaan verrattuna villasullonta voi olla huomattavasti epätiiviimpi. Yhdistettynä puutteellisiin saumavaluihin ja sisäpuolen paksuihin tasoitekerrokseen kosteusrasitus vaakasaumojen kohdille voi olla huomattava. Vaakasaumaliittymiä tulisikin tutkia lisää.

Ohutrappausten vikasietoisuus on matala. Ohuen rappauskerroksen altistuminen runsaalle kosteusrasitukselle Suomen olosuhteissa voi täyttää huokosrakenteen vedellä, jolloin pakkasrapautumista pääsee tapahtumaan. Tiiviit, vettä hylkivät pinnoitteet edesauttavat veden ohjautumista ohutrappaukseen jo syntyneisiin vauriokohtiin. Oman haasteensa tekee modernien laastien koostumus. Erilaisten kuitujen ja lisäaineiden käyttö vaikeuttaa laboratoriossa tehtävien ohuthietutkimusten tulkintaa.

Joissakin ohutrappatuissa kohteissa heräsi kysymys ohutrappauksen todellisesta vedenpitävyydestä. Vaurioita oli nähtävissä, mutta selkeästi puutteellisia liittymiä ei välttämättä todettu, jotka olisivat selittäneet runsaan veden pääsyn rakenteeseen. Osassa järjestelmiä vedenpitävyys perustuu pinnoitteen ja pohjusteen yhteistoimintana, osassa pelkästään pinnoitteeseen. Työvirheen mahdollisuus korostuu erityisesti jälkimmäisessä, kun tiiveys on ainoastaan yhden pinnoitekerran varassa. Olisikin mielenkiintoista laatia laboratoriotutkimus todellisista kohteista irrotettujen koekappaleiden vedenpitävyydestä. Järjestelmissä, joissa pohjute vaaditaan, tulisi pohjusteen olla eri värinen verkotuslaastiin sekä varsinaiseen pinnoitteeseen nähden.

Paksurappauskohteissa vikasietoisuus erityisesti perinteisemmillä pinnoitteilla toteutettuna on korkeampi verrattuna ohutrappaukseen. Paksurappauksen kapillaarisuus vettä läpäisevällä pinnoitteella vähentää vesikalvon muodostumista, eikä kosteusrasitus kohdistu niin suoraan epätiiveyskohtiin. Toisaalta paksurappatuilla, kalkkisementtilaasteilla toteutetuilla julkisivuilla rakenteeseen tiivistyvän kosteuden määrä laskennallisesti tarkasteltuna on suurempi kuin ohutrappauksilla.

Eristerapattuja julkisivuja asennetaan tänä päivänä uudisrakentamisessa erityisesti betonivalmisapohjaisena. Elementtitehtaan ja kohteessa toteutettavaa työnjakoa on tutkimuksen perusteella vielä syytä pohtia. Erityisesti elementtien vaakasaumojen liittymissä työmaalla toteutettavaa työmäärää voisi harkita lisättäväksi. Lisääntyvä nostintyö on työturvallisuuden ja kustannusten kannalta askel taaksepäin, mutta nykyisin valitettavan useassa kohteessa jo muutaman vuoden kuluttua valmistumisesta toteutettavat massiiviset jälkikorjaukset tehdään nostintyönä.

Huolellisella suunnittelulla ja toteutuksella eristerapattujen julkisivujen käyttöikä voidaan saada nykyisin toteutuvaa pidemmäksi. Onnistuneen toteutuksen jälkeen eristerapattujen julkisivujen, kuten ei mitään muitakaan julkisivurakenteita, voi unohtaa seuraavaksi kahdeksikymmeneksi vuodeksi. Yhtenäistämällä eristerapattujen julkisivujen huolto- ja kunnossapito-ohjeistuksia voidaan välttyä ennenaikaisilta suuremman korjausasteen toimenpiteiltä. Vuosittaiset tarkastukset, liittymien ja liikuntasaumojen kunnostukset sekä tarvittaessa tehtävät pinnoituskorjaukset jatkavat eristerapattujen julkisivujen käyttöikää. Tulevaisuudessa käyttöikäodotuksista sekä erityisesti niiden täyttymisestä voitaneen laatia oma tutkimuksensa.

Tämän työn aikana heräsi esiin useita jatkotutkimustarpeita. Erityisesti uudisrakentamisen kohteissa arkkitehtuuri asettaa haasteita eristerappausjärjestelmien toiminnalle. Aukkojen aiempaa vapaamman sijoittelun ja erityyppisten julkisivuverhoiluiden runsaan käytön johdosta eristerappausjärjestelmiltä vaaditaan muuntautumiskykyä. Erilaisia liitostapoja tulee kehittää ja tutkia. Nykyisin runsaasti käytetyt elastiset, erityisesti polyuretaanipohjaiset saumamassat on todettu soveltuvan huonosti varsinkin hyvän vesitiiveyden omaavien pinnoitteiden kanssa.

Aukkojen vapaampi sijoittelu aiheuttaa rappauskenttiin poikkeavia pakkovoimia. Erityisesti kapeat kannakset on käytännössä todettu herkästi vaurioituvaksi. Lämpö- ja kosteusliikkeistä aiheutuvat pakkovoimat erilaisissa rappauskentissä voisi olla seuraava laskennallisen ja kokeellisen tutkimuksen aihe.

Suomessa on käytössä tutkimuksessa saatujen tietojen perusteella vasta kaksi erilaista peittävää korjausmenetelmää. Materiaalivalmistajien selvityksissä eri maiden organisaatioista selvisi, että peittäviä korjausmenetelmiä on käytetty erityisesti Saksassa jo pidemmän aikaa. Näiden menetelmien soveltuvuutta olisi syytä tutkia monipuolisesti ennen Suomen markkinoille tuomista. Korjaustarve vaatii tulevana vuosina myös peittävien menetelmien laajempaa käyttöönottoa. Rakenteeseen jo vaurioitumisen aikana kertyneen sekä edelleen käytön aikana päätyvän kosteuden poistuminen tulee varmistaa.

Peittävänä korjausmenetelmänä Suomessa on myös haastatteluiden perusteella käytetty suoraan olemassa olevan ohutrappaus-eristejärjestelmän päälle uuden ohutrappausjärjestelmän asentamista. Tietävästi tällaista menetelmää ei ole tutkittu. Kysy-

myksiä herättävät ainakin uuden verkotuslaastin tartunta pinnoitteen päälle, järjestelmän suosituksia paksumpi kerrospaksuus sekä kosteustekninen toiminta.

Lähteet

Alsecco Prewis II. Verkkodokumentti. Narmapinnoitus Oy.
<http://alseccofinland.fi/documents/esitteet/alseccoPrewisII.pdf> luettu 25.4.2020.

Alsecco Rappausjärjestelmät Järjestelmän tuotteet. Verkkodokumentti. Narmapinnoitus Oy. <http://alseccofinland.fi/documents/alseccotuotteet.pdf> luettu 26.4.2020

Eriste- ja levyrappaukset, Verkkodokumentti. Kivitaloinfo.fi
<https://kivitaloinfo.fi/rappaus/eriste-ja-levyrappaukset/>, luettu 24.4.2020

ETAG 004. Guideline for European Technical Approval of External Thermal Insulation Composite Systems (ETICS) with Rendering. 2013. European Organisation for Technical Approvals EOTA, Brussels, 143 s.

Fescoterm paksurappaus-eristejärjestelmä. Verkkodokumentti. Fescon Oy.
<https://www.fescon.fi/Download/22174/16.4%20FESCOTERM%20PAKSURAPPAUS%20ERISTEJ%C3%84RJESTELM%C3%84%208.6.2015.pdf> luettu 26.4.2020

Finngard Paksurappausjärjestelmä. Tikkurila Oyj.
https://www.tikkurila.fi/files/68767/Finngard_Paksurappausjarjestelma_mallityoselostus.pdf

Julkisivuyhdistys ry. 2019a. Verkkodokumentti.
<https://julkisivuyhdistys.fi/uutishuone/ajankohtaista/ervaku-hankkeen-tutkimus-eristerappausjarjestelmien-vauriomekanismeista-ja-kuntotutkimusmenetelmista-valmis/> luettu 23.4.2020

Julkisivuyhdistys ry. 2019b. Eristerappausjärjestelmien kuntotutkimusohje. Verkkodokumentti. https://julkisivuyhdistys.fi/wp-content/uploads/2019/12/Eristerappausjarjestelmien_kuntotutkimusohje_2.pdf luettu 29.4.2020

Lahdensivu, J. & Annala, P. 2016. Keskeisiä eristerappauksen suunnittelussa ja toteutuksessa huomioonotettavia asioita. Verkkodokumentti
<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK150203.pdf> luettu 29.4.2020

Lemberg, A-M. 2019. Eristerappausjärjestelmien vauriomekanismit ja kuntotutkimusmenetelmät, Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto.

Lengsfeld, K. - Krus, M. - Künzeli, Ha. & Künzeli, He. 2015. Assessing the long-term performance of applied external thermal insulation composite systems (ETICS). Fraunhofer IBP. Verkkodokumentti. https://www.ea-etics.eu/files/dokumente-eae/2_ETICS/IBP_Report_Long_term_performance_EN_2017_02_27.pdf

Mattila, J. Ajankohta ei tiedossa. Rakenteiden lämmöneristyksen parantaminen nostaa rakentajat varpailleen. Rakennustaito, lehden numero ja vuosikerta ei tiedossa.

MonoRoc-eristerappaus, uudisrakentaminen, eristepaksuus 200 mm, 0,17 W/m²K mallityöselostus. Weber Saint-Gobain.

<https://www.fi.weber/mallityöselostukset/mallityöselostukset-julkisivuihin-luettu>
26.4.2020

Mäkitalo, M. 2012. Puurunkoisten ulkoseinien kosteustekninen toimivuus nykyisessä ja tulevaisuuden ilmastossa. Diplomityö Tampereen Teknillinen Yliopisto, Rakennetekniikka,

Mäkiö, E. - Malinen, M. - Neuvonen, P. - Vikström, K. - Mäenpää, R. - Saarenpää, J. & Tähti, E. 2016. Kerrostalot 1960-1975. 2. painos. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Nieminen, J. - Kouhia, I. - Ojanen, T. & Knuuti, A. Kosteusteknisesti toimivia korjauskentämisen periaateratkaisuja. VTT 144, 2013.

Ojanen, T & Salonvaara, M. 2002. Kuivumiskykyiset ja sateenpitävät rakenteet. VTT Tiedotteita 2168.

Perttala, S. 2010. Ohutrappauksen rapautumis- ja halkeiluvauriot mineraalivillaalustalla. Diplomityö. Aalto-Yliopisto.

Piiroinen, J. - Sistonen, E & Huovinen, S. 2003. Kiviainespohjaisten julkisivujen korjausten elinkaari, Teknillisen Korkeakoulun talonrakennustekniikan laboratorion julkaisu 125.

Rakentaminen 2019–2020, Rakennusalan suhdanneryhmä, Valtiovarainministeriön julkaisu – 2019:63.

Rapatut julkisivut korjaustavat – yleiskuvaus. JUKO – ohjeistokansio julkisivukorjaushankkeen läpiviemiseksi, Korjaustapakuvaukset. päivitetty 9/2005. TkL Jukka Lahdensivu Tampereen teknillinen yliopisto, Talonrakennustekniikka

Rapatut julkisivut tummilla väreillä. Verkkodokumentti. Sto Finexter Oy.
https://www.sto.fi/stoventec/media/documents/ventec_forever/Rapatut_julkisivut_tummiilla_vareilla_FI_2016_ver2.pdf luettu 26.4.2020

ROTI, Rakennetun omaisuuden tila 2019. Verkkodokumentti.
https://www.ril.fi/media/2019/roti/roti_2019_raportti.pdf luettu 20.4.2020

Ruosteenoja, K. - Jylhä, K. - Mäkelä, H. - Hyvönen, R -, Pirinen, P. & Lehtonen, I. 2013. Raportteja 2013:1 Rakennusfysiikan ilmastollisten testivuosiensa sääaineistot nykyisessä ilmastossa ja arviot tulevaisuuden muutoksista, REFI-B-hankkeen tuloksia. Ilmatieteen laitos 2013.

SerpoMin-eristerappaus. Verkkodokumentti Weber Saint-Gobain Oy.
<https://www.fi.weber/files/fi/2019-05/SerpoMin-eristerappaus-ratkaisukortti.pdf> luettu
 26.4.2020

SerpoMin-PreFab. Verkkodokumentti. Weber Saint-Gobain Oy.
https://weber.evianet.fi/view.php?evianetid=2&page=index&content_group_id=114&action=phase3&vastaus_id=11631&rakennuskohde=1773&rakennustila=&rakennusosa=6460&alusta=1774&tasaisuusluokka=1834&&jalkikasittely=&rappaustyyppi=10317&tasoitustarve2=1782&rasitusluokka=1832&pintalaatu=1837&anonymous=nobody luettu
 26.4.2020

SerpoRoc-eristerappaus. Verkkodokumentti. Weber Saint-Gobain Oy.
<https://www.fi.weber/files/fi/2019-05/SerpoRoc-eristerappaus-ratkaisukortti.pdf> luettu
 26.4.2020

StoTherm Classic. Verkkodokumentti Sto Finexter Oy.
https://www.sto.fi/fi/tuotteet_jarjestelmat/julkisivut/julkisivujarjestelmat/stotherm-classic.html luettu 26.4.2020

Suomen Betoniyhdistys ry, by 42 Julkisivujen Kuntotutkimusohje 2019, Suomen Betoniyhdistys ry, 2005.

Suomen Betoniyhdistys ry, by 46 Rappauskirja 2005, Suomen Betoniyhdistys ry, 2005.

Suomen Betoniyhdistys ry, by 57 Eriste- ja levyrappaus 2016, Suomen Betoniyhdistys ry, 2016.

Suomen Rakennussaumausyhdistys. 2017. Uusintasaumausohje julkisivuille (2/2017). Verkkodokumentti.
http://www.saumausyhdistys.net/tiedostot/files/UUSINTASAMAUSOHJE_2_2017.pdf luettu 1.11.2019

UV-indeksi kuvaa UV-säteilyn voimakkuutta. Verkkodokumentti. Säteilyturvakeskus.
<https://www.stuk.fi/aiheet/uv-sateily-aurinko-ja-solarium/uv-indeksi-kuvaa-uv-sateilyn-voimakkuutta> luettu 26.4.2020

Valtioneuvoston asetus asbestityön turvallisuudesta 798/2015. Verkkodokumentti.
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150798> luettu 1.11.2019

Vinha, J. - Laukkarinen, A. - Mäkitalo, M. - Nurmi, S. - Huttunen, P. - Pakkanen, T. - Kero, P. - Manelius, E. - Lahdensivu, J. - Köliö, A. - Lähdesmäki, K. - Piironen, J. - Kuhno, V. - Pirinen, M. - Aaltonen, A. - Suonketo, J. - Jokisalo, J. - Teriö, O. - Koskenvesa, A. & Palolahti. T. 2013. Ilmastomuutoksen ja lämmöneristyksen lisäyksen vaikutukset vaipparakenteiden kosteusteknisessä toiminnassa ja rakennusten energiankulutuksessa, Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennustekniikan laitos, Rakennetekniikka.

Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. 2017. 848/2017.

Österholm, T. Julkisivun ohutrappaukset - Tuotannonsuunnittelu ja ohjaus. Opinnäyte-työ. Turun Ammattikorkeakoulu 2019.

Henkilökohtainen kommunikaatio

Anonyymi henkilö 1. Rappaustyönjohtaja. Haastattelu 13.3.2019.

Anonyymi henkilö 2. Elementtitehtaan työnjohtaja. Puhelinhaastattelu 4.4.2020.

Anonyymi henkilö 3. Työnjohtaja, rappausrakoitsija. Haastattelu 9.4.2020.

Anonyymi materiaalivalmistaja 1. Haastattelu ja sähköpostikeskustelu.

Anonyymi materiaalivalmistaja 2. Haastattelu ja sähköpostikeskustelu.

Anonyymi materiaalivalmistaja 3. Sähköpostikeskustelu.

Eskola, A. Vanhempi korjaussuunnittelija, Insinööritoimisto Conditio Oy. Haastattelut opinnäytetyön laatimisen aikana 2018-2020.

Hukka, V-M. 2020. Asbesti- ja haitta-aineasiantuntija. Insinööritoimisto Conditio Oy. Sähköpostikeskustelu 25.4-30.4.2020.

Kujo, M. 2019a. Tuotepäällikkö. Sto Finexter Oy. Sähköpostikeskustelu 9.5.2019-17.10.2019

Kujo, M. 2019b. Tuotepäällikkö. Sto Finexter Oy. Haastattelu 9.5.2019

Kumpulainen, M. 2019a. Myyntipäällikkö. Tikkurila Oyj. Puhelinhaastattelu 30.4.2019.

Kumpulainen, M. 2019b. Myyntipäällikkö. Tikkurila Oyj. Sähköpostikeskustelu 30.4.2019-14.5.2019.

Narmala E. 2018. Narmapinnoitus Oy. Puhelinhaastattelu 31.5.2018.

Neffling, K. Tuotepäällikkö, Fescon Oy. Haastattelu 6/2018.

Nikula, M, 2018. Narmapinnoitus Oy. Sähköpostikeskustelu 5.7.2018-4.9.2018.

Rautanen, T. 2018. Aluepäällikkö. Saint-Gobain Weber Oy Ab. Haastattelu 26.6.2018.

Rautanen, T. 2019. Aluepäällikkö. Saint-Gobain Weber Oy Ab. Haastattelu 6.5.2019.

Ristisuo, J. 2020. Area Manager. Tremco Illbruck Oy. Haastattelu 14.4.2020.

Rouvinen, K. 2018. Kivira Oy. Puhelinhaastattelu 19.4.2018.

Tolppi, T. Tutkija, geologi. Labroc Oy. Sähköpostikeskustelu 24.10.2018-29.4.2020.

Eristerapattujen rakenteiden opinnäytetyöt

*Pakollinen

Kyselylomake tutkimusaineiston keräämiseksi

Tällä kyselytutkimuksella kerätään tutkimusaineistoa eristerapatuista julkisivurakenteista tehtäviä opinnäytetöitä varten. Opinnäytetyöt tehdään Tampereen teknillisessä yliopistossa (Antti-Matti Lemberg, diplomityö) sekä Metropolia Ammattikorkeakoulussa (Matti Eronen, YAMK-opinnäytetyö).

Tutkimusaineistoksi pyydetään ilmoittamaan kohteita, joiden eristerapatuissa julkisivuissa on havaittu ongelmia. Kohteet voivat olla sellaisia, joissa on vasta havaittu vaurioita, vaurioiden korjaamista ollaan suunnittelemassa, tai vaurioita on jo korjattu. Pientalokohteet rajataan tutkimusaineiston ulkopuolelle.

Kaikki kyselylomakkeilla kerätyt tiedot tullaan käsittelemään luottamuksellisesti. Valmiissa opinnäytetöissä ei esitetä yleiskuvia kohteista, ei mainita kohteiden, yritysten tai materiaalien nimiä eikä esitetä mitään tietoa, joiden perusteella tulokset olisivat yksilöitävissä tiettyyn kohteeseen.

Tutkimusaineistoksi toivotaan mahdollisimman paljon kohteita. Opinnäytetöissä kohteet lajitellaan rakennetyyppien perusteella. Tutkimusaineistoksi ilmoitettujen kohteiden määrän perusteella ei arvioida vaurioiden yleisyyttä eri rakennejärjestelmissä.

Vastaukset pyydetään toimittamaan viimeistään perjantaina 18.5.2018. Kyselyä saa jakaa eteenpäin. Sähköinen linkki ei ole henkilökohtainen. Sähköpostivastaukset pyydetään toimittamaan osoitteeseen

**1. Vastaajan nimi, yritys, sähköpostiosoite ja
puhelinnumero ***

**2. Kohteen nimi ja osoite (sekä mahdollinen
yhteyshenkilö) ***

3. *

Merkitse vain yksi soikio riviä kohden.

	Uudiskohde	Korjauskohde
Kohteen tyyppi	☐	☐

4. *

Merkitse vain yksi soikio riviä kohden.

	Korjaustoimenpiteitä tehty	Korjaustoimenpiteitä suunniteltu tehtäväksi	Reklamaatio tehty
Kohteen tilanne	☐	☐	☐

5. Rakennusvuosi

**6. Eristerappaus tehty (mikäli korjauskohde)
vuonna**

7. Eristerappauksen korjaustoimenpiteet tehty (mikäli tehty) vuonna

8. Merkitse vain yksi salkko riviä kohden.

	Ohutrappaus, eps-alusta	Ohutrappaus, mineraalivilla-alusta	Paksurappaus, mineraalivilla-alusta
Eristerappauksen tyyppi	☐	☐	☐

9. Merkitse vain yksi salkko riviä kohden.

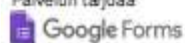
	Betonisandwich- elementti	Eristerappauselementti	Paikalla rakennettu	Ei tiedossa
Alkuperäinen rakenne	☐	☐	☐	☐

10. Merkitse vain yksi salkko riviä kohden.

	Kyllä	Ei	Ei tiedossa
Kuntotutkimus tehty	☐	☐	☐
Korjaussuunnitelmat tehty	☐	☐	☐

11. Lyhyt kuvaus kohteen ongelmista

Palvelun tarjoaa



Eristerapattujen rakenteiden opinnäytetyöt

*Pakollinen

Kyselylomake tutkimusaineiston keräämiseksi

Tällä kyselytutkimuksella kerätään tutkimusaineistoa eristerapatuista julkisivurakenteista tehtäviä opinnäytetöitä varten. Opinnäytetyöt tehdään Tampereen teknillisessä yliopistossa (Antti-Matti Lemberg, diplomityö) sekä Metropolia Ammattikorkeakoulussa (Matti Eronen, YAMK-opinnäytetyö).

Tutkimusaineistoksi pyydetään ilmoittamaan kohteita, joiden eristerapatuissa julkisivuissa on havaittu ongelmia. Kohteet voivat olla sellaisia, joissa on vasta havaittu vaurioita, vaurioiden korjaamista ollaan suunnittelemassa, tai vaurioita on jo korjattu. Pientalokohteet rajataan tutkimusaineiston ulkopuolelle.

Kaikki kyselylomakkeilla kerätyt tiedot tullaan käsittelemään luottamuksellisesti. Valmiissa opinnäytetöissä ei esitetä yleiskuvia kohteista, ei mainita kohteiden, yritysten tai materiaalien nimiä eikä esitetä muitakaan tietoja, joiden perusteella tulokset olisivat yksilöitävissä tiettyyn kohteeseen.

Tutkimusaineistoksi toivotaan mahdollisimman paljon kohteita. Opinnäytetöissä kohteet lajitellaan rakennetyyppien perusteella. Tutkimusaineistoksi ilmoitettujen kohteiden määrän perusteella ei arvioida vaurioiden yleisyyttä eri rakennejärjestelmissä.

Vastaukset pyydetään toimittamaan viimeistään perjantaina 10.10.2019. Kyselyä saa jakaa eteenpäin. Sähköinen linkki ei ole henkilökohtainen. Sähköpostivastaukset pyydetään toimittamaan osoitteeseen

eristerapatti@utu.fi

Vastaajan nimi, yritys, sähköpostiosoite ja puhelinnumero *

Oma vastauksesi

Kohteen nimi ja osoite (sekä mahdollinen yhteyshenkilö) *

Oma vastauksesi

*

Uudiskohde

Korjauskohde

Kohteen tyyppi



*

	Korjaustoimenpiteitä tehty	Korjaustoimenpiteitä suunniteltu tehtäväksi	Reklamaatio tehty
Kohteen tilanne	☐	☐	☐

Rakennusvuosi

Oma vastauksesi

Eristerappaus tehty (mikäli korjauskohde) vuonna

Oma vastauksesi

Eristerappauksen korjaustoimenpiteet tehty (mikäli tehty) vuonna

Oma vastauksesi

	Ohutrappaus, eps- alusta	Ohutrappaus, mineraalivilla-alusta	Paksurappaus, mineraalivilla-alusta
Eristerappauksen tyyppi	☐	☐	☐

	Betonisandwich- elementti	Eristerappauselementti	Paikalla rakennettu	Ei tiedossa
Alkuperäinen rakenne	☐	☐	☐	☐

	Kyllä	Ei	Ei tiedossa
Kuntotutkimus tehty	☐	☐	☐
Korjaussuunnitelmat tehty	☐	☐	☐

Lyhyt kuvaus kohteen ongelmista

Oma vastauksesi

Lähetä