



# OHUTRAPPAAUS-ERISTEJÄRJESTELMÄN KORJAUSMENETELMÄT

Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö  
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri (AMK)  
kevät 2024  
Mikhail Tsvetkov

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri (AMK)

Tekijä Mikhail Tcvetkov

Työn nimi Ohutrappaus-eristejärjestelmän korjausmenetelmät

Ohjaaja Mika Kärri (HAMK), Markku Penttinen (YIT)

Tiivistelmä

Vuosi 2024

---

Tämän tutkimuksen taustana oli kasvava määrä julkisivujen ohutrappauskorjaustarpeita sekä vaihtelevasti onnistuneita toteutettuja korjauksia. YIT Suomi Oy antoi toimeksiannon tutkia nykytilannetta, analysoida ja mahdollisesti löytää korjaustapojen parantamisvaaraa. Tutkimuksen perustana valittiin ja sovellettiin tutkimuksen perustejärjestelmää, jonka mukaan analysoitiin useampi ohutrappauskorjausta kaipaava tai korjauksen alla oleva kohde.

Tutkimuksella tuotiin esiin järjestelmällisiä haasteita korjaustyömailla. Määritellyt pulmat ovat sen verran laajoja, että ne periaatteessa saattaisivat edellyttää erillistä tutkimusta. Tutkimuksessa yksilöitiin myös pienikokoiset ohutrappauksen ja sen korjausvirheiden yksityiskohdat. Näille on ehdotettu korjausparantamisen ratkaisuja, jotka perustuvat korjauksen parissa työskentelevien ammattilaisten kokemukseen. Ratkaisut kantavat enemmän käytännöllistä luonnetta, kuten sen, miten joitakin rakenneliittymiä voisi vaihtoehtoisesti järjestää tai miten varmistua samojen virheiden välttämisestä.

Tähän tutkimukseen tutustuminen voisi olla hyödyllistä rakennesuunnittelijoille, korjaustöiden työnohtajille omien pohdintojensa ja työntekijöidensä perehdyttämiseksi. Lisäksi se voisi olla hyödyllinen itse työntekijöille, jos he sattuisivat lukemaan sen.

Avainsanat kosteusvauriot, kuntotutkimus, rakennesuunnittelu, rakennusvirheet, rappaus, saumat ja liitokset

Sivut 52 sivua

Construction and Civil Engineering, Bachelor of Engineering  
Author Mikhail Tsvetkov  
Subject Repair Methods for Thin Coat Rendering  
Supervisors Mika Kärri (HAMK), Markku Penttinen (YIT)

---

Abstract  
Year 2024

The background for this research was a growing number of elevations thin coat rendering repair needs and variably successfully executed reparations. YIT Suomi Oy commissioned an investigation to examine the current situation, analyze, and possibly identify areas for improvement in repair methods. A foundational system for the research was contemplated and selected. Following this system, several targets requiring thin coat rendering repairs or currently undergoing reparation were analyzed.

The research brought to light challenging issues in the target construction sites. The identified problems are extensive enough that they could theoretically benefit from a separate research endeavor. The research also pinpointed the specific characteristics of small-scale thin coat rendering areas and their reparational errors. Solutions for improvement have been proposed for these issues, relying on the experience of professionals working in the field of reparations. The solutions are more practical in nature, such as how some structural details could be alternatively organized or how to ensure the avoidance of the same errors again.

Familiarizing oneself with this research could be beneficial for structural designers, repair work supervisors for themselves and training for their employees. Additionally, it could be useful for the workers themselves.

Keywords moisture damages, condition survey, structural design, construction defects, plastering, joints

Pages 52 pages



# Sisällys

1	Johdanto .....	1
2	Rappauksen historia Suomessa.....	2
2.1	Rappauksen funktio .....	2
2.2	Rappauksen koostumus.....	2
2.3	Ohutrappaus .....	3
3	Ohutrappaus-eristejärjestelmän vauriotyypit ja vaurioitumismekanismit .....	4
3.1	Pakkovoimien aiheuttama halkeilu .....	6
3.1.1	Rappauskerrospaksuuden vaihtelut.....	6
3.1.2	Rappausverkon sijainnit.....	10
3.1.3	Kannakset .....	12
3.2	Pakkasrapautuminen .....	14
3.3	Muut rapautumalajit .....	20
3.4	Tartunnan heikkeneminen.....	22
3.5	Pinnoitteiden ja maalien haurastuminen, sekä julkisivujen likaantuminen. ..	23
3.6	Ihmisten ja eläinten aiheuttamat vauriot .....	24
3.7	Härme .....	26
3.8	Vaurioiden nimeäminen, sen tulkintavaara ja osiksi pilkonta .....	27
4	Rappauskorjauksen periaatteet ja pääpiirteet .....	28
5	Korjaustarpeet tutkittavissa kohteissa .....	29
6	Korjauksen kulku.....	30
6.1	Syventävä tutkimus ja korjausprosessisuunnittelu.....	31
6.2	Liittymien käsittely .....	31
6.2.1	Ikkunavesipellit .....	31
6.2.2	Rappauksen liitokset räystäään ja käännettyyn vesikattoon .....	36
6.2.3	Liikuntasaumamat ja sokkeliliitokset .....	41
6.2.4	Erikoismuodot ja -pinnat .....	46
6.2.5	Muut liitokset, talovarusteet, ja suunnitteluvirheet .....	48
6.2.6	Laadunvarmistus ja johdottamisvaikeus korjauskohteissa .....	50
7	Pohdinta.....	51
	Lähteet .....	52

## Kuvat

Kuva 1. Ohut eristerappaus havainnekuva (Saint-Gobain Weber, n.d.) .....	4
Kuva 2. Rakenteen vaurioituminen on kolmen tekijän summa (Lemberg, 2019, s. 3)....	5
Kuva 3. Kohde 3, näytteenotto (YIT Suomi Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2023).....	7
Kuva 4. Kohde 3, näytteen poikkileikkaus. (YIT Suomi Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2023) .....	7
Kuva 5. Kohde 1, näyte 3, sivunäkymä (Narmapinnoitus Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2023) .....	9
Kuva 6. Kohde 2, näytteenottopaikka, halkeamia (Narmapinnoitus Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2023).....	9
Kuva 7. Kohde 2, rappauserosvahvuus on pieni - noin 3 mm (Narmapinnoitus Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2023) .....	10
Kuva 8. Kohde 3 (YIT Suomi Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2023) .....	12
Kuva 9. Kohde 3. (YIT Suomi Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2023) .....	13
Kuva 10. Kohde 2. ....	13
Kuva 11. Kohde 3. (YIT Suomi Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2023) .....	14
Kuva 12. Kohde 3 (YIT Suomi Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2023) .....	15
Kuva 13. Kohde 3. (YIT Suomi Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2023) .....	16
Kuva 14. Kohde 1. ....	16
Kuva 15. Kohde 1 .....	17
Kuva 16. Kohde 3. Sokkeliliitos jäi varsin kesken ja rappauspäädylle ei tehty juurikaan pinnoitusta tai muu päätyratkaisua.....	18

Kuva 17. Kohde 1. Yleisin puute on ikkunavesipeltiylösnostojen muoto ja nurkkien epätiivetyys (Narmapinnoitus Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2023) .....	18
Kuva 18. Kohde 1. Sokkeli-rappausliitos suunniteltu käytännössä kiinni maaperästä .	19
Kuva 19. Epälooginen liitosviritelmä.....	19
Kuva 20. Kohde 1 .....	20
Kuva 21. Kohde 1. ....	21
Kuva 22. Kohde 1. ....	21
Kuva 23. Kohde 1 (Narmapinnoitus Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2023) .....	23
Kuva 24. sivullinen havainto julkisivun likaantumisesta .....	24
Kuva 25. Kohde 3, pistevaurio .....	25
Kuva 26. Kohde 3, ulkokulman hiertymä.....	25
Kuva 27. Kohde 3, härme oven yläsmyyggissä.....	27
Kuva 28. (Suomen betoniyhdistys ry, 2016, s.49) .....	32
Kuva 29. (Narmapinnoitus, n.d.) .....	33
Kuva 30. Kohde 2 .....	35
Kuva 31. Kohde 3 .....	35
Kuva 32. Kohde 2. ....	36
Kuva 33. Kohde 2 (Narmapinnoitus Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2023).....	36
Kuva 34. Kohde 2 (Narmapinnoitus Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2023) .....	37
Kuva 35. Kohde 3 (YIT Suomi Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2023) .....	38

Kuva 36 Vedeneristyksen liittyminen seinäpintaan (Kattoliito ry, 2022, s.55) .....	39
Kuva 37. Kohde 3, korjausehdotus (YIT Suomi Oy, J. Panu, henkilökotainen tiedonanto n. d.) .....	39
Kuva 38. Nimeämätön kohde. Rappauksen pääty räystäspellin käsittelemätön, näky silikonimassan purseet, pelti irvistelee .....	40
Kuva 39. Nimeämätön kohde. Räystäspelti ei ulotu rappauspinnalta. ....	40
Kuva 40. Liikuntasauama, värikorostus MT (Suomen betoniyhdistys ry, 2016, s.44) ....	41
Kuva 41. Sokkelin tippanokka, värikorostus MT (Suomen betoniyhdistys ry, 2016, s. 45) .....	41
Kuva 42. massasauma, periaatteellinen poikkileikkaus, värillä korostus - MT (Tremco CGP Europe, n. d.).....	42
Kuva 43. saumatiivistys massalla, kun sauman toinen puoli koostuu eriluonteisista materiaaleista, värillä korostus - MT (Suomen betoniyhdistys, 2016, s.45) .....	42
Kuva 44. Sauman tuuletuskotelokappale .....	44
Kuva 45. Kohde 1.sokkelisauman toteutus (virheellinen) .....	45
Kuva 46. Kohde 2. ....	48
Kuva 47. versus kuva 24, s. 23 .....	50

## Taulukot

Taulukko 1. Kohde 3, nuolella merkattu kyseisen näytteen kerrosvahvuuden vaihtelu. (YIT Suomi Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2023).....	8
Taulukko 2. Kohde 1, paksuusvahvuusvaihtelu. (Narmapinnoitus Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2023).....	8



Taulukko 3. Kohde 2 (YIT Suomi Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2023).....	11
Taulukko 4. Kohde 1. (Narmapinnoitus Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2023).....	11
Taulukko 5. Kohde 2. (YIT Suomi Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2023).....	11

# 1 Johdanto

Viime aikoina on noussut esiin ohutrappausjulkisivujen korjaustarve. Tämä tarve johtuu paitsi niiden ikääntymisestä myös omien empiiristen havaintojeni valossa suunnittelu- ja tuotantovirheistä. Tällaisia virheitä kertyy viimeaikaisen korjauskokemuksen myötä melko runsaasti. Erityisesti huolta herättää ohutrappaus eristevillan päälle.

Tämän työn tavoitteena on perehtyä rappauksen vauriotyyppien erityispiirteisiin ja sitä kautta korjausmenetelmien erityispiirteisiin. Käsitellään korjausmenetelmien soveltuvuutta yksittäisiin tilanteisiin ja korjaustarpeeseen liittyvää laajuutta. Pohditaan myös yleisesti käytettyjen menetelmien toimivuutta ja tehokkuutta. Tavoitteena on tältä osin parantaa korjaustöiden laadunvarmistusta ja valvonta.

Opinnäytetyön tutkimuksellinen osuus toteutetaan analysoimalla tuoreempia kuntotutkimusraportteja kolmesta ohutrappaus-eristejärjestelmäkohteesta ja seuraamalla niiden korjauskäyntejä. Tutkimuksen aikana haastatellaan asiaan liittyviä henkilöitä.

Kautta korjausurakoitsijoita saatiin käyttöön korjausta vaativien asuinkerrostalojen kuntotutkimusraportit, sekä luvan seurata korjauksensa etenemistä. Kaikki kohteet sijaitsevat Uudella maalla, pääkaupunkiseudulla. Viitauksien selkeyden vuoksi numeroidaan ne kohteet.

- Kohde 1 on vuonna 2016 valmistunut asuinkerrostalo, jonka julkisivut pääosin rapattu villaeristeen päälle. Julkisivurappauksissa on havaittu vaurioita. Rakenteiden kenttätutkimukset tehtiin toukokuussa 2023. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää rapattujen julkisivujen kunto, korjaustarve ja korjausten kiireellisyys.
- Kohde 2 on kahdesta kerrostalosta koostuva rakennuskokonaisuus (samoin, asuntoyhtiö) talot valmistettiin vuonna 2012. Talot ovat neljäkerroksisia, seinärakenteensa on teräsbetonielementti, jonka pintaverhouksena pääosin ohuteristerappaus. Kenttätutkimukset ovat suoritettutoukokuussa 2020.
- Kohde 3 on vuonna 2013 rakennettu asuinkerrostalo. Sen julkisivut ovat pinnoitettu ohutrappauksella. Tarkastuksen tarkoituksena oli selvittää julkisivujen ja julkisivujen liittymärakenteiden kuntoa ja mahdollisia korjaustarpeita liittyen mahdollisiin perustajaurakoitsijan vastuulle kuuluviin asioihin sekä taloyhtiön huoltotoimenpiteisiin. Tutkimuksen ajankohta on joulukuu 2021.

Minkään kohteen julkisivuille ei ole lähtötietojen perusteella tehty aiempia laajempia korjaushankkeita.

## **2 Rappauksen historia Suomessa**

Rappauksen historia Suomessa ulottuu keskiajalle, kun se alkoi ilmestyä rakennusten pintoihin. Keskiaikaisissa linnoissa ja kirkoissa rappaus oli jo käytössä, ja ne ovat esimerkkejä varhaisista rappauspinnoista Suomessa.

Rappauksen alkuperäinen tarkoitus oli sekä suojaava että koristeellinen, ja se toimi suojana sääolosuhteilta ja tarjosi mahdollisuuden koristella rakennusten julkisivuja. Yleisesti sanottuna rappauksen kehitys Suomessa keskiajalta lähtien seurasi Euroopan rakennushistorian kehitystä.

### **2.1 Rappauksen funktio**

Tärkein tarkoitus rappauksen käytössä on suojata erilaisia rakenteellisia pintoja, kuten muurattuja tai ladottuja rakenteita, sään vaikutuksilta. Nämä pinnat ja niiden kehitys ovat osa tämän työn kiinnostusta.

Toissijainen tarkoitus on palvella esteettisiä vaatimuksia, mutta niitä ei tarkastella tässä tutkimuksessa. Esteettiset näkökohdat voivat liittyä arkkitehtonisiin elementteihin, kuten ulokkeisiin ja värien käyttöön. Vaikka eri aikakausina nämä tekijät ovat vaihdelleet, ne eivät ole tämän tutkimuksen keskiössä. (Kivitaloinfo, n.d.)

### **2.2 Rappauksen koostumus**

Ennen 1900-lukua julkisivurappaukset tehtiin yleensä paikallisista raaka-aineista, kuten hiekasta, savesta ja kalkista. Kalkki toimi yleisesti sideaineena. Näiden laastien sideainepitoisuudet ja täyteaineet vaihtelivat. Tuskin niistä on tieteellisiä tutkimuksia, ja jos sellaisia on, ne kuuluvat pikemminkin taiteeseen tai arkeologiaan kuin tuotantoon.

Kalkkilaasteilla oli hyviä ominaisuuksia, kuten hengittävyys ja ympäristöystävällisyys. Ne kuitenkin hengittivät sekä ulos että sisään, mikä tarkoittaa, että ne olivat kosteutta imeviä.

Seuraava askel rappauksen kehittämisessä oli sementin lisääminen laastiin. Tällöin materiaali alkoi olla vedenhylkivää. Myöhemmin 1900-luvun toisella puoliskolla sementti muuttui laastin perusrakenteeksi, ja lisäaineina alettiin käyttää polymeerejä. Lopulta rakennustarvikkeiden tuotanto kehittyi niin, että laastit voitiin valmistaa tehtaissa. Annostelusta tuli tärkeää ja laasteista saatiin tasalaatuisia sekoituksia.

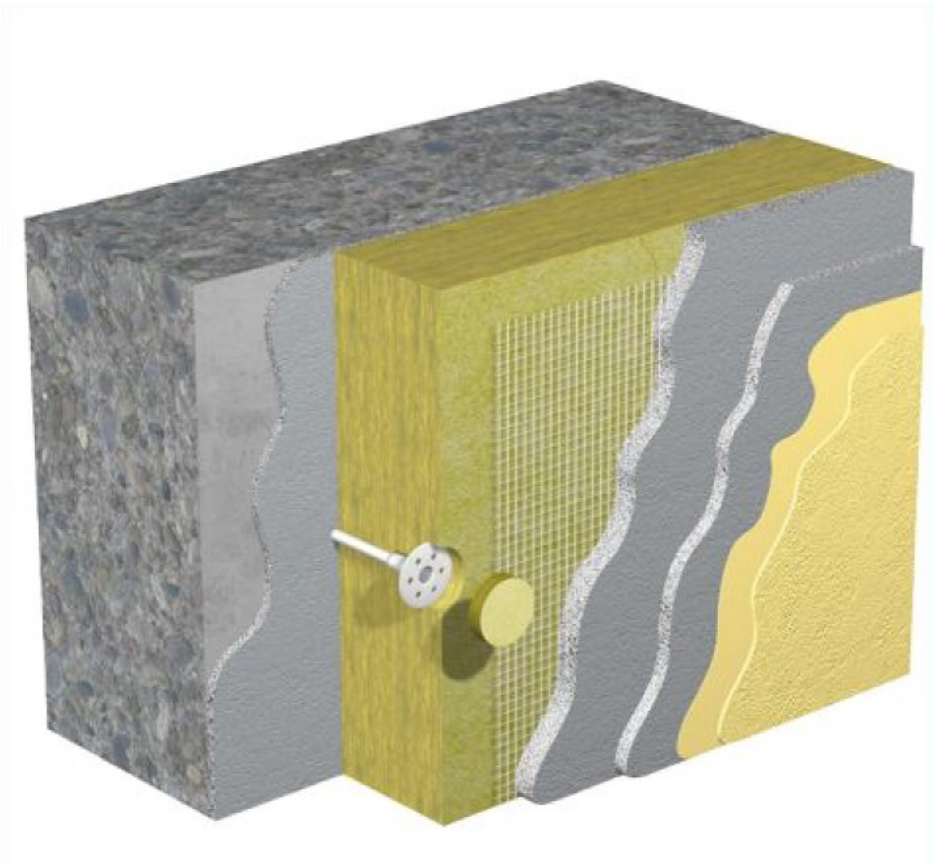
Koskien rappauksien pinnoitusta, alun perin rappauspinnoitemaalit olivat myös kalkkipohjaisia, kuten itse laastitkin. Niiden heikkous oli vähäinen kestävyys. Viime vuosisadan puolivälissä alettiin käyttää orgaanisia maaleja, jotka pian vaihtuivat silikaattipohjaisiin. Silikaattipohjaisten maalien etuna oli hyvä vesihöyryn läpäisevyys ja värien tasaisuus. Ne sopivat hyvin sekä kalkkisementti- että sementtipohjaisiin rappauspinnoihin. Nykypäivänä käytössä ovat keinoharts- ja silikonihartsipinnoitteet. (Kivitaloinfo, n.d.)

## 2.3 Ohutrappaus

Rappauksen perusominaisuuksien edistymisen lisäksi on huomioitava, että ulkoseinä-rakenteet alkoivat kehittyä varsin nopeasti 1900-luvun puolivälistä eteenpäin. Tämän myötä julkisivurappaus alkoi olla osa monimutkaisempia rakennusjärjestelmiä, mikä johti erilaisiin rappauksen alustarakenteisiin ja kerroksellisuuteen. Rappausalustoina säilyivät perinteiset kivialustat, mutta lisäksi otettiin käyttöön levyalustat ja eristealustat. Itse rappaus tuli olla eripaksuista ja voitiin toteuttaa joko yksi- tai monikerroksisena.

Näin lähestytään työn tutkimusaihetta eli ohutrappausta villaeristeen päälle. Ohjejulkaisu BY57 kuvaa ohuteristerappausjärjestelmää seuraavasti: "Ohutrappaus-eristejärjestelmässä rappauskerros muodostaa lämmöneristeiden ulkopintaan suhteellisen taipuisan ja sitkeän yhtenäisen, muovipinnoitetulla lasikuituverkolla lujitetun levyn, joka on kauttaaltaan kiinnitetty liimalaastilla lämmöneristeen ulkopintaan. Ohutrappauksen paksuus on tyypillisesti 5–10 mm" (Suomen Betoniyhdistys ry, 2016, s.10)

Kuva 1. Ohut eristerappaus havainnekuva (Saint-Gobain Weber, n.d.)



Ohutrappaus-eristejärjestelmästä löytyy suomen kielellä aika monta tutkimusta ja tuotanto-ohjeetta. Esimerkiksi, tässä tutkiskelemassa viitataan useasti Alsecco-järjestelmän Suomeen maahantuoajalle Narmapinnoitus Oy:lle ja heidän ohjekortteihin.

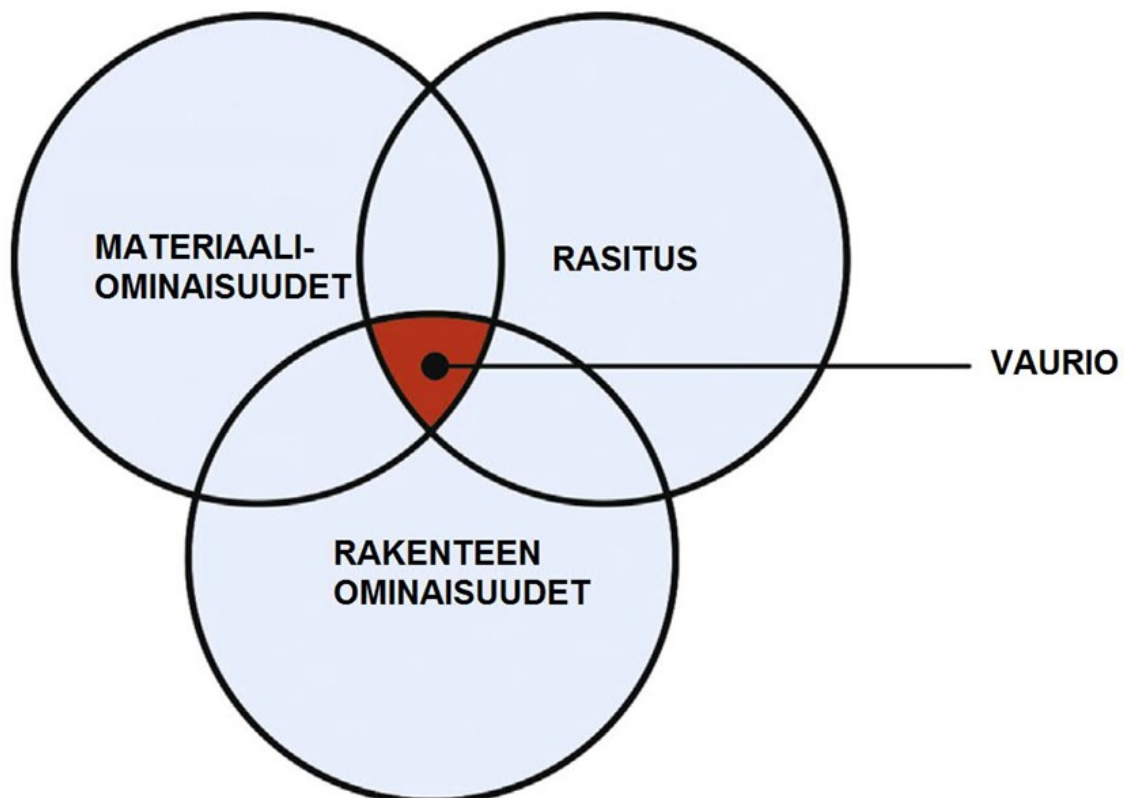
### **3 Ohutrappaus-eristejärjestelmän vauriotyypit ja vaurioitumismekanismit**

Antti-Matti Lembergin ”Eristerappausjärjestelmien vauriomekanismit ja kuntotutkimusmenetelmät” (2019) edustaa merkittävää panosta eristerappauksen vauriomekanismeja käsittelevässä tutkimuskentässä. Tämä tutkimus toimii lähtökohtana omalle työlle, jossa tarkastellaan ja sovelletaan hänen luomaansa luetteloa eristerappausvaurioiden mekanismeista omien esimerkkien valossa.

Lemberg huomauttaa:

Materiaali vaurioituu, jos rasitustaso, materiaaliominaisuudet sekä rakenteen ominaisuudet ovat sellaiset, että ne mahdollistivat vaurion. (kuva 2)  
Materiaaliominaisuudet voivat jäädä puutteelliseksi vääränlaisista työmenetelmistä johtuen. Rakenteen toimivuuspuutteilla on suuri merkitys rasitustasoon, mutta myös rakenteen ominaisuuksiin. Toimivuuspuutteita aiheuttavat suunnittelu ja työvirheet. Eristerappausjärjestelmät voivat vaurioitua monella eri tapaa. Keskeisimpiä vauriotyyppejä ovat rappauksen ja pinnoitteen halkeilu, pakkasrapautuminen, tartunnan heikkeneminen eri rappauskerrosten välillä tai pinnoitteen ja rappauksen välillä. Muita vauriotyyppejä ovat ihmisten ja eläinten aiheuttamat vauriot, kuten graffitit ja mekaanisten iskujen aiheuttamat vauriot, saumausten ja tiivistysten vauriot, kosteus- ja mikrobivauriot, materiaalien vanheneminen ja kemiallinen ja suolojen muodostumisesta aiheutuva rapautuminen. Lisäksi eristerappauksille esteettistä haittaa aiheuttaa julkisivujen likaantuminen, kasvillisuus ja leväkasvustot julkisivupinnoilla, häärme, kirjavuus sekä työnsuorituksessatehdyt virheet. (Lemberg, 2019, s. 51)

Kuva 2. Rakenteen vaurioituminen on kolmen tekijän summa (Lemberg, 2019, s. 3)



### 3.1 Pakkovoimien aiheuttama halkeilu

Pakkovoimien aiheuttamasta halkeilusta Lemberg kertoo aluksi seuraavaa:

Rappaukseen aiheutuu pakkovoimia, kun rappauksen liike on estetty kiinnityksen, liittyvien rakenteiden tai läpivientien ja varusteiden takia. Pakkovoimat aiheuttavat rappaukseen jännityksiä. Niitä voi syntyä muun muassa laastien kutistumisesta, lämpö- ja kosteusliikkeistä ja rappauksen painumisesta (Lahdensivu et al. 2016, s. 25-26). Ohutrappaus-eristejärjestelmissä pakkovoimia aiheutuu rappaukseen myös rappausalustan ja alusrakenteen liikkeistä. Lisäksi listojen ja profiilien lämpöliikkeet aiheuttavat pakkovoimia rappaukseen. Merkittävimpiä pakkovoimia rappaukseen syntyy lämpöliikkeiden takia. Rappaukseen syntyy vetovoimia, kun lämpötila laskee. Vastaavasti lämpötilan noustessa rappaukseen syntyy puristusvoimia. Rappaukseen voi syntyä myös merkittäviä pakkovoimia laastien kutistuessa. Kutistumista voidaan pyrkiä vähentämään jälkihoidolla. (Lemberg, 2019, s.50)

A-M Lemberg (2019, s.51) erittelee pakkovoimahalkeamiset sellaisiin, jotka syntyvät lämpöliikkeistä ja plastiseen halkeamiseen, joka ilmenee tuotannon seurauksena, kun laasti kutistuu kuivuessaan. Tässä tutkimuksen vaiheessa ei ole merkittävää, minkä luontoiset pakkovoimat olisivat. On tärkeä, että semmoinen vika esiintyy ja on yleinen. Halkeilua aiheuttavat voimat, jotka ylittyvät rappauslaastin vetolujuutta. Koko eristerappaus menetelmä on juuri luotu torjumaan niiden voimien vaikutukseen. Jännityspiikkien syntymiseen vaikuttavat erilaiset kohdat, joissa rappauksen ominaisuudet sen kokonaisuudessaan merkittävästi vaihtelevat. Verrataan rappaus tässä tapauksessa, esimerkiksi, ehdollisesti taikinaan. Sen ominaisuudet ovat tasaisia sen koko massalla ja kaikissa suunnissa. Jotta sen rakenne alkaisi hajoa, tarvitse muuttaa sen jotakuta lukemaa. Tällaisena voisi olla geometrinen parametri, esimerkiksi paksuus. Rappauksessa se on paksuuden vaihtelu, voisi olla reikiä - ikkunat, ovet, ohuita mesteja – kannakset pinnassa, esimerkiksi ikkunoiden kapeissa väleissä. Taikina voisi olla epätasaisesti sekoitettu. Tässä tapauksessa on sekä suoranainen analogi, että vahvistusverkon sijainti ja vahvuus. Nämä kaikki heikkoudet sekä viat, jotka liittyvät pakkovoimien vaikutukseen, aika yleisesti esiintyy tutkittavissa kohteissa.

#### 3.1.1 Rappauskerrospaksuuden vaihtelut

Kuvissa 3 ja 4, sekä taulukossa 1 on kaikkein kuvaavin näyte, jossa on havaittavissa merkittävä ero rappauskerroksen vahvuudessa eli paksuuden jyrkkä vaihtelu.

Kuva 3. Kohde 3, näytteenotto (YIT Suomi Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2023)



Kuva 4. Kohde 3, näytteen poikkileikkaus. (YIT Suomi Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2023)





Taulukko 1. Kohde 3, nuolella merkattu kyseisen näytteen kerrosvahvuuden vaihtelu. (YIT Suomi Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2023)

NÄYTETIEDOT:					
Näyte:	Kokonaispaksuus: [mm]	Pinnoite: [mm]	Verkotuslaasti: [mm]	Pohjalaasti: [mm]	Verkon sijainti verkotuslaastin ulkopinnasta: [mm]:
JS1	4,8-34,3	0,3-1,4	2,3-2,7	0,6-30,3	1,0
JS2	4,7-6,8	0,2-2,0	2,6-3,2	0,7-1,9	0,9
JS3	4,5-6,0	0,2-2,3	1,7-2,1	0,7-1,1	0,6-0,8
JS4	7,4-11,7	0,2-0,9	2,0-2,5	3,0-6,7	0,6-1,0
JS5	5,0-12,3	0,1-1,6	1,7-2,2	1,8-9,5	1,0-1,2
JS6	3,9-6,3	0,3-1,6	1,8-2,3	1,1-3,0	1,1-1,3

Halkeaman leveys on näytteessä JS1 alle 0,3 mm. Ohuthienäytteen (JS5) halkeama mitataan ohuthieestä.

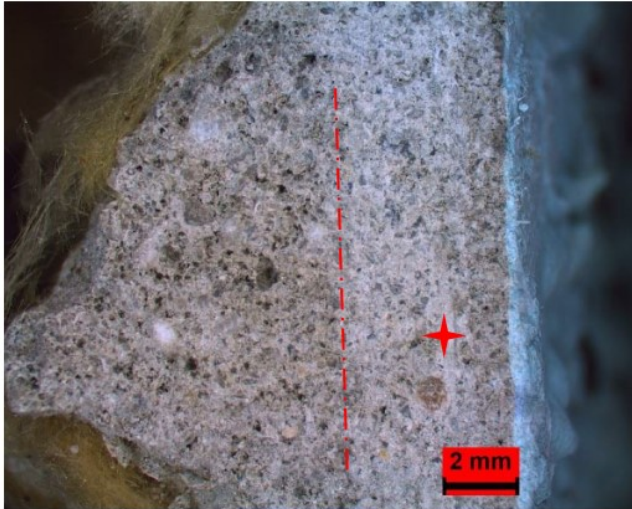
Näyte JS2 on katkennut verkon kohdalta noin 2,0-2,5 mm ulkopinnasta ja näyte JS1 pohjalaastista 6 mm ulkopinnasta.

Muissakin kohteissa esiintyy suunnilleen samaluonteiset vauriot ja näyteenotot niistä näyttävät suunnilleen samoja tuloksia (taulukko 2, kuva 5):

Taulukko 2. Kohde 1, paksuusvahvuusvaihtelu. (Narmapinnoitus Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2023)

Näyte- tunnus	Kokonaispaksuus mm	Pinnoite mm	Verkotuslaasti mm	Pohjalaasti mm		Verkon sijainti verkotus- laastin ulkopinnasta mm	Verkotus- ja pohja- laasti yhteensä
				min	max		
1	7,0 - 16,5	*0,6 + 0,1 - 2,0	3,1 - 4,2	0,5	10,0	1,1 - 1,7	5,0 tai 14,0
2	4,5 - 6,0	0,5 - 2,2	2,2 - 2,5	1,0	2,0	0,8 - 1,1	3,9 - 4,5
3	5,0 - 20,0	0,2 - 1,5	4,0 - 6,0	3,0	15,0	1,0 - 2,0	6,0 tai 12,0
4	7,0 - 9,0	0,2 - 1,5	5,2 - 5,8	0,6	1,8	1,7 - 2,1	6,2 - 7,3

Kuva 5. Kohde 1, näyte 3, sivunäkymä (Narmapinnoitus Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2023)



Tai vaihtoehtona, rappauskerrosvahvuus on liiankin ohut:

Kuva 6. Kohde 2, näytteenottoaikka, halkeamia (Narmapinnoitus Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2023)



Kuva 7. Kohde 2, rappauskerrosvahvuus on pieni - noin 3 mm (Narmapinnoitus Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2023)



Nämä kuvat havainnoivat tilanteita, joissa väistämättömästi syntyy jännityksiä. Harmillisinta on, että kaikki näytteet ovat otettu pinnoista, joissa ei olisi mitään edellytystä poikkeuksiin – tasaisista rappauspinnoista ja mistä lähempiin todellisiin riskikohtiin on vähintään 1 metriä matkaa.

### **3.1.2 Rappausverkon sijainnit**

Rappausverkon oikea sijainti on nykykäsityksen mukaan rappauksen puolen välin ja uloimman kolmanneksen välissä niin ohut- kuin paksurappaus-eristejärjestelmissä. Kun rappausverkko sijaitsee rappauksen ulkopinnan puolella, verkko pienentää rappauksen ulkopinnan venymiä. Vastaavasti verkon sijaitessa rappauksen sisäpinnan puolella verkko kasvattaa ulkopinnan puoleisia venymiä. Tällöin halkeama muodostuu herkemmin ulkopinnan puolelle. (Lemberg, 2019, s.52)

Samat näytteet todistavat rappausverkon sijainnit rappauskerroksen sisällä

Taulukko 3. Kohde 2 (YIT Suomi Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2023)

NÄYTETIEDOT:					
Näyte:	Kokonaispaksuus: [mm]	Pinnoite: [mm]	Verkotuslaasti: [mm]	Pohjalaasti: [mm]	Verkon sijainti verkotuslaastin ulkopinnasta: [mm]:
JS1	4,8-34,3	0,3-1,4	2,3-2,7	0,6-30,3	1,0
JS2	4,7-6,8	0,2-2,0	2,6-3,2	0,7-1,9	0,9
JS3	4,5-6,0	0,2-2,3	1,7-2,1	0,7-1,1	0,6-0,8
JS4	7,4-11,7	0,2-0,9	2,0-2,5	3,0-6,7	0,6-1,0
JS5	5,0-12,3	0,1-1,6	1,7-2,2	1,8-9,5	1,0-1,2
JS6	3,9-6,3	0,3-1,6	1,8-2,3	1,1-3,0	1,1-1,3

Halkeaman leveys on näytteessä JS1 alle 0,3 mm. Ohuthienäytteen (JS5) halkeama mitataan ohuthieestä.

Näyte JS2 on katkennut verkon kohdalta noin 2,0-2,5 mm ulkopinnasta ja näyte JS1 pohjalaastista 6 mm ulkopinnasta.

Taulukko 4. Kohde 1. (Narmapinnoitus Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2023)

Näyte- tunnus	Kokonaispaksuus mm	Pinnoite mm	Verkotuslaasti mm	Pohjalaasti mm		Verkon sijainti verkotus- laastin ulkopinnasta mm	Verkotus- ja pohja- laasti yhteensä
				min	max		
1	7,0 - 16,5	*0,6 + 0,1 - 2,0	3,1 - 4,2	0,5	10,0	1,1 - 1,7	5,0 tai 14,0
2	4,5 - 6,0	0,5 - 2,2	2,2 - 2,5	1,0	2,0	0,8 - 1,1	3,9 - 4,5
3	5,0 - 20,0	0,2 - 1,5	4,0 - 6,0	3,0	15,0	1,0 - 2,0	6,0 tai 12,0
4	7,0 - 9,0	0,2 - 1,5	5,2 - 5,8	0,6	1,8	1,7 - 2,1	6,2 - 7,3

Taulukko 5. Kohde 2. (YIT Suomi Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2023)

Näyte	Sijainti	vaurioita	Paksuus	paksuus (ka.)	lukien	Muita huomioita	Tutkimus
1	B-talo Kaakko		3-4	2,5-3	0,5	Laastikerrosten välinen tartunta huono	
2	B-talo Kaakko, välipohjan kohta		4-5	3-4	2	Elementtisaumassa lasivillatäyttö, pinnassa uretaani 25 mm. Yksi verkko.	
3	B-talo kaakko, 80 mm ylempää kuin näyte 2		3-4	3	1	Laastikerrosten välinen tartunta huono. Ei nähtävissä limitystä elementtisauman verkon kanssa	
4	A-talo luoteeseen. 2. krs elementtisauma.	Kopoa ja rapautumaa	-	-	1	Elementtisaumassa uretaanitäyttö. Näyte rapautunut ja useassa osassa, paksuutta ei saa mitattua luotettavasti.	
5	A-talo kaakko, "peilin" viisteen vierestä	Halkeama	5-6	4-5	1	Yksi verkko, ei ulotu näytteen läpi. Verkkojen limitys ei toteudu, epäjatkuvuuskohta. Poikkileikkaukskohdassa näkyvissä pinnoitetta, halkeama ollut jo pinnoitusvaiheessa?	

Nämä lukemat näyttävät kohtuullisen hyvältä, tai ei kriittiseltä. Jotkut havainnot kuitenkin esittävät heikkouksia.

Kuva 8. Kohde 3 (YIT Suomi Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2023)



### 3.1.3 Kannakset

Tuotannollisilla rappausmenetelmillä tuskin saisi varmistettua tällaisia suunnitteluratkaisuja. Asia koskee eniten arkkitehtuuri ratkaisujen soveltuvuutta ohutrappaus menetelmään. tai päinvastoin. Meidän tutkittavissa kohteissa on olemassa pari esimerkki turhasta ratkaisusta, jotka suoranaisesti johtivat halkeiluun.

Kuva 9. Kohde 3. (YIT Suomi Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2023)



Kuva 10. Kohde 2.



Kuva 11. Kohde 3. (YIT Suomi Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2023)



### 3.2 Pakkasrapautuminen

Tarkastellaan mitä pakkasrapautumisesta kerrottu Lembergillä:

Rappauslaastien sisäistä halkeilua kutsutaan rapautumiseksi. Rapautuminen on seurausta laastin sisäisistä rasituksista, jotka aiheuttavat laastiin vetojännityksiä. Kun vetojännitys ylittää laastin vetolujuuden, syntyy halkeamia. Julkisivujen merkittävin rapautumismuoto on pakkasrapautuminen.

Veden jäätyessä sen tilavuus kasvaa noin 9 %. Jäätyminen saa aikaan laastin huokosverkostoon hydraulista painetta, jonka vaikutuksesta vesi pyrkii siirtymään huokosverkoston huokosiin, jotka eivät ole vielä täyttyneet vedellä. Jos laastin huokosverkosto on täyttynyt täysin vedellä, ei nestemäinen vesi pääse purkautumaan toisiin huokosiin. Tällöin laastiin syntyy sisäisiä jännityksiä, jotka aiheuttavat laastin rapautumista. Huokosveden jäätymlämpötila riippuu huokosen koosta. Jäätyminen tapahtuu ensin suurimmissa huokosissa. Kooltaan pienimpien kapillaarihuokosten vesi jäätyy noin -20 °C. (Pigeon & Pleau 1995, s. 3)

Pakkasrapautumisen kannalta keskeisimpiä rasiustekijöitä ovat kosteus- ja pakkasrasitus. Laasti pakkasrapautuu ainoastaan, jos se sisältää riittävästi kosteutta. Tätä kosteusmäärää kuvataan laastin kriittisellä vedellä kyllästymisasteella. Jos laastin vedellä kyllästymisaste on jäätymisen tapahtuessa suurempi kuin kriittinen vedellä kyllästymisaste, laasti vaurioituu. Vastaavasti, jos laastin vedellä kyllästymisaste on pienempi kuin kriittinen vedellä kyllästymisaste, laasti ei vaurioidu. (Fagerlund 1977, s. 217) Laastin kriittinen vedellä kyllästymisaste ei ole vakio vaan se vaihtelee olosuhteiden mukaan. Se on sitä pienempi mitä nopeammin materiaali jäätyy tai mitä alhaisempi lämpötila on (Vesikari 1986, s. 14). (Lemberg, 2019, s.54)

Tämän tutkimuksen esimerkkikohteet eivät ole poikkeuksia tästä yleisestä tilastosta. Kuvissa 12 ja 13 on esimerkit siitä, miten pakkasrapautumat näkyvät.

Kuva 12. Kohde 3 (YIT Suomi Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2023)





Kuva 13. Kohde 3. (YIT Suomi Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2023)



Seuraavissa kuvissa pakkasrapeutumat ovat täysin törkeässä kunnossa.

Kuva 14. Kohde 1.



Kuva 15. Kohde 1



Tämän väliotsikon alla on käsiteltävä myös kaikenlaisia mahdollisia liitoksia. Julkisivussa on yleensä paljon yksityiskohtia, joihin rappauspinta väistämättä päättyy. Nämä liitokset ovat yhteyksiä ikkunoiden, vesipeltien, räystäiden, sokkelien, julkisivuvarusteiden ja koristeiden kanssa, myös liikuntasauma- ja muut päätyratkaisut kuuluisivat samaan käsittelyaiheeseen, vaikka Lemberg eritteli ne omiksi varioitumismekanismeikseen (2019, s. 38–39, 62-65). En näe sille selkeää syytä, kun kyseessä kuitenkin on kosteuden kulkureitti, joka johtaa lopulta pakkasvaurioihin.

Niistä mainitaan nyt, siksi ne ovat toiseksi suurimmat ”portit”, joista kosteus kulkeutuu rappauksen sisään. Käytännössä tämän aiheen käsittely muodostaa tutkimuksemme pääosan.

Ylimainitut potentiaaliset vikakohdat esiintyvät runsaasti meidän esimerkkikohteissa myös. Suurelta osin nämä kohdat ovat puhtaita puutteita. Alla on muutama kuvallista esimerkkiä niitä.

Kuva 16. Kohde 3. Sokkelliitos jäi varsin kesken ja rappauspäädylle ei tehty juurikaan pinnoitusta tai muu päätyratkaisua.



Kuva 17. Kohde 1. Yleisin puute on ikkunavesipeltiylösnostojen muoto ja nurkkien epätiivetyys (Narmapinnoitus Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2023)



Kuva 18. Kohde 1. Sokkeli-rappausliitos suunniteltu käytännössä kiinni maaperästä



Kuva 19. Epälooginen liitosvirtelmä



### 3.3 Muut rapautumalajit

Muut rapautumalajit ovat Lembergin luokittelun mukaan (2019, s. 56) kemialliset ja kasvilliset rasitukset rappaukselle. Kemiallisella rasituksella tarkoitetaan mahdollista alkalisuolojen kehittymistä kiteisiin. Kidemuodostuminen kasvattaa suojojen tilavuutta, minkä johtuen rappaus rapautuu. Senkaltaisia esimerkkejä ei ole havaittu tutkittavissa kohteissamme, ellei niitä ole selkeästi havaittavissa ja näytepaloissa todennettavissa.

Kasvillisuusrapeutumaa ei Lembergin (2019, s. 55) ja hänen lähteidensä mukaan ole Suomessa erityisen yleistä, ja kasvillisuus aiheuttaa enemmän esteettisiä kuin rakenteellisia vaurioita rapatulle julkisivupinnalle. Oman empiirisen arvion mukaan levä- ja homekasvustot voivat kuitenkin olla pitkällä aikavälillä haitallisia rakenteellisesti, sekä ovat haitallisia esteettisesti. Kasvillisuudella tässä yhteydessä tarkoitetaan sammalia ja levää, jotka voivat juurtua rappauksen pinnalle otollisissa olosuhteissa. Otollisilla olosuhteilla tarkoitetaan ensisijaisesti ilman ja vastaavasti rakenteiden kosteuspitoisuus, sekä rappauksen pinnan asema kasvillisuuslähdeä kohden. Esimerkiksi on kuva 21.

Kohteessa numero 1 on havaittavissa selvästi vihertäviä ilmiöitä, jotka voidaan luokitella kasvustoksi, ei pelkästään likaantumiseksi, esimerkiksi.

Kuva 20. Kohde 1



Kuva 21. Kohde 1.



Kuva 22. Kohde 1.



Sillä nämä kaksi vaurioiden erikoista syytä eivät vaikuta nimellisesti korjausmenetelmävalintaan, joten emme perehdy niihin erityisen tarkasti. Todetaan vain, että ne on korjattava.

### 3.4 Tartunnan heikkeneminen

Tässä työssä paljon käytetty tietolähde A-M Lemberg toteaa tutkimuksessaan seuraavaa:

Tartunta voi heiketä eri rappauserosten välillä, rappauksen ja pinnoitteen välillä, rappauksen ja rappausalustan välillä sekä ohutrappaus-eristejärjestelmissä rappausalustan ja alusrakenteen välillä. Tartunnan heikkenemisen aiheuttaa tartunnan rajapintaan syntyvät leikkaus- ja vetovoimat. Nämä voimat voivat johtua monesta eri rasitustekijästä, kuten lämpöliikkeistä tai veden jäätymisestä. Tartunta voi myös jäädä puutteelliseksi työntoteutuksessa. Puutteellinen tartunta nopeuttaa oleellisesti tartunnan heikkenemistä. (Lemberg, 2019, s.56)

Sitten hän luokittelee tämä ilmiö neljään erikoisuuteen:

- pinnoitteen tai maalin irtoaminen ja puutteellinen tartunta
- rappauserosten välinen tartunnan heikkeneminen ja puutteellinen tartunta
- rappauksen irtoaminen rappausalustasta ja puutteellinen tartunta
- rappausalustan irtoaminen alusrakenteesta ja puutteellinen tartunta.

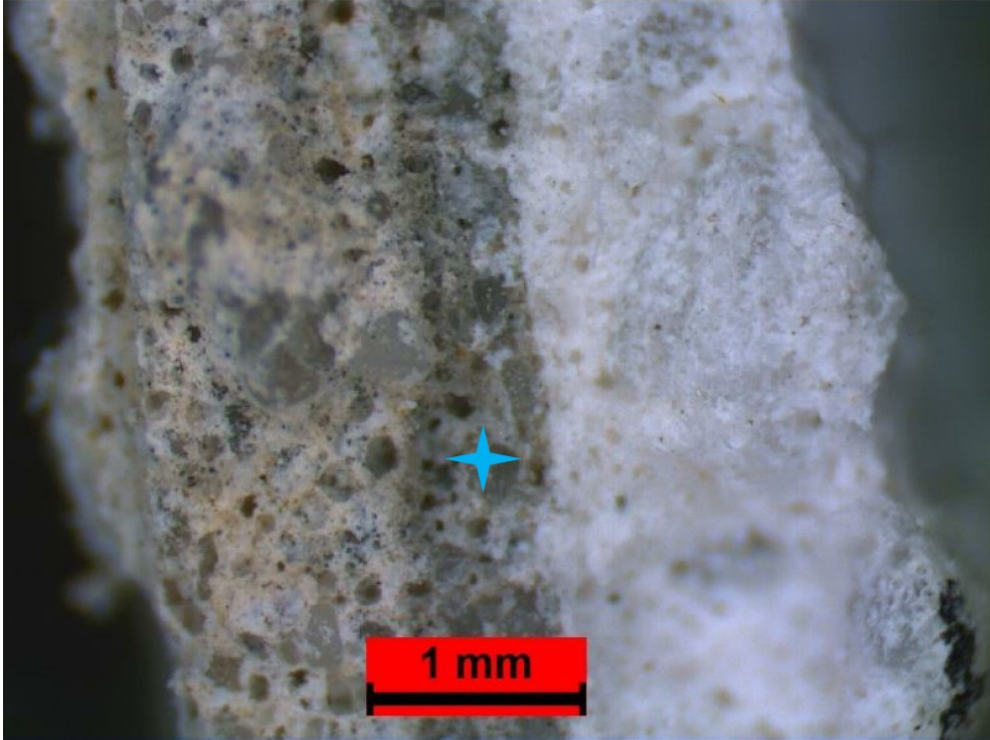
Ne kaikki yllä luokitellut ovat vian luonnolta samoja mutta korjaustoiminnallisesti selkeästi erilaisia, joten on tarkoitus mainita työn etenemisessä niistä korjaustavoista jokaisesta erikseen.

Alla on yksi esimerkki, joka viittaa kyseiseen vikalajiin. Se on poimittu toisesta meidän esimerkikohteista. Aluksi siteeraus kuntotutkimusraportista ja sitten kuvassa 23 on kuvallinen havainto otettu näytteestä

Tutkitut ohutrappausnäytteet vaikuttavat edustavan koostumuksellisesti hieman vaihtelevia rappauksia. Kaikissa näytteissä oli havaittavissa selkeä pohjalaasti, verkotuslaasti ja pinnoite, mutta näytteessä 1 oli havaittavissa pinnoitteen alla erillinen tumma laastikerros, mikä voi viitata esimerkiksi tasoitelaastiin tai pinnoitteen tartuntaa parantamaan käytettyyn laastiin. Lisäksi näytteiden 3 ja 4 verkotuslaastissa näyttäisi olevan värieroa verkon ylä- ja alapuolisessa laastissa, mikä voi viitata verkotuslaastina joko käytetyn kahta eri laastia tai

vähintäänkin kahta erilaista v/s-suhdetta.” (Narmapinnoitus Oy, henkilökohtainen tiedonanto, Kohde 1)

Kuva 23. Kohde 1 (Narmapinnoitus Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2023)



Kuva 3. Yksityiskohtaisempi kuva näytteen 1 poikkeavasta ohuesta, tummasta, laastikerroksesta pinnoitteen alla, merkitty kuvaan sinisellä tähdellä. Pinnoite on kuvassa oikealla.

### 3.5 Pinnoitteiden ja maalien haurastuminen, sekä julkisivujen likaantuminen.

Nämä kaksi vauriotyyppiä ovat keskenään eri, mutta katsellaan ne samassa luvussa. Tehdään näin, siksi niistä ei paljoakaan tutkittava, mutta yleisessä tapauksessa ne ovat kaikin esityksellisimpiä ja tekeviä huonompi vaikutelma talon ulkonäöstä. Edellä sanotun perustella ei kuitenkaan saa jättää nämä mainitsematta.

Pinnoitteiden ja maalien haurastuminen muistuttaa ulkoisesti ja seuraamuksiltaan rapautumista, mutta niiden välillä on ero. Erottava tekijä on pinnoitteen sideaineen vanheneminen ja kemiallinen muuttuminen. Tämän seurauksena pinta haurastuu. Vanheneminen tapahtuu UV-säteilyn sekä kostumis-kuivumissyklin vaikutuksesta.



Likaantuminen on ilmiö, jossa ilmassa olevat epäpuhtaudet kiinnittyvät julkisivun pinnalle. Likaantumisen aste ja nopeus riippuvat talon sijainnista (ympäröivän ilman saasteista), pinnan karkeudesta ja sen imeytymiskyvystä.

Yleinen ja havaittavissa oleva esimerkki likaantumisesta on IV-poistokanavien ympäristö. Tämä ilmenee taloteknisistä syistä - talon "käytetyt" epäpuhtaat ilmat ohjataan väkisin pois talosta näiden kanavien kautta. Ilmassa on karkeita hiukkasia, esimerkiksi ruoanlaitosta peräisin olevia. Ne kondensoituvat, kun poistuessaan kohtaavat kylmän ulkoilman ja sitten valuvat säleikön kautta pitkin seinä

Kuva 24. sivullinen havainto julkisivun likaantumisesta



### 3.6 Ihmisten ja eläinten aiheuttamat vauriot

Kyseinen vaurio käsittelee veto- ja leikkauslujuuden yltymistä eri ulkovaurioitumistilanteissa, kun ulkoisten vaurioitumisten voima ylittää merkittävästi rappauskuoren lujuuden. Nämä vauriot ovat kohtalokkaita rappauspinnalle, kuten esimerkiksi ajoneuvon kohtisuora törmäys. Yleisesti ottaen ulkoapäin aiheutuvat vauriot ovat hankauksia, hiertymiä, kuten polkupyörän renkaan jättämiä tai kalusteiden haalauksen aiheuttamia. Nämä hankausten aiheuttamat

kulumat voivat alkuvaiheessa aiheuttaa eniten esteettistä haittaa, mutta jokainen tapaus on yksilöllinen.

Kuva 25. Kohde 3, pistevaurio



Kuva 26. Kohde 3, ulkokulman hiertymä



### 3.7 Härme

Härme on julkisivupinnoille kiteytyneitä suoloja. Se syntyy, kun rappauksen sisältämät suolat kulkeutuvat veden mukana rappauksen pintaosiin ja haihtuessaan vesi jättää suolat kiteytymään, muodostaen härmettä. Tämä prosessi tehostuu, kun rappauksen kosteuspitoisuus on korkea. Härme voi ilmestyä esimerkiksi maaperästä tai huonosti toimivista pellityksistä.

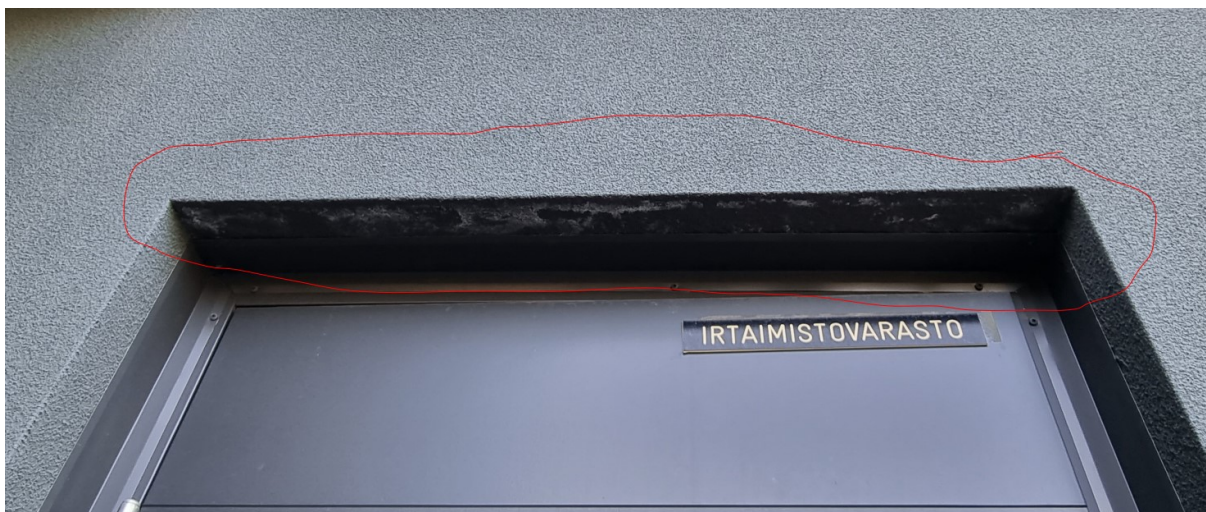
Härmeet jaetaan kahteen tyyppiin: alkalihärmeisiin ja kalkkihärmeeseen. Ne ovat yleensä vaaleita ja erottuvat erityisen selvästi värikkäiltä julkisivupinnoilta. Alkalihärmeet eivät kiinnity tiukasti rappauksen pintaan ja voivat liueta veteen, kun taas kalkkihärme muodostuu, kun laastin kalsiumhydroksidi reagoi ilman hiilidioksidin kanssa muodostaen kalkkikiveä. Kiteytynyt kalsiumkarbonaatti on vaikea irrottaa rappauksen pinnalta ja se ei liukene veteen.

Härmeen muodostumista voi pyrkiä estämään huomioimalla työnaikaiset olosuhteet. Korkea ilmankosteus, matala lämpötila ja korkea alustan kosteuspitoisuus lisäävät härmeriskiä. (Lemberg, 2019 s. 67)

Tämä seikka yllä on eritelty erilliseen vauriolajiin, vaikka myös alkalisuolan kiteytymisestä oli mainittu otsikolla ”muut rapeutumislajit”. Se erittely on kaksitulkintainen, sillä ilmiö käytännössä on sama kuin nimetyssä tapauksessa. On pelkkää epätieteellisellä määritelmällä ilmaista epätuuri, että kiteytyminen muodostui joko rappauksen pinnalle tai syvemmälle. Syy tällaiselle vauriotyyppin erottumiselle voisi luultavasti olla se, että härme muun muassa heikentää esteettisyyttä. Meidän erässä tutkittavasta kohteesta myös löytyy tämänkaltainen paikka (kuva 27), ja se on syy, jonka perusteella päätettiin mainita erikseen tätä vikaa meidän tutkimuksessa.

Myös kannattaisi huomioida, että meidän tapaus on hyvin todennäköisesti yllä mainitsema tapausta, kun sijaitsee lähekkäin pellitystä, jonka takana on rappausreuna. Kääntöpuolella emme tiedä tuon reunan kuntoa.

Kuva 27. Kohde 3, härme oven ylämyyggissä



### 3.8 Vaurioiden nimeäminen, sen tulkintavaara ja osiksi pilkonta

Kuten mainittiin esimerkeissä yllä, yksi merkittävä vauriomekanismi tai -syy voi olla jaettu osiin tai yhdistetty eri syiden kanssa kokonaisuuksiksi. Esimerkiksi paitsi suolojen kiteytymistä, meidän viitelähteessämme kasvillisuuden aiheuttamat vauriot on mainittu kolmessa eri kohdassa, epäjärjestyksessä ja niiden merkitys on esitetty vaihtelevalla tarkkuudella. Ensimmäisellä kerralla se mainitaan kevyesti "muissa rapautumislajeissa" ja vähätellään verrattuna pakkasrapautumiseen. Toisella kerralla sille on omistettu erillinen otsikko. Lukiessa lukija voi päätellä, että kasvillisuus ei ole kovin ominaista Suomen vyöhykkeelle ja kuuluu enintään lämpimiin maihin. Kolmannella kerralla kasvillisuus käsitellään kosteus- ja mikrobivaurio-otsikon alla, ja se ei ole luokiteltu nimellisesti kasvillisuudeksi, sekä osoitettu enemmänkin paksurappaukseen ongelmaksi kuin ohutrappaukseen. Myös Lembergillä viimeksi mainitussa alaotsikossa kosteus merkitään erilliseen otteeseen, vaikka suomen olosuhteissa kosteus on päätekijä kaikissa vaurioitumismekanismeissa.

On vaikeaa päättää yhtä oikeaa tapaa luokitella vaurioita. Voitaisiin kuitenkin päättää, että jos luokittelussa ei ole havaittavissa selkeitä päätösvirheitä, niin nimeämisen toleranssi määrää tutkimuksen tarkoituksen. Esimerkiksi, meidän viitelähde on hyvin tieteellinen tutkimus, joka syventyy rakennusfysiikalliseen toimintaan, sekä käsittelee aika laaja eristerappaustyypistö, mukaan lukien paksueristerappaus, ohutlevyrappaus ja muut.

Meidän tapauksessamme tutkimuksen tarkoitus on hyvin käytännöllinen. Ilman rakennusfysiikan ymmärtämistä tässä ei kuitenkaan päästä pitkälle, mutta tavoitteena on toimiva ja tehokas korjausmenetelmä. Useimmissa vauriotyypeissä korjaus on samanlainen riippumatta niiden aiheuttajasta. Näin ollen meidän optimoitu vaurioluokittelu palvelee juuri meidän tarkoitustamme.

## 4 Rappauskorjauksen periaatteet ja pääpiirteet

Ohut- ja yleisesti ottaen eristerappauskorjauksen laajuus riippuu luontevasti vaurioiden tyypistä ja niiden laajuudesta.

Harvoin pärjätään ilman koko pintakerroksen uusimista. Poikkeuksena voivat olla tilapäiset pikapaikkaukset ulkovaurioihin, jotka aiheutettu ulkoisilla tekijöillä, tai erillsrakennusosien korjaukset, joissa rappauspinnat selvästi erottuvat koko muusta rakennuksesta. Esimerkiksi polkupyöräsuoja tai TATE-keskus voivat toimia sellaisina esimerkkeinä. Laajin ja kustannuksiltaan vakavin tapa on se, jossa joudutaan korjaamaan myös eriste kiinnitysalusta, eli seinän sisäkuori.

Niin voisi korjauslaajuudet osastoida seuraavasti järjestyksessä pieneltä isolle:

- paikkaus
- pintakerrosuusiminen
- rappauskerroksien uusiminen
- rappausalustan (eristeen) korjaus tai uusiminen
- eristealustan korjaus

Näitä vaurioita tutkitaan tarkastus- ja tutkimusyriytysten avulla. Yritykset yleensä tarkastelevat rakenteet tilatun laajuuden mukaisesti. Kohdennetusti julkisivujen osalta ei rajoituta pelkästään kuntotarkastukseen vaan suoritetaan kuntotutkimus, jolloin otetaan ainesnäytteitä analysoitavaksi laboratorioissa tai tehdään pinta-avauksia. Kuntotutkimusraportin päätteeksi annetaan yleensä suositukset korjaustoimenpiteistä, jotta saavutetaan hyvä lopputulos. Suositusten laajuus voi vaihdella, ja se usein riippuu siitä, tuleeko sama rakennustarkastusyriitys suunnittelemaan tai valvomaan kyseistä korjaushanketta.

Meidän tutkittaville kohteille on annettu vastaavia suosituksia. Suositukset ovat kohtuullisen tasapainoisia, mutta silti yleisluontoisia. Yhdelle kolmesta kohteissamme on annettu aika erikoinen korjausehdotus, ja erikoisuutena on, että siihen sisältyy karkea kustannusarvio.

Joka tapauksessa korjauksen laajuudesta ja ajankohdasta päättää kiinteistön omistaja, joka yleisessäkin tapauksessa on kustantaja, ellei asia kuulu takuuvuvelloisuuksiin. Tästä päätöksestä ja sen ajankohtaisuudesta riippuu korjauksen lopputuloksen onnistuminen

## 5 Korjaustarpeet tutkittavissa kohteissa

Tässä luvussa esitellään vauriotyypit tutkittavista kohteista. Puretaan meidän tutkittavat kohteet edellä laaditun vauriotyyppiluettelon ja niille annettujen korjaussuosituksien valossa

Kohteessa 1 havaittiin seuraavat vauriotyypit:

- Siellä esillä seuraavat vaurio tyypit:
- pakkovoimien aiheuttama halkeilu – kuvanumero 5, taulukkonumerot 2, 4
- pakkasrapeatuminen – kuvanumerot 14, 15, muuten runsaasti esillä
- liitoksien virheet – kuvanumerot 17, 20, 21 muuten runsaasti
- kasvillisuus – kuvanumerot 18, 20, 21, 22
- tartunta heikkeneminen – kuvanumerot 23, voisi olla 14 ja 15
- maalihaaras - ei esiinny
- likaantuminen – on jonkin verran
- ulkoisten vauriot - vähäiset
- härme – ei esiinny

Kohteessa 2 havaittiin seuraavat vauriotyypit:

- pakkovoimien aiheuttama halkeilu – kuvanumerot 7, 10, taulukkonumero 5
- pakkasrapeatuminen – on jonkin verran
- liitoksien virheet – kuvanumero 19, muuten runsaasti
- kasvillisuus – ei esiinny
- tartunta heikkeneminen – mahdollisesti, mutta ei selkeästi
- maalihaaras - ei esiinny

- likaantuminen – ei esiinny
- ulkoisten vauriot – ei esiinny
- härme – ei esiinny

Kohteessa 3 havaittiin seuraavat vauriotyypit:

- pakkovoimien aiheuttama halkeilu – kuvanumerot 3, 4, 8, 9, 11, taulukkonumerot 1, 3
- pakkasrapeutuminen – kuvanumerot 12, 13
- liitoksien virheet – kuvanumero 16, muuten runsaasti
- kasvillisuus – ei esiinny
- tartunta heikkeneminen – mahdollisesti, ei selvästi
- maalihauras - ei esiinny
- likaantuminen – on jonkin verran
- ulkoisten vauriot – kuvanumerot 25, 26
- härme – kuvanumero 27

Edellä koottujen tietojen pohjalta voidaan päätellä, että jokaisessa kohteessa on tarpeen suorittaa seuraavat korjaustoimenpiteet:

- Uusittava pintakerros kaikissa kohteissa.
- Uusittava koko verkotus tai kaikki rappauskerrokset kohteissa 1 ja 3.
- Uusittava rappausalusta kohteissa 1 ja 3.
- Suoritettava perusteellisia liitosten korjauksia kaikissa kohteissa

## 6 Korjauksen kulku

Suomalaiset viralliset asiakirjat, kuten RunkoRYL yleisellä tasolla ja By57 yksittäisellä tasolla, tarjoavat kattavan kuvauksen koko eristerappausprosessista. Lisäksi tarvikkeiden valmistajilla, kuten Alsecco-tuotteiden maahantuojalla Narmapinnoitus Oy:lla, on laadukkaat ja pitkään hiotut omat ohjeensa. Näin ollen ei ole tarvetta toistaa koko aineistoa, mutta haluamme kiinnittää huomiota useisiin erityispiirteisiin. Nämä piirteet ovat eriluonteisia, mutta vaativat tarkempaa käsittelyä.

## 6.1 Syventävä tutkimus ja korjausprosessisuunnittelu

Usein tapahtuu, että korjaustarpeiden selvittelyt ja korjaussuunnitelmat eivät ulotu pidemmälle kuin alkuperäinen tutkimusraportti. Korjaustoimet saavat alkunsa nojautuen johonkin korjausehdotukseen tai rakennusyhtymän sisäisiin ohjeisiin. Tämäntyyppinen lähestymistapa ei välttämättä ole poissuljettu, ja siihen voi olla useita syitä, joista taloudelliset näkökohdat ovat yksi merkittävä tekijä.

Tässä vaiheessa on tärkeää huomata, että tällainen menettelytapa ei välttämättä tue korjauksen laatua. Olisi suositeltavaa välttää tällaista käytäntöä. Lopullisen sopimuksen yhteydessä on suositeltavaa järjestää väliarviointi, johon sisältyy kirjallinen lausunto asiantuntijalta. Tämän johtopäätöksen tulisi selkeästi määritellä, kuinka pitkälle ja miltä osin korjaustuloksen kestävyys arvioidaan niissä mahdollisissa kompromissiratkaisuissa. Kaikki asianmukaiset asiakirjat olisi liitettävä sopimukseen, jotta varmistetaan kaikkien osapuolten intressien huomioiminen.

## 6.2 Liittymien käsittely

Tässä luvussa keskitytään suoraan rakennustoiminnallisiin näkökohtiin.

Kuten aiemmin tässä tutkimuksessa mainittiin, kosteus on keskeinen tekijä monissa vauriomekanismeissa, joista merkittävin on pakkasrapautuminen. Tavanomaisissa julkisivupinnoissa ei yleensä ole harmaata aluetta. Sen sijaan kaikki pintojen päät, liitokset ja erikoismuodot liittyvät usein arkkitehtonisiin ratkaisuihin ja siten ne ovat yksilöllisiä kohteesta toiseen. Näitä liitostietoja voidaan kuvata erilaisina asteina yksilöllisyyttä tai tavanomaisuutta.

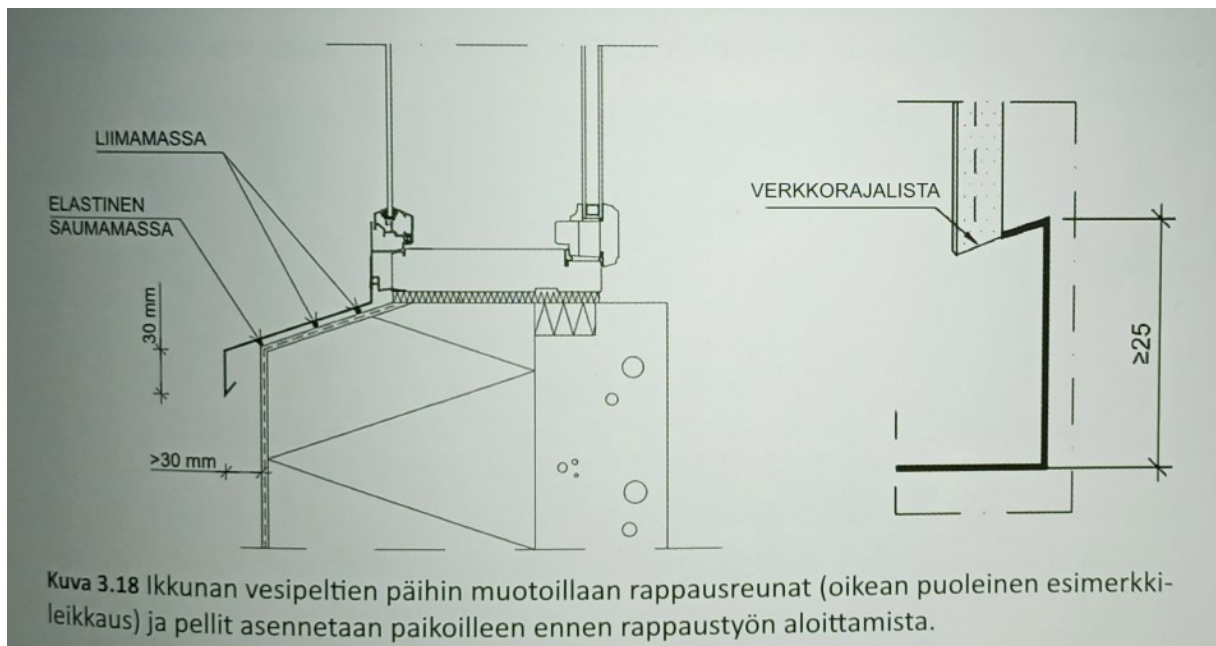
### 6.2.1 Ikkunavesipellit

Kaikkein yleisin niistä liittymisistä on ikkunavesipelti-smyygiliitos, sekä ikkunavesipeltipulma yleisesti ottaen. Suomessa on yleistynyt rappausvesipellin muoto, jossa poikittaiset reunat on taivutettu kahdesti: aluksi ylös ja sitten vaakasuuntaan takaisin, vähän alas.

Tämä muoto on lopullisesti toimivin, sillä se varmistaa rappauspäädyllä loogisen reunan, varmuudella ohjaa sadevedet rappauspinnasta oikein ja varmistaa vesitiiviin kolmen tason liitoksen (ikkunatason, smyygitason ja vesipellintason) – eli ikkuna-smyygi-vesipeltiliitoksen.

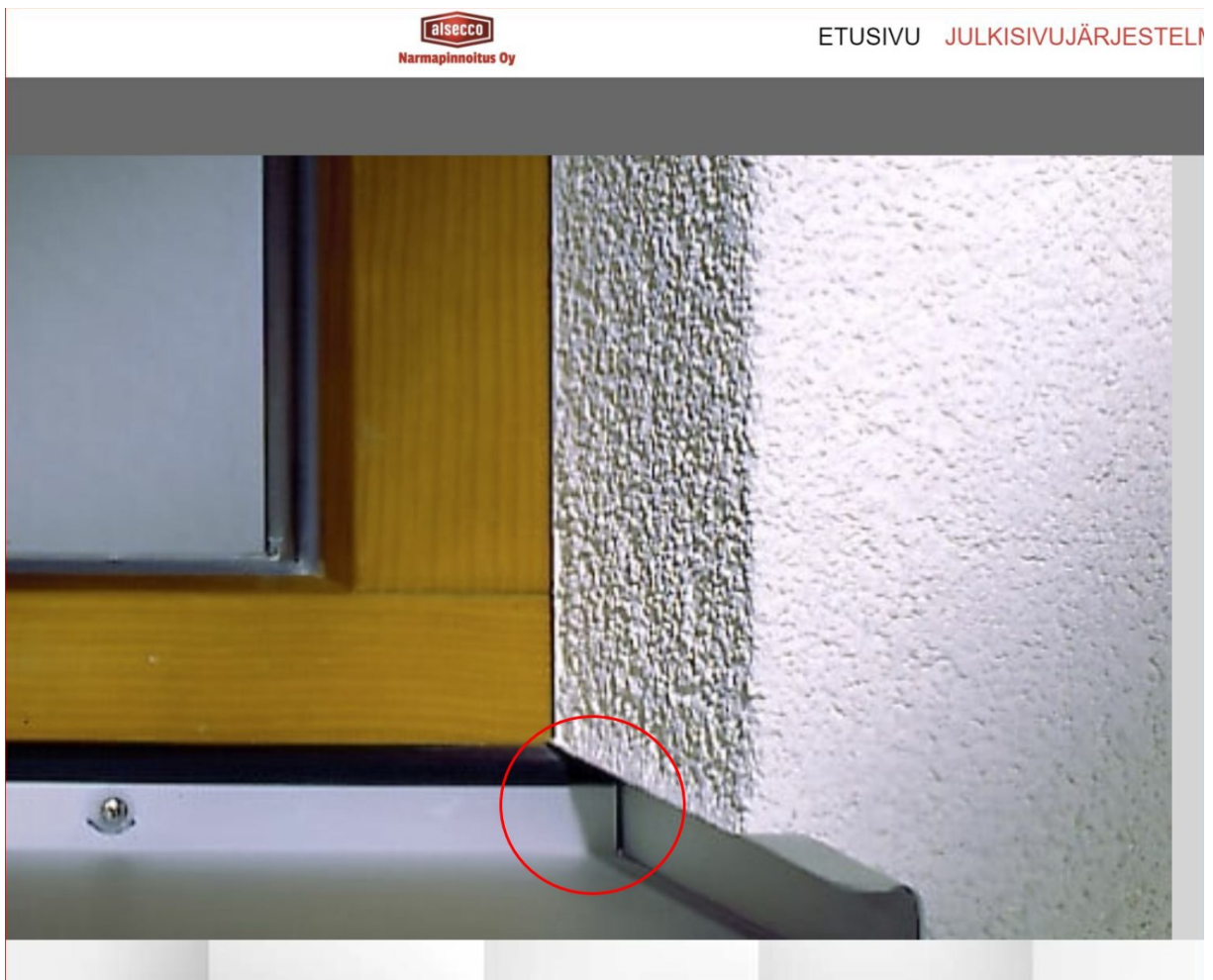


Kuva 28. (Suomen betoniyhdistys ry, 2016, s.49)



Tämä ratkaisu kuitenkin osoittautuu menetelmällisesti vaikeasti toteutettavaksi ja astuu ristiriitaan rappausmittajien näkemysten kanssa. Esimerkiksi Narmapinnoitus Oy:n edustajan Merja Nikulan (puhelinhaastattelu 7.09.2023) mukaan on tärkeämpää saada rapattua ja näin estettyä kosteuden tunkeutumista vesipellin penkkiin. Jos joutuisi karsimaan menetelmien osia, Narmapinnoitus pikemmin uhraisi erikoisylösnostot penkkien hyväksi. Perustelu sille on, että ylösnostot jäävät joka tapauksessa näkyviin, ja niihin on helpompi päästä käsiksi tarvittaessa vesitiiveyden varmistamiseksi. Myös jälkikäteen asennetut pellit eivät liimaudu kiinni rappaus, mikä antaa lisää riippumattomuutta pellin ja rappauksen lämpöliikkeille. On mielenkiintoista huomata, että Narmapinnoituksen verkkosivuilla eräs välilehti on illustroitu juuri rappausvesipellin kaappauksella. Kuvassa on todennäköisesti pätkä saksalaistyyppi-ikkunaa: ohut ikkunakarmi, yksi puite, 3-kertainen eristelasi samassa paketissa; eli kuvassa ei ole suomalainen esimerkki. Kuvassa on kiinnitettävä huomiota siihen, että vesipelti on oletettavasti järjestetty kahdesta osasta. Tämä on yksi mahdollisista suunnista liitoksen jatkokehitykselle. Eli sivunostot erillisinä detaljeina valmistellaan ja asennetaan myrskypellin tavoin, ja varsinainen vesipelti asennetaan erikseen täysin valmistuneen rappauksen perään.

Kuva 29. (Narmapinnoitus, n.d.)



Eräässä uudisrakentamistyömaassa, johon osallistuin itse, pyrittiin edistämään menetelmää seuraavalla tavalla. Koska taloprojektissa oli vain muutama ikkunatyyppe (ulkomuistissa neljä), tilattiin neljä jigi-vesipeltiä ruostumattomasta teräksestä. Ajatuksena oli, että rappaustyöntekijä siirtäisi näitä jigejä omaa etenemistään vastaavasti. Varsinaisen pellin ja ruostumattoman teräksen paksuusero mahdollistaisi tarkat välit varsinaisten peltien asennukselle. Lopulta idea kaatui omasta monimutkaisuudestaan, ja nyt jälkikäteen on kirkastunut vähintään kolme perustetta:

1. Jigien hankinta ja käyttö:

Jigiä olisi pitänyt hankkia muutama kappale jokaista tyyppikokoa.

Työsaavutusnopeus ja hetkellinen työskentelypinta olisivat olleet suuremmat verrattuna tilanteeseen, jossa esimerkiksi kahden-neljän ikkunan smyygit ehtivät kuivahtaa otettavaksi jigin pois.

2. Työntekijöiden perehdytys:

Työntekijöiden perehdytys innovatiiviseen toimintatapaan oli puutteellinen.

3. Taloudelliset kannustimet:

Työntekijöillä taloudelliskorvausmuotona oli urakka, eikä heillä ollut mahdollisuutta eikä kiinnostusta ryhtyä kokeilemaan uutta toimintatapaa.

Ja tietenkin jokaisessa tapauksessa työvaiheen kustannukset kasvaisivat, mitä ei ollut huomautettu laskelmoinnissa.

Palatessa korjauskohteisiimme, voidaan olettaa seuraavaa: kun tietyn korjausprojektin yhteydessä oletetaan ainakin osittainen pintapaikkaus tai edes eristekerroksen vaihto, se tarkoittaa koko pintakerroksen uusimista, joten on harkintavaraista ryhtyä räätälöimään vesipeltien muotoa.

Korjausprojektit eivät yleensä ole laajoja, useita kerrostaloja samanaikaisesti kattavia. Yleensä niiden osatehtäviä, kuten muotopellitys, ei toteuteta urakkahinnalla vaan tunti- tai yksikköhinnalla. Tästä johtuen peltitöitä tuskin toteutetaan urakkahintaisina, eli toteutetaan kustannustehottomasti. Tämän perusteella voidaan olettaa mahdollista ehdollista kustannusten kasvua laadun varmistamisen hyväksi.

Tutkittavissa kohteissamme vesipeltien korjaukset on toteutettu mahdollisimman yksinkertaisesti. Joissakin tapauksissa niitä ei ollut otettu pois, kun taas toisissa ne on poistettu ja korvattu uusilla, mutta täysin samanlaisilla. Korjauksen lopputulos näkyy alla olevissa kuvissa.

Kuva 30. Kohde 2



Kuva 31. Kohde 3



Kuva 32. Kohde 2.



### 6.2.2 Rappauksen liitokset räystään ja käännettyyn vesikattoon

Tämän otsikon alla yleensä ei pitäisi olla mitään yllätyksiä – kaikki mahdolliset liitosvaihtoehdot on harkittu ja suunniteltu entuudestaan. Silti nämä liitokset ovat yhä virhevaraisia. Meidän tutkittavissa kohteissamme kertyi muutama esimerkki tällaisista suorituksista.

Toisessa tapauksessa (kuvat 33, 34) luultavasti alkuperäinen suoritus jäi pahasti puutteelliseksi ja jäi tarkistamatta rakentamisjohdon toimesta, esimerkiksi epämukavan lähelle pääsyn takia. Toisessa tapauksessa (kuva 35) olennainen rakenneosa jäi täysin toteuttamatta. Perusteellisia syitä on vaikea keksiä, ellei pystytään todistamaan, että näin todella tapahtui.

Kuva 33. Kohde 2 (Narmapinnoitus Oy, henkilökotainen tiedonanto, 2023)



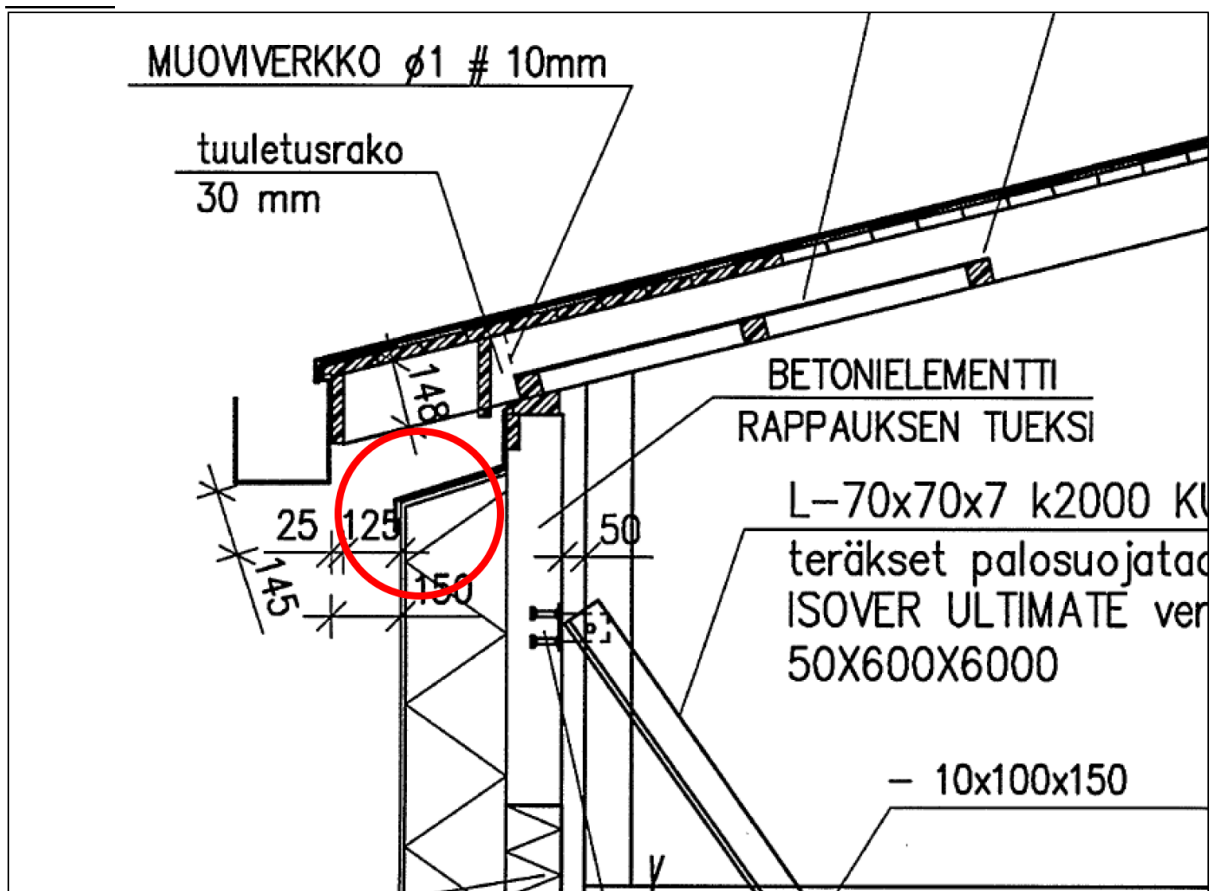
Kuva 26. Räystäspellin ja rappauksen väli avoin, villa näkyy.



Kuva 27. Räystäspellin ja rappauksen alla mahdollisesti suora reitti eristetilaan.

Kohteessa tehtiin havaintoja rakenteita rikkomattomin menetelmin. Räystään ja ohutrappauksen välistä liitospellitystä ei irrotettu. Aistinvaraisesti on havaittavissa, ettei pinnoitetta ole viety pellityksen alle. Pellityksen ja ohutrappauksen välissä on paikoin mineraalivillaeriste näkyvissä. On mahdollista, ettei myöskään verkotuslaastia ole tehty piirustuksen mukaisesti. (kohde2, kuntotutkimusraportti s.13, Narmapinnoitus Oy, henkilökohtainen tiedonanto, v. 2023)

Kuva 34. Kohde 2 (Narmapinnoitus Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2023)



Kuva 23. Räystään rakenne, lähtötietona saatu rakennepiirustus.

Kuva 35. Kohde 3 (YIT Suomi Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2023)



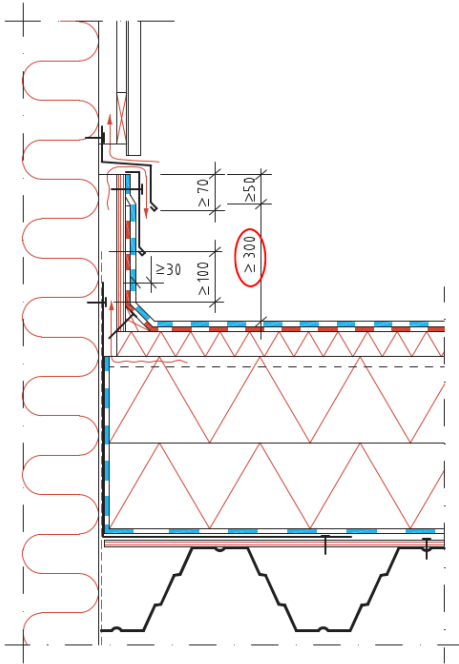
Parhaimpana korjausratkaisuna tilanteelle toisessa niistä kohteista olisi suunnitelman mukainen uudelleenrakentaminen. Tämä ratkaisu olisi kuitenkin varsin monivaiheinen ja vaatisi useiden eri ammattilaisten osaamista.

Millä tällaiselta liitokselta oltava kuvataan julkaisussa Toimivat katot 2022:

- Yläpohjarakenteen höyrynsulku liitetään tiiviisti seinän höyrynsulkuun (huomioitava rakennesuunnittelussa).
- Vedeneristyksen on ulotuttava vesikattoon liittyvillä pystypinnoilla ehjänä (ilman lävistyksiä) vähintään 300 mm valmista kattopintaa ylemmäksi ja 100 mm vesikaton padotuskorkeuden yläpuolelle.
- Päällimmäisenä kerminä käytetään pystypinnoilla ja niihin liittyvissä taitteissa aina pintakermiä.
- Eristyksen pystypinta kiinnitetään seinään siten, ettei se pääse valumaan. Yläreuna: ankkuroidaan tarvittaessa mekaanisin kiinnikkein.
- Seinäpinnan ja vedeneristyksen liitoksen toimivuus varmistetaan suojaPELLITYKSELLÄ.

(Kattoliito ry, 2022, s.55)

Kuva 36 Vedeneristyksen liittyminen seinäpintaan (Kattoliito ry, 2022, s.55)



Viitekohteessamme päätettiin kuitenkin valita kohtuullisen hyvä, mutta silti toimiva ratkaisu

Kuva 37. Kohde 3, korjausehdotus (YIT Suomi Oy, J. Panu, henkilökotainen tiedonanto n. d.)





Yllä mainitut virheet korjattiin syksyllä 2023, mutta on olemassa esimerkkejä, joissa korjaustoimenpiteiden tulos on kuvattu alla. Kuvissa näkyy saman seinän räystääs eri päissä. Kuvassa 38 näkyy, miten seinän ja pellin liitoskohdassa kävi, kun taas kuvassa 39 räystääspellin tippanokka peräti "uppoa" rappauspintaan. Mitä tapahtuu sen takana, on mahdotonta havaita.

Kuva 38. Nimeämätön kohde. Rappauksen pääty räystääspellin käsittelemätön, näkyy silikonimassan purseet, pelti irvistelee



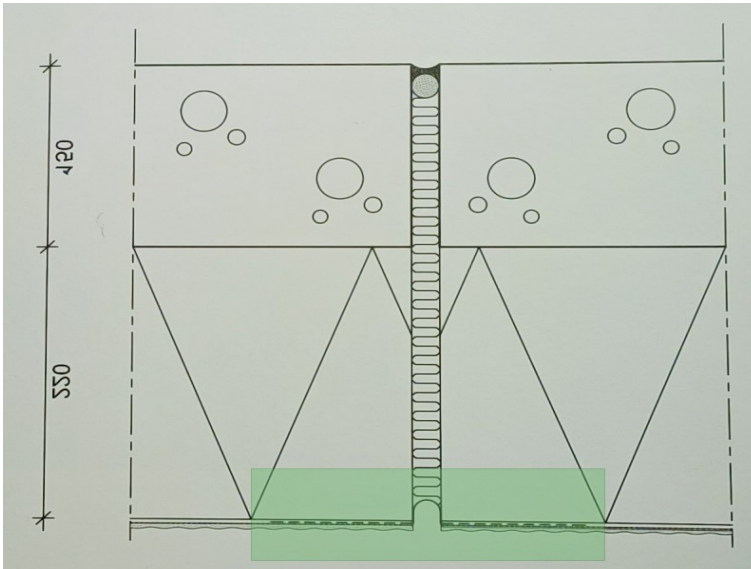
Kuva 39. Nimeämätön kohde. Räystääspelti ei ulotu rappauspinnalta.



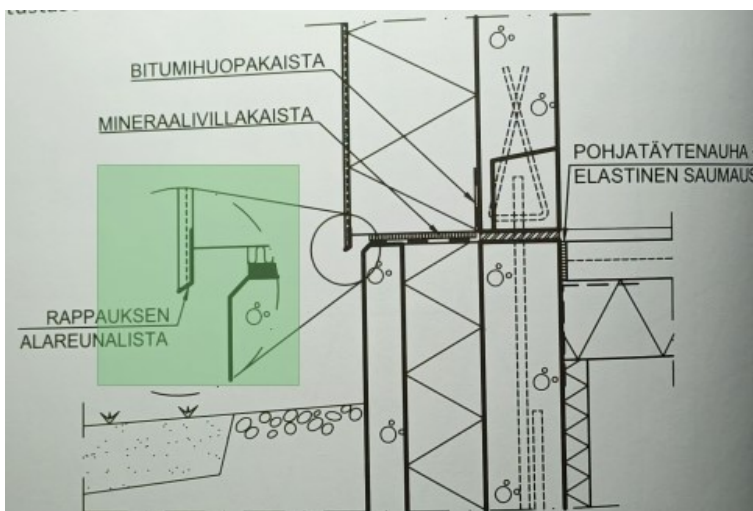
### 6.2.3 Liikuntasaumat ja sokkeliliitokset

Ohutrappauspintojen päädylle on kehitetty paljon erityyppisiä ja erimuotoisia profiileja eri tarkoituksiin. Reilussa ja täydellisessä käytössä pysyvät ikkunoiden lähtölistat, kulmavahvikkeet ja peruspäätylistat, joita käytetään kaikkiin mahdollisiin tarkoituksiin.

Kuva 40. Liikuntasauga, värikorostus MT (Suomen betoniyhdistys ry, 2016, s.44)

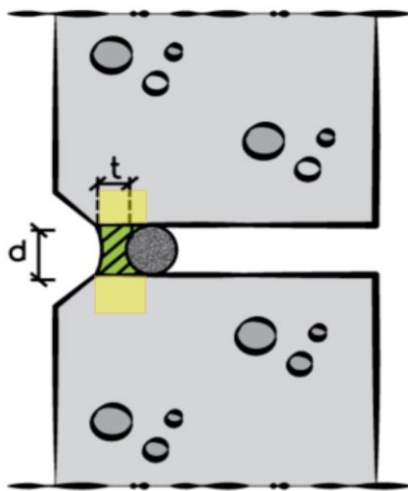


Kuva 41. Sokkelin tippanokka, värikorostus MT (Suomen betoniyhdistys ry, 2016, s. 45)



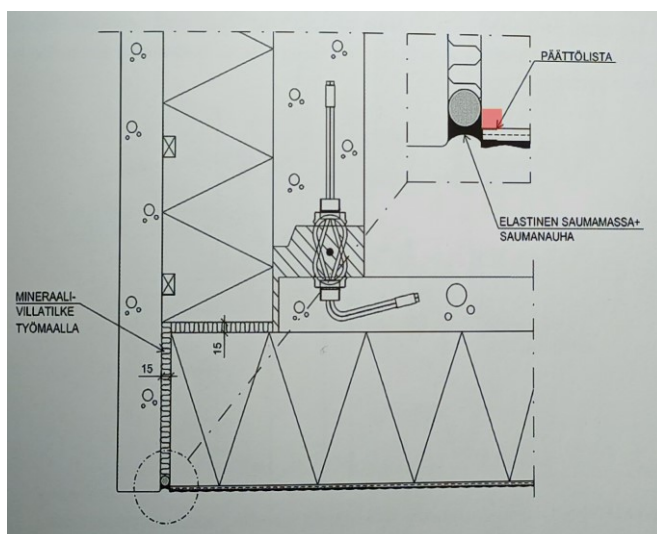
Viimeksi mainittua menetelmää ei myöskään suljeta pois, mutta tällaisissa tapauksissa on huolellisesti harkittava avoimina jäävien saumojen työstöä. Vaikka saumamassan valitsisi yhteensopivaksi rappauksen pintakerroksen kanssa, se ei takaa kestäväää lopputulosta. Consti Korjausrakentaminen Oy:n työnjohtajan Sakari Kilposen kokemuksen mukaan kyseiselle saumamassalle yksinkertaisesti ei riitä vahvaa tartuntapintaa. Tämä on selkeästi havaittavissa, kun verrataan massasauman periaatteellinen poikkileikkauskuvaa (kuva 42) leikkaukseen, joka on poimittu BY57:lta (kuva 43).

Kuva 42. massasauma, periaatteellinen poikkileikkaus, värillä korostus - MT (Tremco CGP Europe, n. d.)



Elementtisauma

Kuva 43. saumatiivistys massalla, kun sauman toinen puoli koostuu eriluonteisista materiaaleista, värillä korostus - MT (Suomen betoniyhdistys, 2016, s.45)



Suosittelava sauman leveys/syvyys -suhde on yleisesti 2:1. (Tremco CGP Europe, n. d.). Saumauksen poikkileikkauksessa koko pinta-ala on tärkeä sauman toimivuuden kannalta, sillä massan kuivuessa sille syntyy tasapainoisia erisuuntaisia voimia. Tässä yhteydessä on äärimmäisen tärkeää, että sauman tartuntapinnat ovat symmetrisiä sekä muodon että tartuntakyvyn näkökulmasta. Tämä ei toteudu esimerkkikuvan tapauksessa, sillä toisen puolen tartuntapinta on osittain rappauspäätyä ja osittain eristealuetta.

Sakari Kilposen mukaan tilaajat yleensä valitsevat saumausmallin saumamassalla, sillä se on ehdollisesti universaali keino. Tämä johtuu siitä, että työn suorittaminen on yksitoikkoista, ja sen valvonta on yksinkertaista. Rakennustuotannollisesta näkökulmasta tämä seikka saattaa ehkä nostaa laatua, mutta ei välittömästi. Parempana saumojen täyttöä esipuristetulla paisuvalla saumanauhalla, kuten esimerkiksi Illbruck TP600. (Haastattelu Sakari Kilponen, Espoo 31.08.2023).

Muuten saumaratkaisuja suunnitellessa ja toteutettaessa korjauksessa on syytä huomioida seuraavat seikat:

- Saisiko asian ratkaista asentamalla jälkeinpäin tarkoituksenmukaiset tarvikkeet, etupäässä liikuntasumaprofiilit ja maskeeraava sokkelin tippanokkaprofiili?
- Jos valitaan saumaus paisuvalla nauhalla, niin valitaan huolellisesti nauhan paisumiskoko ja noudatetaan asennusohjeita tarkoin.

Paisuva nauha sallii ja kestää päälle maalausta arkkitehtuuritarpeiden mukaan, mutta silloin veden ja höyryn pois päästämiskyky heikkenee. Tässä tapauksessa ei väistytä tuuletusputkien tai -koteloiden asennusta. Niiden asennustavat ja toimivuus on ymmärrettävä ja opastettava asentajille. Esimerkiksi kotelot (kuva 44) ovat yleensä noin 50 mm syviä. Vaikka niitä mainostetaan universaaliratkaisuna, ne eivät sovi alkuperäisessä muodossaan ottaen huomioon ohutrappauksen suunnitellun paksuuden (10 mm). Kotelaita on joko asennettava reilusti seinäpintaa ulompana tai halkaistava etukäteen pajassa. Tämä vuorostaan lisää toimenpiteitä ja nostaa kustannuksia

Kuva 44. Sauman tuuletuskotelokappale



Kun käytetään paisuvaa nauhaa yhdessä tuuletusputkien ja -koteloiden kanssa, ja muutenkin paisuvan nauhan päätyiskohdissa, on tärkeää ymmärtää nauhan paisumiskykyä ja suuntia. Käytännössä tämä tarkoittaa, että nauha ei välttämättä täytä koko paisunutta tilaa mahdollisimman tehokkaasti, ja tilan sulkeminen vaatii erityistä huomiota. Tässä tapauksessa on suositeltavaa täyttää nämä tilat sopivalla täytemassalla.

Joskus on kuitenkin mahdollista käyttää ohutrappauksen yhteydessä elastista saumamassaa. Tämä voi esimerkiksi olla tarpeen, kun ohutrappauspinta liittyy toiseen, kuin ohutrappaus pintaan. Tässä tapauksessa on tärkeää ottaa huomioon ja suunnitella ohutrappauspinnan koko (matka saumasta toiseen tai rappauspinnan päätyyn), jotta voidaan sovittaa yhteen kolme eri tekijää:

- Saumamassan elastisuus ja kyky puristua rappauspinnan lämpöliikkeen johdosta.
- Sauman geometrinen koko, jotta huomioidaan sauman perinteinen rakenne ja varmistetaan, että kaikki sille ominaiset osat mahtuvat rappauspäätyprofiilin tilalle.
- Rappauksen puristuskestävyys saumamassan vaikutuksesta. Tämä tarkoittaa, että saumamassan ei tulisi olla kovempi kuin rappaus, ja rappauksen ei tulisi halkeilla.

Tämän osuuden päätteeksi esittelen konkreettisen esimerkin virheellisesti toteutetusta saumasta. Kuvassa nähdään ohutrappauspinnan liitos betonielementtisokkeliin.

Tapauksessa kohtaavat useat virheet:

- Sauma on tiivistetty saumamassalla, ei mitenkään muuten sokkeliliitokseen ominaisesti.
- Sauman paksuus on poikkeuksellisen ohut verrattuna siihen, että kuvassa näkyvän sauman päällä on noin 15 metriä yhtenäistä ohutrappauspintaa.
- Tuuletus on suunniteltu tuuletuskoteloiden avulla, mutta ne on asennettu virheellisesti – ne ovat liian syviä, ja itse kotelo on joko paksumpi tai yhtä paksu kuin sauman leveys
- Kuvan perusteella herää epäily siitä, ettei mikään päätyprofiili ole asennettu rappauspäädylle.
- 

Kuva 45. Kohde 1.sokkelisauman toteutus (virheellinen)



Niistä virheistä seuraavat vauriot:

- Kosteus kertyy sauman taakse ja koteloidenkin päälle eniten, kuin rivisaumalle.
- kuitulasiverkko rypistyy sekä rappauslämpöliikkeiden, että tuuletuskoteloiden tungettamisen myötä
- rappauspinta halkeilee pois sijaltaan
- jonkun luonteva kasvillisuus alkaa kehittyä
- edes sokkelipinnalle ilmestyi hiushalkeama, jonka voisi olettaa myös saumapulman seurauksena.

Liikuntasauaman osalta on myös olemassa hyvä korjausratkaisu, joka perustuu useiden tahojen havaintoihin ja toimintakokemukseen. Korjauksen yhteydessä on mahdollista lisätä uusia liikuntasauvoja, vaikka viralliset määräykset sallisivat suurempien kenttien käytön.

Kuntotutkimuksen aikana ja jopa ennen sitä on tärkeää seurata halkeamien kehitystä ja niiden luonnetta. Mikäli käy selväksi, että tietynlainen halkeama syntyy pinnalle ja leviää toiseen laitaansa sekä "elää" olosuhteiden vaikutuksesta, voidaan olettaa, ettei kyseiseen kohtaan alun perin ollut suunniteltu liikuntasaumaa, vaikka se olisi ollut tapauskohtaista. Tämä menetelmä soveltuu myös kapeisiin kannaksiin tai elementtiliitoskohtaisiin vaakasaumoihin, edellyttäen että rappauspinta ei ole laajalti vaurioitunut eikä kosteusvaurio ole edennyt pitkälle. Jos vaurio etenee merkittävästi, lisäliikuntasauma voidaan järjestää varotoimenpiteenä tavanomaisen korjauksen lisäksi.

Liikuntasauaman jälkikäteinen sahaus valmiiseen rappaukseen kuvataan ohjekirjassa BY57:

Jälkisahaus: Sahaamalla tehtävät liikuntasauumat ulotetaan koko rappauskerroksen läpi. Sahaus tehdään verkotuslaastin kovetuttua ennen pinnoitusta. Jälkisahauksena tehtävät liikuntasauumat tiivistetään joko paisuvalla saumanauhalla tai elastisella saumaussmassalla. Ohuella rappauskerroksella saavutetaan vain harvoin elastiselle saumaussmassalle tarvittava riittävän leveä tartuntapinta. Elastisen saumamassan tartunta ohutrappauslaastiin ja pinnoiteisiin on varmistettava materiaalitoimittajalta (Suomen betoniyhdistys ry, 2016, s.45)

#### **6.2.4 Erikoismuodot ja -pinnat**

Perusasuintalojen arkkitehtuuri on ollut käytännöllistä ja siten usein vaatimatonta ja yksitoikkoista. Arkkitehdit pyrkivät kuitenkin elävöimään tätä ilmettä, vaikka nämä elvytysyritykset eivät aina sovellu rakenneratkaisuihin. Suosittu tapa on luoda erilaisia matalia syvennyksiä julkisivupinnoille. Kun nämä syvennykset usein piirretään ikkunoiden kohdalle, syntyy kaksi virhettä:

Ensimmäinen virhe, kuten kuvattu kappaleessa 3.1.3., liittyy ohuiden kannaksien aiheuttamiin epämääräisiin pysyviin jännityksiin rappauksen sisällä.

Toinen virhe liittyy siihen, että harvoin nämä syvennykset ulottuvat katosta maahan, ja tässäkin tapauksessa syvennys päättyy alapäässään jonkinlaiseen hyllyyn. Jos kyseessä on ainoa hylly ja se on maan tai sokkelin tasolla, sen muotoilu vesipellillä on helppoa. Kuitenkin

usein, kuten meidän esimerkkikohteissamme, nämä hyllyt muodostavat jokaisen kerroksen ikkunan alla erilliset vaakapinnat toteutettuja samoin rappauksella (ks. kuvat 9 ja 10, s.13).

Nämä kaksi tekijää väistämättä johtavat halkeamien syntymiseen ja kosteuden kertymiseen juuri riskikohtiin

Korjaustilanteissa on tarkoituksenmukaista pyrkiä eliminoimaan vauriosyyt. Optimaalista olisi integroida syvennykset saumattomasti muuhun seinäpintaan, mutta oletamme, ettei arkkitehtonisia muutoksia ole tarkoitus tehdä. Tässä yhteydessä pykällykset vahvistetaan monikerroksisella verkotuksella. On huomioitava, että jos käytetään vahvistusverkkokerroksia enemmän kuin kaksi, niiden sijoittelun tulisi olla harkittua ja maltillista, esimerkiksi ei tulisi sijoittaa verkkoja niin, että vieressä olisi esimerkiksi neljä kerrosta ja sen jälkeen yksi kerros verkkoa.

Hyllyt muunnetaan teknisten mahdollisuuksien mukaisesti joko vesipelliksi tai loivemmaksi pinnaksi, jotta vedellä on luonteva mahdollisuus valua pois häiritsemättä rakennetta. Tällainen korjaustapa on onnistuneesti toteutettu yhdessä kohteistamme.



Kuva 46. Kohde 2.



### 6.2.5 Muut liitokset, talovarusteet, ja suunnitteluvirheet

Yleensä taloilla on varusteita, kuten sadevesikouruilla ja -putkilla, talonumerokyltillä ja seinävalaisimilla. Harvemmin tavataan parvekkeiden ripustusvetotankoja. Myös perinteisiä

ovat erilaisia katoksia, kuten sisäänkäyntikatoksia, parvekelippaita, muitakin talosta kiinniolevia kevyitä rakennelmia. Niille rappausliitos ohjeita työstetty hyviä ja kauan.

Pelkistetty sanottuna niitä on 3:

1. Ei mikään mekaanista kiinnitystä suoraan rappauksen pinnalle.
2. Kaikki rappauksen läpimenevät osat pitää saada vesitiiviiksi
3. Kaikki eriluontoiset pinnat olisivat erotettuna toisistaan selkeällä saumalla. Sauman oltava sen rakennusfysiikallisen toiminnan mukaan joko ilma- ja vesitiivis, tai läpäisevä, taikka esimerkiksi, suojeltu suorasta veden virrasta tai UV-säätelystä.

Vastoin tuotantologiikkaa nämä kohdat lähes aina jäävät viimeistelemättöminä. Sitä kesken jättämisistä saa tulkita niiden osien luonnosta. Ne ovat täydentäviä talon detaljeja, usein niitä laitetaan ja viimeistellään rakentamisen loppuvaiheissa. Jotta väistyisi sitä nykyään rakennustuotantovaiheistus reilusti modifioitu. Huomattavasti enemmän aikaa suunnitellaan viimeistely- ja itselleluovutusvaiheisiin. Se ei johdu meidän käsittelemä tekijöistä, mutta hyvin auttaa niitäkin.

Korjausvaiheinen tarkoitus kuitenkin oikaista ne virheet ja tässä ei ole muu erikoisuutta, kuin käydä kaikki läpi ylläkirjatun suppean ohjeen mukaan.

On myös hyviä ratkaisuja siinä osuudella: esimerkiksi, työstetty kaulusmuotoja tuuletus kanavoiden päihin. Vastoin perussäleikköjä (kuva 24) ne parempi suojaavat rappausreunat, eli voidaan tuplasti tiivistää. Jos kanavan reunalle jäisi epätiivieyksiä, niin kauluksen laipan saumaus varmistaa puutteet. Samalla ne kaulukset ovat varustettuja tippanokalla, joten epäpuhtaat kondenssivedet valuvat seinää kauemmas.

Kuva 47. versus kuva 24, s. 23



### 6.2.6 Laadunvarmistus ja johdottamisvaikeus korjauskohteissa

Harvoin pelkkää rappauskorjausta varten perustetaan erillistä työmaata sen varsinaisessa merkityksessä. Toisin sanoen, kiinteää työnjohtajaa, joka olisi jatkuvasti läsnä projektissa, ei yleensä nimitetä. Usein tällaisen projektin työnjohtajalla tai valvojalla on samanaikaisesti useampi projekti, ja hänen pysyvä toimistopaikkansa on tyypillisesti jossain yrityksen keskustoimistossa. Toisaalta haasteena on se, että julkisivukorjaukset suoritetaan pääasiassa korkeuksissa. Kun johtaja on työmaalla, hän ei välttämättä pääse helposti kaikkien tarvittavien kohtien luokse, joissa tarvitaan tarkastusta tai ohjausta. Työntekijät eivät voi keskeyttää työprosessia jokaisen kysymyksen vuoksi tai odottaa työnjohtajan saapumista paikalle. Työnjohtaja ja työntekijät voivat olla peräisin eri organisaatioista, joten heidän välillään ei välttämättä synny välitöntä vuorovaikutusta.

Yllä luetteloidut monet tekijät vaikuttavat negatiivisesti laadun saavuttamiseen. Näin ollen julkisivukorjaustuotantoon on panostettava eri tavoin kuin aiemmin ja yleisesti. Jokaisessa

tapauksessa on laadittava paitsi kaikki muut rakennustuotantoon liittyvät asiakirjat myös laadunhallintasuunnitelma. Laadunhallintasuunnitelman ei tule olla pelkästään muodollinen vaan siitä tulee yksi keskeisimmistä ohjedokumenteista turvallisuuskäytäntöjen perässä.

Laadunhallintasuunnitelma voi olla monenlainen riippuen urakoitsija-yrityksen käytössä olevista työkaluista. Nykyään näyttää siltä, että paras vaihtoehto on tietojärjestelmien käyttö. Niiden avulla voidaan välittää paitsi äänilyhteiksiä myös video- ja kuvamateriaalia, mikä varmistaa työprosessin. Lisäksi voidaan arkistoida kuvia peitettyistä työvaiheista ja järjestää operatiivisia videopalavereita suoraan työmaalta useiden tahojen välillä. Tietotekniikan käyttö voi toteutua erikoissovellusten avulla, kuten esimerkiksi Congrid, tai yleisillä sovelluksilla. Parhaimpana olisi kuitenkin työnjohtajan jatkuva läsnäolo työmaalla

## 7 Pohdinta

Tässä tutkimuksessa luokiteltiin ohutrappaus-eristejärjestelmän keskeisimmät vauriot ja niiden syyt, ja niitä havainnollistettiin useammalla tuoreemmalla esimerkillä. Tutkimus on selvästi osoittanut, että suurin osa virheistä ja korjaustarpeista syntyy projektien alkuvaiheissa, erityisesti suunnittelussa ja tuotannossa, eikä niinkään rankojen käyttöolosuhteiden tai suunniteltuun käyttöiän umpeutumisen vuoksi.

On huomionarvoista korostaa erityisesti suunnittelun ja tuotannon roolia.

Itse ohuteristerappausmenetelmässä ei ilmene loogisia virheitä, ja se on edistynyt huomattavasti myös yksityiskohdissa. Kuitenkin jatkokehitykselle ja sopeuttamiselle Suomen olosuhteisiin on vielä tilaa. Tutkimuksen alkuperäisenä tarkoituksena oli keskittyä korjaustarpeisiin. Keskeiset korjaustuotannon ongelma-alueet analysoitiin vuoropuhelussa "kenttävaen" kanssa, ja niihin esitettiin ratkaisuja tai kehityssuuntia.

Päätelmä on, että korjausprojekteissa ilmenevät ongelmat ovat samankaltaisia kuin uudisrakentamisvaiheissa. Uudisrakentamisessa ilmeni heikkoa suunnittelun oivaltamista, erityisesti rakenneratkaisujen soveltamisessa arkkitehtuuriin - korjauksessa havaitaan heikkoa oivaltamista aiempien suunnittelijoiden virheiden osalta, mikä johtaa heikkoon korjaustulokseen. Uudisrakentamisen osalta heikko laadunvalvonta ja johtamistaidot nousivat esiin - korjausrakentamisessa nämä haasteet saivat lisäksi erityispiirteitä, jotka määräytyivät korjausprojektin työympäristöistä.

## Lähteet

Kattoliitto ry (2022). Toimivat katot 2022, ISBN 978-952-94-5911-7 (s.55)

<https://www.kattoliitto.fi/kaikki-julkaisut/>

Kivitaloinfo (n. d.) Rappausten historia. Haettu 17.5.2023 osoitteesta

<https://kivitaloinfo.fi/rappaus/rappausten-historia/>

Lemberg, A-M. (2019). *Eristerappausjärjestelmien vauriomekanismit ja kuntotutkimusmenetelmät*. [diplomityö, Tampereen yliopisto]

<https://trepo.tuni.fi/handle/10024/115594>

Narmapinnoitus Oy (n. d.) <https://alseccofinland.fi/>

Saint-Gobain Weber (n. d.) SerpoMin-eristerappaus. Haettu 26.09.2023 osoitteesta

<https://www.fi.weber/julkisivuratkaisut-ja-tuotteet/eristerapatut-julkisivut/serpomin-eristerappaus>

Suomen Betoniyhdistys ry (2016). BY57 Eriste- ja levyrappaus. Pieksän Print Oy, Pieksämäki, 2016

Tremco CGP Europe (n. d.) [https://www.illbruck.com/fi\\_FI/ratkaisut/julkisivut/julkisivun-tiivistys-sp520-saumaussmassalla/](https://www.illbruck.com/fi_FI/ratkaisut/julkisivut/julkisivun-tiivistys-sp520-saumaussmassalla/)

