



Juhani Viitala

Ohutrappauksen uudet korjausmenetelmät

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

20.1.2023

Tiivistelmä

Tekijä:	Juhani Viitala
Otsikko:	Ohutrappauksen uudet korjausmenetelmät
Sivumäärä:	74 sivua
Aika:	20.1.2023
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine:	Rakentamisen projektihallinta
Ohjaajat:	Yrittäjä ja Toimitusjohtaja Juha Hartikka, sekä Lehtori Tapani Järvenpää

Työn tilaajana toimi Frontago Oy ja ohjaajana yrityksen toimitusjohtaja ja yrittäjä Juha Hartikka. Opinnäytetyön aiheen valinta ja sisällön laajuus mietittiin yhdessä Hartikan kanssa ja päädyttiin tutkimaan ohutrappauksen uusia korjausmenetelmiä, joita ei ollut vielä tutkittu opinnäytetöissä.

Työssä alustetaan ohutrappauksen historiaa ja menetelmäkuvausta, lisäksi kuvataan, että millaisille alustoille ohutrappauksia voidaan tehdä. Ohutrappausten lyhyen Suomen historian vuoksi järjestelmien osalta on aika vähän olemassa olevaa tutkimusta. Ohutrappauksissa on ilmennyt ongelmia ja 2000-luvun alusta alkaen lisääntynyt ohutrappausten käyttö näkyy lisääntyneinä korjauskohteina.

Työn lähtökohtana oli tutkia alalle tulleet uudet menetelmät ja tuotteet ohutrappausten korjaamiseksi. Tutkimus rajattiin koskemaan kahta alalla tunnettua, ja järjestelmiä kattavasti Suomessa toimittavaa yritystä. Toimittajien järjestelmiä käytetään yleisesti saneeraus- ja uudiskohteissa.

Työssä tutkittiin suppeasti kosteusteknistä käyttäytymistä ja käytiin läpi hieman suunnitteluun liittyvää ohjeistusta.

Avainsanat: Ohutrappaus, korjaus, menetelmät, paksurappaus, levyrappaus, eriste

Abstract

Author: Juhani Viitala
Title: New methods for repairing thin plaster
Number of Pages: 74 pages
Date: 20 January 2023

Degree: Engineer (AMK)
Degree Programme: Degree Programme in Civil Engineering
Professional Major: Construction project management
Supervisors: Entrepreneur and CEO Juha Hartikka, and
Senior Lecturer Tapani Järvenpää

The thesis was commissioned by Frontago Oy and supervised by the company's CEO and entrepreneur Juha Hartikka. The choice of the topic of the thesis and the scope of its content were considered together with Hartikka and it was decided to study new methods of correction of thin plaster, which had not yet been studied in theses.

The study introduces the history and method description of thin-tipping, and it also describes what kind of platforms can be used for thinning. Due to the short Finnish history of thin plastering, there is a lack of existing research on systems. Problems have arisen with thin plastering, and since the beginning of the 2000s, the a growing number of use of thin plasters is reflected in increased repair targets.

The premise of the thesis is to study the new methods and products that have entered the industry to correct thin plasters. The study was limited to two companies known in the field and supplying systems comprehensively in Finland. Supplier systems are commonly used in renovation and new construction projects.

Study focuses on moisture-technical behaviour and deals with some of the design guidelines.

Keywords: Thin plastering, repair, methods, thick plastering, sheet plastering, insulation

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Ohutrappaus	2
2.1	Historia ja menetelmäkuvaus	2
2.2	Tyypillisimmät vauriot	5
2.2.1	Halkeilu	6
2.2.2	Pinnoitteen irtoaminen	8
2.2.3	Liittymien vauriot	9
2.2.4	Pakkasrapautuminen	11
2.2.5	Mekaaniset vauriot	11
2.3	Tyypillisimmät rappausalustat ja niistä johtuvat vauriomekanismit	12
2.3.1	Kiviaineiset alustat	12
2.3.2	Levyalustat	12
2.3.3	Eristealustat	13
2.4	Eräitä ohutrappausjärjestelmätoimittajia korjausrakentamisessa	13
2.4.1	Sto Finexter Oy	14
2.4.2	Saint-Gobain Finland Oy	15
3	Aiemmin käytetyt korjausmenetelmät	16
3.1	Huoltokorjaaminen, Sto Finexter Oy	16
3.1.1	Tarkastus ja huoltoväli, Sto Finexter Oy:n Huolto-ohje	16
3.2	Huoltokorjaaminen, Saint-Gobain Finland Oy	17
3.2.1	Tarkastus ja huoltoväli, Saint-Gobain Finland Oy huolto-ohje	17
3.3	Raskas korjaaminen, Sto Finexter Oy	17
3.3.1	Tarkastus ja huoltoväli, Sto Finexter Oy:n Huolto-ohje	18
3.4	Raskas korjaaminen, Saint-Gobain Finland Oy	18
3.4.1	Tarkastus ja huoltoväli, Saint-Gobain Finland Oy huolto-ohje	18
3.5	Toimittajien menetelmien vertailu	19
3.6	Korjausvaihtoehtojen kustannukset	20
4	Esimerkkejä korjauskohteista	21
4.1	Kohde 1. Käsitellään nimettömästi kohde	21
4.1.1	Elinkaari ja tehdyt korjaustoimenpiteet	21
4.2	Kohde 2. Käsitellään nimettömästi kohde	23

4.2.1	Elinkaari ja suunnitteilla olevat korjaukset	25
4.3	Kohde 3. Käsitellään nimettömästi kohde	25
4.3.1	Elinkaari ja suunnitteilla olevat korjaukset	25
4.4	Kohde 3. Käsitellään nimettömästi kohde	27
4.4.1	Elinkaari ja suunnitteilla olevat korjaukset	27
5	Rappausjärjestelmätoimittajien uudet korjausmenetelmät	30
5.1	Kevyt korjaaminen	30
5.1.1	Sto Finexter Oy	30
5.1.2	Saint-Gobain Finland Oy	30
5.2	Keskiraskas korjaaminen	31
5.2.1	Sto Finexter Oy	31
5.2.2	Saint-Gobain Finland Oy	33
5.3	Raskas korjaaminen Sto Finexter Oy	35
5.3.1	StoReno	36
5.3.2	StoVentro X -rankajärjestelmä	40
5.4	Raskas korjaaminen Saint-Gobain Finland Oy	46
5.4.1	Eristerappauksen muuttaminen MonoRoc-rappaukseksi	46
5.4.2	Eristerappauksen muuttaminen levyrappaukseksi	49
6	Rakennetekniset tarkastelut	50
6.1	Kastepiste	50
6.1.1	Lähtötilanne	50
6.1.2	50 mm mineraalivillan päälle tehty ohutrappaus	52
6.1.3	Levyrappauksella korjattu vanha ohuteristerappaus	54
6.2	Rakennuksen korkeuden vaikutus ohutrappaukseen	56
6.3	RIL 107-2022	58
6.4	Helsingin alueen rantarakentamisohje	60
7	Tulokset	61
8	Johtopäätökset	62
	Lähteet aakkosjärjestyksessä	64

Lyhenteet

EPS: *paisutettu polystyreenimuovi, expanded polystyrene*

m²: *neliömetri*

Sto: *Sto Finexter Oy*

1 Johdanto

Suomessa käytetään nykyään laajasti ohutrappauksia rakennusten julkisivuissa korjaus- ja uudisrakentamisessa. Ohutrappaus voidaan tehdä erityyppisten alustojen päälle, alustoja ovat yleisimmin kiviaineiset rakenteet ja kovat eristeet sekä rappauslevyt. Ohutrappausten käyttö yleistyi Suomessa 2000-luvun alussa sekä korjaus- että uudisrakentamisessa. (Rakentaminen 2019–2020 2019, 17.)

Ohutrappausten runsaan käytön myötä niiden kunnostusten ja korjausten tarve on kovassa kasvussa. Ohutrappauksia on yleisesti korjattu paikkaamalla vaurioituneita alueita paikallisesti, liittymiä tiivistämällä, pesemällä ja maalaamalla ja joissain tapauksissa uusimalla rappauksella laajemmin.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa alalle tulleet ohutrappauksen uudet korjaustavat, miten korjataan osittain tai kokonaan vaurioituneita ohutrappauksia, mitä uusia menetelmiä on tarjolla. Työn tilaajana toimii Frontago Oy. Yritys toimii pääasiassa pääkaupunkiseudulla korjaussuunnittelun parissa, toiminta kattaa kiinteistöjen korjaustöiden suunnittelua, projektinjohtoa, valvontaa sekä rakenteellisia kuntotutkimuksia ja tarkastuksia.

Opinnäytetyössä esitellään ja vertaillaan kahden toimittajan ohutrappauksen korjaustapoja ja kahden materiaalitoimittajan uusiin korjausmenetelmiin, toimittajat ovat Sto Finexter Oy ja Saint-Gobain Finland Oy.

2 Ohutrappaus

Tässä luvussa kerrotaan ohutrappauksen historiasta Suomessa ja muualla Euroopassa lyhyesti. Lisäksi kuvataan ohutrappauksen menetelmää, jota havainnollistetaan kuvien ja niihin liitettyjen selitteiden avulla, myös ohutrappausten erityyppiset alustat ja vauriot käydään läpi. Viimeisessä luvussa esitellään kaksi ohutrappausjärjestelmiä toimittavaa yritystä.

2.1 Historia ja menetelmäkuvaus

Ohutrappausten historia alkaa Keski-Euroopasta ja 1950-luvulta. Toisen maailmansodan jälkeen tuli kysyntää nopealle ja edulliselle julkisivujen korjausjärjestelmälle. Tietävästi ensimmäinen ohutrappaus-eristejärjestelmällä toteutettu julkisivu rakennettiin Berliinissä vuonna 1957. Saksan lisäksi järjestelmiä käytettiin niiden alkuaikoina myös Itävallassa ja Sveitsissä. Keski-Euroopasta ja Ruotsista ohutrappaukset tulivat Suomeen 1980-luvun lopulla, jolloin tehtiin ensimmäiset ohutrappaukset eristeen päälle. (Hekkanen, M. 1990, s. 235.)

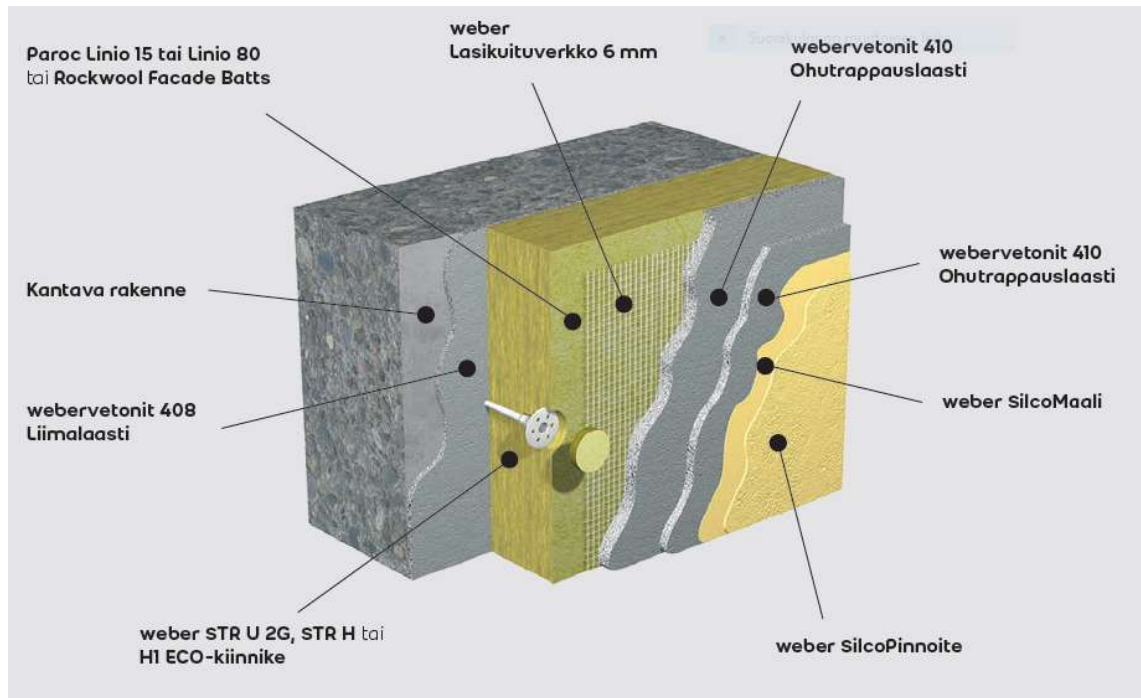
Ohutrappauksena voidaan pitää kiinteän alustan päälle tehtävää tuulettumatonta kaksikerrosrappausta, jossa alimmainen kerros tehdään verkotettuna lasikuituverkolla ja päällimmäinen kerros, eli pinnoitus yhtenä kerroksena nykyään tyypillisesti silikonihartsipinnoitteella. Pientaloissa ohutrappaus tehdään yleensä kiviaineisen pinnan päälle, alustana Leca-harkko, tiili, betoni tai betoniharkko. Kerrostaloissa sekä muissa isommissa rakennuksissa ohutrappausta on tehty pääosin eristeen päälle, eristeenä korjausrakentamisessa 2000-luvun alusta alkaen käytettiin yleisemmin ohutrappausta varten kehitettyä mineraalivillaa. Myöhemmin korjausrakentamisessa yleistyivät solumuovieristeet, jotka kehitettiin järjestelmää varten erikseen (EPS). (Eriste- ja levyrappaukset, Verkkodokumentti. Kivitaloinfo.fi <https://kivitaloinfo.fi/rappaus/eriste-ja-levyrappaukset/>)

EPS-lämmöneriste valmistetaan polystyreenistä vesihöyryn avulla paisuttamalla ja sen lämmöneristyskyky perustuu suljetussa solurakenteessa paikallaan pysy-

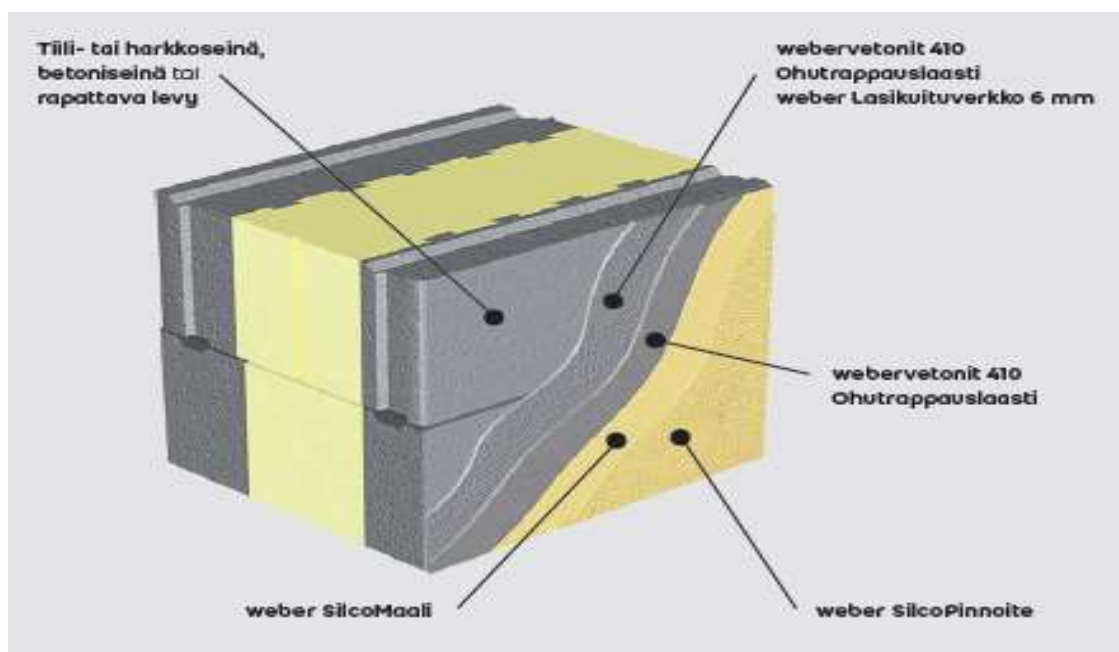
vän ilman alhaiseen lämmönjohtavuuteen. Eristerappauksiin tarkoitetut EPS-seinäeristeet ovat mittatarkkuuden ja -pysyvyyden suhteen luokiteltuja eristeitä. Seinäeristeillä ei esiinny haitallista jälkikutistumaa. EPS-seinälevyillä jälkikutistuma on aina alle 0,2 %. (EPS, Nettidokumentti, <https://www.eps-eriste.fi/component/phocadownload/category/2-ohjeet?download=13:eps-eristeiden-kaytto-ohutrapatussa-julkisivussa>.)

Uudisrakentamisessa ohutrappausta on tehty tyypillisesti mineraalivillan päälle. Elementtitehtaalla asennetaan elementin pintaan käyttöön erityisesti tarkoitettu villa, joka käsitellään tehtaalla ohuella laastikerroksella. Asennettu mineraalivillapintainen elementtijulkisivu käsitellään ohutrappauksella työmaalla valmiiksi. Alustan vaatimukset tulee olla tiedossa ohutrappausta suunniteltaessa. Alustan tulee olla riittävän luja ja käyttöön soveltuva, on sitten kyse eristeestä, levystä tai kiviaineisesta seinästä. Alustassa ei saa olla isoja muodonmuutoksia, halkeilu tulee olla hallittu rakenteellisoin keinoin. Eri materiaalitoimittajien järjestelmillä voi olla erilaisia vaatimuksia alustaan liittyen. Viime vuosina varsinkin korjausrakentamisessa ovat yleistyneet tuulettuvat rappausjärjestelmät, joissa ohutrappaus tehdään erikseen käyttöön tarkoitetun rappauslevyn päälle. (Suomen Betoniyhdistys ry 2011.)

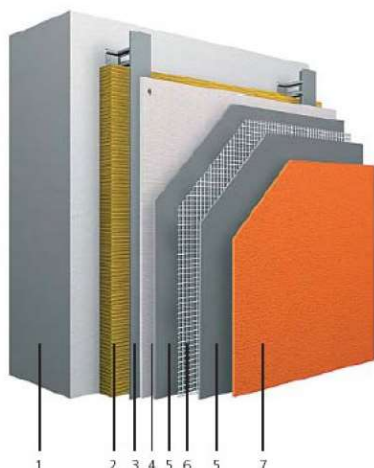
Kuvassa 1 on esitetty mineraalivillan päälle tehty ohutrappaus. Kuvassa 2 on esitetty pientaloissa yleinen ohutrappaus tehtynä harkko- eli kiviaineisen seinän päälle. Kuvassa 3 on esitetty tuulettuva levyrappausjärjestelmä, jossa ulommaisena rappauslevyn päälle tehty ohutrappaus.



Kuva 1. Ohutrappaus mineraalivillan päällä (Weber julkisivuratkaisut, Verkko-dokumentti. https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTffW9HwIQBgPS-rpA-0DmFG5BZxU1dq-bimr7qR_PPc1UJ1dluCMLHSGGxkM1FCt0kCUM&usqp=CAU)



Kuva 2. Ohutrappaus harkon päälle (Weber julkisivuratkaisut 6–13 / 1.10.2018 korvaa esitteen 6–13 / 1.7.2011)



StoVentec-järjestelmän kuvaus:

- 1 Seinärakenne
- 2 Mahdollinen eristys ja tuulensuoja
- 3 Tuulettuva alusrakenne puusta, teräksestä tai alumiinista
- 4 StoVentec Julkisivulevy ja mahd. primer
- 5 Pohjarappaus, ja mahd. primer
- 6 Lasikuituverkko
- 7 Pinnoite

Kuva 3. Ohutrappaus tehtynä rappauslevyn päälle (Sto Finexter Oy järjestelmäkuvaus StoVentec | PDF)

2.2 Tyypillisimmät vauriot

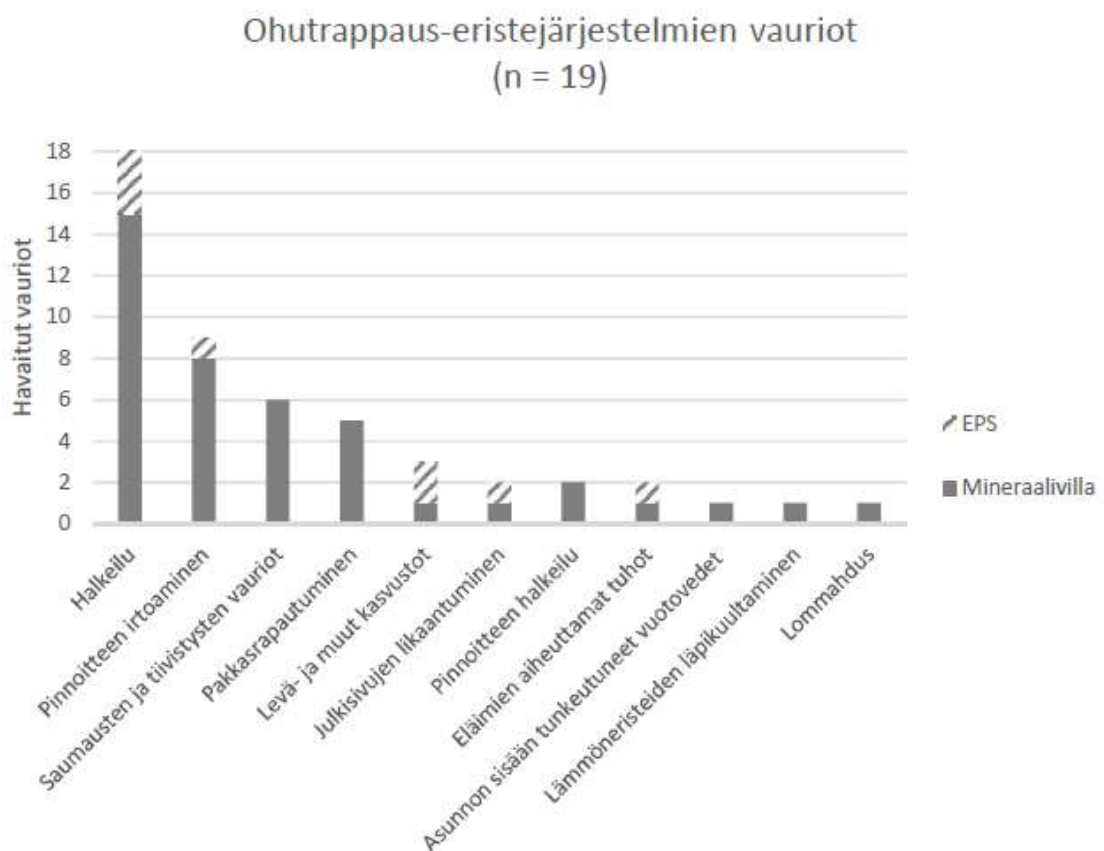
Rakenneratkaisulle tyypillisimmät ongelmat ovat halkeilun lisäksi siihen liittyvien rakenteiden, kuten ikkunoiden, räystäiden, parvekerakenteiden ja sokkelin, liitosten tiiviydessä. Kun liitokset eivät ole tiiviitä, sadeveden myötä kosteutta pääsee jälleen ohuteristerappauksen taustaan, kertoo Santtu Suvanen Raksystems Oy:stä kirjoituksessaan. (Suvanen, nettilinkki.)

Ruotsissa paljastui vuonna 2007 laajat ongelmat puutaloissa, joissa vettä huonosti kestävä kipsi- tai vanerilevyn pintaan on liimattu eriste, joka on puolestaan ohutrapattu. Näiltä eristerappauksen ongelmilta on Suomessa välttytty sen vuoksi, että meillä rappaukset on pääosin tehty betonijulkisivun päälle. (Eisterappaus Ruotsi, nettilinkki.)

Ohut- ja eristerappausjärjestelmien tyypillisiä vaurioita Suomessa on tutkittu Antti-Matti Lembergin diplomityössä Eristerappausjärjestelmien vauriomekanismit ja kuntotutkimusmenetelmät vuodelta 2019. Työ tehtiin Julkisivuyhdistykselle. Työssä tutkittiin 19 kohdetta ohuteristerappauksen osalta, näiden valmistumisvuodet ajoittuvat vuosien 2008–2018 välille. (Lemberg, 71.)

2.2.1 Halkeilu

Kuva 4, Lembergin tutkimusaineiston perusteella ohutrappaus-eristejärjestelmien tyypillisin vaurio on rappauksen halkeilu. Näytteitä (n=19) on otettu 19 kappaletta, yhtä kohdetta lukuun ottamatta kaikissa tutkimusaineiston kohteissa oli havaittavissa rappauksen halkeilua (95 %). Aineiston toiseksi yleisin vauriotyyppi on pinnoitteen irtoaminen (47 %), kolmanneksi yleisin saumausten ja tiivistysten vaurioituminen (32 %) ja neljänneksi yleisin pakkasrapautuminen (26 %). Kuvassa on esitetty tutkimusaineiston kohteissa havaitut vauriot.



Kuva 4: Ohutrappaus-eristejärjestelmien vauriot kuntotutkimusraporttien perusteella (n = 19). Mineraalivilla-alustaiset ohutrappaus-eristejärjestelmät on merkitty yhtenäisellä harmaalla värillä. EPS-alustaiset ohutrappaus-eristejärjestelmät on merkitty vinoviivoituksella. (Eristerappausjärjestelmien vauriomekanismit ja kuntotutkimusmenetelmät vuodelta 2019, sivu 100)

Halkeilu on tutkimusten mukaan yleisin vauriotyyppi. Suurin osa halkeiluun johtaneista syistä johtui työvirheistä. Aineiston 31 halkeiluun johtaneesta syystä 20

(65 %) koski työvirheitä. (Lemberg, 104.) Rappausverkon tehtävänä on vahvistaa rappaus ja estää sen halkeilu. Rappauskerrosten paksuuksien vaihtelu ja rappausverkon sijainti liian lähellä alustaa vaikuttavat huomattavasti rappauksen halkeiluun. Lisäksi yleinen halkeilun syy on riittämättömät verkkojen limitykset toisiinsa nähden, sekä limitysten puuttuminen kokonaan. (Eristerappausjärjestelmien kuntotutkimusohje, Julkisivuyhdistys, 5, 10.)

Halkeamista pääsee rakenteeseen vettä, joka aiheuttaa pakkasrapautumista ja halkeamisten laajenemista. Halkeamat ovat haitallisia ohutrappaukselle, koska ohutrappaukset ovat tuulettumattomia. Ohutrappauksen halkeaman läpi päässyt vesi imeytyy kapillaarisesti laastiin tai menee laastikerroksen läpi ja kulkeutuu painovoimaisesti alaspäin eristekerroksessa. (Eristerappausjärjestelmien kuntotutkimusohje, Julkisivuyhdistys, 14.)

Ohutrappauksen halkeiluluokka on luokka 1, tarkoittaa että siihen syntyvän halkeaman leveys saa olla 0,05 mm ja 0,1 mm välillä. Halkeamat eivät saa olla pidempiä kuin 1000 mm eikä niitä saa olla kuin 1 kappale neliometriä kohden. Pinnan on tarkastushetkellä oltava vähintään 1 kk sitten valmistunut ja lämpimämpi kuin 0°C. Tarkasteltavan pinnan koko täytyy olla yli 3 x 3 m². (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011. Eriste- ja levyrappaus by57, s.188.) Kuvassa 5 on tyypillinen vaakasuuntainen halkeama ohutrappauksessa. Tältä kohtaa on porattu koelieriö laboratoriotutkimuksia varten.

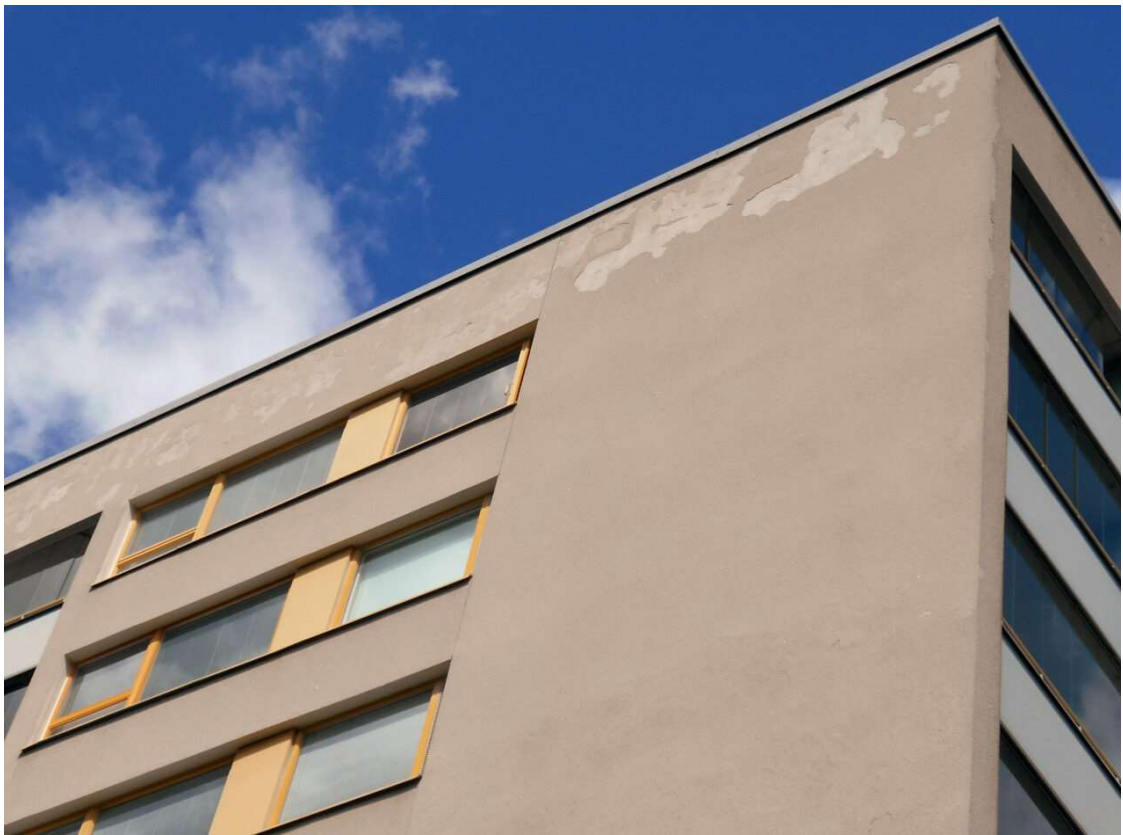


Kuva 5. <https://www.kiinteistoposti.fi/eristerapattua-julkisivua-taytyy-huoltaa-betonijulkisivua-herkemmin/>

2.2.2 Pinnoitteen irtoaminen

Ensimmäinen näkyvä ohutrappauksen vaurio on tyypillisesti pinnoitteen irtoaminen, sen havaitsee maasta käsin silmävaraisesti ja tyypillisesti laukaisee viimeistään julkisivun korjaustarpeen. Pinnoitteen irtoaminen voi olla myös ulospäin näkymättömissä ja tällöin sen havaitseminen ennen pinna kokonaan irtoamista haastavaa. Tartunnasta irronneen pinnoitteen pystyy havaitsemaan kostealla keilillä seinän ollessa märkä, jolloin pinnoite laajenee ja pullistuu ulospäin. Pinnoitteen alla voi tällöin olla myös vettä. Muita keinoja löytää tartunnastaan irronnut pinnoite ovat pinnan raaputettu esimerkiksi puukon kärjellä, sivuttaisesta aurinгонvalosta katsominen, vesiletkulla paineella ruiskutus ja pinnan varovainen koputtelu. Tartunnasta irronneen pintakerroksen erottaa äänen muuttuessa. (Huovinen et al. 1998, s. 43-44.)

Pinnoitteen irtoamisen syynä voi olla veto- ja leikkausjännitys kosteus- ja lämpöliikkeiden vuoksi, tartuntapinnassa on myös saattanut olla pinnoituksen hetkellä epäpuhtauksia, ja pinnoite ei ole tarttunut alustaan alkujaankaan. On myös mahdollista, että pinnoitustyön aikana pohjarappauskerros ei ole ollut täysin kuiva, jolloin kovettumassa olleen pinnoitteen ja verkotuskerroksen väliin on muodostunut kosteutta, joka on estänyt pinnoitteen tarttumisen alustaan kuivumisen aikana. (Eristerappausjärjestelmien kuntotutkimusohje, Julkisivuyhdistys, 38, 39.) Kuva 6 kuvaa pinnoitteen irtoamista verkotuskerroksen pinnasta.



Kuva 6, Rakennuslehti, <https://www.rakennuslehti.fi/wp-content/uploads/2020/11/eristerappaus12-002-1280x1280.jpg>

2.2.3 Liittymien vauriot

Tutkimuksen mukaan kolmanneksi yleisin vauriotyyppi on liittymien vauriot. Liittymillä tarkoitetaan rappauksen päättymistä tai liittymistä toiseen rakenteeseen,

näitä liittymiä ovat tyypillisesti liikuntasaumot, ikkunaliittymät, räystääs- ja sokkeli-liittymät, sekä liittymät parvekkeisiin, kaiteisiin ja muihin läpiviesteihin. Nämä ratkaisevat hyvin pitkälti koko järjestelmän onnistuneen toiminnan ja siihen tulisi kiinnittää erityistä huomioita suunnittelussa ja toteutuksen aikana. Liittymiin on olemassa jokaisella järjestelmätoimittajalla oma ohjeistus, jota tulee noudattaa. Liittymissä tulee käyttää tiivistysnauhoja, massoja, peltejä ja järjestelmään kuuluvia liittymälistoja. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011. Eriste- ja levyrappaus by57. 1, s. 56, 59, 129.)

Liittymistä verkotuslaasti tai eristekerrokseen pääsevä vesi aiheuttaa pakkasra-pautumista ja vaurioiden laajenemista nopeassa ajassa. Liittymät ovat yksi jär-jestelmän tärkeimmistä huolto- ja kunnossapitokohteista, joiden tarkastusta ei saa laiminlyödä. Kuva 7 kuvaa ohuteristerapatun seinän sokkeliliittymää ohuteris-terapatun seinän sokkeliliittymää, joka on hyvin tyypillinen vaurio varsinkin ohu-teristerappauskohteissa kosteuden siirtyessä painovoiman avustaman rakenteen alaosaan. Alareunaan kerääntynyt kosteus aiheuttaa jäätyessään kuvan mukai-sia vaurioita.



Kuva 7, ohuteristerapatun seinän sokkeliliittymä, <https://www.kiinteisto-posti.fi/eristerapattua-julkisivua-taytyy-huoltaa-betonijulkisivua-herkemmin/>

2.2.4 Pakkasrapautuminen

Pakkasrapautuminen on veden ja jäätymisestä verkotuslaastikerroksessa, sekä julkisivujen merkittävin rapautumismuoto. Vesi laajenee jäätyessään noin 9 % ja mikäli laastin suoja huokoistus, on puutteellinen tai täynnä vettä, murtuu laasti sisäisesti, kun laastin lujuus ei riitä pitämään sitä kasassa. Verkotuslaastikerrokseen vesi pääsee tyypillisesti halkeamien ja liittymien puutteiden vuoksi. Myös tiivistyvä vesihöyry laastikerroksessa ja muualta kulkeutuva vesi saattavat aiheuttaa vaurioitumista. Eteenkin villan päälle tehdyissä ohutrappauksissa veden kulkeutuminen painovoiman vaikutuksesta saattaa aiheuttaa pakkasrapaamaa alareunoissa ja ikkunoiden ylämyygeissä, tällöin veden pääsyn rakenteeseen saattaa aiheuttaa ylempänä seinässä oleva halkeama tai liittymäpuute. Pakkasrapautuminen on yleinen kiviainespohjaisten julkisivujen vauriotyyppi. Pakkasrapautuminen on pinnoitteen irtoamisen kanssa näkyvin vaurion muoto julkisivussa. (by 46 2005, 45.)

2.2.5 Mekaaniset vauriot

Ohutrappausten mekaaniset vauriot sijoittuvat rakennuksissa tyypillisesti seinien alaosiin ja aiheutuvat useimmiten erityyppisistä törmäyksistä ja hankauksista, esimerkiksi lumen auraamisesta. Mahdolliset mekaaniset vauriot ja kulumat tulee korjata heti niiden ilmestyttyä, jotta vältetään laajemmilta vaurioilta. Rappaukseen tulleesta reiästä pääsee kosteutta sisään ja aiheuttaa lisävaurioita. Ohutrappausten mekaaniset vauriot ovat yleisimpiä eristeen päälle tehdyissä rappauksissa alustan pehmeyden vuoksi. Ohuteristerappauksissa seinien alaosia voidaan vahvistaa esimerkiksi asentamalla tuplaverkotus tai käyttämällä vahvempaa järjestelmään kuuluvaa verkkoa. Joissain tapauksissa voidaan myös käyttää lujempaa lämmöneristettä ja esimerkiksi törmäyksille alttiiden kulmien suojaamista. (Lahdensivu. 2016, s. 30.)

2.3 Tyypillisimmät rappausalustat ja niistä johtuvat vauriomekanismit

Tässä luvussa käsitellään kolmentyyppisiä alustoja, kivi-, levy- ja eristealustoja. Kiviaineisista sekä eristeaineisista alustoista on saatavilla hyvin aineistoa ja niiden vaurioita on tutkittu Suomessa kattavasti. Erityyppisten alustojen riskit ja vaurioiden esiintyminen alkaa olla hyvin tiedossa, poikkeuksena levyalustat, jotka ovat Suomessa suhteellisen tuore ratkaisu.

2.3.1 Kiviaineiset alustat

Tässä kiviaineisella pohjalla tarkoitetaan betoni-, tiili-, harkko- ja muita vastaavia pintoja, joiden päälle ohutrappaus voidaan tehdä. Kiviaineiset alustat ovat tyypillisiä pientaloissa.

Pientaloissa korjaukset ovat tyypillisesti pienempiä paikkakorjauksia. Yleensä näkyvät vauriot havaitaan ja/tai korjataan nopeammin, jolloin vaurioituminen ei ole välttämättä edennyt niin pitkälle kuin isoissa kohteissa.

Tyypillisesti vaurioita on aiheuttanut esim. rungon liikkeet ja eläminen, puutteelliset detaljit sekä korkea kosteusrasitus. Vauriot esiintyvät halkeamina, pinnoitteen irtoamisena tai pakkasrapaamana kertoo Miika Kujo Sto Finexter Oy:stä. (sähköpostihaastattelu 29.11.2022.)

2.3.2 Levyalustat

Levyrappaukset ovat Suomessa suhteellisen uusi julkisivun verhoustapa. Tuuletuvia levyrappauksia on tehty Suomessa 2000-luvun alusta lähtien. (Eriste- ja levyrappaus by75, 46.)

Levyrappauksia on tehty hyvin vähän aikaa, joten niistä ei ole vielä kattavaa tietoa kuntotutkimuksen osalta. Tyypillisiä vaurioita ovat normaalit ohutrappauksen vauriot, rankajärjestelmissä saattaa myös tapahtua korroosiota, suuria lämpöliikkeitä

ja liikuntasaumoitus voi olla puutteellista, josta seuraa rappauksen halkeilua. (Eriste- ja levyrappaus by75, 77.)

2.3.3 Eristealustat

Lämmöneristeen tarkoituksena on toimia ohutrappauksen riittävän lujana alustana, sekä lämmöneristeenä, varsinaisena tai lisälämmöneristeenä. Eristeenä käytetään tyypillisesti EPS-levyjä ja mineraalivillaa, jotka ovat suunniteltu käytettäväksi ohutrappauksen alustana. Ensimmäisissä ohutrappaus-eristejärjestelmissä rappausalustana toimi solumuovilämmöneristeet, kuten EPS. Ensimmäisissä EPS eristeellä tehdyissä ohuteristerappauksissa ongelmana oli eristeen kutistuminen rappauksen alla, josta seuraa ohutrappauksen halkeaminen. Sittemmin näissä on käytetty esikutistettua eristettä. Mineraalivilla-alustaisia järjestelmiä on alettu käyttää korjausrakentamisessa 1990-luvun puolen välin jälkeen. Eristerappausjärjestelmien elementtiversioita on alettu käyttää 2000-luvun alussa. (Eristerappausjärjestelmien kuntotutkimusohje, Julkisivuyhdistys, sivu 6.)

Uudistuotannossa elementtien ulkopintoihin tehtaalla asennetuissa villoituksissa saattaa olla puutteita mm. villan laadussa ja suojalaastikerroksessa. Villan tulisi olla tyypiltään järjestelmään soveltuvaa ja kiinnitettynä ohjeiden mukaisesti. Suojalaastikerroksen tulisi olla riittävän luja ja samalla laastilla tehty, kun varsinainen verkotus tullaan tekemään. (Suomen betoniyhdistys, by75, sivu 42.)

Eristealustoilla tavataan tyypillisesti luvun 2.2 mukaisia vaurioita.

2.4 Eräitä ohutrappausjärjestelmätoimittajia korjausrakentamisessa

Suomessa myydään useiden eri toimittajien ohutrappausjärjestelmiä, jotka ovat keskenään samankaltaisia. Järjestelmiä ja järjestelmien tuotteita voi ostaa suoraan maahantuojalta, valmistajalta tai tukkurin kautta, esimerkiksi rautakaupoista ja maaliliikkeistä. Käsittelen tässä työssä kahden materiaali- ja järjestelmätoimittajan tuotteita, johtuen siitä, että heidän tuotteitansa käytetään laajasti uudis- ja

korjauskohteissa. Nämä toimittajat kehittävät lisäksi jatkuvasti lisää korjausmenetelmiä ja tuovat markkinoille uusia tuotteita.

2.4.1 Sto Finexter Oy

Sto Finexter Oy myy, markkinoi ja varastoi julkisivu-, betoni-, lattia- ja sisätilatuotteita. Yritys kuuluu saksalaiseen Sto SE & Co. KGaA konserniin, joka toimii maailmanlaajuisesti. Sto konsernissa on noin 5700 työntekijää, konsernin liikevaihto on n. 1,4 miljardia euroa. (Nettisivut, <https://www.sto.fi/s/yritys>) Sto Finexter Oy:n liikevaihto vuonna 2021 oli 9,1 MEUR ja se työllisti 28 henkilöä. (Nettilinkki, <https://www.finder.fi/Rakennustarvikkeet+rakennusmateriaalit/Sto+Finexter+Oy+Vantaa/Vantaa/yhteystiedot/332967.>)

Kuvassa 8 on esitetty suuntaa antavasti maat, joissa Sto toimii.



Kuva 8. Sto on edustettuna ympäri maailmaa. Nettisivut <https://www.sto.fi/s/yritys/sto-konserni>

Yrityksen myymiä tuotteita on käytetty laajasti ohutrappauksissa ja erityisesti korjausrakentamisessa 2000-luvun alusta alkaen.

2.4.2 Saint-Gobain Finland Oy

Saint-Gobain-konserni toimii 72 maassa ympäri maailmaa ja työllistää yli 167000 henkilöä. Saint-Gobain Finland Oy on perustettu keväällä 2017, jolloin viisi suomalaisille entuudestaan tunnettua tuotebrändiä (Ecophon, Gyproc, ISOVER, PAM ja Weber) yhdistettiin yhteen yhteiseen yhtiöön. Saint-Gobain Finland Oy työllistää Suomessa yhdessä brändiensä kanssa yli 680 henkilöä. Liikevaihto vuonna 2021 oli 213,8 MEUR. Yritys myy, valmistaa ja markkinoi rakentamiseen tarkoitettuja tuotteita. (Nettisivut, <https://www.saint-gobain.fi/suomessa>) (Nettisivut, <https://www.finder.fi/Rakennustarvikkeet+rakennusmateriaalit/Saint-Gobain+Finland+Oy/Helsinki/yhteystiedot/201274>.)

Kuvassa 9 on esitetty Saint-Gobain yhtiön laajuutta. Liikevaihto (2021) 44,2 mrd. €, Saint-Gobain toimii 72 maassa ja työntekijöitä on yli 167 000. (Nettilinkki, <https://www.saint-gobain.fi/ura>.)



Kuva 9. Saint-Gobain maailmalla, Nettilinkki <https://www.saint-gobain.fi/>

3 Aiemmin käytetyt korjausmenetelmät

Sto Finexter Oy ja Saint-Gobain Finland Oy ovat molemmat tuoneet markkinoille tuotteita ja tehneet ohjeita vaurioituneiden ohutrappausten korjaamiseksi. Lisäksi toimittajat ovat laatineet järjestelmillensä ja tuoleillensa takuu ja huolto-ohjeet. Tässä luvussa jaotellaan aiemmin käytetyt korjausmenetelmät karkeasti kahteen kategoriaan, kevyeen huoltokorjaamiseen ja raskaaseen korjaamiseen. Raskas korjaus on tarpeellista pahoin ja laajasti vaurioituneessa rappauksessa.

3.1 Huoltokorjaaminen, Sto Finexter Oy

Pesu, paikalliset rappauskorjaukset ja huoltomaalaus, sekä liittymätiivistyksiset. Pesu suoritetaan ohjeen mukaan BIOkleen Julkisivupesu ECO-pesuainetta käyttäen, jotta pinnasta saadaan poistettua mahdolliset epäpuhtaudet. Tarvittaessa käytetään voimakkaampia pusuaineita. On huolehdittava, ettei pesussa käytetä liian kovaa painetta. Paikkakorjaukset tehdään tarvittaville alueille suunnittelijan ja toimittajan ohjeiden mukaisesti. Huoltomaalaus suoritetaan erikseen kohteeseen valittavalla tuotteella suunnittelijan ja materiaalitoimittajan ohjeen mukaisesti. Töiden yhteydessä suositellaan liittymien tarkastelua ja tarvittaessa korjaamista. (STO, Huolto-ohje_StoTherm_2021_ver1-3.)

3.1.1 Tarkastus ja huoltoväli, Sto Finexter Oy:n Huolto-ohje

RT 18-10922 mukaan ohutrappaukselle viiden (5) vuoden tarkastusväli ja huolto- ja kunnossapitoväli 10...20 vuotta (RT 18-10922, sivu 6).

StoTherm-julkisivujärjestelmä ei vaadi mitään erityistä ylläpitoa. Julkisivu tulee tarkastaa säännöllisin väliajoin. Näkyvät vauriot pitää korjata välittömästi, vaikka ne huomattaisiin tarkastusten välissä. Huoltomaalaus voidaan tehdä Sto Finexter Oy:n suosittelemalla maalilla. Muut huoltotoimenpiteet ovat esteettinen kysymys ja riippuvat siitä minkälainen likaantuminen voidaan hyväksyä. (HUOLTO – OHJE StoTherm eristerappausjärjestelmä, verkkodokumentti.)

3.2 Huoltokorjaaminen, Saint-Gobain Finland Oy

Likaantunut ja lievästi vaurioitunut rappauspinta voidaan pestä, paikka korjata ja pinnoittaa uudelleen silcomaalilla. Rappauspintojen pesu tehdään varovaisella pesemällä harjalla tai painepesulla. Lämmin vesi tehostaa puhdistusta, tarvittaessa voidaan käyttää tarkoitukseen soveltuvia pesuaineita. Painepesu suoritetaan varovasti rappausa rikkomatta. Suositeltavaa on tutkia ja korjata liittymät tässä yhteydessä. (SerpoTherm-ohutrappauseristejärjestelmä-huolto-ja-kunnossapito-ohjeet.)

3.2.1 Tarkastus ja huoltoväli, Saint-Gobain Finland Oy huolto-ohje

Rapattujen pintojen huoltoväli voi olla 20–60 vuotta riippuen rappausstyypistä sekä rakennuksen ympäristön vaikuttavista olosuhteista (SerpoTherm-ohutrappauseristejärjestelmä-huolto-ja-kunnossapito-ohjeet).

RT 18-10922 mukaan ohutrappaukselle viiden (5) vuoden tarkastusväli ja huolto- ja kunnossapitoväli 10...20 vuotta (RT 18-10922, sivu 6).

3.3 Raskas korjaaminen, Sto Finexter Oy

Mikäli ohutrappaus on vaurioitunut laajasti, on toimittajalla vaihtona korjauksen suorittamiseksi uusia vaurioitunut ohutrappaus eristeen päälle purkamalla vanhat rappaukset kokonaan pois ja tekemällä uusi rappaus StoNordic-rappausjärjestelmää käyttäen. Toinen vaihtoehto on puhdistaa vanhan rappauksen pinta, tehdä tarvittavat vauriokorjaukset verkotuskerrokseen ja rapata uudestaan StoNordic Classic -järjestelmällä. (StoNordic.)

Mineraalivillan päälle tehtävässä rappauksessa käytetään StoLevell Evo tai StoLevell FT. Näitä laasteja voidaan käyttää myös EPS-eristeen päälle tehtävissä rappauksissa. ESP eristeen ja vanhan silcopinnoitteen päälle tehtävä verkotus voidaan tehdä StoArmat Classic verkotuslaastilla. Pinnoituksen voi StoArmat Classic laastin päälle tehdä ilman pohjustusta silcopinnoitteella. Silcopinnoitetta

käytettäessä StoLevel Evo ja StoLevel FT -laastipinnat tulee pohjustaa järjestelmän pohjustusaineella. (<https://www.sto.fi/s/c/a0K2p00001Lf40GEAR/base-coat-systems>.)

Joissain tapauksissa eristeet voivat vaurioitua purkutyössä esimerkiksi, mikäli verkotuslaasti ei irtoa eristeen pinnasta helposti. Eristettä voidaan joutua uusiin myös niiden viallisuuden tai kastumisen vuoksi.

3.3.1 Tarkastus ja huoltoväli, Sto Finexter Oy:n Huolto-ohje

Kohdassa 3.1.2 on kerrottuna Sto Finexter Oy:n huolto-ohje, joka koskee kaikkia heidän tuotteillansa tehtyjä ohutrappauksia.

3.4 Raskas korjaaminen, Saint-Gobain Finland Oy

Mikäli ohutrappaus on vaurioitunut laajasti, on toimittajan vaihtoehtona uusia vaurioitunut ohutrappaus purkamalla vanhat rappaukset kokonaan pois ja tekemällä uusi rappaus. Uusi rappaus tehdään SerpoTherm-eristerappauksena, kiviaineisen alustan päälle, levyalustan päälle ja samoin alustan ollessa mineraalivilla tai EPS. Järjestelmässä verkotuslaastina käytetään weber 410 ohutrappauslaastia, joka vahvistetaan järjestelmään kuuluvalla lasikuituverkolla. Verkotuslaastikerroksen pinta pohjustetaan silcomaalilla ja pinnoitetaan järjestelmään kuuluvalla pinnoitteella. Vaurioitunut alusta tulee kunnostaa ennen rappauksen tekemistä. (<https://www.fi.weber/julkisivuratkaisut-ja-tuotteet/eristerapatut-julkisivut/serpot-herm-eristerappaus>.)

3.4.1 Tarkastus ja huoltoväli, Saint-Gobain Finland Oy huolto-ohje

Kohdassa 3.2.2 on kerrottuna Saint-Gobain Finland Oy:n huolto-ohje, joka koskee kaikkia heidän tuotteillansa tehtyjä ohutrappauksia.

3.5 Toimittajien menetelmien vertailu

Näiden kahden toimittajan järjestelmät ovat samankaltaiset, kun rappaus tehdään suoraan eristeen, levyn tai kiviaineisen alustan päälle. Molemmilla toimittajilla on samankaltainen sementtipohjainen verkotuslaasti. Verkotuslaastit ovat pumpattavia ja laastin sekoituksessa voidaan käyttää automaattisia, esimerkiksi automaattisia sekoittimia ja taso- tai putkisekoittimia. Verkotukseen käytettävät tuotteet ovat myös samankaltaisia, molempien toimittajien seinäpinnalle käytävissä verkoissa silmäkoko on 6 mm, pakkauskoko ja tapa rullana on sama. Myös verkkojen limitysohjeet ja verkotusohjeet ovat samankaltaiset. Kuitulaasteja käytettäessä verkon silmäkoko on ohjeiden mukaan 6 mm, jotta laasti ja sen sisältämät kuidut läpäisevät verkon helposti.

Pinnoituksen pohjusteessa on eroja, Weberin järjestelmässä pohjusteena käytetään julkisivujen huoltomaalinakin käytettävää silcomaalia. Sto:n järjestelmässä pohjusteena voidaan käyttää Sto Primeria tai StoPrep Miralia. Sto:n järjestelmässä pohjusteena ei voida käyttää heidän silcomaalia. Käytettäessä StoArmat Classic -verkotuslaastia ei pinnoitteelle vaadita erillistä pohjustusta.

Yleisimmin käytetyt pinnoitteet molempien järjestelmissä ovat samankaltaiset. Weber toimittaa Silcopinnoite+ nimellä silikonihartsipohjaista pinnoitetta järjestelmäänsä, pinnoitetta on saatavissa raekoissa 1,5, 2 ja 3 mm hierto- ja roiskepinnoitukseen, saatavana myös 2 mm piirtopinnoite. Pinnoitteessa on pearl-efektin vaikutuksesta erittäin hydrofobinen pinta, joka hylkii voimakkaasti likaa ja vettä. Tämä antaa kestäväen ja hyvän suojan likaantumista vastaan ja pitää seinän kuivana. (<https://www.fi.weber/julkisivuratkaisut-ja-tuotteet/eristerapatut-julkisivut/serpotharm-eristerappaus>)

Sto:lla pinnoitevaihtoehtoja ovat Stolit AimS K/MP, StoLotusan K/MP ja StoSilco K/MP. Merkinnät K/MP tarkoittavat, että tuotetta on saatavissa hiertopinnoitteena (K) tai muotoilupinnoitteena (MP) Pinnoitteita on saatavissa ainakin raekoissa 1, 1,5, 2, ja 3. StoLotusan pinnoite perustuu Lotus-Effect® Technologiaan, jossa lika huuhtoutuu pois sateen mukana, itsepuhdistuva sateen vaikutuksesta, A2-

s1, d0 standardin EN 13501-1 mukaisesti.
(<https://www.sto.fi/s/c/a0K2p00001Lf40GEAR/base-coat-systems.>)

3.6 Korjausvaihtoehtojen kustannukset

Taulukossa 1 on esitetty suuntaa antavasti kustannukset huoltokorjauksessa, hinnat, hinnat sisältävät arvonlisäveron 24 %. Hinnat ovat toimittajasta riippumatta suunnilleen samat, toki menetelmien välillä on eroja suoritteessa ja hinnankin osalta.

Taulukko 1. Lähteenä työn kirjoittajan oma kokemus.

Suorite	Hintahaarukka
1 Nostimet ja telineet	10-30 €/m ²
2 Pesu ja maalaus	20-40 €/m ²
3 Paikkakorjaukset verkotus ja pinnoite uusimalla	120-200 €/m ²
4 Pintarappauksen uusiminen paikkakorjauksena	50-100 €/m ²
Kustannuksiin vaikuttavat esimerkiksi kohteen sijainti, maasto, laajuus, työnajankohta ja kilpailutuksen onnistuminen	

Taulukossa 2 esitetty suuntaa antavasti kustannukset raskaassa korjauksessa, hinnat sisältävät arvonlisäveron 24 %. Taulukko ei ole kattava, esimerkiksi eristeitä ja pohjia, vesi- ja liittymäpellityksiä, sekä muita liittymiä voidaan joutua korjaamaan samalla.

Taulukko 2. Lähteenä työn kirjoittajan oma kokemus.

Suorite	Hintahaarukka
1 Nostimet ja telineet	20-40 €/m ²
2 Purku villan pintaan ja uudelleen rappaus	150-200 €/m ²
3 Osittain purku ja paikkaus, sekä uudelleen rappaus	120-200 €/m ²
Kustannuksiin vaikuttavat esimerkiksi kohteen sijainti, maasto, laajuus, työnajankohta ja kilpailutuksen onnistuminen	

4 Esimerkkejä korjauskohteista

Luvussa 4 käydään läpi neljä erityyppistä kohdetta, joissa ohutrappausten osalta on todettu korjaustarvetta. Kaksi kohteista on niin sanottuja uudiskohteita, toinen viisi ja toinen kymmenen vuotta sitten valmistuneita, joissa ohutrappaukset ovat vaurioituneet. Toiset kaksi kohdetta edustavat tyypillisiä 1970-luvun kerrostaloja, joissa tehty julkisivuille kunnostukset ohutrappaamalla.

Esimerkkikohteista kerrotaan tarpeelliset suppeahkot lähtötiedot sekä niissä esiintyvät vauriot esitetään kuvin ja tekstein.

4.1 Kohde 1. Käsitellään nimettömästi kohde

Talo on rakennettu vuonna 1971 aravalainalla. Talo edustaa tyypillistä vantaalaista 1970-luvun kerrostalokantaa talossa on runkolinjasta ulkonevat parvekkeet ja muuratut yli vesikaton nousevat päädyt. Vesikatto on loivasti kaatava konesaumattu peltikatto, vedenpoisto kaksinkertaisilla vedenpoistokouruilla ja seinän ulkopinnoilla kulkevilla syöksytorvilla. Parvekesivu talossa on etelään päin ja näiden välissä on rapattua julkisivua. (Lähde suunnittelutoimiston aineisto.)

4.1.1 Elinkaari ja tehdyt korjaustoimenpiteet

Viisikerroksinen asuinkerrostalo Vantaalla, jossa tehty julkisivuille ohuteristerappaus tietojen mukaan vuonna 2007. Vanhat ulkokuoret on remontissa purettu pois ja vanhan sisäkuoren päälle asennettu noin 180 mm kova villa, joka on ohutrapattu. Remontin yhteydessä on uusittu myös julkisivujen ikkunat ja pellitykset.

Kohteeseen on tehty suunnittelutoimiston osalta korjaustyöselostus päiväyksellä 28.2.2020 ja korjaukset suoritettu saman vuoden kesällä. Työselostuksen mukaan kunnostustyöt ovat koskeneet kerrostalon sisäänkäynti- ja parvekesivun eristerappauksen alareunoja sekä yksittäisiä paikkauksia julkisivuissa.

Seinien alaosien eristeet purettiin 600 mm korkeudelta, lisäksi purettiin aiemmassa remontissa asennettu järjestelmän lähtölista. Purkutöiden jälkeen asennettiin uusi lähtölista sekä uudet eristeet. Verkotus ja pinnoitus tehtiin saman järjestelmätoimittajan tuotteilla millä alkuperäinen korjaus oli tehty.

Kuva 10 havainnollistaa tyypillistä ohuteristerappauskohteen alareunan vaurioitumista.



Kuva 10. Lähde suunnittelutoimiston korjaustyöselostus

Kuvassa 11 kuvataan muita vauriota julkisivuissa, jotka tässä kohteessa keskittyivät lähinnä parvekepielien läheisyyteen ja syöksytorvien taakse.



Kuva 11. Lähde suunnittelutoimiston korjaustyöselostus

Näissä kuvan 11 mukaisissa korjauksissa vaurioitunutta rappautusta poistettiin suunnitelman mukaisesti ehjään rappaukseen saakka ja uusittiin uudella saman järjestelmätoimittajan verkotus, sekä pinnoituskerroksella.

Julkisivun rappauskorjausten jälkeen kaikki rappauspinnat maalattiin kahteen kertaan järjestelmätoimittajan itsepuhdistuvalla julkisivumaalilla (Lähde korjaustyöselostus).

Tässä esimerkkikohteessa 1 esiintyvät järjestelmälle tyypilliset vauriot, joita korjataan. Korjaukset toteutettiin huoltokorjausperiaatteella, eli rappaus- ja villoituskerroksen vauriot korjattiin ja pinnat huolto maalattiin kauttaaltaan.

4.2 Kohde 2. Käsitellään nimettömästi kohde

Korjaustöiden suunnittelu käynnissä tämän kohteen osalta. Kyseessä Länsi-Helsingissä oleva noin 10 vuotta sitten valmistunut kolmen asuinkerrostalon kohde,

jossa julkisivut tehty ohuteristerappaamalla villan päälle. Kohde on niin sanottu uudiskohde. Rappauksessa todettu runsasta halkeilua etelä- ja länsisivujen julkisivupinnoilla, joissa sävynä tumma punainen. Käytetty järjestelmä ei ole tiedossa tätä työtä kirjoittaessa, mutta pinnoite on silikonihartsipinnoite. Suunnittelijan mukaan kohteessa vaurioituneet alueet tullaan korjaamaan uusimalla kokonaan vaurioitunut rappaus eristeen päältä tai StoReno-järjestelmällä. (Lähde suunnittelutoimisto.)

Kuva 12 kuvaa julkisivun halkeilua ikkuna-aukon ympärillä. Saatujen tietojen mukaan työnaikana mainittu halkeilumahdollisuudesta. Kuvassa 13 näkyy ikkuna-aukon nurkasta lähtevä pitkä halkeama, josta pinnoitetta irronnut ja alta näkyy ilmeisesti valkoinen pohjuste.



Kuva 12. Suunnittelutoimiston toimittama kuva



Kuva 13. Suunnittelutoimiston toimittama kuva

4.2.1 Elinkaari ja suunnitteilla olevat korjaukset

Kohteessa ei ole tietojemme mukaan tehty aiempia korjauksia. Elinkaaresta voidaan todeta, ettei se ole saavuttanut järjestelmälle tyypillisesti annettavaa huoltoväliä ja elinkaarta.

4.3 Kohde 3. Käsitellään nimettömästi kohde

Tässä kohteessa korjaustyösuunnittelu käynnissä. Kyseessä seitsemänkerroksinen asuinkerrostalo Länsi-Vantaalla, joka on rakennettu 1970-luvulla.

4.3.1 Elinkaari ja suunnitteilla olevat korjaukset

Kerrostalon julkisivut on korjattu noin 20 vuotta sitten purkamalla betoniset ulko-kuoret ja vanhat eristeet pois ja korvaamalla ne uudella noin 180 mm villalla, joka

on ohutrapattu pinnoitteena silikonihartsipinnoite. Järjestelmätoimittaja ei ole tiedossa.

Saatujen kuntotutkimuksen valokuvien perusteella rappaus on kauttaaltaan pahoin vaurioitunut ja aiheuttanut vesivuotoja huoneistoihin saakka. Kuva 14 kuvaa kohteen tyypillistä vauriota, jossa rappaus on jo pahoin pakkasrapautunut. Kuvassa 15 mittausnäyte rappauksen paksuudesta, jossa verkotuskerroksen paksuus alle 3 mm ja kokonaispaksuus 5 mm.



Kuva 14. Suunnittelutoimiston toimittama kuva



Kuva 15. Suunnittelutoimiston toimittama kuva

Korjaustavaksi on suunnittelija esittänyt vanhan olemassa olevan ja pahoin vaurioituneen ohutrappauksen purkua ja korvaamista esimerkiksi levyrappauksella. Muitakin vaihtoehtoja, esimerkiksi StoReno-järjestelmää voidaan harkita, kertoo suunnittelija.

4.4 Kohde 4. Käsitellään nimettömästi kohde

Tässä kyseessä noin viisi vuotta sitten valmistunut uudiskohde, jossa mineraalivillapintainen elementti on ohutrapattu työmaalla. Vaurioina ovat verkotuslaastikerroksen irtoaminen villan pinnasta ja muut paikalliset vauriot. Kohteen korjaustöiden suunnittelu käynnissä.

4.4.1 Elinkaari ja suunnitteilla olevat korjaukset

Kohde on siis uudiskohde, joka valmistunut noin viisi vuotta sitten. Kohteen osalta voidaan todeta, etteivät elinkaari ja huoltoväli ole kestäneet järjestelmille yleisesti ilmoitettua aikaa. Kunnostustavaksi on esitetty paikalliset vauriokorjaukset ja kokonaan seinien ylimaalaus korjausten häivyttämiseksi. Kuva 16 kuvaa rappauksen halkeamaa kohdasta, jossa rappauskerros irronnut eristeen pinnasta. Kuvassa 17 rappauksen halkeilua ja irtoamista.



Kuva 16. Suunnittelutoimiston toimittama kuva



Kuva 17. Suunnittelutoimiston toimittama kuva

5 Rappausjärjestelmätoimittajien uudet korjausmenetelmät

Työn varsinaisena aiheena on tutkia valitun kahden toimittajan uusia alalle tuomia korjausmenetelmiä, sekä pohtia yhdessä työn tilanneen yrityksen kanssa näitä. Työn kirjoittamisen aikaan Saint-Gobain Finland Oy:llä kehitteillä ja lanseerausessa uusia tuotteita, joita ei valitettavasti saatu vielä mukaan tähän tutkimukseen. Sto Finexter Oy:llä ei saatujen tietojen mukaan ole kehitteillä uusia tuotteita eristerappauksen korjaamiseen.

Tässä luvussa uudet menetelmät on jaoteltu kolmeen kategoriaan, kevyeen, keskiraskaaseen ja raskaaseen korjaamiseen.

5.1 Kevyt korjaaminen

Tässä luvussa esitetään valittujen toimittajien uudet korjausmenetelmät koskien kevyttä korjaamista.

5.1.1 Sto Finexter Oy

Kevyellä korjaamisella tässä tarkoitetaan ohutrappauspinnan pesua ja huolto-maalauستا. Selvitysten perusteella Sto Finexter Oy:n osalta markkinoille ei ole tullut viime aikoina uusia tuotteita tai innovaatioita liittyen kevyeen korjaukseen. Menetelmät ja ohjeet ovat entiset.

Ohjeet Sto Therm -huolto-ohjeen mukaisesti (STO, Huolto-ohje_StoTherm_2021_ver1-3).

5.1.2 Saint-Gobain Finland Oy

Saint-Gobain Finland oy on tuonut maaliskuussa 2021 Suomen markkinoille Keski-Euroopassa paljon käytetyn tuoteperheen nimeltä TopDry. Weber TopDry -tuoteperheen pinnoitteet on valmistettu uuden sukupolven AquaBalance-tekniikalla. Pinnoitteet on kehitetty erityisesti muuttuneisiin ilmasto-olosuhteisiin. Ne

ovat vähemmän ympäristöä kuormittavia ja pitkäikäisiä. Pinnoitteet pitää julkisivupinnan kuivana, mikä vähentää merkittävästi mikrobi- tai leväkasvustoa. (Nettisivut, <https://www.fi.weber/topdry.>)

TopDry-julkisivupinnoitteet soveltuvat käytettäväksi kaikissa Weberin moderneissa ohut- ja paksurappausjärjestelmissä kuten esim. SerpoVent, Kahi Facade ja MonoRoc. TopDry-tuotteita on käytetty Euroopassa yli 15 vuoden ajan ja sillä rapattuja julkisivuneliöitä on jo yli 20 miljoonaa. (Nettisivut, <https://www.fi.weber/topdry.>)

Uuden sukupolven TopDry-silikonihartsipinnoite on reseptiltään optimoitu, jolloin se on toiminnaltaan sekä hydrofobinen, että hydrofiilinen. Hydrofobinen pinta hylkii vettä ja likaa voimakkaasti, mutta on silti vesihöyryä läpäisevä. Pinnoitteen hydrofobisuus takaa sen, ettei ylimääräinen vesi tunkeudu rappaukseen vaan valuu pois. Tuotteen hydrofiilisuus takaa sen, että pienen pinnalle jäävän kosteuden osalta pinta kuivuu nopeasti sateen tai kasteen jälkeen. (Nettisivut, <https://www.fi.weber/topdry.>)

TopDry-pinnoitetta voidaan käyttää huoltokorjaamisessa vanhan pinnoitteen paikkakorjauksissa. Tähän kategoriaan on Saint-Gobain Finland Oy:ltä tulossa TopDry-maali, jonka julkaisu tapahtuu 2023 vuoden aikana.

5.2 Keskiraskas korjaaminen

Luvussa esitellään toimittajien uudet korjausmenetelmät keskiraskaaseen korjaamiseen.

5.2.1 Sto Finexter Oy

Tähän kategoriaan Sto Finexter Oy asettaa heillä StoNordic Classic -järjestelmän. Järjestelmä soveltuu vanhan muun muassa silikonihartsipinnoitteella pinnoitetun ohutrappauksen korjaamiseen ja perustuu koko seinän uudelleen verkottamiseen ja pinnoittamiseen. Järjestelmä on ollut käytössä jo pidempään ja

sen käyttö ohutrappausten korjaamisessa on lisääntynyt viime vuosina. (Nettilinkki, [https://www.sto.fi/s/inspiraatiot-ratkaisut/julkisivun-korjaus.](https://www.sto.fi/s/inspiraatiot-ratkaisut/julkisivun-korjaus))

Kuvassa 18 kuvataan StoNordic Classic -järjestelmä. Uudeksi menetelmäksi tässä työssä järjestelmä otettiin, koska tätä järjestelmää ei ole tietojeni mukaan käsitelty vastaavissa tutkimuksissa ennen vuotta 2022, jolloin Risto-Matti Lauronen kirjoitti opinnäytetyön Julkisivurappauksien korjaaminen Sto-korjausjärjestelmillä. Kustannuksien ja ominaisuuksien vertailu.

StoNordic Classic



- Yliverkotus + Pinnoitus
- Paksuus n. 6 mm
- Halkeamien liike < 0,5mm
- Soveltuu suoraan vanhan pinnoitteen päälle

Kuva 18. StoNordic Classic-järjestelmä. (PDF-dokumentti, Sto_järjestelmät_halkeamien_korjaukseen)

Alustan tulee olla kiinteä, kuiva, kestävä ja soveltuva yliverkotukseen. Järjestelmä soveltuu mineraalisille ja orgaanisille alustoille esim. silikonihartsipinnoite.

Hyvin alustassaan kiinni olevaa rappausta ei tarvitse poistaa. Tarvittaessa pinnat hiotaan kevyesti. Hiomalla vanhasta pinnasta korkeat piikit ja vanhan pinnoitteen suurin rae, saadaan pienennettyä verkotuslaastin menekkiä. Järjestelmän käyttökohteita voivat olla vaurioituneet ohuteristerappaukset ja myös paksurappauspauseristejärjestelmät. Vaurioituneet ohut- tai paksurappaukset kovalla alustalla esim. Siporex, jonka päällä kolmikerrosrappaus. Järjestelmää voidaan käyttää myös eristerappauksen iskunkestävyyden parantamiseen. (PDF-dokumentti, Sto_järjestelmät_halkeamien_korjaukseen.)

Verkotuslaastin valinnassa tulee ottaa huomioon tartunta ja vaatimukset diffuusioavoimuudelle.

Classic-järjestelmän verkotuslaasti vaatii pidemmän kuivumisajan matalissa lämpötiloissa ja korkeassa ilmankosteudessa. Classic-järjestelmän tuotteet ovat saatavissa myös QS-tuotteina, joiden käyttö on suositeltavaa matalien lämpötilojen aikana keväällä ja syksyllä. QS/ FT- tuotteita voidaan käyttää lämpötiloissa (ilma- ja alusta) +1°C - +10°C (ehdoton yläraja 15 °C). Suhteellinen ilmankosteus ei saa olla yli 95 %. Alusta pitää olla kuiva, eikä siinä saa olla kuuraa eikä jäätä. QS/ FT-tuotteet kestävät 6–8 tunnin kuluttua jopa -5°C yöpakkasta. Epäsuotuisissa olosuhteissa, myös näiden tuotteiden kuivuminen voi kestää kauan. Tämä koskee erityisesti QS- tuotteita, kun ilmankosteus on korkea. Seuraavia tuotteita on QS/ FT teknologialla. (PDF dokumentti, StoNordic_jarjestelmakuvaus_1_2017_FI.)

5.2.2 Saint- Gobain Finland Oy

Saint-Gobain Finland Oy:ltä ei löytynyt selvitysten perusteella uusia varsinaisia järjestelmiä tähän kategoriaan. Uutena tuotteena kategoriaan liittyen ovat TopDry-tuotteet, joita esitelty tarkemmin työn luvussa 5.1.2.

Keskiraskaana korjauksena voidaan weberin osalta pitää korjausta, jossa seinien vaurioituneet rappaukset korjataan ja pinnoittamalla seinät kokonaan uudestaan.

Tässä yhteydessä käyttöön soveltuu heidän uusi weber TopDry Render Silikonihartsipinnoite. (Nettilinkki, <https://www.fi.weber/julkisivuratkaisut-ja-tuotteet/valmispinnoitteet/weber-topdry-render-silikonihartsipinnoite>.)

Weber TopDry Render on käyttövalmis, vähemmän ympäristöä kuormittava vesiohenteinen silikonipohjainen pinnoite kiviaineisten julkisivujen hierto- ja roiskepinnoitukseen. Tuote voidaan sävyttää halutun väriseksi. Saatavana ovat raekoot 0,5 mm, 1 mm, 2 mm, 3 mm, 2 mm piirto ja 3 mm piirto. Pinnoitteen pohjusteena käytetään weber TopDry Primer -pohjustetta. (Nettilinkki, <https://www.fi.weber/julkisivuratkaisut-ja-tuotteet/valmispinnoitteet/weber-topdry-render-silikonihartsipinnoite>.)

Tuote on osa Weber TopDry -tuoteperhettä. Tuoteperheeseen kuuluvat weber TopDry Primer ja weber TopDry Render. TopDry-tuotesarjaa voidaan käyttää seuraavissa julkisivujärjestelmissä: KahiFacade, SerpoVent, MonoRoc, UniTop, Kaksikerrosrappaus, SerpoMin ja SerpoTherm. (Nettilinkki, <https://www.fi.weber/julkisivuratkaisut-ja-tuotteet/valmispinnoitteet/weber-topdry-render-silikonihartsipinnoite>.)

Lisäksi weber ilmoittaa pinnoitteen eduiksi ja hyödyiksi seuraavaa:

- Uuden sukupolven AquaBalance-tekniikalla valmistettu julkisivun suoja-pinnoite
- Vastaus muuttuneisiin ilmasto- olosuhteisiin
- Ekologinen silikonihartsipinnoite
- Julkisivu pysyy kuivana ja kauniina, ei home- tai leväkasvustoja
- Kustannustehokas pidentyneen huoltovälin ansiosta
- Optimoitu resepti: TopDry Render -pinnoite on sekä hydrofiilinen että hydrofobinen
- Voidaan käyttää Joutsenmerkityissä rakennuksissa

Kuvassa 19 on esitetty pinnoitteen tuotekuvaus.

Tuotekuvaus	
Menekki	Hierrettynä n. 2,7 kg/m ² (maksimiraekoko 1,5 mm). Roiskepinta n. 3,3-4,3 kg/m ² halutun pintastruktuurin mukaan. Menekit ovat ohjeellisia ja vaihtelevat alustan ja työtavan mukaan.
Sideaine	Silikonihartsit
Runkoaine	Murskattu kalkkikivi ja dolomiitti
Lisäaine	Väripigmentit
Vesihöyrynläpäisyvyys	S _d < 0,15 m
pH	n. 8,5
Maalautuoteryhmä 2012	415 Silikoniemulsiomaalit RL II.13
Kalustosuositus	Weber rappauspumppu 6-12 l/min
Varastointiolosuhteet	Säilyvyysaika n. 12 kk valmistuspäivämäärästä (avaamaton pakkaus, auringolta ja pakkaselta suojattuna)
Pakkaus	25 kg:n astia
GTIN-koodit	6415910050665 (1,5 mm White) 6415910050955 (1,5 mm Tilausvärit, Tampere) 6415910048952 (1,5 mm Tilausvärit, Vantaa) 6415910049836 (2 mm Tilausvärit, Vantaa)
Tuotehyväksynnät	CE

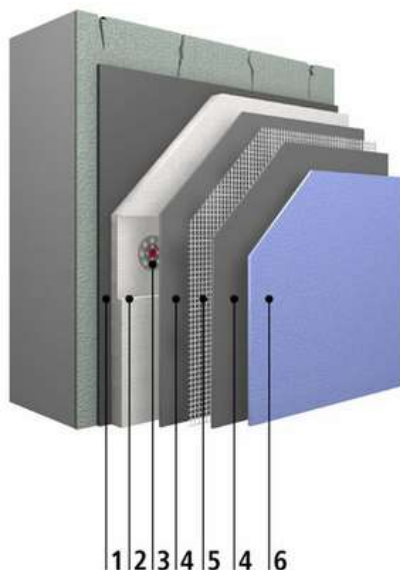
Kuva 19. (PDF-dokumentti, weber-TopDry-Render-Silikonihartsipinnoite-Tuotekortti)

5.3 Raskas korjaaminen Sto Finexter Oy

Raskaaseen korjaamiseen Sto Finexter Oy:llä on kehitetty sekä tuotu Suomen markkinoille kaksi erilaista järjestelmää, jotka molemmat voidaan tietyin edellytyksin asentaa suoraan vanhan ohut- tai paksueristerappauksen päälle purkamatta sitä. Molemmat järjestelmät on kehitetty pahoin vaurioituneen ohutrapauksen korjaamiseen, ja ne soveltuvat käytettäväksi kovan rasituksen alla oleviin julkisivuihin.

5.3.1 StoReno

Kuvassa 20 esitetty StoRENO-järjestelmän rakenne vanhan ohutrappauksen päälle tehtynä.



StoReno - Järjestelmärakenne

1. Liimaus **StoColl KM** (mineraalinen alusta) tai **StoLevell Uni** (orgaaninen alusta)
2. Levy **StoReno Plan A**
3. Mekaaninen kiinnitys
4. Verkotus **StoArmat Classic Plus**
5. Verkko **Sto Lasikuituverkko F**
6. Viimeistelypinnoitus esim. **StoLotusan K**

Kuva 20. StoRENO-järjestelmä. (Nettilinkki <https://www.sto.fi/s/inspiraatiot-ratkaisut/julkisivun-korjaus>)

Järjestelmä perustuu kierrätyslasigranulaatista valmistettuun StoReno -rappauslevyyn, jolla saadaan halkeamia silloittava ja iskunkestävä rakenne. Järjestelmä mahdollistaa toteutuksen ilman kalliita ja työläitä purkutoimenpiteitä. Kertoo Sto Finexter Oy nettivuillaan <https://www.sto.fi/s/palvelut/uutiset/a2I7U000000g8VKQAY/storeno> ja <https://www.sto.fi/s/inspiraatiot-ratkaisut/julkisivun-korjaus>.

Järjestelmän alustaksi soveltuu vanha vaurioitunut ohut- tai paksurappaus, eris-terappaus. Alustan vaatimukseksi ilmoitetaan myös, että sen tulee olla puhdas, kuiva, kiinteä ja soveltuva liimaukseen. Alustan tulee kestää julkisivulevyn ja rappauksen paino (n. 12 kg/m²). Vanha maali pitää poistaa, mikäli alustan diffuusio-avoimuudesta tai tartunnasta ollaan epävarmoja, lisäksi alustan epätasaisuudet tulee tasoittaa. Tälle tasaukselle annetaan 10 mm raja-arvo, eli tätä suuremmat

epätasaisuudet tulee tasata erillisen ohjeen mukaisesti. (Nettidokumentti, Mallityöselostus_StoReno_rappausjärjestelmä_2021.)

StoRENO:n levytys asennetaan tarkastettuun ja kunnostettuun pohjaan tiukasti puskuun painamalla käyttäen liimalaastia StoColl KM tai StoLevell Uni. Laasti levitetään alustaan 6–10 mm hammaslastalla. Hammastus sovitetaan alustassa mahdollisesti olevien epätasaisuuksien mukaisesti. Liimalaasti levitetään alustaan painaen, laastin menekki noin 4,5-5 kg/m². Mahdollinen levyrakojen tiivistys tehdään Sto-Saumantäyttöaine RSC:llä. (Nettidokumentti, Mallityöselostus_StoReno_rappausjärjestelmä_2021.)

Kuvassa 21 esitetään StoRENO-levyn asennus, jossa levyn kiinnitys hammaslastalla levitettyyn liimalaastiin.



Kuva 21. (Nettisivu, <https://www.sto.fi/s/inspiraatiot-ratkaisut/julkisivun-korjaus>)

StoRENO-levyt kiinnitetään liimalaastin lisäksi mekaanisilla kiinnikkeillä suunnittelijan ohjeiden mukaisesti mahdollisen eristeen läpi kiinteään alustaan saakka.

Kiinnikkeiden määrä minimissään 4 kpl/m², tarkka määrä tulee laskea kohteeseen tuulikuormien mukaisesti suunnittelijan toimesta. Käytettävä kiinnike Sto kiinnitystulppa II UEZ 8/60 tai S UEZ 8. Se asennetaan ohjeen mukaisesti tehtyyn reikään ja ruuvataan, kunnes levy painuu hieman sisäänpäin. Paksumpia eristeitä, yli 70 mm, voidaan eristekiinnike upottaa eristeeseen siihen erikseen suunnitellulla työkalilla. Lopuksi kiinnitystulppa peitetään tulppahatulla, joka on valmistettu samasta eristeestä kun seinäeriste on. (Nettidokumentti, Mallityöselostus_StoReno_rappausjärjestelmä_2021.)

Kuvassa 22 esitetty Sto Kiinnitystulppa II UEZ 8/60, joka asennetaan kiviaineeseen rakenteeseen poraamalla 8 mm reikä ja lyömällä tulpan keskellä oleva naula vasaralla pohjaan.



Kuva 22. (Nettisivu, <https://www.sto.fi/s/p/a1F2p00000PivDZEAZ/stothermo-anchor-ii-uez-860>)

Samanaikaisesti StoReno-levyn asennuksen kanssa asennetaan myös lisätarvikkeet, kuten reunaprofiilit, kuitulaastilistat, tiivistysnauhat, yläkulmaprofiilit, tippareunaverkot, liikuntasaumaprofiilit. Näiden asennustavat ja kiinnitykset on kerrottu tarkemmin järjestelmän mallityöselostuksessa ja tarve määräytyy kohteen mukaisesti suunnitelmien valmistuttua. (Nettidokumentti, Mallityöselostus_StoReno_rappausjärjestelmä_2021.)

Verkotus levyn päälle tehdään käyttämällä laastina StoArmat Classic plussaa. Lasikuituverkkona käytetään lasikuituverkko F:ää, joka limitetään minimissään 100 mm kulmaverkkojen ja toistensa kanssa. Huomioitavaa on, että lasikuituverkko pitää olla laastin yläpinnalla ja upotettuna hyvin laastiin. Kylmillä keleillä, tyypillisesti keväällä ja syksyllä, voidaan käyttää toimittajan QS-tuotteita. Kun käytetään QS-tuotetta StoArmat Classic plus QS, ilman ja alustan alin lämpötila tulee olla vähintään +1°C. Ennen koko pinnan verkotusta mekaanisten kiinnikkeiden ohennus täytetään StoArmat Classic Plus verkotuslaastilla ja annetaan kuivua. (Nettidokumentti, Mallityöselostus_StoReno_rappausjärjestelmä_2021.)

Järjestelmän pinnoite on StoLotusan K, joka on purkissa toimitettava käyttövalmis pinnoite ja jota on saatavissa useissa eri raekoossa. Pinnoitteen ulkonäköä säädellään raekoon lisäksi työtavoilla kiven tyyppillä. Pinnoite levitetään ruiskuttamalla tai teräslastalla nostamalla suoraan purkista. Hiertopinnoite (K) muotoillaan muovihiertimellä, Piirto (R) ja muotoilupinnoite (MP) muotoillaan haluttuun muotoon etukäteen tehdyn mallin mukaisesti. (Nettidokumentti, Mallityöselostus_StoReno_rappausjärjestelmä_2021.)

Kuvassa 23 hiertämiseen tarkoitettu muovihierin. Sillä voidaan tehdä hiertämällä piirtopintaa (R-kivi) tai tasaisempaa pintaa (K-kivi). Hiertimen koko 280x135 mm.



Kuva 23 muovihierin. (Nettilinkki, <https://www.sto.fi/s/p/a1F2p00000PivGiEAJ/stofinishing-trowel-plastic>)






5.3.2 StoVentro X -rankajärjestelmä

StoVentro X on toimittajan mukaan nopeasti asennettava ja kevyt rankajärjestelmä StoVentec R -levyrappausjärjestelmän alustaksi. Helposti säädettävä StoVentro X rankajärjestelmä soveltuu kaikille eristetyypeille niin uudis- että korjausrakentamiseen. Järjestelmä voidaan asentaa kaikille tyypillisille alustoille. Uutena mahdollisuutena eristeen läpi asennettava seinäkiinnike, joka minimoi seinäkiinnikkeistä aiheutuvan kylmäsiirtovaikutuksen. Tämä järjestelmä soveltuu erityisen hyvin korjauskohteisiin, joissa eristerappaus on tarvetta muuttaa levyrappaukseksi vanhaa rappausta purkamatta. (Nettidokumentti, Jaerjestelmaeesite_StoVentroXRev.nr.02_2020.10_FI.)

Järjestelmän toimittaja Sto Finexter Oy ilmoittaa, että StoVentro X ja StoVentec R:llä on vaadittavat järjestelmähyväksynät. Soveltuvuudesta kohteisiin huomautetaan, että alusrakenne on mitoitettava staattisten laskelmien ja projektikohtaisen tuulikuorman laskennan perusteella suunnittelijan toimesta. Jos alustasta on epäselvyyttä, on kantavuus, stabiliteetti ja vetovoima osoitettava ja nämä on otettava huomioon laskelmissa osana suunnittelua. (Nettidokumentti, StoVentroX_tyo-ja-asennusohje_13.5.2022.)

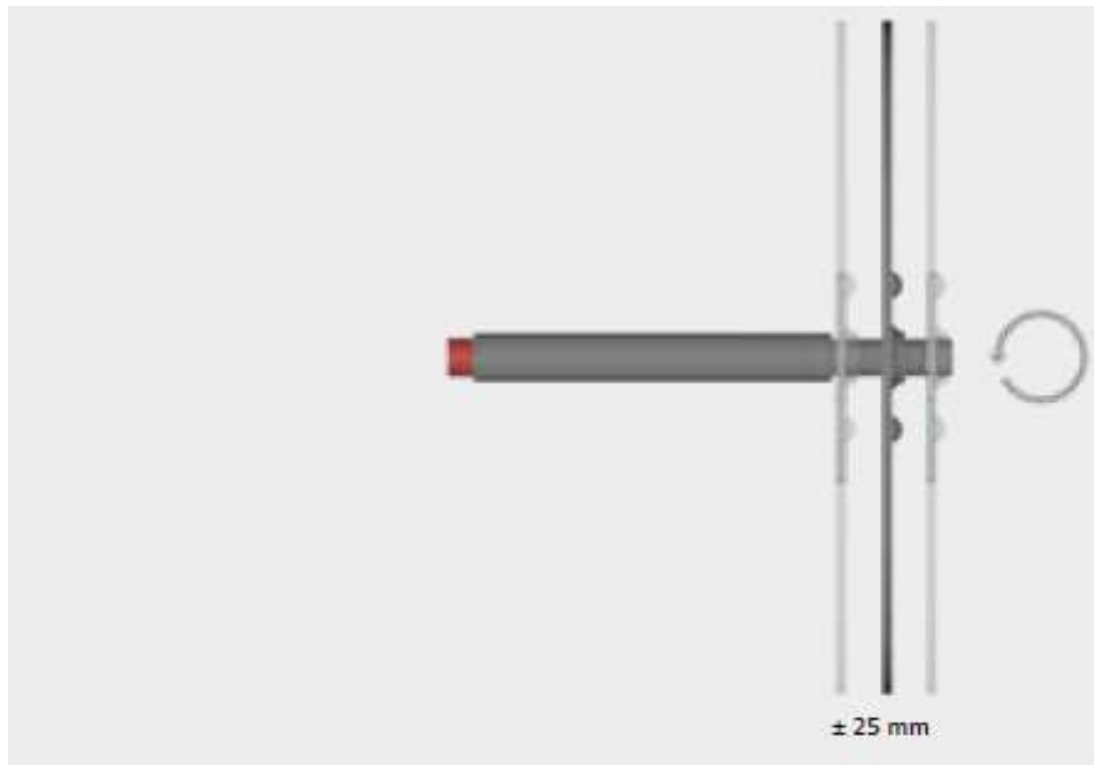
Järjestelmän etuina toimittaja ilmoittaa lisäksi, laajan soveltuvuuden erityyppisille alustoille, helpon säädettävyyden asennuskiekkoja kiertämällä, eristepaksuudet 205 mm saakka ja pieni energiahukka kiinnikkeistä, josta saavutetaan myös pienempi rakennevahvuus samalla u-arvolla. (Nettidokumentti, Jaerjestelmaeesite_StoVentroXRev.nr.02_2020.10_FI.)

Kuvassa 24 listattuna järjestelmän kiinnikkeet. Aluslevyjä F ja S voidaan käyttää eristeen kanssa kiinnittämiseen yhdessä etäisyyskiinnike MP:n kanssa. Järjestelmän voi asentaa myös asentaa etäisyyskiinnikkeellä CA suoraan vanha tai uuden eristeen läpi esimerkiksi betoniseen alustaan injektoimalla.

	Tuotekuvaus	Asennus
	StoVentro Aluslevy F (= Framework) rankarakenteille	<ul style="list-style-type: none"> • Asennus ja kiinnitys puu/teräsrankoihin • Käytetään tarkoitukseen sopivia ruuveja
	StoVentro Aluslevy S (= Solid) massiivisille alustoille	<ul style="list-style-type: none"> • Asennus ja kiinnitys massiivisiin alustoihin (betoni, tiili jne.) • Käytetään tarkoitukseen sopivia ruuveja tai tulppia
	StoVentro Etäisyyskiinnike MP kiinnitetään StoVentro Aluslevy S/F:ään	<ul style="list-style-type: none"> • Valmistettu ruostumattomasta teräksestä • Kiinnikkeen pituus valitaan eristeen ja järjestelmän paksuuden mukaan • Ruuvataan StoVentro Aluslevyyn F tai S, Torx-kanta (TX15) helppoon asennukseen • 40-100 mm eristepaksuuksille 10 mm:n välein
	StoVentro Etäisyyskiinnike CA kiinnitetään kemiallisella ankkurilla	<ul style="list-style-type: none"> • Valmistettu ruostumattomasta teräksestä • Kiinnikkeen pituus valitaan eristeen ja järjestelmän paksuuden mukaan • Kiinnitetään alustaan sopivalla kemiallisella ankkurilla (noudata valmistajan käyttöohjetta) • 205 mm:n eristepaksuuteen asti
	StoVentro Asennuskiekko, rei'itetty ja kierrettävä metallilevy vaakaa asennettavien StoVentec Teräsprofiilien säätämiseen	<ul style="list-style-type: none"> • Asennus StoVentro Etäisyyskiinnikeeseen

Kuva 24, järjestelmän kiinnikkeet (Nettidokumentti, Jaerjestelmaeesite_StoVentroXRev.nr.02_2020.10_FI)

StoVentro-asennuskiekko asennetaan etäisyyskiinnikkeeseen CA tai MP kuvan 25 esittämällä tavalla. Kiinnike mahdollistaa 25 mm syvyyssäädön ja asennuskiekon rei'ityksen myös 10 mm korkeussuuntaisen säädön. (Nettidokumentti, Jaerjestelmaeesite_StoVentroXRev.nr.02_2020.10_FI.)



Helppo ja täsmällinen rangan säätö

- Säätö vaakasuunnassa 25 mm
- Helppo säätö kiertämällä StoVento Asennuskieppo haluttuun asentoon

Kuva 25. (Nettidokumentti, VentroXRev.nr.02_2020.10_FI)

Jaerjestelmaesite_Sto-

Kuvassa 26 on esitetty StoVento X -rankajärjestelmä. Jossa näkyy lähikuvana järjestelmän tappikiinnike, asennuskieppo, tuuletettu vaakaprofili, rappauslevy ja rappaus.



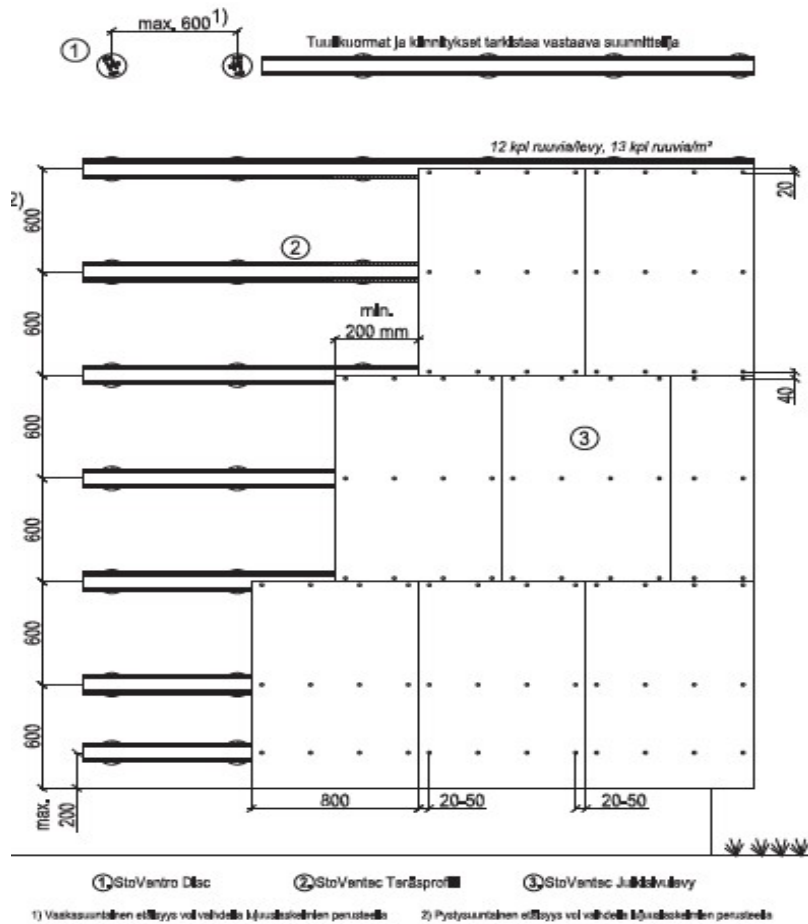
Kuva 26. StoVentro X -rankajärjestelmä (Nettidokumentti, Jaerjestelma-eesite_StoVentroXRev.nr.02_2020.10_FI)

StoVentro-asennuskiekkoon kiinnitetään niitillä. Ohjeessa sanotaan; Kohdista teräsprofiili haluttuun pystysuoraan asentoon (näin varmistat, että levysaumamat ovat suunnilleen teräsprofiilin keskellä) ja kierrä StoVentro Disc -asennuskiekkoa, kunnes kiekon pitkittäisreikä vastaa teräsprofiilin reikää, johon kiinnitys tehdään. Säädä samalla haluttu syvyys. Teräsprofiili ja asennuskiekkko kiinnitetään yhteen niiteillä, StoVentro Rivet100. Kiekkoa kohden on käytettävä kahta niittiä. (Nettidokumentti, StoVentroX_tyo-ja-asennusohje_13.5.2022.)

Kiinnikkeiden määrät ja jako määräytyvät lopullisesti kohteeseen tehtävän rakennesuunnitelman mukaan, kiinnikemääriin vaikuttavat muun muassa tuuliolosuhteet ja alusrakenne. Kuvassa 27 on esitetty yleinen K/K600 jako kiinnikkeissä, rangoissa ja levytyksessä. Kiinnityksiä tehdessä tulee ottaa huomioon asennusruuvien reunaetäisyydet levyissä ja että Ventec-levyt ovat asennettuna tiiviisti puskuun.

Kiinnityskaavio StoVentec Julkisivulevy 1200 x 800 x 12 mm, vaakasuuntainen rankajako 60 cm

Sto-RNE-FI_VR-VXP-0250_2021-01-29

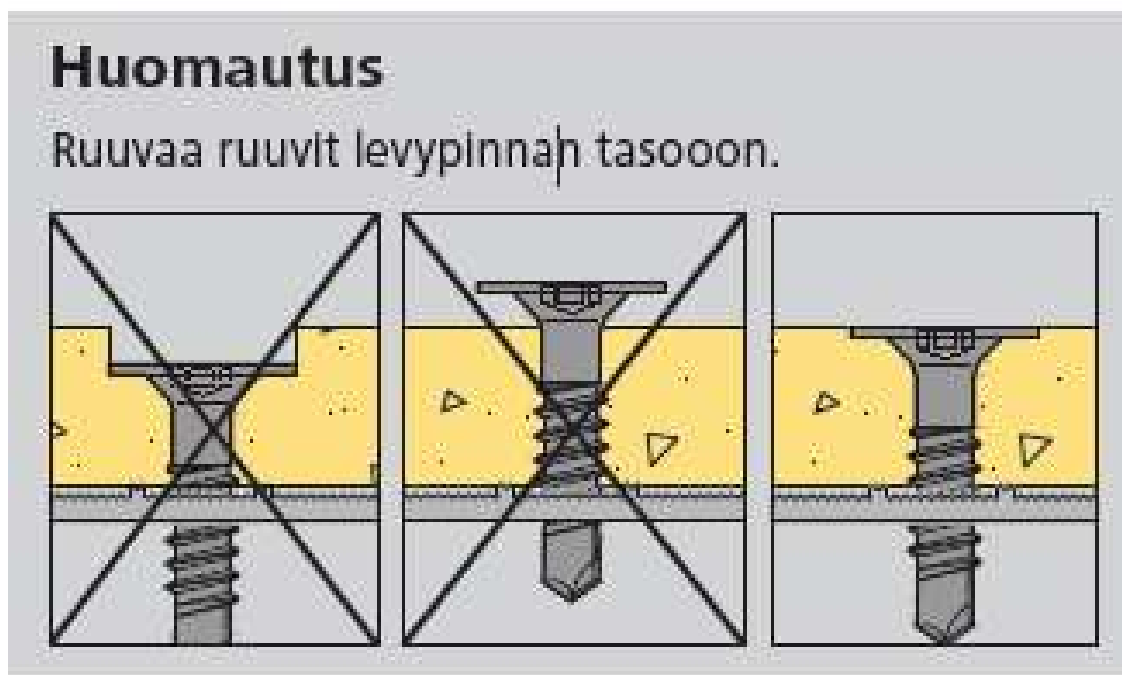


Kuva 27. Kiinnityskaavio. (Nettidokumentti, StoVentroX_tyo-ja-asetusohje_13.5.2022)

StoVentec-rappauslevyjen asennus rankaan voidaan suorittaa ilman erillistä solukuminauhaa levy suoraan rankaa vasten. Levy kiinnitetään kiinnitysohjeen mukaan itseporautuvalla StoVentec-teräsruuvilla, kuvassa 28 on esitetty ruuvi sekä tarvittavat ruuvimäärät kpl/ m². Ruuvauksessa on tärkeää ottaa huomioon oikea ruvin asennustapa, joka kuvassa 29 esitettynä oikeanpuolimmaisena.



Kuva 28. Kiinnityskaavio. (Nettidokumentti, StoVentroX_tyo-ja-asennusohje_13.5.2022)



Kuva 29. Kiinnityskaavio. (Nettidokumentti, StoVentroX_tyo-ja-asennusohje_13.5.2022)

Samanaikaisesti StoVentec-levyn asennuksen kanssa asennetaan myös lisätarvikkeet, kuten reunaprofiilit, kuitulaastilistat, tiivistysnauhat, yläkulmaprofiilit, tip-

pareunaverkot, liikuntasaumaprofiilit. Näiden asennustavat ja kiinnitykset on kerrottu tarkemmin järjestelmän mallityöselostuksessa ja tarve määräytyy kohteen mukaisesti suunnitelmien valmistuttua. (Nettidokumentti, Mallityöselostus_Sto-Reno_rappausjärjestelmä_2021.)

Valmistunut StoVentec-levytys voidaan verkottaa ja pinnoittaa kuten StoRENO-levytys, joka käsitelty tässä työssä kohdassa 5.3.1.

5.4 Raskas korjaaminen Saint-Gobain Finland Oy

Saint-Gobain Finland Oy:llä raskaan korjaamisen kategoriaan uudeksi menetelmäksi esitellään tässä työssä alalle tuttu monoroc-rappaus.

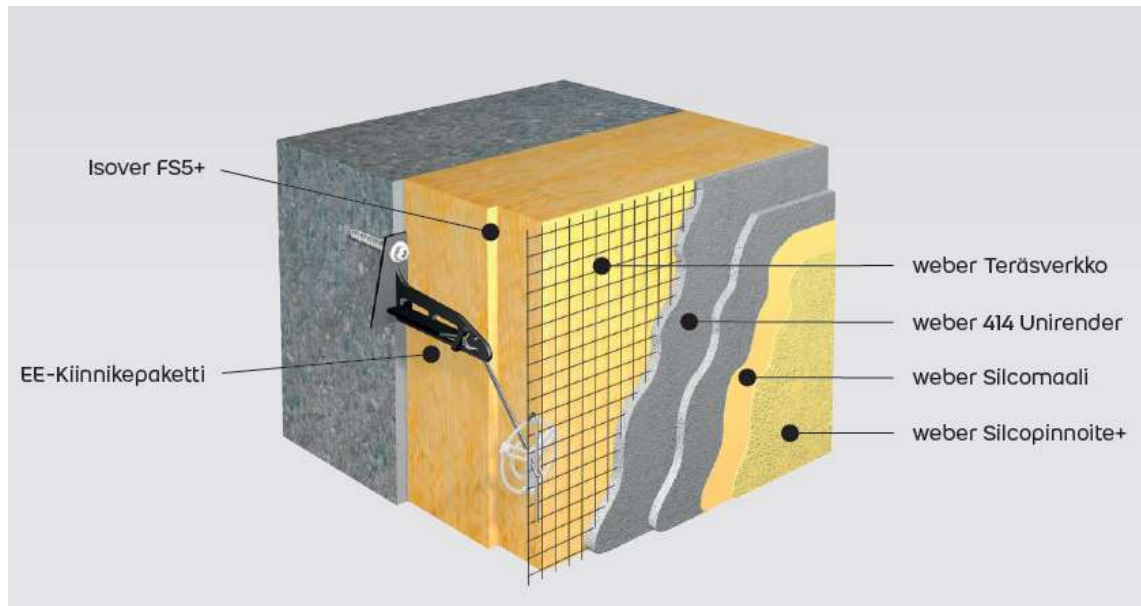
5.4.1 Eristerappauksen muuttaminen MonoRoc-rappaukseksi

Saint-Gobain Finland Oy:n Antti Saajanlehdon mukaan vanha ohuteristerappaus voidaan muuttaa MonoRoc-eristerappaukseksi. MonoRoc-järjestelmä ei itsessään ole uusi järjestelmä, se on ollut käytössä useita vuosia. Järjestelmä on Suomessa kehitetty ja suunniteltu suomalaisia olosuhteita varten jatkaa Antti.

Järjestelmän käyttöäksi Saint-Gobain Finland Oy ilmoittaa 50 vuotta ja huoltoväliksi 20–60 vuotta, olosuhteiden mukaan. Lisäksi weberiltä ilmoitetaan, että järjestelmä on testattu 400:lla jäädytyssulatus syklillä ilman rappauksen vaurioitumista. (Nettidokumentti, Weber-Monoroc-eristerappaus-järjestelmäkuvaus.)

MonoRoc-eristerappaus on rakenne, jossa eristeenä käytetään mineraalivillaa, rappaus on kuumasinkityllä teräsverkolla lujitettu kolmikerrosrappaus ja eriste-kerroksen ankkurointiin käytetään ruostumattomia teräskiinnikkeitä. (Nettisivut, <https://www.rakennusfakta.fi/monoroc-kestava-julkisivu-vuosikymmenyksiksi-100054/uutiset.html>.)

Kuvassa 30 esitetään järjestelmä. Järjestelmä on niin sanottu roikkuva rappaus, joka on kannateltu eristeen läpi järjestelmän kiinnikkeillä.



Kuva 30, järjestelmä (Nettidokumentti, Weber-Monoroc-eristerappaus-järjestelmäkuvaus)

MonoRoc-järjestelmän eristeeksi on toimittaja ilmoittaa Isover FS5+, joka voidaan asentaa esimerkiksi kiviaineisen alustan tai vanhan eristerappauksen eristeeseen päälle. Mikäli korjattavassa ohuteristerappauskohteessa on käytetty eristeinä mineraalivillaa, joka täyttää lujusvaatimukset, voidaan vanha eriste jättää sellaisenaan monoroc-järjestelmän alustaksi. Eristeen pinnasta tulee tällöin poistaa vanha ohutrappaus ja varmistaa, että eriste on ehjä. Kertoo Antti Saajanlehto Saint-Gobain Finland Oy:stä. Vanha ohutrappaus voidaan myös jättää purkamatta, tällöin monoroc-rappauksen ja vanhan ohutrappauksen väliin tulee asentaa laakerikerrokseksi villa.

Vanhan ohutrappauseristeiden jäädessä alustaksi, tulee uusille kiinnikkeille tehdä villoitukseen reiät esimerkiksi rasiaporalla koko eristeiden matkalta. Kiinnikemäärä määräytyy kohteen rakennesuunnittelijan laskelmien perusteella, tyypillinen kiinnikemäärä 4–7 kpl/m². Tarvittaessa kiinnikkeiden kiinnitys alustaan voidaan varmistaa irtivetokokeilla. Kiinnikkeille tehdyt reiät paikataan irti poratulla villalla tai vastaavalla. (Nettidokumentti, Mallityöselostus, Eristerappaus MonoRoc-eristerappaus Weber.)

MonoRoc-järjestelmässä käytetään hitsatulla teräsverkolla lujitettua rappausta, rappauksen paksuus 20–30 mm. Rappauslaastina pohja- ja täyttörappauksessa webervetonit 414 Unirender. Pohjarappausten osalta menekkinä laastilla 12–15 kg/m², jolla saadaan 8–10 mm kerrosvahvuus, laastin levytys suoritetaan verkotettuun pohjaan koneellisesti. Pohjalaastikerros pidetään kosteana kostuttamalla laastipintaa 1–3 vrk ajan ilmankosteuden mukaan. (Nettidokumentti, Mallityöselostus, Eristerappaus MonoRoc-eristerappaus Weber.)

Täyttörappaus suoritetaan myös koneellisesti, kerrosvahvuuden tulee olla 8–12 mm, kuitenkin niin, että rappausten kokonaisvahvuudeksi saadaan vähintään 20–25 mm. Pohjarappausten pinta kastellaan kuuvalla ja lämpimällä säällä kevyesti ennen täyttörappausten ruiskutusta. Pinta tasataan ja oikaistaan ohjureiden avulla ja pinta voidaan vielä hiertää kevyesti kolojen ja pinnan tasaamiseksi. Työstössä on huomioitava, että pintaan ei saa muodostua sementtiliimakerrosta. Täyttörappausten osalta pinta on pidettävä kosteana 1–3 vrk ajan. (Nettidokumentti, Mallityöselostus, Eristerappaus MonoRoc-eristerappaus Weber.)

Liikuntasauamat ovat järjestelmään pakollisia, rappauspinnan on saatava esteettä liikkua lämpötilan ja kosteuden vaihtelun mukaan, joten rappauspinnan ja kantavan rakenteen, räystäsrakenteiden tai kantavassa rakenteessa kiinni olevan ulokkeen välille on jätettävä vähintään 10 mm levyinen liikuntasauama. Liikuntasauama on lisäksi sijoitettava enintään 12–15 metrin välein, rakennuksen ulkonurkkiin sekä kanta-van rakenteen liikuntasauaman kohdalle. Pystysuuntainen liikuntasauama ulottuu rappauserroksien läpi eristeen ulkopintaan, ja sen leveys on 6–10 mm. Vaakasuoran liikuntasauaman leveyden tulee olla vähintään 10 mm. Liikuntasauamat tiivistetään paisuvalla tiivistenauhalla tai suljettusoluisella pohjanauhalla ja elastisella saumausaineella. Liikuntasauamat voidaan ajaa laikkokoneella laastipinnan kovetuttua, mutta viimeistään 3–4 vrk kuluessa täyttörappausten valmistumisesta. (Nettidokumentti, Mallityöselostus, Eristerappaus MonoRoc-eristerappaus Weber.)

Mallityöselostuksen mukaan pinnoittamisen saa aloittaa, kun on varmistettu, että verkotettu laastikerros on riittävän kuiva. Ilman ja alustan lämpötilan on oltava

pinnoituksen jälkeen viiden vuorokauden ajan vähintään +5 °C. Pohjusteena käytetään weber SilcoMaalia, joka voidaan levittää alustaan esimerkiksi maaliruis-kulla. Pinnoitteena weber SilcoPinnoite+, jolla saadaan aikaan hierto- tai roiske-kuvio. Menekki hierrettynä n. 2,5 kg/m² (1,5 mm raekoko), n. 3,0 kg/m² (2 mm raekoko), n. 4,5 kg/m² (3 mm raekoko). Ruiskutettuna n. 3–4 kg/m² halutun pin-takuvion mukaan. Pinnoite on purkissa myytävä suoraan käyttövalmis pearl-efek-tin ansiosta likaa hylkivä vesiohenteinen silikonihartsipohjainen pinnoite. (Nettisi-vut, [https://www.fi.weber/julkisivuratkaisut-ja-tuotteet/valmispinnoitteet/weber-silcopinnoite.](https://www.fi.weber/julkisivuratkaisut-ja-tuotteet/valmispinnoitteet/weber-silcopinnoite))

Järjestelmän pinnoitteeksi soveltuu myös uutena tuotteena TopDry-järjestelmän pinnoite, joka esitely tämän työn luvussa 5.1.2.

5.4.2 Eristerappauksen muuttaminen levyrappaukseksi

Saint-Gobain Finland Oy on tuomassa markkinoille oman järjestelmän vanhan eristerappauksen muuttamisesta levyrappaukseksi. Järjestelmän julkaisun aika-taulu ei ollut tätä työtä kirjoitettaessa tiedossa, joten siitä syystä se jäi pois tästä tutkimuksesta. Saatujen tietojen mukaan järjestelmä tulee olemaan samatyyppi-nen mitä Sto Finexter Oy:llä on käytössä ja joka esitely tässä työssä luvussa 5.3.2.

6 Rakennetekniset tarkastelut

Luvussa tarkastellaan muutaman erityyppisen seinärakenteen ja lähtötilanteen kosteuskäyttäytymistä tyypillisessä 1970-luvun elementtirakenteisessa kerrostalossa. Lisäksi käydään läpi rakennuksen korkeuden aiheuttamaan vaikutusta ohutrappaukseen. 2023 viikolla 1 ilmestynyt RIL 107 julkaisu mukana yhtenä kappaleena, sekä lyhyesti kartoitettuna Helsingin rantarakentamishojeen sisältö liittyen ohutrappauksiin.

6.1 Kastepiste

Tässä luvussa tarkastellaan DOF-Lämpö-ohjelman avulla lämpö- ja korkeuskäyrien avulla kondensoitumisen määrää erityyppisissä korjatuissa seinärakenteissa. Mitoitustilanteena kaikissa esimerkeissä on sisälämpötila +21 °C ja ulkolämpötila -26 °C. Kylmäsiltoja eikä mahdollisia kiinnikkeiden vaikutuksia ei otettu tässä tarkastelussa huomioon kummassakaan, vanhassa tai uudessa rakenteessa.

6.1.1 Lähtötilanne

Lähtökohtana on 1970-luvun tyypillinen sandwich-elementti ei kantavalla sivulla. Kuvassa 31 kuvataan esimerkkiseinätyypin rakennekerrokset arvoineen lähtötilanteessa.

RAKENNEKERROKSET				
Kerros:	Paksuus:	Materiaali:	Lambda:	VHL:
	(mm)		(W/mK)	(kg/msPa)
1	80.00	Betoni, raudoitettu (1 % terästä)	2.000	1.538e-12
2	90.00	Lämmöneriste (min.villa)	0.055	2.000e-10
3	60.00	Betoni, raudoitettu (1 % terästä)	2.000	1.538e-12

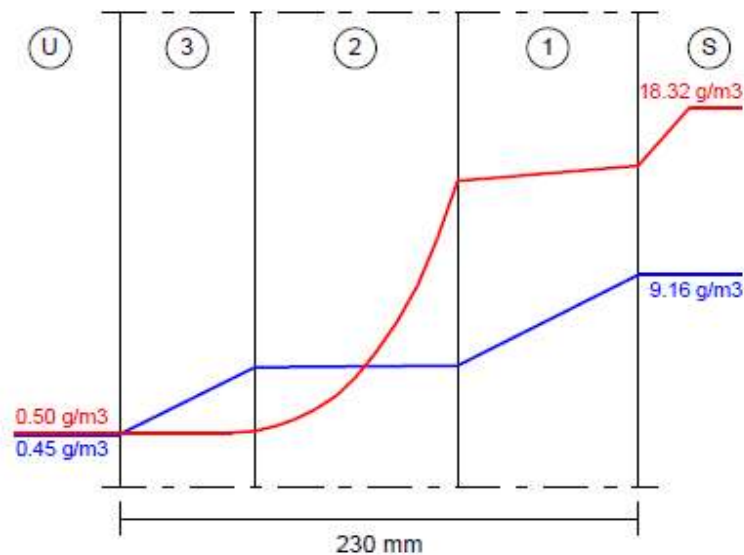
Kuva 31. Lähtötiedot 1970-luvun tavanomainen ulkoseinä rakenne kerrostaloissa. Lähde suunnittelutoimisto.

Lähtölanteen seinärakenteessa tapahtuu esimerkkiolosuhteissa kondensoitumista rakenteiden 2–3 rajapintaan, eli sandwich-elementin ulkokuoren sisäpintaan sen ollessa pakkasella $-24,25\text{ }^{\circ}\text{XC}$. Tässä sijaitsee siis rakenteen kastepiste näissä olosuhteissa. Kuvassa 32 esitetty kosteudet rakenteen eri kerroksissa.

KOSTEUS ERI KERROKSISSA

Tarkasteluhetki/jakso:		Vyöhyke 1, Mitoitustilanne		
Tarkastelupiste:	KK (g/m ³):	KM (g/m ³):	Kond. (g/m ²):	
Sisätila:	18.32	9.16 (RH=50.00%)	-	
Sisäpinta:	15.13	9.16 (RH=60.55%)	0.00	
1-2:	14.25	4.21 (RH=29.52%)	0.00	
2-3:	0.59	4.16->0.59 (RH=100%)	1.90	
Ulkopinta:	0.55	0.45 (RH=81.68%)	0.00	
Ulkotila:	0.50	0.45 (RH=90.00%)	-	

(KK = Kyllästymiskosteus, KM = kosteusmäärä, Kond. = kondensaatio)



Kuva 32, kosteudet rakenteen eri kerroksissa. Lähde suunnittelu toimiston materiaali

6.1.2 50 mm mineraalivillan päälle tehty ohutrappaus

Tässä tarkastellaan tilannetta, missä sandwich-elementin pintaan on asennettu uusi lämmöneriste 50 mm mineraalivilla, joka on ohutrapattu. Rakenne on hyvin tyypillinen korjauskohteen rakenne, jota tehtiin 2000-luvun alkupuolella eteenkin 70-luvun kerrostaloissa. Kuvassa 33 esitetty kyseinen rakenne arvoineen.

RAKENNEKERROKSET				
Kerros:	Paksuus:	Materiaali:	Lambda:	VHL:
	(mm)		(W/mK)	(kg/msPa)
1	80.00	Betoni, raudoitettu (1 % terästä)	2.000	1.538e-12
2	90.00	Lämmöneriste (min.villa)	0.055	2.000e-10
3	60.00	Betoni, raudoitettu (1 % terästä)	2.000	1.538e-12
4	50.00	Mineraalivilla	0.039	1.050e-10
5	8.00	Ohuteristerappaus	0.700	2.000e-11

Kuva 33, rakenne arvoineen. Lähde suunnittelutoimiston materiaali

Kuvassa 34 esitetään lämmöneriste- ja ohutrappauksen vaikutus kondensoitumiseen. Esimerkin mitoitustapauksessa kondensoitumista tapahtuu edelleen rakenteessa 2-3 rakenteiden rajapintaan, mutta kondensoituva määrä on pudonnut alle puoleen lähtötilanteesta. Ohjelmalla testattiin tilanne EPS-eristettä käytettäessä ja tulos oli sama, kun mineraalivillalla. Vanha sandwich-elementin ulkokuori oli edelleen pakkasen puolella, tässä tilanteessa $-5,78\text{ }^{\circ}\text{C}$. Kuitenkaan kosteutta ei pääse kondensoitumaan uuteen ohuteristerappaukseen.

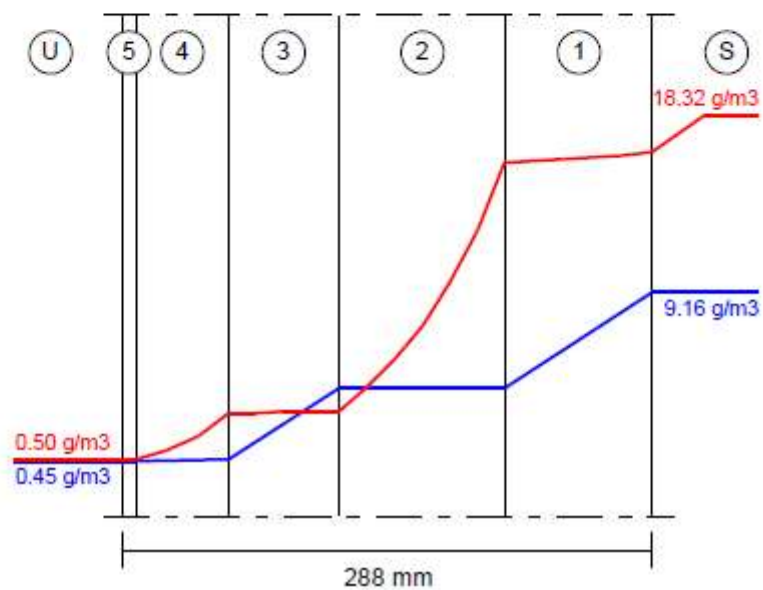
KOSTEUS ERI KERROKSISSA

Tarkasteluhetki/jakso:

Vyöhyke 1, Mitoitustilanne

Tarkastelupiste:	KK (g/m ³):	KM (g/m ³):	Kond. (g/m ²):
Sisätila:	18.32	9.16 (RH=50.00%)	-
Sisäpinta:	16.37	9.16 (RH=55.97%)	0.00
1-2:	15.81	4.25 (RH=26.91%)	0.00
2-3:	3.04	4.21->3.04 (RH=100%)	0.73
3-4:	2.93	0.53 (RH=18.11%)	0.00
4-5:	0.54	0.49 (RH=90.62%)	0.00
Ulkopinta:	0.53	0.45 (RH=84.97%)	0.00
Ulkotila:	0.50	0.45 (RH=90.00%)	-

(KK = Kyllästymiskosteus, KM = kosteusmäärä, Kond. = kondensaatio)



Kuva 34, lämmöneriste- ja ohutrappauksen vaikutus kondensoitumiseen. Lähde suunnittelutoimiston materiaali

6.1.3 Levyrappauksella korjattu vanha ohuteristerappaus

Viimeisenä korjattuna rakenteena tarkastellaan tässä työssä esiteltyä uuden korjaustavan mukaista rakennetta, jossa vanhan ohuteristerappauksen päälle on tehty tuulensuojapintaisella lisälämmöneristeellä levyrappaus. Sama tulos saataisiin levyrappaus-rakenteella, jossa mineraalivillaa 50 mm + 50 mm levyrappauksen alla. Kuvassa 35 esitetty tutkimuksessa käytetty rakenne arvoineen.

RAKENNEKERROKSET

Kerros:	Paksuus: (mm)	Materiaali:	Lambda: (W/mK)	VHL: (kg/msPa)
1	80.00	Betoni, raudoitettu (1 % terästä)	2.000	1.538e-12
2	90.00	Lämmöneriste (min.villa)	0.055	2.000e-10
3	60.00	Betoni, raudoitettu (1 % terästä)	2.000	1.538e-12
4	50.00	Min.villa	0.039	1.050e-10
5	8.00	Ohutrappaus	0.700	2.000e-11
6	50.00	Ts-villa	0.039	8.170e-11

Kuva 35, käytetty rakenne arvoineen. Lähde suunnittelutoimiston materiaali

Tuloksissa ei enää ole kondensoitumista rakenteessa kuten kuvasta 36 voidaan todeta. Lämmöneristettä lisäämällä 50 mm:stä 100 mm:iin saadaan tilanne, jossa vanhan sandwich-elementin ulkokuori pysyy mitoituslämpötiloissa plussan puolella eikä kondensoitumista vanhaan rakenteeseen enää tapahdu. Kuvassa 36 esitetty tulokset.

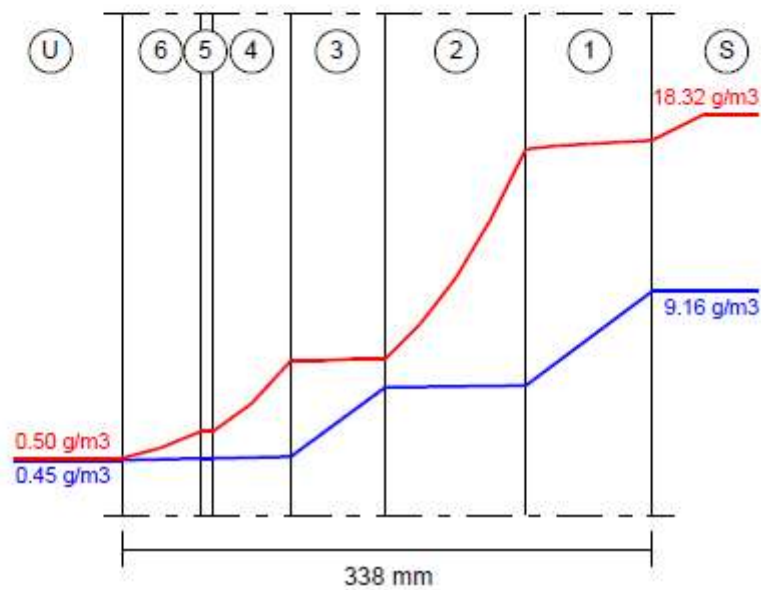
KOSTEUS ERI KERROKSISSA

Tarkasteluhetki/jakso:

Vyöhyke 1, Mitoitustilanne

Tarkastelupiste:	KK (g/m ³):	KM (g/m ³):	Kond. (g/m ²):
Sisätila:	18.32	9.16 (RH=50.00%)	-
Sisäpinta:	16.94	9.16 (RH=54.08%)	0.00
1-2:	16.53	4.29 (RH=25.93%)	0.00
2-3:	5.68	4.24 (RH=74.78%)	0.00
3-4:	5.56	0.59 (RH=10.58%)	0.00
4-5:	1.92	0.54 (RH=28.35%)	0.00
5-6:	1.90	0.51 (RH=26.66%)	0.00
Ulkopinta:	0.57	0.45 (RH=79.03%)	0.00
Ulkotila:	0.50	0.45 (RH=90.00%)	-

(KK = Kyllästymiskosteus, KM = kosteusmäärä, Kond. = kondensaatio)



Kuva 36, tulokset. Lähde Suunnittelutoimiston materiaali

6.2 Rakennuksen korkeuden vaikutus ohutrappaukseen

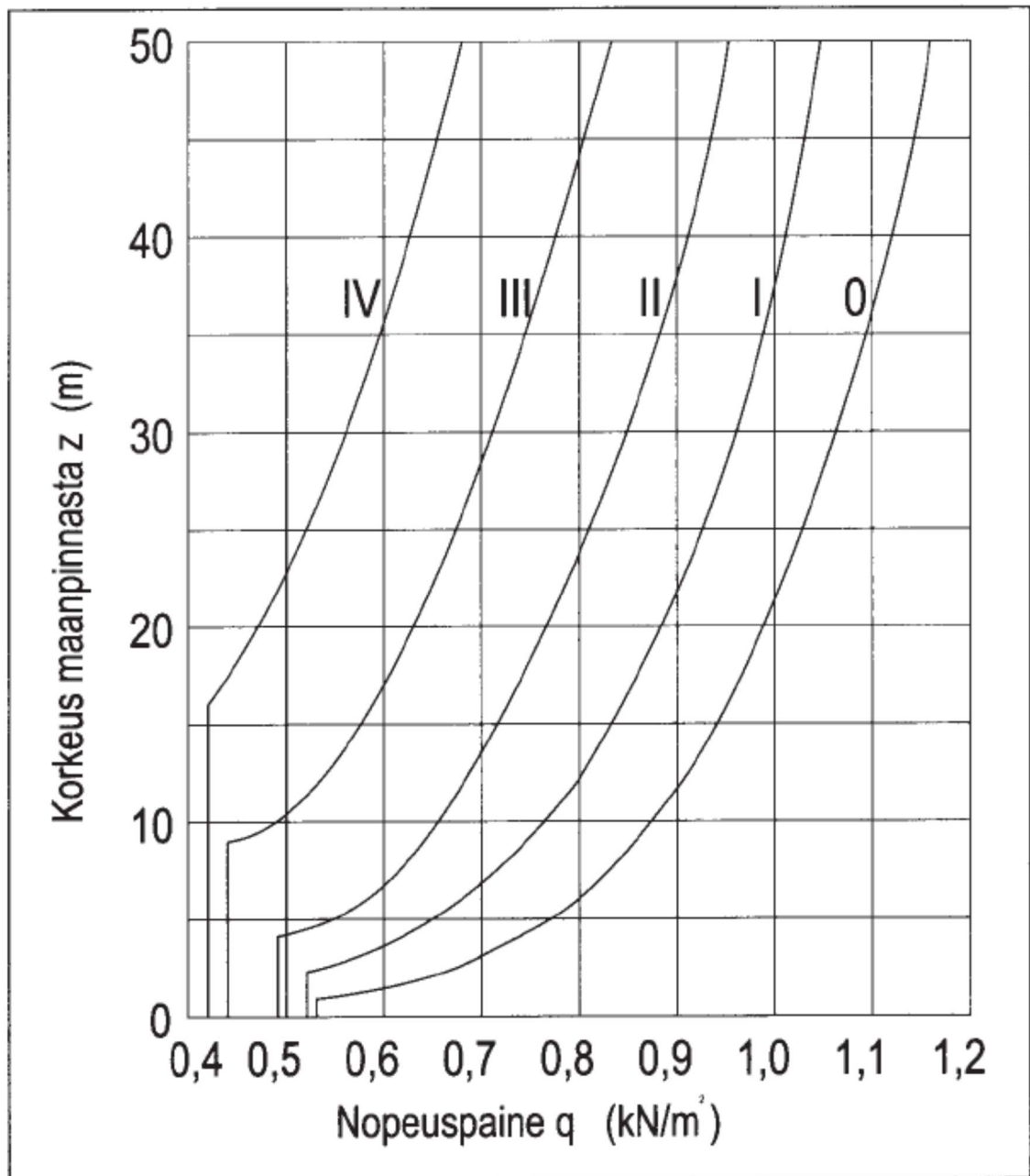
Rakennuksen korkeuden kasvaessa julkisivuille tulevan viistosateen määrä kasvaa. Voimakkaan rasituksen osalta rajana voidaan pitää 4 kerrosta, riippuen rakennuksen sijainnista. Järvien ja meren ranta-alueilla julkisivut altistuvat erittäin voimakkaalle rasitukselle. (Nettilinkki, <https://www.elementtisuunnittelu.fi/julkisivut/julkisivujarjestelmat/rapatut-julkisivut.>)

Rappausten käyttöiän kannalta kosteustekninen suunnittelu, detaljit ja liittymät ja materiaalien huolellinen valinta ovat avainasemassa käyttöiän kannalta. Ohutrappauksen alla käytettävän EPS:n käyttöä on rajoittanut RakMk E1. Siinä P1 ja 3-4-kerroksisen P2 paloluokan rakennusten ulkoseinissä tulee käyttää pääosin vähintään B-s1, d0 –luokan tarvikkeita. Ohutrappausta ei pidetä E1 ohjeessa riittävänä suojana eristeelle. Ympäristöopas 39 edellyttää EPS rappausten yhteydessä palokatkoja, joiden kesto on puolet kyseisessä tapauksessa osastoivalta rakenteelta vaaditusta palonkestoajasta. TTY:n polttokokeissa EPS eristeille on myös suositeltu palokatkoja ikkunoiden yhteyteen. (Nettilinkki, <https://www.elementtisuunnittelu.fi/julkisivut/julkisivujarjestelmat/rapatut-julkisivut.>)

Samaisen linkin mukaan EPS:n soveltuvuus ohutrappauksessa tulee varmistaa aina paikalliselta valoviranomaiselta.

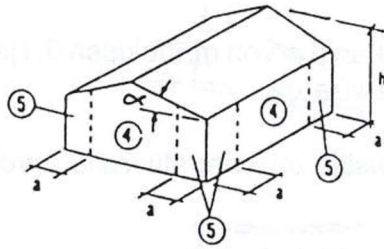
Uuden RIL-2022 mukaan eristerappausta ei ole suositeltavaa käyttää rakennuksissa, jotka ovat yli 30 m korkeita, tai jotka ovat ympäristöönsä korkeammalla tai tuulisella paikalla. Perusteluna ettei eristerappaus ole tuulettuva rakenne. (RIL 107-2022 Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet, 86.)

Eristeiden kiinnittäminen ohutrappauksen alla ja paksu- sekä levyrappauksen kiinnikemäärät riippuvat tuulikuorman suuruudesta. Tuulikuorman suuruuteen vaikuttaa rakennuksen korkeus, muoto ja sijainti. Tuulenpaineen mitoitusarvot määritetään Suomen rakentamismääräyskokoelman mukaan. Kuvassa 37 on esitetty tuulen nopeuspaine maastoluokittain. (Nettidokumentti, F4-Suunniteluohjeet-Betoni-kolmikerrosrappaus.)



Kuva 37. tuulen nopeuspaine maastoluokittain. (Suomen rakentamismääräyskoelman osa B1 Rakenteiden varmuus ja kuormitukset)

Mitoitus tulee tehdä kiinnikkeiden osalta siten, että ne kestävät tuulesta johtuvan imun. Imu on suurinta rakennuksien nurkka-alueilla sekä yläosissa. Imun vaikutukselle saadaan arvot kuvan 38 taulukosta.



$h \leq 18 \text{ m}$		$h > 18 \text{ m}$
Alue	C_p	C_p
4	-1,0 1,0	-1,0 1,0
5	-1,5 1,0	-2,0 1,0

Kuva 38. Tuulenpaineen muotokertoimet (RIL144-2002 Rakenteiden kuormitusohjeet, s. 41)

Tyypillisesti kiinnimäärät ovat nurkka-alueilla ja seinän yläosissa 7 kappaletta neliölle ja muilla osin 5.

6.3 RIL 107-2022

Uusi RIL 107-2022 on ilmestynyt viikolla 1/2023, joten se ehti mukaan tähän työhön. Muun muassa ohutrappauksen osalta uusi julkaisu antaa suosituksia, jotka esiteltä jäljempänä.

RIL 107-2022 yleinen kunnossapito-ohjeistus julkisivujen osalta. Julkaisu muistuttaa, että olosuhteet ja rakenteet vaikuttavat suuresti kunnossapitoon sekä tarkastuksiin. Eristerappausten käyttäminen julkisivuissa edellyttää tarkempaa ja aktiivisempaa huoltamista. Julkaisu suosittelee pinnan uusintakäsittelyä jopa 10-15 vuoden välein. (RIL 107-2022 Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet, 86.)

RIL 107-2022 kertoo, että julkisivujen kosteusrasitusta voidaan vähentää räystääiden avulla, pinnan muotoilulla, liittymillä ja yksityiskohdilla. räystääiden leveydeksi ohjeistetaan edellisen julkaisun tapaan minimi 400 mm, suositus koskee eristerappausten lisäksi levyrapattuja julkisivuja. Seinärakenteen vesihöyrynlä-

päisevyys ja ilmanpitävyyden tulee olla sellaiset, ettei rakenteeseen kerry haitallista määrää kosteutta sisäilman kosteuden ja ilmavirtausten vuoksi. (RIL 107-2022 Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet, 78, 86, 87.)

RIL 107-2022 ohjeistaa eristerappauksen osalta käytettäväksi leveitä räystäitä rakennuksessa, lisäksi julkaisu huomauttaa, että erilaiset liitokset ja tiivistykset on tehtävä huolella. Rappauksen alaosaan on suositeltavaa tehdä poistumisreitit mahdolliselle ylimääräiselle alaspäin valuvalle kosteudelle. Puisten rakenteiden muun muassa ikkunoiden apukarmien käyttöä tulisi välttää ja korvata ne esimerkiksi karmikenkiä käyttämällä tai kosteuden kestäväillä puristekappaleilla. (RIL 107-2022 Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet, 86.)

Julkaisun mukaan eristerapattujen seinien, eteenkin ohutrapattujen, toteutuksessa ja suunnittelussa ilmennyt puutteita. Näistä johtuvia vaurioita on tullut uusissa taloissa ilmi jopa muutaman vuoden kuluttua valmistumisesta. RIL 107-2022 mukaan rakennesuunnittelijan tehtäviin kuuluu määrittää kohdekohtaiset vaatimukset ja varmistustoimet laadun osalta. Rappauksissa on esiintynyt vuotoja, johtuen rappauksen halkeamista, liittymistä ja saumoista. Julkaisu suosittelee eristerappauksia tehtäväksi tuulettuvana levyrappauksena. (RIL 107-2022 Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet, 85)

Puurakenteisten seinien päälle tehtynä eristerappaus aiheuttaa herkästi kosteusvaurita, teräsrunkoisen seinän päälle julkaisun mukaan olisi tehtävä aina taustaltaan tuulettu levyrakenne, eli levyrappaus. (RIL 107-2022 Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet, 88.)

Kuvassa 39 on uuden RIL 107 yleinen kunnossapito-ohjeistus julkisivujen osalta. Ohjeet ovat samat kuin aiemmassa RIL-2012 julkaisussa. Julkaisu muistuttaa, että olosuhteet ja rakenteet vaikuttavat suuresti kunnossapitoon sekä tarkastukseen.

Julkisivut

Tarkastus:

- yleistarkastus kerran vuodessa.

Huolto ja kunnossapito:

- vesipellit, liittymät joka 5. vuosi
- saumaukset julkisivuissa, tuuletukset joka 5. vuosi
- pinnoitteet, vauriot julkisivuissa joka 5. vuosi
- läpivientien ja liitosten tiivistykset eristerapatuissa seinissä joka 5. vuosi
- ikkunoiden ja ovien tiivisteet joka 5. vuosi.

Kuva 39. (RIL 107-2012 Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet, 218)

6.4 Helsingin alueen rantarakentamishoje

Helsingin alueen merenrantarakentamista käsittelevä ohjeisto on kirjoitettu ja julkaistu 7.4.2009. Ohutrappausten osalta ohjeistossa todetaan, että Julkisivumateriaalit eivät saa olla liian ohuita ja / tai vedenläpäiseviä. Lisäksi ohjeisto suosittelee, ettei lämmöneristeen päälle tehtäviä ohutrappauksia tulisi käyttää niin alhaalla, että sitä yltää vaurioittamaan iskuilla. Lämmöneristeen päälle tehdyillä ohutrappauksilla on ohjeiston mukaan huono mekaaninen kestävyys. Ohutrappausten pitkäaikaiskestävyydestä Suomen oloissa ei ole kattavaa tietoa. Rapatuissa rakenteissa on Ruotsissa havaittu vaurioita, ja ne ovat pääosin johtuneet detalji- ja rakentamisen aikaisista virheistä sekä rakenneratkaisuun sopimattomista materiaaleista. (Rantarakentamisen. ohjeisto, sivut 15 ja 19.)

Ohjeisto kertoo myös, että tiili- ja betonipohjalle tehtävät rappaukset ovat kestäviä, kunhan detaljeilla estetään kastumis- ja jäätymisongelmat. Ohjeiston mukaan lämmöneristeen päälle tehtävä kolmikerrosrappaus kestää yhtä lailla, kun kovalle pohjalle tehty rappaus. (Rantarakentamisen. ohjeisto, sivu 19.)

Ohutrappausten korjaamisesta merenrantarakentamisessa ei löytynyt ohjetta.

7 Tulokset

Työ saavutti sille asetetut tulokset, alalle on tullut uusia hyviä ja kestäviä menetelmiä ohutrappausten korjauksiin. Toisaalta vanhat menetelmät ovat edelleen käytössä ja niiden ohjeistuksia on tarkennettu.

Työn ajankohdan takia Saint-Gobain Finland Oy:n tulevat uudet julkaistavat tuotteet ja järjestelmät eivät ehtineet mukaan. Ne ovat kuitenkin samankaltaisia Sto Finexter Oy:n järjestelmien kanssa. Poikkeamana Sto:n Armat Classic verkotuslaasti, jolla voidaan verkottaa vanha ohutrappaus purkamatta vanhoja pintoja. Lisäksi etuna tässä, ettei rakennepaksuus ja rakenteen paino muutu oleellisesti. Saint-Gobain Finland Oy:n monoroc-järjestelmä vanhan ohutrappauksen päälle tehtynä on myös järjestelmä, jollaista Sto:lla ei ole valikoimissa.

Kosteusteknisesti koko rakenteen kannalta on parasta, että lämmöneristettä lisätään mahdollisimman paljon, jolloin ulomman lämmöneristeen ulkopuoliset kerrokset altistuvat pakkaselle ja kondensoitumista ei pääse tapahtumaan. Mitoitustilämpötila -26 °C ulkona on Etelä-Suomessa harvinainen lämpötila, eikä näin alhaiset lämpötilat ole yleensä pitkäkestoisia. Voidaan todeta myös, että vanhoissa sandwich-elementeissä harvoin tavataan kondensoitumisesta aiheutuneita vaurioita. Lisälämmöneristämällä 50 mm vanha elementti on jo hyvin suojassa, kunhan ohutrappauksen kunnosta pidetään huolta.

Suunnittelutoimiston kanssa keskusteluissa nousi esiin, että lämmöneristekerrosten paksuuntuessa ja ohutrappauksen jäädessä kylmemmäksi saattaa leväkasvustot lisääntyä rappauksen pinnassa.

Uusissa ohjeistuksissa, kuten vasta julkaistu uusi RIL 107, suositellaan leveitä räystäitä ja olosuhteisiin sekä sijaintiin perustuvaa tarkastelua käytettäessä rappausta julkisivuissa. Rappauksen osalta liittymien ja liikuntasauvojen merkitystä on korostettu suunnittelussa ja toteutuksessa. Eristerappauksen osalta julkaisu suosittelee, että ne korvattaisiin levyrappauksilla, mikä merkittävä suositus alalle.

8 Johtopäätökset

Ohutrappauksen vaurioitumista ja vauriomekanismeja on alettu tutkia viime vuosina enemmän niissä ilmenneiden ongelmien vuoksi. Tutkimuksissa eristeen päälle tehdyissä ohutrappauksissa on todettu ongelmia, eniten näitä on tutkimusten ja oman kokemuksen perusteella ilmennyt mineraalivillan päälle tehdyissä ohutrappauksissa. On huomattu myös, etteivät ohuteristerappaukset ole kestäneet välttämättä niille suunniteltua aikaa ilman korjauksia. Lisäksi jotkin korjatut ohuteristerappaukset ovat vaurioituneet uudelleen muutamien vuosien kuluessa edellisestä korjauksesta, jolloin voidaan todeta korjauksen epäonnistuneen. Ohutrappausten vaurioitumisen syy voi löytyä myös muualta, kun rappauksesta tai liittymistä itsestään. Väärin toteutettu räystäs ja vuotavat muut rakenteet saattavat aiheuttaa rappauksen vaurioitumisen.

Korjauskohteista löytyy hyvin tutkimustietoa, mutta uudiskohteista ei ole olemassa vielä tutkimuksia, joita olisin voinut tässä työssä hyödyntää. Uudiskohteiden osalta tulevat vuodet näyttävät miten niissä ohutrappaukset tulevat kestämään. Suunnittelutoimistojen haastatteluissa on tullut esiin, että uudiskohteiden villapintaisten elementtien ohutrappauksissa on ollut paljon ongelmia ja niitä on jouduttu korjaamaan jopa 5–10 vuoden sisällä kohteen valmistumisesta.

Suomen Julkisivuyhdistys on kommentoinut julkisuudessa olleita uutisia verkkojulkaisussaan osoitteessa, <https://julkisivuyhdistys.fi/uutishuone/nakokulmia/julkisivuyhdistys-kommentoi-eristerappausjarjestelmien-ongelmiin-liittyvaa-keskustelua/>. Tutkimusten ja tämän uutisoinnin mukaan itse järjestelmissä ei ole vikaa, vaan ongelmat johtuvat virheistä työn suorituksessa ja huonosti toimivista detaljeista, eli liittymistä. Omat päätelmät ja kokemukset ovat samat.

Johtopäätöksenä ja omana suosituksena ohuteristerappauksen käyttöä koville säärasituksen alaisille tulisi harkita ja miettiä vaihtoehtona levyrappauksen tyyppistä tuulettuvaa rakennetta. Myös monoroc-järjestelmä on osoittautunut hyväksi pitkäaikaiskeston puolesta, järjestelmä sietää hyvin kosteusrasitusta.

Mietittäessä tämän työn uusia korjausmenetelmiä käytettäväksi kohteissa, tulee näissä ottaa huomioon rakennepaksuuksien kasvaminen. Tämän takia liittymien suunnittelu tulee tehdä huolella ja miettiä etukäteen. Rakennetta paksuntavan korjauksen käytölle voi esteeksi muodostua viranomaisten osuus, ainakin tämä tulee ottaa huomioon suunnitteluvaiheessa. Muun muassa ikkunasmyygien syvyys kasvaa uuden rakenteen verran.

Levyrappauksen tai monoroc-rappauksen teosta vanhan ohuteristerappauksen päälle on olemassa erittäin vähän tietoa, ja referenssejä ja tulevat vuodet näyttävät korjausten kehityksen suunnan.

Lähteet aakkosjärjestyksessä

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

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

Eristerappausjärjestelmien kuntotutkimusohje, Julkisivuyhdistys

Eristerappausjärjestelmien vauriomekanismit ja kuntotutkimusmenetelmät vuodelta 2019, Antti-Matti Lembergin diplomityö

EPS, <https://www.eps-eriste.fi/component/phocadownload/category/2-ohjeet?download=13:eps-eristeen-kaytto-ohutrapatussa-julkisivussa>

Eristerappaus Ruotsi, <https://www.rakennuslehti.fi/2013/03/tuulettumaton-eristerappaus-on-puupinnalla-homeriski/>

F4-Suunnitteluohjeet-Betoni-kolmikerrosrappaus

Hekkanen, M. (1990). Lisäeristysmenetelmien kesto – kokemuksia julkisivun lisäeristämisestä, Raportti 4, Teoksessa: Julkisivun lisäeristäminen, Rakentajain Kustannus Oy

Huovinen, S., Hakkarainen, H., Outinen, K. & Salmikivi, S. (1998). Rapatun julkisivun kuntotutkimus, by 44, Suomen betoniyhdistys ry

HUOLTO – OHJE StoTherm eristerappausjärjestelmä

<https://www.elementtisuunnittelu.fi/julkisivut/julkisivujarjestelmat/rapatut-julkisivut>

Jaerjestelmaeesite_StoVentroXRev.nr.02_2020.10_FI

Lahdensivu, J., Annila, P. & Pikkuvirta, J. (2016). Eriste- ja levyrappaus 2016, by 57, Suomen Betoniyhdistys ry, Helsinki

Nettidokumentti, Sto-Hammer-dowel-S-UEZ-8-EN, <https://studylib.es/doc/6330582/sto-hammer-dowel-uez-s-8-60>

Nettidokumentti, StoVentroX_tyo-ja-asennusohje_13.5.2022

PDF-dokumentti, Sto_järjestelmät_halkeamien_korjaukseen

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

Rantarakentamisen. ohjeisto

RIL144-2002 Rakenteiden kuormitusohjeet

RIL 107-2012 Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet

RIL 107-2022 Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet

RT 18-10922

SerpoTherm-ohutrappauseristejärjestelmä-huolto-ja-kunnossapito-ohjeet

STO, Huolto-ohje_StoTherm_2021_ver1-3

StoNordic, <https://www.sto.fi/s/c/a0K2p00001Lf8sIEAR/stonordic>

Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011. Eriste- ja levyrappaus by75. Helsinki. BYKustannus

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

Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011. Eriste- ja levyrappaus by57. Helsinki. BYKustannus Oy.

Suomen rakentamismääräyskokoelman osa B1 Rakenteiden varmuus ja kuorimitukset

Suwanen, <https://raksystems.fi/ajankohtaista/ohuteristerappaus-vaatii-paljon-huoltoa-lahivuosina-edessa-korjausaalto/>

