

Opinnäytetyö AMK

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

2019

Tom Österholm

JULKISIVUN OHUTRAPPAUKSET

Tuotannonsuunnittelu ja -ohjaus

Tom Österholm

JULKISIVUN OHUTRAPPAUKSET

Tuotannosuunnittelu ja -ohjaus

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda opas NCC Suomi Oy:lle eristeiden päälle tehtävien ohutrappauksien koko tuotantoprosessista. Työssä kartoitettiin kirjallisuudesta tietoa ohutrappaustyön suunnittelusta, ohjauksesta sekä laadunvarmistuksesta.

Opinnäytetyöhön on kerätty tietoa EPS-eristettyjen elementtien ulkopintaan tehtävistä ohutrappauksista. Tarkoituksena on tuoda esiin juuri EPS-eristeiden ja elementtitoteutuksen ohutrappauksien tuotannon suunnittelussa ja -ohjauksessa huomioitavat asiat, esimerkiksi palomääräykset, elementtien asennukset ja eristepinnan tasaaminen. Osa työssä esitetyistä asioista, kuten sääolosuhteet, logistiikka ja rappauksien toteutusperiaate sopivat yleisesti kaikenlaisten rappauksien suunnitteluun.

Opinnäytetyön tutkimusosassa selvitetään ohutrappauksien työvaiheiden kestoja kuukulkijoilla tehtävillä rappauksilla. Työvaiheita ovat karkeasti suojaukset, eristepinnan tasaaminen, vahvikkeiden ja profiilien asennus, pohjarappaus ja pinnoittaminen. Työmenekkejä selvitettiin 2018 kesällä dokumentoimalla tarkasti rappaustyön etenemistä. Saatuja työmenekkejä vertaillaan Ratu-kortiston antamiin arvoihin, minkä pohjalta luodaan NCC Suomi Oy:lle Excel-laskentapohja rappauksien aikataulujen suunnitteluun.

Hyvällä ennakkosuunnittelulla sekä onnistuneella runkotyöllä on suuri vaikutus laadukkaan, kustannustehokkaan sekä aikataulunmukaisen ohutrappaustyön onnistumiseen. Ohutrappausdetaljien suunnittelussa tulee korostaa toteutuskelpoisuutta sekä tärkeiden asioiden, kuten esimerkiksi rakenteen vesitiiveyden, esiin tuomista. Opinnäytetyössä tutkitun esimerkkikohteen aukoista tehdyt suunnitelmat sekä elementtitehtaan toteutus eivät vastanneet toisiaan, mikä vaikutti rappauksien tuotannon ohjaukseen merkittävästi. Tämän takia ohutrappaukset tulee suunnitella ja toteuttaa kokonaisuudessaan julkisivutöinä. Kaikki julkisivuun liittyvät pienimmätkin asiat tulee huomioida myös ohutrappauksien suunnitelmissa. Koko ohutrappauksien tuotantoprosessia tuleekin kehittää.

ASIASANAT:

ohutrappaukset, rappaukset, tuotannon ohjaus, tuotannon suunnittelu

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil Engineering

2019 | 58 pages, 2 pages in appendices

Tom Österholm

THIN COAT INSULATION PLASTER SYSTEMS

Production planning and management

The aim of this thesis was to create a guide for NCC Suomi Oy about entire production process of thin coat renderings. General information on the production planning, management and quality assurance of thin coat rendering work was collected from literature.

The thesis collects information about thin coat renderings completed on the outer surface of pre-fabricated EPS insulated elements. The aim was to highlight the issues that must be taken into consideration in the planning and management of the production of thin coat renderings of EPS insulation and element implementation, although a number of the issues presented in the work are generally suitable for all types of plasterwork.

The research part of the thesis explains the duration of the different work stages with renderings on the boom lifts. Man hour requirements were reviewed in the summer of 2018 by documenting the progress of a plaster work. The resulting labour requirements were compared with the values provided by the Ratu database. An Excel chart based on the resulting labour requirements was completed for NCC Suomi Oy for scheduling thin coat renderings.

Good planning and successful frame erection work have a great impact on the success of high-quality, cost-effective, and well scheduled thin coat rendering work. Thin coat rendering detailing should emphasize the feasibility and the highlighting of important issues. The designs based on the openings of the case studied in the thesis and the implementation of the element factory did not correspond to each other, which significantly influenced the control of the production of plasterwork.

Thin coat renderings should be considered as a complete facade. All the smallest points related to the façade should be taken into account in the structural planning of thin coat renderings. Therefore, the whole process of producing thin coat renderings must be developed.

KEYWORDS:

production management, production planning, rendering, thin coat rendering, two coat rendering

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET	7
1 JOHDANTO	8
2 OHUTRAPPAUS	9
2.1 Laastit	10
2.2 Lämmöneristeet	10
2.3 Rappausverkot, kiinnikkeet ja muut tarvikkeet	11
2.4 Pinnoitteet ja pintakuviointi	14
3 OHUTRAPPAUKSIEN TOTEUTUKSIEN SUUNNITTELU	16
3.1 Aikataulu ja resurssit	16
3.2 Rappausjärjestelmän asettamat vaatimukset	16
3.2.1 Työmaalla kiinnitettävät lämmöneristeet ja kiinnikkeet	17
3.2.2 Eristepinnan hionta	17
3.2.3 Palomääräykset	18
3.3 Telineet ja henkilönostimet	18
3.4 Vuodenaika ja säävaraukset	21
3.5 Detaljit ja liitokset	22
3.5.1 Ikkuna-aukot	22
3.5.2 Metallikkunat	24
3.5.3 Liikuntasauamat	25
3.5.4 Myrskypelti	26
3.5.5 Vedeneristykselliset liitokset	27
3.6 Ohutrappauksiin liittyvät työvaiheet	29
3.6.1 Vesipeltien asennus	29
3.6.2 Julkisivun varusteiden asennus	30
3.6.3 Saumaustyöt	30
4 OHUTRAPPAUKSIEN ELEMENTTITOTEUTUS KÄYTÄNNÖSSÄ	32
4.1 Elementtien valmistus	32
4.2 Eristepinnan tasaisuus	32
4.3 Elementtien saumat	33
4.4 Eristeiden vauriot	34
4.5 Eristeiden asennus	34

4.6 Pohjarappaus	35
4.7 Pinnoittaminen	37
5 OHUTRAPPAUKSIEN LAADUNVARMISTUS	39
5.1 Aloituspalaveri	39
5.2 Mallityöt ja osakohteiden tarkastukset	39
5.3 Rappauksien päiväkirja	40
5.4 Rappausverkon sijainnin oikeellisuuden toteaminen	40
5.5 Rappauksien valmistuminen	41
6 SAADUT TYÖMENEKIT	42
6.1 Case Raiviosuonmäki 7	42
6.2 Kohteen työmenekit	43
7 POHDINTA	53
LÄHTEET	56

LIITTEET

Liite 1. Esimerkkikohteen Excel -taulukko.

KUVAT

Kuva 1. Ohutrappaus eristeen pintaan.	9
Kuva 2. Lasikuituverkko.	11
Kuva 6. Alareunalista.	11
Kuva 4. Kulmaverkko.	12
Kuva 5. Ikkunaprofiili.	12
Kuva 7. Päättölista.	13
Kuva 3. Rappauskiinnikkeiden uppo- ja pinta-asennus.	13
Kuva 8. Saman sävyisiä, eri struktuurisia pintoja.	14
Kuva 9. EPS-elementtien palosuojaus mineraalivillalla.	18
Kuva 10. Sääsuojatut telineet.	19
Kuva 11. Mastolava.	20
Kuva 12. Kuukulkija.	20
Kuva 13. Saksilava.	21
Kuva 14. Eriste tuotu karmin päälle elementtitehtaalla.	23
Kuva 15. Työmaalla tehtävä aukon eristekasvatus.	23
Kuva 16. Metallikkunoiden tiivistysperiaate.	24
Kuva 17. Liikuntasaumaprofiili.	25
Kuva 18. Rappauksen liittyminen toiseen julkisivumateriaaliin.	26

Kuva 19. Myrskypellin liitoskohta.	27
Kuva 20. Sokkeliliitos.	28
Kuva 21. Parvekekatto.	29
Kuva 22. Vesipeltien rappausreunojen tiivistys.	29
Kuva 23. Elementtien välisiä hammastuksia.	33
Kuva 24. Eristeiden vaurioita.	34
Kuva 25. Aukkojen vahvistamisen periaate.	35
Kuva 26. Rappausverkon sijainti tavanomaisella- ja tuplaverkotuksella.	36
Kuva 27. Rappauksien koepaloja ja rappausverkon sijainnin tarkastaminen.	40
Kuva 28. Tasaisuuden mittaus mittalaudalla ja -kiilalla.	41
Kuva 29. NCC Raivosuonmäki.	42
Kuva 30. Poistettava eristeosuus.	44
Kuva 31. Auringon UV-säteily kellastuttaman eristepinnan hiontaa.	45
Kuva 32. Eristettä liikaa toisella puolella karmia.	47
Kuva 33. Ikkunan ja karmin väli.	47
Kuva 34. Elementtitehtaalla tehty virhe kostautui työmaalla.	48
Kuva 35. Aukkojen vahvistuksia ja päättölistan asennus reunaan.	49
Kuva 36. Ohutrappauksien työmenekkien jakautuminen esimerkkikohteessa.	54

TAULUKOT

Taulukko 1. Aukkojen suojaus.	43
Taulukko 2. Vaurioituneiden eristeiden korjaus.	44
Taulukko 3. Eristepinnan hionta.	45
Taulukko 4. Aukkojen kasvattaminen eristeellä.	46
Taulukko 5. Eristeiden asennus liimalaastilla ja mekaanisilla kinnikkeillä.	46
Taulukko 6. Aukkojen linjojen oikaisu ja uretaanitäytöt	48
Taulukko 7. Kulmien vahvistukset.	49
Taulukko 8. Pohjarappaus.	50
Taulukko 9. Pohjustusaineen levitys.	50
Taulukko 10. Pinnoittaminen.	51
Taulukko 11. Työvaiheiden keskimääräiset kestot.	54

KÄYTETYT LYHENTEET

EPS	paisutettu polystyreenimuovi, expanded polystyrene
jm	juoksumetri
smyygi	ikkunan pieli
tth	työntekijätunti
m ²	neliömetri

1 JOHDANTO

Ohutrappauksia voidaan kutsua kaksikerrosrappauksiksi, ja kaksikerrosrappauksia voidaan tehdä myös muidenkin materiaalien kuin eristeiden päälle. Eristeiden päälle tehtäviä rappauksia voidaan taas kutsua eristerappauksiksi, joita ovat kaksikerros- ja kolmi-kerrosrappaukset. Lisäksi eristeiden päälle tehtäviä ohutrappauksia voidaan joskus kutsua ohutrappauseristejärjestelmäksi. Kaikki nämä edellä mainitut rappaukset eroavat toisistaan materiaaleiltaan ja toteutuksiltaan. Ohutrappauksien tekoon liittyvän tiedon löytämistä vaikeuttaa aiheen monta nimitystä ja vääränlaisten nimityksien käyttö. Opinnäytetyön yhtenä tavoitteena onkin luoda selkeyttä eristeiden päälle tehtävien ohutrappauksien toteutukseen.

Tässä opinnäytetyössä käsitellään julkisivun ohutrappauksien tuotannosuunnittelussa ja -ohjauksessa huomioitavia asioita. Tavoitteena oli kerätä laajasti tietoa ohutrappauksien toteutuksesta. Tiedot kerättiin lähdemateriaalista tiivistetyksi oppaaksi opinnäytetyön toimeksiantajalle NCC Suomi Oy:lle työmaakäyttöön.

Tiedon keruun ja kokoamisen jälkeen selvitettiin rappauksien työvaiheille kestoja esimerkkikohteen avulla. Työn kestoja on mitattu kesällä 2018. Saaduista kestoista on koostettu Excel-laskentapohja ohutrappauksien tuotannon suunnittelua ja -ohjausta varten.

Opinnäytetyö rajattiin käsittelemään uudisrakentamista ja siinä käsiteltiin elementtitehtaalla valmiiksi eristettyjen elementtien ohutrappausta. Elementit voidaan tilata myös eristämättömänä työmaalle. Koska NCC Suomi Oy ei käytä eristerappauksissa mineraalivilloja, opinnäytetyössä keskityttiin EPS-eristeiden päälle toteutettaviin ohutrappauksiin.

Mielenkiinto opinnäytetyön tekemiseen syntyi aiheen kiinnostavuuden perusteella. Aihe valikoitui opinnäytetyön tekijän työskennellessä ohutrappauksien parissa työmaalla. Puutteet suunnitelmissa ja työn suunnittelussa heijastuivat suoraan aikatauluun, kustannuksiin sekä laatuun.

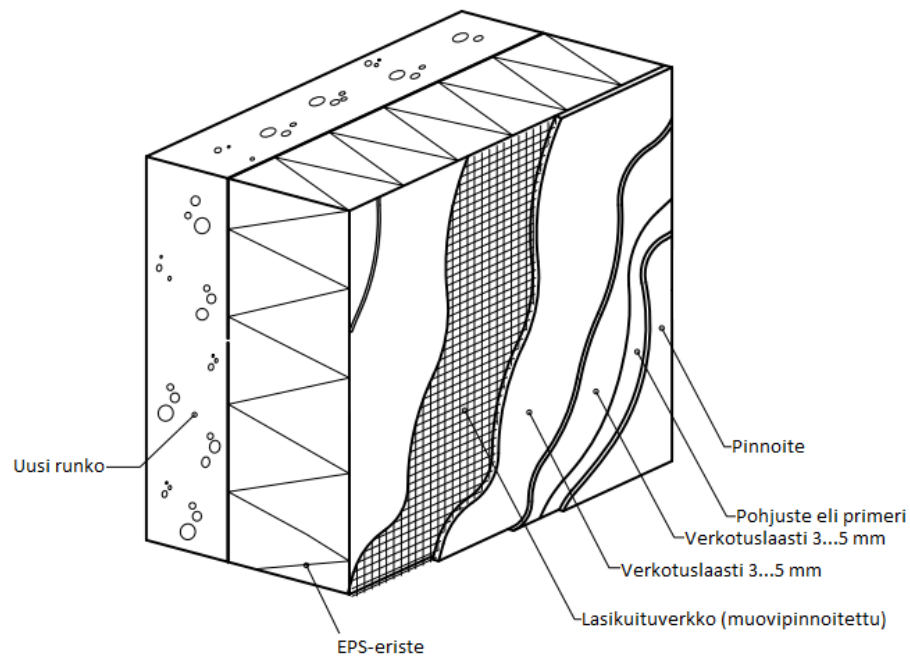
Lähdemateriaalina käytettiin RT-tietokantaa, kirjallisuutta (By 57 Eriste- ja levyrappaus 2016), eri rappausjärjestelmien esitteitä ja mallidetaljeja sekä työmaiden piirustuksia.

2 OHUTRAPPAUS

Ohutrappauksilla tarkoitetaan eri materiaalien päälle tehtävää kaksikerrosrappausta. Kaksikerrosrappaukset koostuvat nimensä mukaisesti kahdesta eri kerroksesta, pohjappauksesta ja pinnoitteesta. Ohutrappaukset vahvistetaan aina lasikuituverkolla. (Fescon Oy 2019a.)

Lämmöneristeiden päälle tehtäviä rappausta kutsutaan yleisnimityksellä eristerappaus. Eriterappaus tehdään suoraan lämmöneristeiden päälle joko kolmikerros- tai ohutrappauksena. (Suomen Betoniyhdistys ry 2005, 95.)

Tässä opinnäytetyössä puhutaan ohutrappauksista, joilla tarkoitetaan lämmöneristeiden pintaan tehtäviä kaksikerrosrappausta. Lämmöneristeiden päälle tehtävät ohutrappaukset muodostavat verkotuslaastikerroksen ja pinnoitteen kanssa lämmöneristeiden pintaan taipuisan, yhtenäisen ja levymäisen rappauserroksen, joka on lujitettu lasikuituverkolla. Ohutrappauksien kerrospaksuus on 5–10 mm. (Fescon Oy 2019b.) Kuvassa 1 on esitelty lämmöneristeiden pintaan tehtävien ohutrappauksien kerrokset.



Kuva 1. Ohutrappaus eristeen pintaan (Saint-Gobain Finland Oy 2018h).

2.1 Laastit

Ohutrappaukset tehdään lämmöneristeiden pintaan epäorgaanisilla tai orgaanisilla laasteilla tai näiden yhdistelmillä. Ohutrappauskerros koostuu verkotuslaastikerroksista ja pinnoitteesta. Lämmöneristeiden kiinnittämiseen käytetään liimalaastia. Kaikkien ohutrappauksissa käytettävien laastien tulee olla pakkasenkestäviä. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 11.)

Liimalaastit ovat eristeiden kiinnittämiseen tarkoitettuja sementtipohjaisia laasteja, jotka sisältävät paljon polymeerejä. Liimalaastit tarttuvat hyvin lämmöneristeiden pintaan ja kiviainespohjaisiin pintoihin, kuten betoniin. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 11.) Valmistajilla on tarjolla liimalaasteja, joita voidaan käyttää -10 °C :seen asti. Tällöin rappauseristeiden asennus voidaan tehdä ennen tai jälkeen varsinaisen rappauskesonin. Eristettävä pinta ei saa kuitenkaan olla jäinen ja veden kulkeutuminen lämmöneristeiden taakse tulee estää. (Suomen Betoniyhdistys ry, 2016, 41).

Verkotuslaasteja käytetään ohutrappauksissa pohjarappauksen tekoon sekä erilaisten rappauslistojen ja -profiilien asennukseen. Verkotuslaastit ovat polymeerejä sisältäviä sementtipohjaisia laasteja. Verkotuslaastit voivat sisältää myös muovikuituja ja muita lisäaineita, jotka parantavat laastin ominaisuuksia kuten esimerkiksi vedenhylkimistä. Verkotuslaastit ovat usein epäorgaanisia, mutta niitä on saatavilla myös täysin orgaanisina. Verkotuslaastikerros levitetään yleensä kahtena kerroksena ja se vahvistetaan lasikuituverkolla. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 11.)

2.2 Lämmöneristeet

Uudisrakentamisessa ohutrappauksien alustana käytettävät lämmöneristeet muodostavat koko rakennuksen ulkoseinän lämmöneristyksen. Lämmöneristeiden on täytettävä voimassa olevat lämmöneristysvaatimukset. (Suomen Betoniyhdistys ry 2005, 100.)

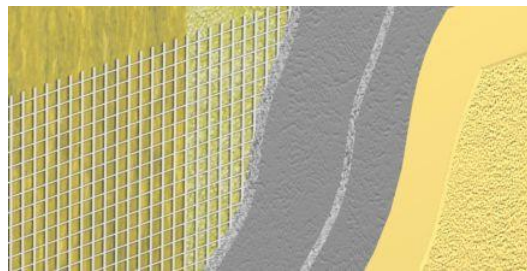
Rappausalustana käytettävän EPS-eristeen tulee olla ominaisuuksiltaan itsestään samuvaa ja kutistumatonta. EPS-eristeitä käytetään yleisimmin ohutrappauksissa. (Suomen Betoniyhdistys ry 2005, 100.)

Ohutrappaukset tarttuvat eristeiden pintaan vain laastitartunnalla. Lämmöneristeet siirtävät rappaukseen kohdistuvat voimat rakennuksen runkoon, joten myös lämmöneristeiltä vaaditaan hyviä lujuusominaisuuksia. (Lahdensivu & Annila 2016, 95).

2.3 Rappausverkot, kiinnikkeet ja muut tarvikkeet

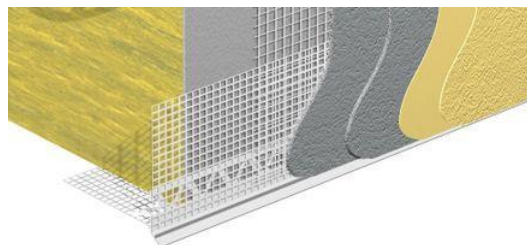
Rapattuihin julkisivuihin voi syntyä halkeilua johtuen laastin kutistumista sekä lämpö- ja kosteusliikkeistä. Halkeilun määrää ja halkeamaleveyksiä voidaan rajoittaa oikein asennetulla ja riittävän lujalla verkotuksella sekä tarvittavilla liikuntasaumoilla. Erityisesti rakennuksen nurkat sekä aukot ovat alttiita halkeamille, koska niihin syntyy helposti erilaisia jännityshuippuja. Näiden kohtien halkeilua rajoitetaan erilaisilla listoilla, profiileilla ja lisäverkotuksilla. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 25).

Rappausverkkoa käytetään kauttaaltaan rappaukseen lujittamiseen. Ohutrappauksissa käytettävä verkko on valmistettu lasikuidusta, ja laastien emäksisyyden takia sen on oltava alkalinkestävä. Rappausverkko asennetaan verkotuslaastin levittämisen yhteydessä (kuva 2). (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 13). Jotta rappaus toimisi yhtenäisesti, rappausverkko tulee limittää vähintään 100 mm kaikkien verkollisten profiilien, listojen sekä verkkojen kesken (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 41).



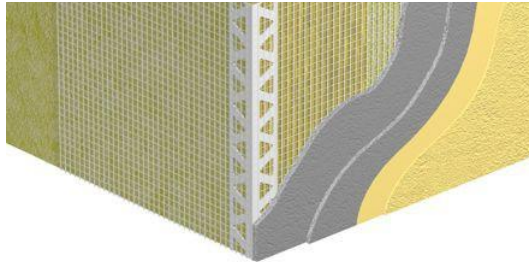
Kuva 2. Lasikuituverkko (Saint-Gobain Finland Oy, 2018f).

Rappauksen alareunasta saadaan viimeistellyn näköinen käyttämällä erillistä alareunalistaa. Alareunalistassa on valmiina muovinen tippanokan veden ohjaamiseksi sekä lasikuituverkkosuikaleet, joilla se saadaan asennettua verkotuslaastilla paikoilleen (kuva 3). (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 13.)



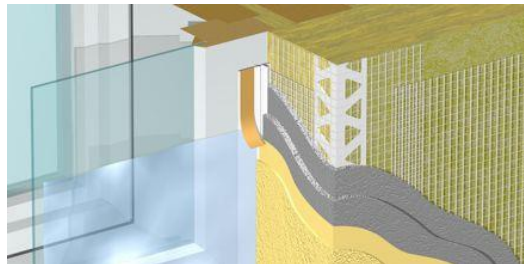
Kuva 3. Alareunalista (Saint-Gobain Finland Oy, 2018b).

Kulmaverkkoja käytetään kaikkien rapattavien sisä- ja ulkonurkkien vahvistamiseen (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 13). Kulmaverkoissa on muovinen, ohjurina toimiva kulmaosa sekä lasikuituverkkosuikaleet, jotta se saadaan asennettua verkotuslaastilla paikalleen (kuva 4). Kulmaverkkoja on saatavana taivutettavana mallina, jota saadaan taivutettua haluttuun kulmaan (Saint-Gobain Finland Oy 2018e). Taivutettavia kulmaverkkoja käytetään esimerkiksi ikkunan viistettyä vesipenkkiä rapatessa.



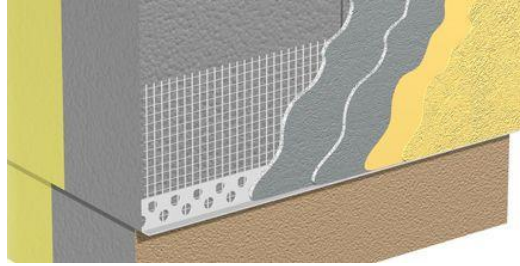
Kuva 4. Kulmaverkko (Saint-Gobain Finland Oy 2018d).

Ikkunaprofiilia käytettäessä saadaan ikkunan ja rappauksen liittymästä suora ja tiivis. Ikkunaprofiili mahdollistaa rappauksen elämisen ilman erillistä kittausta. Ikkunaprofiilissa on valmiina teippipinta, johon saadaan kiinnitettyä ikkunan suojamuovi (kuva 5). Rappaustyön valmistuessa suojamuovit poistetaan ja ikkunaprofiilissa ollut teippipinta taiteetaan pois. (Narmapinnoitus Oy 2015a, 1.)



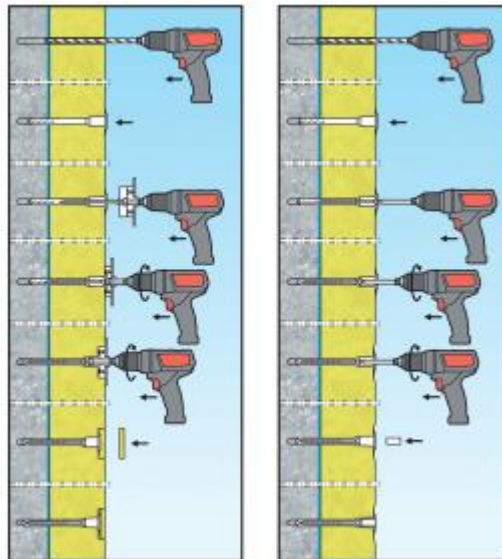
Kuva 5. Ikkunaprofiili (Saint-Gobain Finland Oy 2018c).

Päättölistaa voidaan käyttää kaikissa pysty- ja vaakakohdissa, joissa halutaan päättää rappaus siten, että rappauksen päättökohta saadaan tiivistettyä saumanauhalla tai elastisella saumausmassalla tiiviiksi. Päättölista on yleensä valmistettu muovista ja siinä on muovipinnoitettu lasikuituverkko, jotta se saadaan asennettua verkotuslaastilla (kuva 6). (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 13.)



Kuva 6. Päätölista (Saint-Gobain Finland Oy 2018a).

Rappauskiinnikkeitä käytetään liimalaastin kanssa lämmöneristeiden kiinnityksessä varmistamaan työmaalla asennettavien eristeiden kiinnipysyvyys. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 13). Kiinnikkeet asennetaan uppoasennuksena ja niiden päälle asennetaan käytettävän eristejärjestelmän mukainen eristekiekkokko (kuva 7) (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 38). Kiinnikkeitä käytetään myös, jos halutaan varmistaa itse rappauskerroksen kiinnipysyvyys. Tällöin kiinnikkeet asennetaan ensimmäisen verkotuslaastikerroksen ja rappausverkon läpi pinta-asennuksena. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 47.)



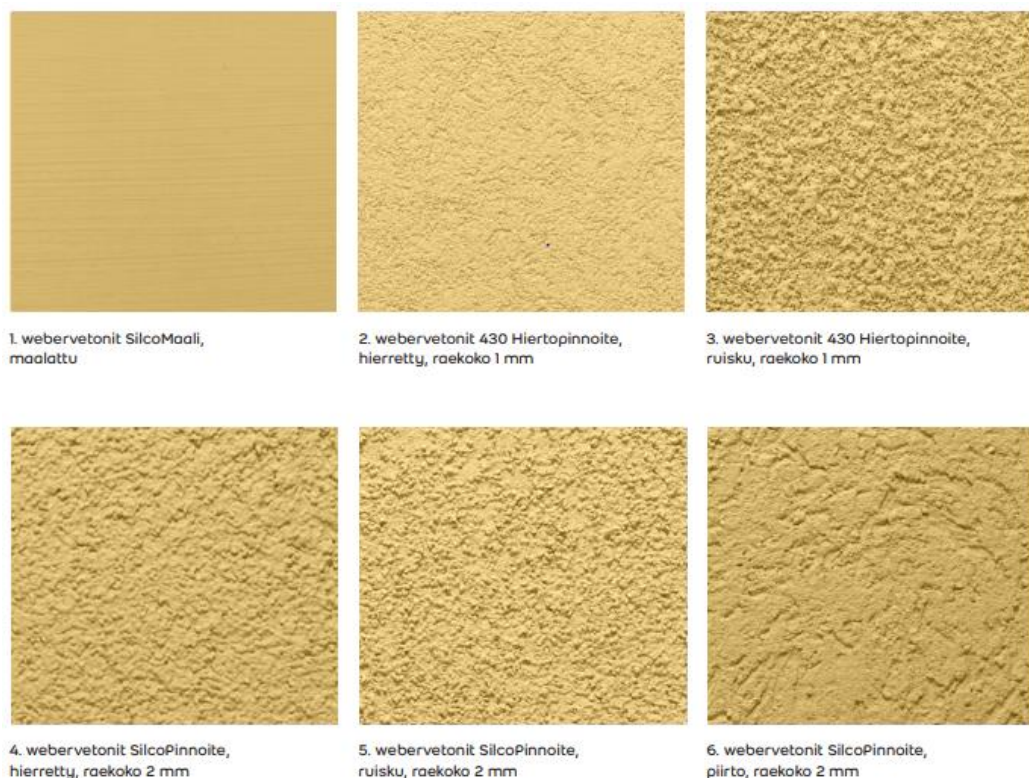
Kuva 7. Rappauskiinnikkeiden uppo- ja pinta-asennus (Saint-Gobain Finland Oy, 2018i).

Kiinnikkeiden tarpeellisuuden määrittää kohteen rakennesuunnittelija, järjestelmätoimitajan ohjeiden pohjalta (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 37). Kiinnikkeitä on saatavilla ruuvattavia tai lyötäviä malleja (Narmapinnoitus Oy 2015b, 2).

2.4 Pinnoitteet ja pintakuviointi

Rappauksien pintakäsittely voidaan tehdä värillisillä pintarappauslaasteilla, kalkki- ja silikaattimaaleilla, vettä hylkivillä pinnoitteilla tai näiden yhdistelmillä. Ohutrappauksissa käytetään useimmiten vettä hylkivää pinnoitetta. Käytettäessä silikaattimaalia ja vettä hylkivää pinnoitetta saavutetaan väriltään tasaisempia lopputuloksia, kun taas värillisillä pintarappauslaasteilla saadaan elävämpiä pintoja. (Lahdensivu & Annila 2016, 93.)

Myös pinnan työstämistavalla on vaikutusta rappauksen ulkonäköön (kuva 8). Pinta voidaan tehdä ruiskupintaisena tai sitä voidaan työstää eri tavoin, esimerkiksi harjaamalla tai hierontamalla. Käytettäessä hienompi kiviaineisia pintarappauslaasteja, saadaan siileämpiä ja tasaisempia pintoja, joissa myös mahdolliset halkeamat näkyvät karkeampaa pintaa helpommin. Vaaleita värisävyjä käytettäessä ajan saatossa likaantuneet halkeamat näkyvät herkemmin verrattaessa tummempisiin väreihin. (Lahdensivu & Annila 2016, 93.)



Kuva 8. Saman sävyisiä, eri struktuurisia pintoja (Saint-Gobain Finland Oy 2018j, 42).

Ohutrappauksiin ei voida tehdä laasteilla koristeita eikä kohokuviointia. Erilaisia kuvioita ja koristeita voidaan toteuttaa liimaamalla esimerkiksi EPS-eristeestä tehtyjä esivalmistettuja osia liimalaastilla ohutrappauksen pintaan. Lasikuituverkon tulee kuitenkin kulkea yhtenäisesti myös koristeosien takana. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 15.)

3 OHUTRAPPAUKSIEN TOTEUTUKSIEN SUUNNITTELU

Aliurakan kohdekohtaista valmistelua kutsutaan tehtäväsuunniteluksi. Tehtäväsuunnitelman avulla ratkaistaan ennen töiden aloitusta kaikki työvaiheeseen liittyvät asiat, jotka ovat tärkeitä onnistuneen tuotannon kannalta. Tehtäväsuunnitelmalla varmistetaan yleisaikataulun ja tavoitearvion toteutuminen, luodaan työlle aloitusedellytykset, ylläpidetään edellytyksiä toiminnalle ja torjutaan häiriöitä. Suunnittelemalla rappaustyöt ennakkoon, mahdollistetaan asetettujen tavoitteiden toteutuminen ja halutun kaltainen lopputulos. (Tanninen-Ahonen & Kolhonen 2015, 440.)

3.1 Aikataulu ja resurssit

Yleisaikataulun perusteella määritetään rappauksissa tarvittava työryhmä ja tuotantonopeus. Vaadittavaa työsaavutusta verrataan Ratu-kortteihin. Jos työsaavutus ei työmaalla vastaa sovittua, tulee urakoitsijan kanssa miettiä keinoja toiminnan kehittämiseksi, jotta tavoitteellinen työsaavutus toteutuu. (Tanninen-Ahonen & Kolhonen 2015, 441.)

Maksuerätaulukolla voidaan ohjata osakohteiden valmistumista halutussa järjestyksessä. Jakamalla rappauksien aikataulu sekä maksuerätaulukko työvaiheisiin ja osakohteisiin estetään keskeneräisten töiden levittäytyminen. Näin varmistetaan osakohteiden valmistuminen oikeassa järjestyksessä. (Tanninen-Ahonen & Kolhonen 2015, 438.)

Rappauksien työvaiheita ovat karkeasti eristekerroksen tasaaminen, eristeiden paikkaukset ja asennukset, aukkojen ja nurkkien kulmavahvistukset, pohjarappaus verkotukseen sekä pinnoittaminen.

3.2 Rappausjärjestelmän asettamat vaatimukset

Käytettävä rappausjärjestelmä ja toteutustapa tuovat mukanaan erilaisia työvaiheita. Nämä voivat olla esimerkiksi eristepinnan käsittelyyn tai liitoksien tekoon liittyviä asioita, jotka tulee huomioida kohdekohtaisesti. Tässä luvussa esitellään ohutrapattaville EPS-eristetyille elementeille tyypillisiä asioita.

3.2.1 Työmaalla kiinnitettävät lämmöneristeet ja kiinnikkeet

Elementit tilataan yleensä työmaalle valmiiksi eristettyinä. Hyötynä tässä on se, että työmaalla tehtävä eristystyö vähenee ja lämmöt saadaan rakennukseen päälle heti runkotyön valmistuttua (Narmapinnoitus Oy 2015d, 2). Vaikka elementit tulevatkin työmaalle valmiiksi eristettyinä, työmaalla voi olla jonkin verran eristetäyttöjä asennuksessa rikkoutuneiden eristeiden ja liitoksien vedeneristyksien varauksien takia.

Työmaalla voi olla tarve käyttää kiinnikkeitä varmistamaan itse rappauksen kiinnipysyvyys. Korkeissa, 15 metriä ja sitä korkeammassa rakennuksissa, rappauksen yläreunan tartunta voi repeytyä tuulen imupaineen vaikutuksesta, repien koko rappauksen irti. Tätä kutsutaan vetoketjumurroksi. Vetoketjumurto estetään asentamalla kiinnikkeet ensimmäisen verkotuslaastikerroksen ja lasikuituverkon läpi pinta-asennuksena. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 47.) Tällöin kiinnikkeiden määrä ja seinäkaistan korkeus riippuu käytettävästä rappausjärjestelmästä. Esimerkiksi Weberin SerpoTherm-järjestelmässä, kiinnikkeitä asennetaan kahden metrin korkuiselle kaistalle seinän yläosaan 4–5 kappaletta neliometriä kohden tai rakennesuunnittelijan erillisohjeiden mukaan. (Saint-Gobain Finland Oy 2018h).

3.2.2 Eristepinnan hionta

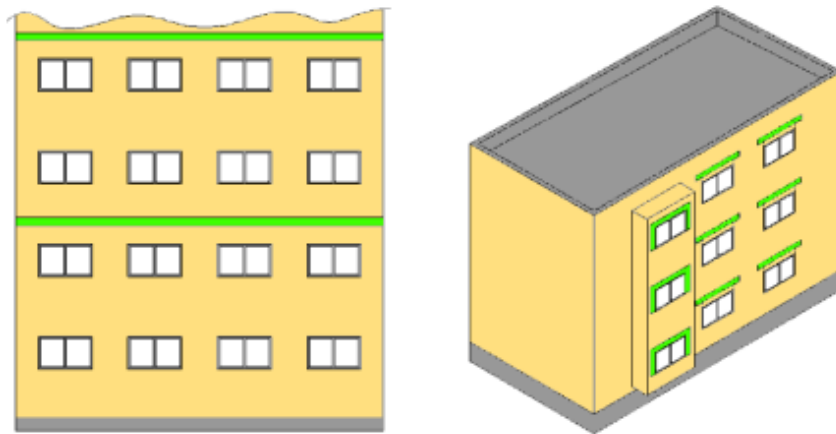
EPS-eristeiden pintaa ei tarvitse suojata elementtitehtaalla ohuella verkotuslaastikerroksella, koska eristeiden pinta voidaan hioa (Narmapinnoitus Oy 2015c, 1). Auringon UV-säteily kellastuttaa rappaamattomien EPS-eristettyjen elementtien ulkopinnan nopeasti, mikä heikentää laastien tartuntaa eristeiden pintaan. (Narmapinnoitus Oy 2015a, 1.) Elementtitoteutuksessa varsinkin alimmat kerrokset altistuvat jopa pitkiäkin aikoja auringon UV-säteilylle. Tästä syystä eristepinnan hiominen on välttämätöntä käytettäessä valmiiksi eristettyjä elementtejä.

EPS-eristepintaa voidaan hioa käsin tai koneellisesti. Eristeiden pinnan tulee olla puhdas ja kaikkien tartuntaa haittaavien aineksien tulee olla poistettuna ennen laastitöitä. (Narmapinnoitus Oy 2015a, 1.) EPS-eristeiden hionta tulee tehdä 0–5 päivää ennen laastitöiden aloitusta (Saint-Gobain Finland Oy 2018h).

3.2.3 Palomääräykset

Riippuen rakennettavan kohteen paloluokituksesta, kohteen palosuojaus voidaan toteuttaa aukkojen yläpuolelle sijoitettavilla 200 mm korkuisilla mineraalivillakaistoilla. Mineraalivillakaistat tulee tuoda 300 mm yli aukon molemmilta puolilta. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 31.) Elementeissä olevat mineraalivillakaistat tulee suojata ennen työmaalle toimittamista UV-säteilyn vanhentavaa vaikutusta vastaan ohuella verkotuslaastikerroksella. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 51.)

3–8 kerroksisissa rakennuksissa voidaan käyttää kahden kerroksen välein toistuvia koko rakennuksen sivun mittaisia palokatkoja. P3- ja P2-luokiteltuihin ja alle kolmen kerroksen P1-luokan rakennuksiin ei lähtökohtaisesti tarvita mineraalivilloilla tehtäviä palosuojauksia. (Rakennustuoteteollisuus ry, 2010, 4.) Voimassa olevat määräykset tulee kuitenkin varmistaa paikalliselta rakennusvalvonnalta (Maalarimestarien Oy, 2016, 11). Kuvassa 9 on esitetty kahden edellä mainitun palosuojauksen toteutukset.



Kuva 9. EPS-elementtien palosuojaus mineraalivillalla (Maalarimestarien Oy 2016, 11).

3.3 Telineet ja henkilönostimet

Rappaustyöt voidaan toteuttaa kiinteiltä telineiltä tai henkilönostimilla. Nostimien ja telineiden tulee olla työmaalla tehtävään rappaustyöhön soveltuvia. Varsinaista rappaustyötä suositellaan tehtäväksi sääsuojatuilta telineiltä, koska siten varmistetaan rappauksille työn- ja jälkihoidon aikaiset optimaaliset olosuhteet. Rappauksien pinnoitusta suositellaan kuitenkin tehtäväksi henkilönostimilla, jottei telineiden pysty- ja vaakatuukien kohdat erotu pinnan epätasaisuuksina tai väri vaihteluina. (Suomen Betoniyhdistys ry 2005, 113.)

Henkilönostimia käytettäessä tulee varmistaa, että nostimille on riittävästi tilaa ja että maaperän kantavuus on riittävä. Riippuen käytettävästä henkilönostimesta, myös kaltevuuksiin tulee kiinnittää huomiota. Riittämätön kantavuus ja liian suuret kallistukset voivat aiheuttaa henkilönostimen kaatumisen. (Suomen Betoniyhdistys ry 2005, 113.)

Rakennustelineet

Jos kohteen rappaukset toteutetaan koko julkisivun kattavilla telineillä, tulee käyttää osaavaa telineurakoitsijaa (kuva 10). Telineurakoitsija suunnittelee ja toteuttaa telineet siten, että ne täyttävät telinejärjestelmille asetetut määräykset. Yksinkertaiset perustelineet voidaan pystyttää itse asennusohjeiden mukaisesti. (Telinekataja Oy 2019.)



Kuva 10. Sääsuojatut telineet (Lahdensivu ym. 2012, 12).

Telinetason leveyden valintaan vaikuttaa telineiden kokonaisvaltainen käyttö. Jos telinettä käytetään vain rappauustyön tekemiseen, riittää 0,6 metrin leveys. Jos telineillä varastoidaan työssä tarvittavaa materiaalia, leveyden tulee olla 1,2 metriä. Mikäli edellä mainittujen kohtien lisäksi telineillä on tarvetta kuljettaa kärryillä materiaalia, leveyden tulee olla vähintään 1,8 metriä. (Olenius 2004, 508.)

Mastolavat

Mastolavat sopivat hyvin rakennusten julkisivutöihin. Mastolavassa yhdistyy tavarahissi ja työlava (kuva 11). Ankkuroimattomalla mastolavalla maksimityöskentelykorkeus on 20 metriä. Mastolava voidaan myös ankkuroida seinärakenteisiin, jolloin sillä päästään jopa

100 metrin korkeuteen. Mastolavojen pituutta ja muotoa voidaan muuntaa tarpeen mukaan. Mastolavojen lavojen maksimipituudet ja nostokapasiteetit vaihtelevat merkin mukaan. (Ykkösteline Oy 2019.)



Kuva 11. Mastolava (Ykkösteline Oy 2019).

Kuukulkijat

Kuukulkija on pyörä- tai tela-alustainen henkilönostin, jossa ei ole tukijalkoja (kuva 12). Kuukulkijaa voidaan siirtää korin ollessa ylhäällä. Kuukulkijoissa on hyvä sivu-ulottuma. Pyöräalustainen kuukulkija sopii parhaiten kovalle alustoille, ja sillä liikkuminen on tela-alustaista kuukulkijaa nopeampaa. Maastokäytössä tela-alustaiset ovat pyöräalustaisia parempia. (Nostopalvelu Simola Oy 2019a.)



Kuva 12. Kuukulkija (Nostopalvelu Simola Oy, 2019b).

Suurimmilla kuukulkijoilla päästään työskentelemään jopa 40 metrin korkeuksiin. Kuukulkijoiden korien koot vaihtelevat mallien mukaan, mutta ovat varsin pieniä noin 2,44 metriä x 0,91 metriä. Kuukulkijoiden sallitut korikuormat vaihtelevat 250 kilogrammasta 450 kilogrammaan. (Pekkaniska Oy 2019a.)

Saksilavat

Saksilava on henkilönostin, jolla nouseaan suoraan ylöspäin (kuva 13). Saksilavoja voidaan ohjata suoraan lavalta. Saksilavoissa voi olla lavanjatke, jolla mahdollistetaan pieni kurkottaminen sivusuunnassa. Ulkotöihin on saatavilla dieselkäyttöisiä nelivetoisia pyöräkoneita, joissa on hydrauliset tukijalat. (Pekkaniska Oy 2019b.)



Kuva 13. Saksilava (Nostolava-Auto Jalo-Jalo Oy 2019).

Ulkokäyttöön on saatavilla 10–25 metrin korkeuteen ulottuvia saksilavoja. Saksilavoja on saatavilla 2,5 metrin koripituudesta jopa 6,15 metrin koripituuteen. Saksilavat ovat hyviä vaihtoehtoja mastolavoille. (Pekkaniska Oy 2019b.)

3.4 Vuodenaika ja säävaraukset

Eri rappauslaastit edellyttävät erilaisia työskentelylämpötiloja. Jos käytössä on tavallisia tai hydraulisia kalkkilaasteja, voi alin suositeltu työskentelylämpötila olla +10 °C. Ohutrappauksissa yleisimmin käytettävien kalkkisementtillaastien alin suositeltu käyttölämpötila on +5 °C. (Ekholm 2003, 23.)

Ohutrappaustyötä voidaan tehdä vain yli +5 °C lämpötilassa ja sateettomalla säällä. Myös rakenteen pintalämpötilan tulee olla työn aikana yli +5 °C. Laastien tulee olla kunnon sitoutuneita, ennen kuin ne voivat altistua pakkaselle. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 41). Lämpötila ei saa laskea alle +5 °C jälkihoidonkaan aikana (Lahdensivu & Annila 2016, 94).

Rappauksien kiireisin sesonki ajoittuu aikaan, jolloin kuukauden keskilämpötila pysyy yli +5 °C. Ilmatieteenlaitoksen tietojen mukaan keskilämpötilat ovat yli +5 °C toukokuusta syyskuuhun (Ilmatieteenlaitos 2019).

Sääsuojattuja telineitä käytettäessä saadaan rappauksille varmistettua tasalaatuiset olosuhteet. Talvella tehtävät rappauustyöt tehdään sääsuojatuilta ja lämmitetyiltä telineiltä. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 41.)

Rappauksia tehdessä muuten kuin sääsuojatuilta telineiltä, tulee huomioida vallitsevat sääolosuhteet. Korkeissa lämpötiloissa ja kovalla tuulella laastit kovettuvat liian nopeasti, jonka seurauksena rappauksen pintaan syntyy halkeamia. Säiden kylmentyessä ja ilman kosteuden ollessa suuri, laastien sitoutuminen hidastuu ja saattaa kestää jopa useita päiviä. (Narmapinnoitus Oy 2015e, 6.)

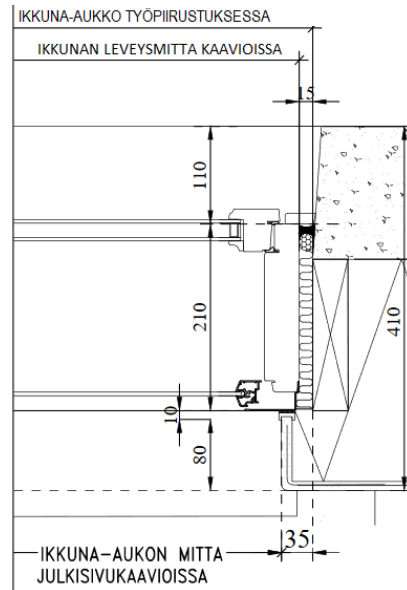
3.5 Detaljit ja liitokset

Ohutrappauksissa käytettävät pinnoitteet ovat usein vettä hylkiviä. Sateella ohutrappauksien ulkopintaan muodostuu vesikalvo, jolloin halkeamien, epätiivien saumojen, pintarappauksen epäjatkuvuuskohtien ja liitosrakenteiden kautta vesi voi kulkeutua kapillaariseen verkotuslaastikerrokseen tai rappauskerroksen taakse. Verkotuslaastikerrokseen ja rappauksen taakse päässyt vesi aiheuttaa ohutrappauksien pakkasrapautumista. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 24.)

Uusi rappaus voidaan pilata työmaalla soveltamalla puuttellisia suunnitelmia. Jotta työmaalla päästään laadukkaaseen lopputulokseen, kaikista liitoksista ja detaljeista tulee olla selkeät ja toteutuskelpoiset suunnitelmat ennen rappauksien hankintaa (Lahdensivu & Annila 2016, 93).

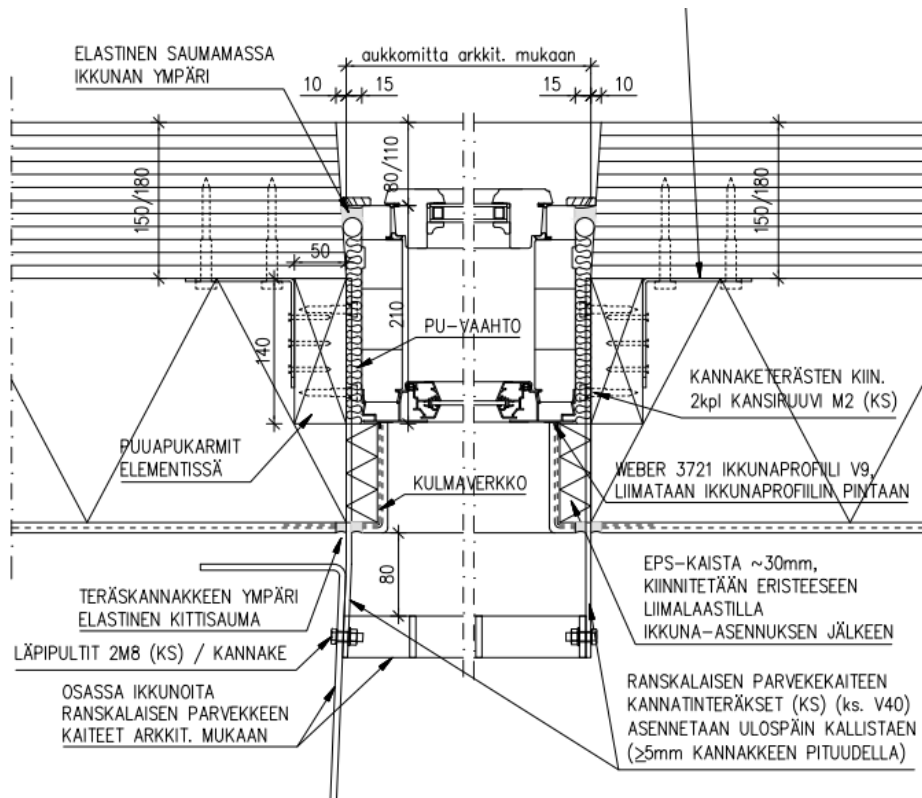
3.5.1 Ikkuna-aukot

Ikkuna-aukkojen toteutukseen elementtirungossa löytyy kaksi tapaa. Ensimmäisessä tavassa eriste on tuotu jo elementtitehtaalla tarvittavan määrän yli aukon, jotta välttyttäisiin työmaalla tehtäviltä eristekasvatuksilta (Narmapinnoitus Oy 2015c, 1). Toteutuksen periaate on esitetty kuvassa 14.



Kuva 14. Eriste tuotu karmin päälle elementtitehtaalla (NCC Raiviosuonmäki).

Toisessa tavassa ikkuna-aukon ympärille liimataan liimalaastilla eristesuikale, jolla saavutetaan ikkunan karmi (kuva 15). Pienimmät, alle sentin paksuiset kasvatukset voidaan tehdä verkotuslaastilla. (Narmapinnoitus Oy 2015e, 2.) Samoin menetellään kuvan 14 toteutuksen kanssa, jos valmiiksi aukon yli tuotu eriste ei tavoita karmia.



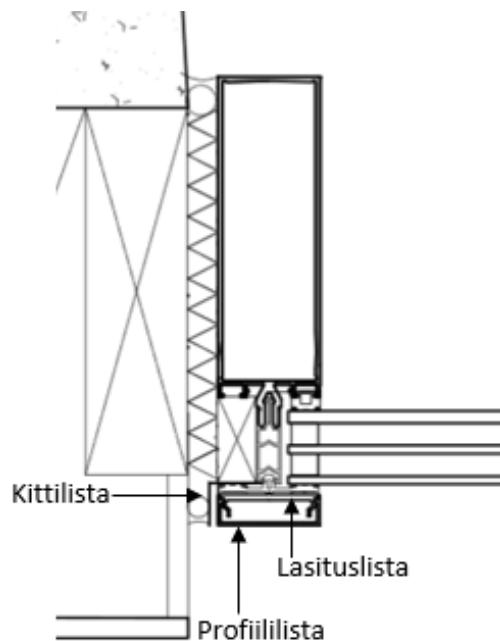
Kuva 15. Työmaalla tehtävä aukon eristekasvatus (NCC Reissumies).

Mikäli ikkunan ja rappauksen liitosta ei tehdä järjestelmään kuuluvalla ikkunaprofiililla, liitoskohta voidaan tehdä päättölistalla. Päättölistalla liitoskohdasta saadaan suora, viimeistely ja saumaukselle saadaan hyvä tartuntapinta. Päättölistan ja ikkunan ulkopinnan väliin jätetään 10 mm rako, joka tiivistetään joko elastisella saumamassalla tai paisuvalla saumanauhalla pinnoituksen jälkeen. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 48.)

3.5.2 Metallikkunat

Metalliikkunat koostuvat erillisestä metallisesta rungosta, lasista ja erilaisista listoista (kuva 16). Lasit asennetaan rungon lasivarauksien kohtiin ja ne kiinnitetään lasituslistan avulla. Lopuksi lasituslistan päälle asennetaan profiililista. Tällainen toteutustapa rajoittaa metallikkunoiden ja ohutrappattavien seinien liitoskohdan toteuttamista, joka tulee huomioida metallikkunoiden hankintaa tehtäessä.

Metalliikkunoissa tulee olla erillinen kittilista, jota vasten tiivistys tehdään. Tämä on tärkeää huollon kannalta, jotta mahdollisesti hajonnut lasi saadaan vaihdettua rikkomatta tiivistystä. Kittilistaa käyttämällä lasi saadaan vaihdettua irrottamalla vain profiililista ja lasin paikalla pitävä lasituslista. (M. Hokkanen, henkilökohtainen tiedonanto 26.2.2019.)



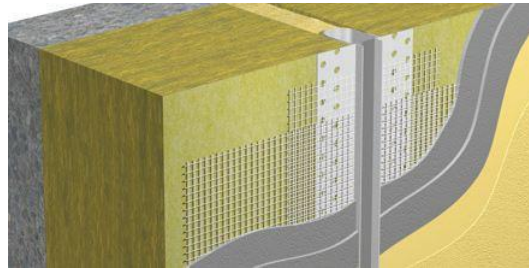
Kuva 16. Metallikkunoiden tiivistysperiaate (NCC Raivosuonmäki).

3.5.3 Liikuntasaumat

Tavanomaisissa rakennuksissa ohutrappaus itsessään ei tarvitse liikuntasauvoja. Ohutrappausrakenne vaatii liikuntasauvoja 50 metrin välein. (Narmapinnoitus Oy 2015e, 3.) Ohutrappaukseen tulee kuitenkin tehdä liikuntasauvoja rungon liikuntasauvojen kohtiin ja kun rappaus liittyy toiseen julkisivumateriaaliin. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 44.)

Rungon liikuntasauva

Rungon liikuntasauva tulee tehdä ensisijaisesti rappausjärjestelmään kuuluvalla liikuntasaumaprofiililla. Liikuntasaumaprofiili asennetaan verkotuslaastilla (kuva 17).



Kuva 17. Liikuntasaumaprofiili (Saint-Gobain Finland Oy, 2018g).

Toinen vaihtoehto on sahata liikuntasauva jälkeinpäin. Tämä ei ole kuitenkaan suositeltavaa, koska sahatun liikuntasauvan tiivistäminen vedenpitäväksi on hankalaa. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 44.)

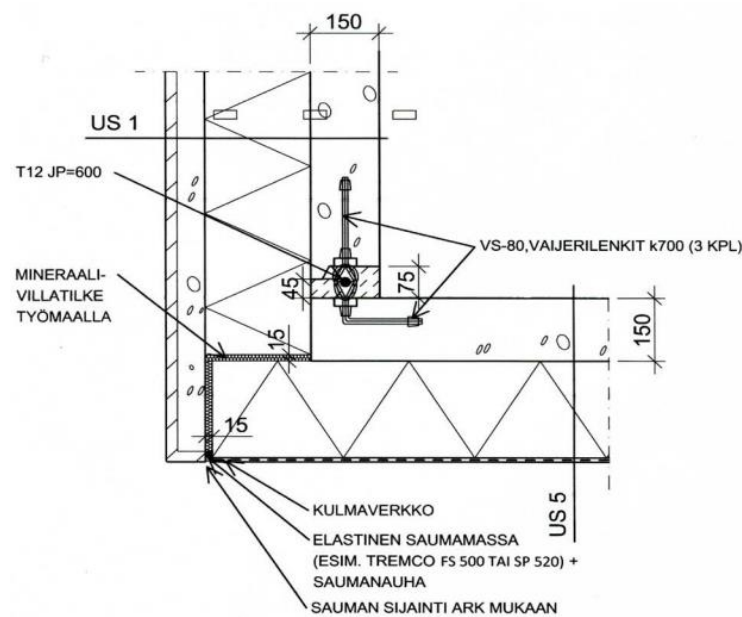
Mikäli liikuntasaumat tehdään jälkisaamalla, tulee sahaus tehdä verkotuslaastikerroksen kovettuttua. Liikuntasaumat sahaetaan koko rappauskerroksen läpi. Jälkisahattu liikuntasauva tiivistetään joko paisuvalla saumanauhalla tai elastisella saumausmassalla. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 45.)

Elastisia saumausmassoja käytettäessä, tulee varmistaa saumaustuotteiden yhteensopivuus pinnoitteiden kanssa. Jälkisahattun liikuntasauvan tiivistäminen elastisella saumausmassalla on haasteellista, koska riittävää tartuntapinta-alaa saumausmassoille on hankala saavuttaa ohuilla rappauskerroksilla. Jälkisahattun liikuntasauvan leveys tulee olla vähintään 10 mm, jotta tiivistys olisi mahdollista. Jälkisahattun liikuntasauvan leveysvaatimus voi olla myös suurempi, koska liikuntasauva mitoitetaan rakennuksen rungon kokonaisliikkeiden mukaan. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 45.)

Liittyminen toiseen julkisivumateriaaliin

Jos ohutrappaus törmää toiseen julkisivumateriaaliin tai rakennusosaan, tulee törmäyskohta tehdä liike-eroja sallivalla liitoksella. Rappaus päätetään päättölistalla, jolloin reunasta saadaan suora ja siisti. Päättölista asennetaan verkotuslaastilla aukkojen ja kulmien vahvistuksen yhteydessä. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 45.)

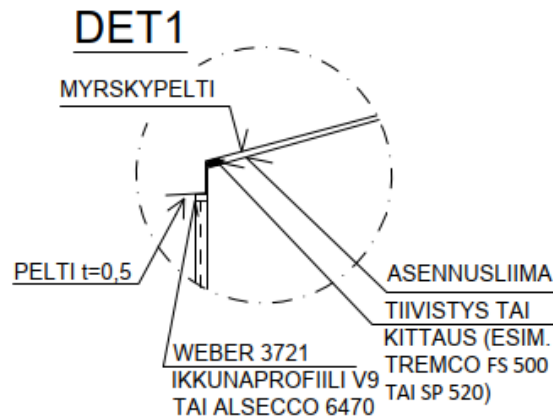
Liittymä voidaan toteuttaa myös kuvan 18 mukaisesti kulmaverkolla, jos liittymäkohdassa kulmaverkkoa voidaan käyttää. Perusideana on kuitenkin se, että saumasmasalle saadaan tartuntapinta muovia vasten, jolloin sauman tiiveystulos on varmempi.



Kuva 18. Rappauksen liittyminen toiseen julkisivumateriaaliin (Narmapinnoitus Oy 2017b).

3.5.4 Myrskypeltti

Riippumatta myrskypellin asennusajankohdasta, rappauksen ja myrskypellin liittymä tulee tehdä tiiviiksi. Liittymäkohdan tiiveys on tärkeää, jotta estetään veden pääsy liittymiskohdasta rappauskerroksen taakse (kuva 19). Rappaus voidaan päättää päättölistalla myrskypelttiin, mutta tällöinkin liittymäkohta tiivistetään. (Narmapinnoitus Oy 2015e, 2.)



Kuva 19. Myrskypellin liitoskohta (NCC Raiviosuonmäki).

3.5.5 Vedeneristykselliset liitokset

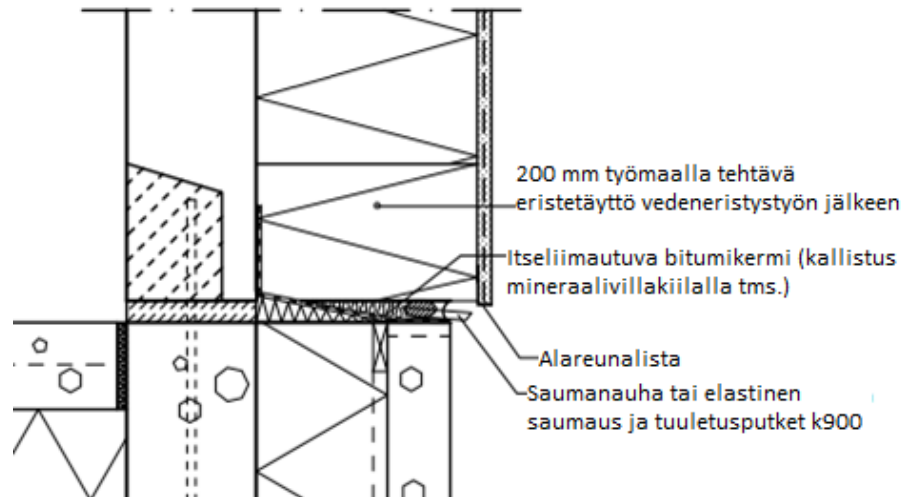
Rungon kosteusteknisen toimivuuden kannalta pitää myös ohutrappattaville julkisivuille tehdä erilaisia vedeneristyksiä. Näistä yleisimpiä ovat erilaisten katoksien vedeneristysten ylösnostot ja sokkelin vedeneristys.

Vaikka ohutrappauksissa käytettäviltä EPS-eristeiltä vaaditaan tavanomaisia EPS-eristeitä parempia palonkestävyyssominaisuuksia, EPS-eristeet voivat syttyä, jos niihin kohdistetaan suoraa tulta. Tästä syystä, EPS-eristettä käytettäessä julkisivuun liittyvät vedeneristykset tulisi tehdä itseliimautuvilla kermeillä tai liimaamalla kermi bitumiliimalla. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 50.) Itseliimautuvat kermi eivät vaadi asentajaltaan tularityökorrettia (Kerabit Oy, 2019). Näin ollen itseliimautuvan kermin voi asentaa esimerkiksi rapparit.

Sokkeliliitos

Ulkoseinän ohutrappattu pinta tulee olla 10–15 mm sokkelin ulkopintaa ulompana, jotta ajan saatossa mahdollisesti tapahtuva painuma ei paina ohutta rappauskerrosta sokkeleihin kiinni. Rappauskerrokseen ei saa kohdistua pakkovoimia, jotka voivat rikkoa rappauksen. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 46.) Koska ohutrappauksen paksuus on 5–10 mm, tämä toteutuu vain jos rappauskerroksen ulkopinta on 5–10 mm sokkelin ulkopintaa ulompana (Fescon Oy 2019b).

Kuvassa 20 on esitetty sokkeliliitoksen toteutus. Elementtitehtaalla jätetään 200 mm koruinen varaus työmaalla tehtävälle sokkelin vedeneristykselle. Vedeneristys tehdään itseliimautuvilla kermeillä ja kallistetaan eriste kiilalla pois päin rakenteesta. Vedeneristystyön jälkeen työmaalla asennetaan puuttuva eriste. (Saint-Gobain Finland Oy, 2018h.)

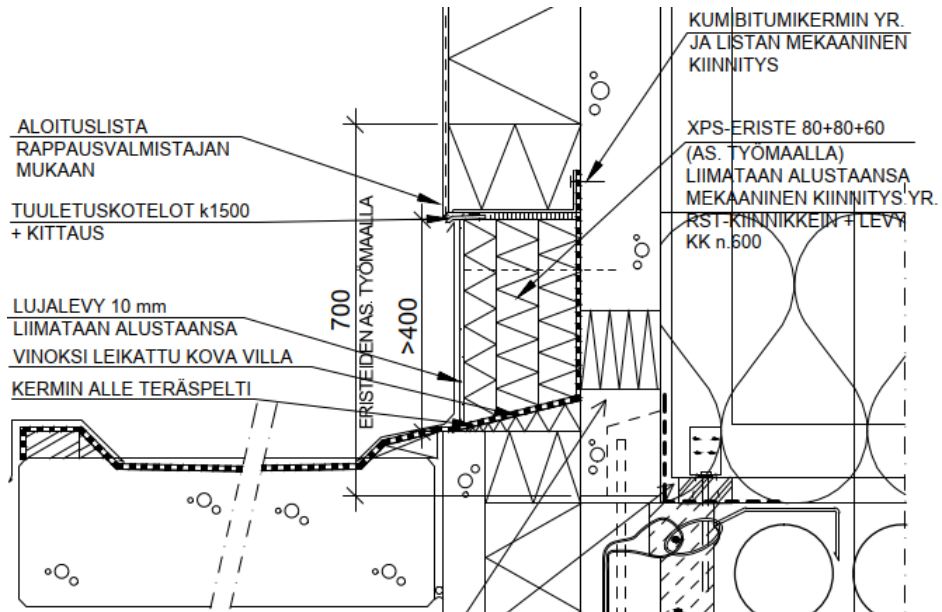


Kuva 20. Sokkeliliitos (Saint-Gobain Finland Oy, 2018h).

Parvekekatot ja katokset

Tasoerojen, ulokkeiden ja erilaisten katoksien takia, voi ohutrapiatuille seinille joutua tekemään vesikatteen ylösnostoja. EPS-eristeitä käytettäessä, eristekerroksen ulkopintaan asennetaan liimaamalla kosteutta kestävä vaneri tai kuitusementtilevy. Vedeneristuksen ylösnosto ja suojapellitys kiinnitetään liimaamalla ja mekaanisesti levyn pintaan. Ylösnoston ja suojapellityksen ulkopinnan tulee jäädä samaan tasoon ohutrapiatun rakenteen ulkopinnan kanssa. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 50.)

Kuvassa 21 on esitetty NCC:n tapa tehdä parvekekattojen ylösnosto. Vedeneristuksen ylösnosto tehdään perinteisesti polttamalla ja yläosan eriste asennetaan vedeneristystyön jälkeen. Tällöin veden kulkua ohjaa ulkopinnan pellitys ja kosteutta kestävä kivilevy. Vedeneristys eristeiden takana varmistaa mahdollisen läpi päässeeseen kosteuden siirtymisen pois rakenteesta.



Kuva 21. Parvekekatto (NCC Raiviosuonmäki).

3.6 Ohutrappauksiin liittyvät työvaiheet

Ohutrappauksien kestävyys kannalta on tärkeää huomioida vesien johdatukset pois tuoreilta rappauspinnoilta. Myös läpivientien ja liittokkien huolellinen tiivistys on tärkeää, jottei vettä pääse haitallisia määriä kapillaariseen verkotuslaastikerrokseen tai rappauskerroksen taakse. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 24.)

3.6.1 Vesipeltien asennus

Vesipeltien kaltevuuden tulee olla vähintään 1:3 eli noin 20°:een kulmassa. Vesipellin etureunan tulee yltyä vähintään 30 mm valmiista rappauspinnasta ulospäin. Vesipeltien reunat varustetaan kuvan 22 mukaisesti rappausreunoin. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 49.)



Kuva 22. Vesipeltien rappausreunojen tiivistys (Maalarimestarien Oy 2016, 10).

Vesipelti asennetaan karmiin ruuveilla ja vesipenkkiin liimalla. Vesipenkki tulee olla pohjarapattu karmiin saakka ennen vesipellin asennusta. Jos vesipelti asennetaan rappauksen jälkeen, vesipenkki pinnoitetaan karmiin asti. (Narmapinnoitus Oy 2017a.)

Vesipeltien rappausreunat ja rappauksen liitoskohta tiivistetään silikonipohjaisella elastisella kitillä tai mahdollisesti itseliimautuvalla saumanauhalla. Näin varmistetaan rappauksen pysyminen halkeilemattomana ja tiiviinä, metallisten peltien eläessä lämpötilavaihteluiden takia. (Narmapinnoitus Oy 2017a; Maalarimestarien Oy 2016, 10.)

3.6.2 Julkisivun varusteiden asennus

Ohutrappausrakenteen pintaan ei voida kiinnittää mitään raskasta. Kaikki raskaat kiinnitykset tulee kiinnittää rappaus- ja eristekerroksen läpi rakennuksen kantavaan runkoon ennen pohjarappauksia. Raskaita kiinnityksiä ovat esimerkiksi talotikkaat ja painavat valaisimet. (Lahdensivu & Annila 2016, 88.) Talotikkaiden kiinnityskohdista poistetaan tarvittava määrä eristettä ja kiinnikkeet asennetaan paikoilleen. Kiinnikkeiden tulee olla kallistettuna ulospäin. Tämän jälkeen kiinnikkeiden kohdat täytetään eristemateriaalilla. (Narmapinnoitus Oy 2015e, 3.)

Syöksytorvet asennetaan pinnoituksen jälkeen. Syöksytorvien kiinnikkeiden kohdat porataan rappauksen ja eristeen läpi rakennuksen runkoon. Kiinnikkeet asennetaan hie-man kallistetuksi ulospäin. Kiinnikkeiden ja rappauksen liitokset tiivistetään. (Narmapinnoitus Oy 2015e, 3.) Syöksytorven ja rappauspinnan väliin tulee jättää vähintään 30 mm:n rako. Lisäksi on suositeltavaa, että vesikourut ja syöksytorvet varustetaan lämmityskaapeleilla, joilla ehkäistään jäätyvän veden aiheuttamia haittoja. (Lahdensivu 2005a, 30.)

3.6.3 Saumaustyöt

Käytettävät saumaustuotteet tulee valita käytettävien rappaus tuotteiden mukaan. Silikon- ja keinohartsipinnoitteiden kanssa ei voida käyttää polyuretaanipohjaisia saumausmassoja, vaan käytettävien saumaustuotteiden tulee olla silikonipohjaisia. (Narmapinnoitus Oy 2015e, 3.)

Kaikki läpiviennit ja liitokset tulee tiivistää mahdollisimman pian pinnoitustyön jälkeen, jotta estetään kosteuden pääsy rakenteeseen. Samalla tulee varmistaa että metallisille

rappauksen läpi meneville asennuksille on tarpeeksi liikkumavaraa. Tarvittaessa rap-
pausta leikataan pois. Tiivistykset tulee tehdä huolellisesti, sillä ajan kuluessa pienim-
mistäkin raoista pääsee kosteutta rakenteisiin, joka vaurioittaa rappausta. Tiivistykset
tulee tarkastaa ja huoltaa säännöllisin väliajoin. (Narmapinnoitus Oy 2015e, 6, 3.)

Tiivistykset ja saumaukset tulisi suunnitella ja toteuttaa siten, että ne ovat kiinni rap-
pausalustassa, eikä rappauslaastien pinnassa. Näin rakenteesta saadaan kestävämpi,
koska rappausalustan lujuus on rappauskerroksien lujuutta suurempi. (Lahdensivu
2005a, 30.)

Saumaus voidaan tehdä sateettomalla säällä vähintään pintakuiviin ja puhtaisiin pintoi-
hin, jotta saumausmassalle saadaan riittävä tartunta alustaan. Ilman lämpötilan tulee olla
+5 °C – +35 °C. Lämpötilan alittaessa +5 °C saumauksien toteutuksissa noudatetaan
valmistajan talvisaumausohjeita. Alin lämpötila, jossa saumauksia voidaan tehdä, on -10
°C. (Lahdensivu 2005b, 12.)

4 OHUTRAPPAUKSIEN ELEMENTTITOTEUTUS KÄYTÄNNÖSSÄ

Ohutrappauksien toteutus ei eroa suuresti paikallarakentamisessa tai käytettäessä valmiiksi eristettyjä elementtejä. Elementtien asennuksen, saumojen viimeistelyn ja eristepinnan tasaamisen jälkeen rappaustyöt verkotuksineen tehdään samalla tavalla kuin paikalla rakentaessa. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 53.)

4.1 Elementtien valmistus

Uudisrakentamisessa runkotyö tehdään usein valmiiksi eristetyillä elementeillä. Elementit valmistetaan elementtitehtaalla asentamalla lämmöneristeet elementtimuotin pohjalle ja valamalla betoninen sisäkuori lämmöneristeiden päälle. Toinen tapa on latoa eristeet tuoreen sisäkuorielementin valun päälle. Molemmissa tavoissa eristeet kiinnittyvät betonin tartunnalla. Elementin muotista purun yhteydessä, elementin villaosien päälle levitetään ohut kerros verkotuslaastia suojaamaan sääolosuhteilta. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 51.) Ohuella verkotuslaastikerroksella tehtävää sääsuojaa kutsutaan ammattikielellä nimellä limutus.

4.2 Eristepinnan tasaisuus

Valmiiksi eristettyjen elementtien asennuksessa tulee kiinnittää huomiota eristepinnan tasaisuuteen. Ohuella rappauskerroksella ei voida oikaista elementtien hammastuksia. Elementit tulisikin asentaa ulkopintojen mukaan tasan ja mahdolliset oikaisutarpeet siirtää sisäpuolelle. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 52.)

Lämmöneristeet ja elementit eivät saa hammastaa toisiinsa nähden yli 1/3 rappauksen paksuudesta. Tämä tarkoittaa, että sallittu hammastus lämmöneristeiden sekä elementtien välillä saa olla maksimissaan 1,5–3 mm. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 95.)

Ennen rappauksen laastitöitä eristekerroksen ulkopinnan tulee olla tasainen, ehjä ja suora. Yli 5 mm leveät raot eristeiden väleissä täytetään joko eristemateriaalilla tai uretaanivaahdolla. Yli 20 mm leveät raot tulee kuitenkin täyttää jo eristemateriaalilla. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 95.)

Mahdolliset lämmöneristekerroksen epätasaisuudet ja hammastukset tasoitetaan rappaustyön yhteydessä hiomalla tai leikkaamalla eristeen pintaa (kuva 23). (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 31.) Hammastuksia voidaan oikaista myös verkotuslaastilla (Narmapinnoitus Oy 2015a, 3).



Kuva 23. Elementtien välisiä hammastuksia.

4.3 Elementtien saumat

Paksujen lämmöneristeiden kanssa tulee huomioida koko seinän lämmöneristeiden yhtenäisyys. Elementtien saumat tulee täyttää saman tyyppisellä lämmöneristeellä kuin elementeissä on käytetty. (Lahdensivu & Annala 2016, 88.) EPS-eristeiden kanssa ei käytetä mineraalivillakaistoja elementtien asennuksen yhteydessä, vaan saumat täytetään uretaanivaahdolla (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 53). Jotta vaahdotetut saumat vastaisivat kutistumattomia rappauseristeitä, suositellaan käytettäväksi kevyesti paisuvia uretaanivaahtoja (Saint-Gobain Finland Oy, 2018h).

Paras tiiveystulos saadaan vaahdottamalla sauma kahdessa vaiheessa (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 53). Vaahdotettavan sauman leveys saa olla maksimissaan 15–20 mm, muuten sauma täytetään eristemateriaalilla (Narmapinnoitus Oy 2015a, 1).

4.4 Eristeiden vauriot

Työmaakatselmuksessa tarkastetaan kuljetuksessa tai asennuksessa eristeeseen aiheutuneet vauriot. Vaurioiden määrät katselmoidaan, ja vaurioiden korjaustapa sovitaan ennen töiden aloitusta. Eristeiden vaurioita voidaan korjata eristemateriaalilla tai verkotuslaastilla. Pienimmät vauriot voidaan korjata kevyesti paisuvalla uretaanivaahdolla. (Narmapinnoitus Oy 2015e, 1.) Jos eriste on irronnut alustasta tai vaurioitunut laajalti, eriste vaihdetaan. Vaurioitunutta eristettä poistetaan tarvittava määrä ja uusi eriste liimataan liimalaastilla tilalle. Tämän jälkeen raot täytetään uretaanilla. (Narmapinnoitus Oy, 2015c, 1–2.)

Kuvassa 24 näkyy yleisimpiä elementtitoteutuksessa esiintyviä vaurioita. Vauriot sijaitsevat yleensä elementtien kulmissa tai aukkojen ympärillä.



Kuva 24. Eristeiden vaurioita.

4.5 Eristeiden asennus

Asennettavien eristeiden tulee olla ehjiä ja puhtaita. Käytettävän eristeen tulee olla rappaukseen soveltuvaa eristettä. Eristettävä pinta ei saa sisältää yli 5 mm nystyrämäisiä epätasaisuuksia. Epätasaisuudet tulee tarvittaessa poistaa tai oikaista oikaisulaastilla. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 37).

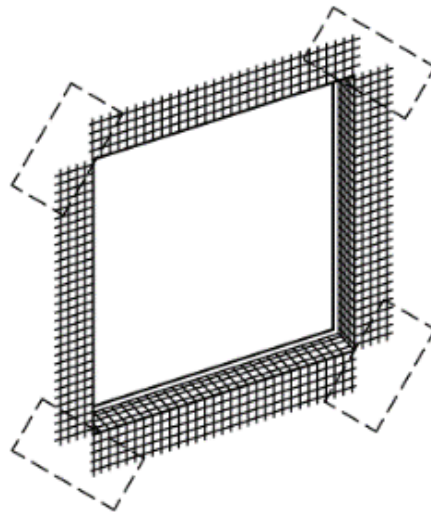
Epätasaisilla alustoilla eristelevy voidaan kiinnittää levittämällä muutaman senttimetrin paksuinen liimalaastipalko eristelevyn ympäri, jonka lisäksi keskelle eristelevyä levitetään 2–4 nyrkin kokoista liimalaastikasaa (Maalarimestarien Oy 2016, 9).

Tasaisilla alustoilla liimalaasti voidaan levittää eristeen taustalle 10 x 10 mm:n kokoisella laastikammalla, jonka jälkeen se painetaan kiinni eristettävään pintaan. Vaihtoehtoisesti voidaan liimalaasti ruiskuttaa suoraan seinään ja kammata laastikammalla auki, jonka jälkeen eriste painetaan kiinni eristettävään pintaan. (Maalarimestarien Oy, 2016, 9.) Tällöin liimalaastia tulee kuitenkin levittää seinään vain sen verran, että eristeet saadaan asennettua paikoilleen ennen laastin sitoutumista (Narmapinnoitus Oy 2015b, 1).

Levyäisten lämmöneristeiden kiinnityksessä käytetään mekaanisia kiinnikkeitä varmistamaan lämmöneristeiden kiinnipysyvyys, jos liimalaastin tartunta on heikentynyt (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 37).

4.6 Pohjarappaus

Varsinainen rappaustyö aloitetaan vahvistamalla aukkojen kulmat kulmaverkoilla. Kulmaverkot asennetaan paikoilleen verkotuslaastilla. Smyygeissä kulmaverkko ulotetaan aivan ikkunaprofiiliin asti. Lisäksi aukkojen nurkkiin asennetaan diagonaaliverkot 45 asteen kulmaan. Diagonaaliverkot leikataan lasikuituverkosta ja asennetaan verkotuslaastilla. (Narmapinnoitus Oy, 2015a, 2.). Diagonaaliverkkojen koon tulee olla 250 x 400 mm (Saint-Gobain Finland Oy, 2018h). Aukkojen vahvistamisen periaate on esitetty kuvassa 25, jossa aukon kulmiin asennettavat diagonaaliverkot on merkitty katkoviivalla.



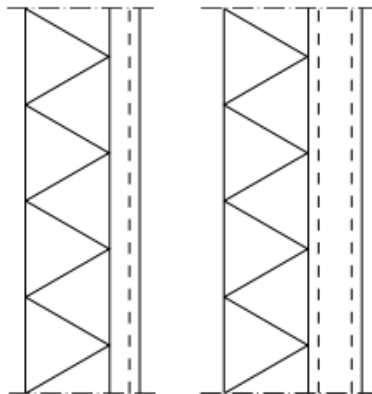
Kuva 25. Aukkojen vahvistamisen periaate (Saint-Gobain Finland Oy, 2018h).

Ennen ikkunan vesipenkin pohjarappausta tarkastetaan vesipenkin kaltevuus ja suoruus (Narmapinnoitus Oy, 2015e, 3).

Kaikkiin rakennuksen sisä- ja ulkonurkkiin tulee asentaa kulmaverkot. Alimman elementin eristeen alareuna vahvistetaan joko kulmaverkolla tai tippanokallisella alareunalistalla. Jos rappauksen ja sokkelin ulkopinnat ovat samassa tasossa, voidaan alareunaan asentaa myös päättölista. (Narmapinnoitus Oy, 2015a, 2.) Kulmaverkot, listat ja profiilit asennetaan paikoilleen ohuella verkotuslaastikerroksella (Suomen Betoniyhdistys ry, 2016, 39).

Tässä vaiheessa asennetaan myös kaikki detaljien vaatimat listat ja profiilit. Detaljeja on esitelty tämän opinnäytetyön luvussa 3.5. Profiilien ja listojen asennuksen yhteydessä tehdään myös elementtien saumojen lisäverkotus. Elementtien saumojen lisäverkotuksen tarpeellisuus määräytyy käytettävästä rappausjärjestelmästä.

Kun kaikki vahvikkeet, listat ja profiilit on asennettu, levitetään verkotuslaastikerrokset. Verkotuslaastikerrokset tehdään kahteen kertaan märkää märälle -periaatteella. Ensimmäisen verkotuslaastikerroksen levittämisen jälkeen tuoreeseen laastipintaan asennetaan muovipinnoitteinen lasikuituverkko. Tämän jälkeen levitetään vielä toinen kerros verkotuslaastia, jolloin lasikuituverkko jää verkotuslaastikerroksien väliin. (Suomen Betoniyhdistys ry, 2016, 11.) Rappausverkon tulee sijaita $1/3$ – $1/2$ syvyydellä verkotuslaastikerroksen ulkopinnasta mitattuna (kuva 26) (Suomen Betoniyhdistys ry, 2016, 41).



Kuva 26. Rappausverkon sijainti tavanomaisella- ja tuplaverkotuksella (Lahdensivu & Annila 2016, 91).

Eristeiden päälle tehdyt ohutrappaukset kestävät heikosti kovia iskuja. Iskunkestävyyttä voidaan parantaa asentamalla rappaukseen tuplaverkotus. (Lahdensivu & Annila 2016, 88.) Tuplaverkotuksessa ensimmäinen verkko asennetaan verkotuslaastikerroksessa mahdollisimman lähelle eristeiden ulkopintaa ja toinen verkko mahdollisimman lähelle verkotuslaastikerroksen ulkopintaa. Verkkojen tulee kuitenkin kulkea kauttaaltaan verkotuslaastikerroksessa. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 41).

Vaikka korkeampi iskunkestävyys tuplaverkotuksella saavutettaisiinkin, on suositeltavaa välttää ohutrappauksien käyttöä suurille mekaanisille rasituksille altistuvilla julkisivupinnoilla, kuten maantasokerroksissa. (Lahdensivu & Annila 2016, 88).

4.7 Pinnoittaminen

Ennen pinnoittamista hiotaan kaikki verkotuslaastikerroksen pinnan epätasaisuudet pois (Narmapinnoitus Oy 2015e, 5). Tämä on suositeltavaa tehdä nopeasti pohjarappauksen jälkeen ennen kuin laasti saavuttaa lopullisen lujuutensa (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 41).

Järjestelmään voi kuulua erillisen pohjustusaineen levitys ennen varsinaisen pinnoitteen levittämistä. Pohjusteen tulee olla pinnoituslaastille sopivaa ja se sävytetään pinnoitteen sävyyn. Pohjusteaine levitetään kertakäsittelynä verkotuslaastikerroksen pintaan telalla, siveltimellä tai ruiskulla. Pohjusteaineen käyttö parantaa pinnoituslaastin tartuntaa ja siten helpottaa hiertopintaisen pinnoituksen tekoa. Pohjusteaine myös tasaa verkotuslaastikerroksen kosteusolosuhteita. (Narmapinnoitus Oy 2015e, 5.)

Pinnoite tai pohjusteaine voidaan levittää verkotuslaastikerroksen kuivuttua. Kuivumiseen vaikuttaa oleellisesti ilman kosteus ja lämpötila. Hyvissä olosuhteissa kesäaikaan riittää 12–24 tunnin kuivumisaika. Kylmissä ja kosteissa olosuhteissa verkotuslaastikerroksen kuivuminen voi kestää jopa yli viikon. (Narmapinnoitus Oy 2015e, 5.)

Pinnoitustyöhön tulee olla riittävästi resursseja, jotta pinnasta saadaan yhtenäinen. Mahdollisen pohjustusaineen tulee olla kuivunut ennen pinnoittamista. Näkyvien työsaumojen välttämiseksi tulee rapattavat seinät jakaa lohkoihin, jotka pinnoitetaan yhdellä keralla. Pinnoitus tehdään märkää märälle -menetelmällä, jossa pinnoite ei saa alkaa kovettua ennen kuin seuraava osuus seinästä pinnoitetaan. (Narmapinnoitus Oy 2015e, 5–6.)

Roiskepinta tehdään ruiskuttamalla pinnoite rappauseruiskulla seinään. Roiskepintaista rappausta ei tarvitse työstää erikseen, vaan ruiskutettu pinta on lopullista pintaa. Roiskepintaisen rappauksen lopputulokseen vaikuttaa pinnoitteen raekoko sekä ruiskutusetäisyys ja -kulma. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 43.)

Hierretty pinta saadaan tehtyä hiertämällä tuoretta seinälle ruiskutettua pinnoitetta muovihierkimellä. Hierretyn pinna ulkonäköön vaikuttaa pinnoitteen raekoko sekä tekijän työstötapa. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 44.)

Maalattava pinta tehdään hierretyn tai tasaisen rappauspinnan päälle pintakerroksen kuivuttua. Maali voidaan ruiskuttaa tai telata seinään. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 44.)

5 OHUTRAPPAUKSIEN LAADUNVARMISTUS

Hyvin laaditut suunnitelmat sekä selkeät laatuvaatimukset eivät takaa automaattisesti laadukasta lopputulosta, vaan lopullinen laatu tehdään työmaalla. Yleensä pääurakoitsija hankkii rappaustyön siihen erikoistuneilta urakoitsijoilta, jolloin pääurakoitsijan vastuulle jää aliurakoitsijan laadun ja toteutuksien valvonta. Työmaalla on tärkeää tarkkailla erilaisia rappaustöiden laatuun vaikuttavia kriittisiä tekijöitä. (Lahdensivu & Annila 2016, 94.)

5.1 Aloituspalaveri

Rappauksien aloituspalaverissa käydään yksityiskohtaisesti läpi työvaiheen toteutukseen liittyvät asiat. Aikataulun ja välitavoitteiden toteutuminen varmistetaan aliurakoitsijalta. Laadulliset asiat, kuten mallityökäytännöt, työselostukset, laatuvaatimukset sekä laadunvarmistustoimenpiteet selkeytetään aloituspalaverissa aliurakoitsijalle. Aloituspalaverin tärkein tarkoitus on varmistaa, että työn toteuttava osapuoli on perehtynyt työhön ja työkohteeseen. (Rakennustieto Oy 2009, 15.)

5.2 Mallityöt ja osakohteiden tarkastukset

Ensimmäinen osakohteen teon yhteydessä on hyvä toteuttaa erilaiset mallityöt katselmuksineen. Mallitöiden avulla varmistutaan, että työmenetelmät, laatuvaatimukset ja käytetyt materiaalit ovat suunnitelmien mukaiset. Mikäli mallitöissä havaitaan katselmuksien yhteydessä puutteita tai virheitä, korjataan ne ennen seuraavaan kohteeseen tai työvaiheeseen siirtymistä. (Rakennustieto Oy 2009, 15.)

Mallitöillä varmistetaan urakoitsijan kohdekohtainen osaaminen ja luodaan konkreettiset vaatimukset halutulle lopputulokselle. Mallityönä hyväksyttyä osakohdetta hyödynnetään muiden osakohteiden tarkastuksissa, vertaamalla muiden osakohteiden toteutusta mallityöhön. Osakohteiden tarkastuksissa havaitut puutteet korjataan mallityön mukaisiksi. Mallitöitä voidaan toteuttaa useista eri asioista, joita voi olla esimerkiksi lämmöneristeiden asennus, verkotuslaastin levitys, verkon asennus ja sijainti, pinnan rakenne sekä rappauksen värit ja värien tasaisuus. Mallityön tulee kattaa riittävän suuri alue, vähintään 2 x 2 m². (Lahdensivu & Annila 2016, 95.)

5.3 Rappauksien päiväkirja

Rappauksista pidetään omaa rappauspäiväkirjaa, johon kirjataan kaikki työn laatuun vaikuttavat asiat. Laastitöitä tehtäessä rappauspäiväkirjaan kirjataan lämpötila, ilman suhteellinen kosteus ja käsiteltävät seinäpinnat. Mahdolliset näytteidenottoaikat ja näytteistä saadut tulokset kirjataan ylös rappauspäiväkirjaan. Myös suunnitteluasiakirjojen ja laadunvarmistuksen edellyttämät toimenpiteet toteutetaan ja saadut tulokset kirjataan rappauspäiväkirjaan. (Rakennustieto Oy 2009, 15.)

5.4 Rappausverkon sijainnin oikeellisuuden toteaminen

Rappausverkon sijaintia ja rappauskerroksien paksuutta tulee seurata jatkuvasti. Rappausverkon tulee sijaita kolmasosan syvyydellä verkotuslaastikerroksen ulkopinnasta tai puolessa välissä verkotuslaastikerrosta. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 41.)

Verkon sijainti todetaan poraamalla 20 mm rasiaporalla kovettuneesta verkotuslaastikerroksesta irti kiekko, josta voidaan tarkastaa verkotuslaastikerroksen paksuus sekä verkon sijainti. Näytteitä tulee ottaa vähintään yksi näyte sataa neliometriä kohden. Mikäli rappausverkko on liian syvällä, levitetään uusi verkotuslaastikerros, johon asennetaan toinen verkko. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 41–42.) Kuvassa 27 näkyy rasiaporalla porattuja kiekkoja ja paksuuden mittaamista työntömitalla. Verkon sijainti havainnoidaan koepaloista silmämääräisesti.



Kuva 27. Rappauksien koepaloja ja rappausverkon sijainnin tarkastaminen.

5.5 Rappauksien valmistuminen

Rappauksien valmistuessa ne tarkastetaan ja hyväksytetään. Mikäli työvirheitä havaitaan, sovitaan niiden korjaamisesta. Pinnan tasaisuus voidaan mitata mitta-asteikollisella kiilalla ja korokkeiden varaan asetetulla mittalaudalla (kuva 28). Mahdolliset pinnan tasaisuuspoikkeamat havaitaan eri mittauskohdista tarkkailemalla kiilan asteikon lukemavaihteluita. (Rakennustieto Oy 2009, 15.) Kiilan ja mittalaudan valmistaminen sekä mittaustekniikka on tarkemmin esitelty Ratu-ohjekortissa ”1215-S Työmaan laadunvarmistus, tarkastukset ja mittaukset” sivulla 23.



Kuva 28. Tasaisuuden mittaus mittalaudalla ja -kiilalla (Rakennustieto Oy 2006, 23).

Rappaustyön hyväksymisen jälkeen tarkastetaan, että kaikki työnaikaiset suojaukset on poistettu ja työkohteet siivottu työn aiheuttamista sotkuista. Jätteet tulee olla lajiteltuina sovittuihin jäteastioihin ja ylijääneet materiaalit varastoitu tai siivottu pois asian mukaisesti. Samalla tarkastetaan, että työssä aiheutuneet vauriot sekä likaantuneet pinnat on korjattu. (Rakennustieto Oy 2009, 15.)

Rappaustyön päätyttyä rakennuttajalle luovutetaan allekirjoitettu tarkastuslomake, käytettyjen materiaalien tuotetiedot sekä ohutrapatun julkisivun huolto-ohjeet. (Rakennustieto Oy 2009, 15.)

6 SAADUT TYÖMENEKIT

F31-0343 Ulkoseinän Eristerappaus Ratu-kortin ja Aikataulukirja 2016:n työmenekit liit-
tyen rappauksiin on tehty hyvin yleisellä tasolla ja taustalta paljastuu, että rappaukset
ovat niissä työmenekeissä saatu käytettäessä telineitä. Ne eivät myöskään huomioi eri
eristemateriaalien, kuten EPS:ään liittyviä työvaiheita, kuten eristeiden hiontaa.

Tässä opinnäytetyön luvussa käydään läpi esimerkkikohteesta saatujen työmenekkejä,
joita verrataan Ratu-kortista ja Aikataulukirja 2016:sta saatuihin menekkeihin. Näiden
pohjalta luodaan NCC Suomi Oy:lle Excel-laskentataulukko rappauksien aikataulujen
suunnitteluun.

6.1 Case Raivosuonmäki 7

Esimerkkikohteessa sijaitsi kaksi eri työmaata, Raivosuonmäki 7A ja Raivosuonmäki
7B (kuva 29). Talot ovat seitsemänkerroksia, 7A:ssa oli osittainen maanalainen kellari-
kerros, kun taas 7B:ssä oli täysin maanalainen kellarikerros. Talot ovat L-kirjaimen mal-
lisia, ja ne koostuvat pistetalomaisesta B-rapusta ja pitkästä suorakulmaisesta A-ra-
pusta.



Kuva 29. NCC Raivosuonmäki.

Ensimmäiset kaksi kerrosta ovat maalattavia sandwich-elementtejä, ja rapattavia sisäkuorielementtejä on viidessä kerroksessa. Rappaukset oli aikataulutettu siten, että kummankin työmaan B-raput rapattiin elo-lokakuussa 2018. Rappaukset jatkuvat A-rappujen osalta huhtikuussa 2019 ja niiden suunnittelussa hyödynnetään tässä opinnäytetyössä tutkittuja työmenekkejä.

6.2 Kohteen työmenekit

Kohteen työmenekit on laskettu valokuvaamalla osakohteita säännöllisesti työn edessä ja vertaamalla valokuvissa näkyviä toteutumia julkisivukuvista laskettuihin määriin. Valokuvien aikaleimoista on laskettu työhön käytetty aika ja työsaavutus aikavälillä. Työaika on tarkastettu NCC:llä käytössä olevalta Ramismart-järjestelmän datasta. Ramismart on kellokorttijärjestelmä, johon työntekijät leimaavat itsensä sisään työmaalle saapuessaan ja työmaalta ulos työpäivän päätyttyä.

Ikkunaprofiilien ja suojamuovin asennus

Ikkunaliittymät tehtiin käyttämällä kohdan ikkunaprofiileja. Ikkunaprofiilien avulla, ikkunan ja rappauksen liittymästä saatiin tiivis ilman erillisiä tiivistystöitä. Ikkunaprofiilien asennus oli hieman enemmän aikaa vievää, kuin pelkän suojamuovin asennus, mutta aikaa säästy paljon enemmän kittauksien määrän vähentyessä. Lisäksi ikkunaprofiileissa oli valmis teippipinta, johon suojamuovi saatiin nopeasti asennettua. Ikkunaprofiilin ja suojamuovi asentaminen kesti keskimäärin 0,42 tth/aukko.

Ikkunaprofiilin asentaminen kestää kauemmin kuin Ratu F31-0343 Ulkoseinän eristerappaukset-kortin antama arvo, koska ikkunaprofiili jää osin rakenteeseen, ja se tulee asentaa suoraan linjaan (taulukko 1). Vaikka ikkunaprofiileissa on valmis liimapinta muoville, kiinnitettiin se varmuuden vuoksi vielä teipillä pysyvyyden varmistamiseksi.

Taulukko 1. Aukkojen suojaus (Rakennustieto Oy 2009, 3; Talonrakennusteollisuus ry & RTS 2015, 294).

Työmaalla saatu työmenekki	Ratu F31-0343 Ulkoseinän eristerappaukset	Aikataulukirja 2016
0,42 tth/aukko	0,37 tth/aukko	0,03 tth/m ²

Eristeiden vaurioiden korjaaminen

Eristeiden korjauksien menekit riippuivat paljon korjaustavasta. Mikäli eriste jouduttiin poistamaan ja tilalle vaihtamaan uusi, oli kesto 0,50–1,0 tth/m² (taulukko 2).

Taulukko 2. Vaurioituneiden eristeiden korjaus.

Työmaalla saatu työmenekki	Ratu F31-0343 Ulkoseinän eristerappaukset	Aikataulukirja 2016
0,50–1,0 tth/m ²	-	-

Eristeiden paikkauksille on mahdotonta antaa tarkkaa keskimääräistä arviota, mutta tämän kohteen perusteella voisi määräärioksi antaa 1 eriste paikkaus / 100 m².

Pienimmille korjauksille voidaan käyttää pienempää 0,50 tth/m² arvoa. Työmaalla jouduttiin kuitenkin poistamaan elementtitehtaalla väärin tehty villaeristys, joka oli todella aikaa vievää, koska eristeet tarttuvat valuun kiinni todella kovaa. Villaeristys täytti palomääräyksien vaatimukset, mutta kyseiseen kohtaan haluttiin paksurappaus kosteusteknisistä syistä. Kuvassa 30 näkyy ylemmässä elementissä oikein asennettu villaeristys ja punaisella laatikolla merkattu alemman elementin osuus, johon tuli vaihtaa villaeristys. Eristeiden irrottamiseen ja vaihtamiseen tulee varata 1,0 tth/m².



Kuva 30. Poistettava eristeosuus.

Eristepinnan hionta

Alimpien kerroksien EPS-eristetyt elementit altistuivat jopa yli kaksi kuukautta auringon UV-säteilylle. Eristepinnan keltaisuus erottui hyvin, kun eristepintoja alettiin hioa (kuva 31). Hionnan yhteydessä erottui selvästi, miten sileä eristepinta muuttui karkeammaksi mattapinnaksi. Hiomalla saatiin myös tasoitettua elementtien välisiä hammastuksia. Eristepinnan hionta kesti keskimääräisesti 0,035 tth/m².



Kuva 31. Auringon UV-säteily kellastuttaman eristepinnan hiontaa.

Aikataulukirja 2016 sekä Ratu-kortti eivät anna arvoja eristeiden hiomiselle (taulukko 3). Syynä voi olla Aikataulukirjan ja Ratu-kortin painottuminen korjausrakentamiseen. Korjausrakentamisessa eristeet eivät välttämättä altistu niin pitkäksi aikaa rappaamattomina auringon UV-säteilylle, joten hiontaa ei tarvitse välttämättä tehdä.

Taulukko 3. Eristepinnan hionta.

Työmaalla saatu työmenekki	Ratu F31-0343 Ulkoseinän eristerappaukset	Aikataulukirja 2016
0,035 tth/m ²	-	-

Aukkojen kasvatus eristeellä

Työmaalla jouduttiin kasvattamaan metalli-ikkunoiden smyygejä, koska alimmat sandwich-elementtien reunat olivat EPS-elementtejä ulompana. Kasvatus tehtiin liimaamalla eristeen pintaan EPS-levystä leikattu eristesuikale liimalaastilla.

Eristeen leikkaus ja kiinnittäminen paikoilleen liimalaastilla kesti keskimäärin 0,28 tth/jm.

Aikataulukirja 2016 eikä Ratu-kortti anna tietoja eristesuikaleiden liimaamiselle (taulukko 4). Tieto on sinänsä varsin tärkeä, etenkin jos kaikki ikkuna-aukot tehdään kasvattamalla ne eristesuikaleella. Tällöin aikatauluvaikutus on jo huomattavan suuri.

Taulukko 4. Aukkojen kasvattaminen eristeellä.

Työmaalla saatu työmenekki	Ratu F31-0343 Ulkoseinän eristerappaukset	Aikataulukirja 2016
0,28 tth/jm	-	-

Eristeiden asennus

Eristeitä asennettiin työmaalla sokkeliliitokseen ja parvekekattoihin vedeneristystyön jälkeen. Eristeiden leikkaus, kiinnittäminen liimalaastilla ja mekaanisilla kiinnikkeillä kesti 0,45 tth/m² (taulukko 5). Mekaanisia kiinnikkeitä asennettiin 400 mm:n jaolla.

Taulukko 5. Eristeiden asennus liimalaastilla ja mekaanisilla kiinnikkeillä (Rakennustieto Oy 2009, 3; Talonrakennusteollisuus ry & RTS 2015, 13).

Työmaalla saatu työmenekki	Ratu F31-0343 Ulkoseinän eristerappaukset	Aikataulukirja 2016
0,45 tth/m ²	0,20–0,30 tth/m ²	0,24 tth/m ²

Eristeiden asennus kesti Ratu-kortin arvoja kauemmin, koska eristeitä jouduttiin leikkaamaan sopivan kokoisiksi ja ne asennettiin paikalleen kuukulkijoilla, joiden koriin ei mahdu hirveästi tavaraa. Lisäksi parvekekattojen eristetäytöt veivät aikaa, koska eristeet jouduttiin ensiksi kuljettamaan parvekekatoille. Tämän jälkeen eristeiden asentaja joutui menemään parvekekatolle tekemään eristeiden asennuksen, koska kuukulkijalla ei päässyt suoraan työkohteeseen.

Aukkojen linjojen hionta ja täyttö uretaanilla

Ikkuna-aukkojen vaatimaa työmäärää ei osattu aavistaa ennakkoon. Kaikki ikkuna-aukot vaatisivat työstämistä. Ikkunoiden smyygien linjoja jouduttiin oikaisemaan hiomalla ja leikkaamalla, jotta ikkunan ylittävä eristeosuus peitti tasaisesti ikkunan molemmilta puolilta (kuva 32).



Kuva 32. Eristettä liikaa toisella puolella karmia.

Ikkunan yli tuotu eristeosuus oli myös irti karmin pinnasta noin sentin ja rappausurakoittajan kanssa päädyttiin täyttämään rako uretaanilla (kuva 33).



Kuva 33. Ikkunan ja karmin väli.

Ikkunat asennettiin sisäpuolelta katsottuna keskelle, joten työmaalla ihmeteltiin, miksi ikkunalinjat eivät olleet tasan. Syyksi paljastui elementtitehtaan virhe. Aukon koko oli piirustuksien mukainen, mutta aukon yli tuotujen kasvatuksien koko oli eri (kuva 34).



Kuva 34. Elementtitehtaalta tehty virhe kostautui työmaalla.

Vaikka ikkuna-aukkoja jouduttiin oikaisemaan ja täyttämään uretaanilla, olivat elementtitehtaalta valmiiksi tehdyt aukkojen kasvatukset nopeampia kuin työmaalla tehtävät eristekasvatukset. Ikkunoiden linjojen oikaisu ja rakojen täyttö uretaanilla kesti 0,18 tth/jm. Jos ikkuna-aukot olisi tehty erillisellä eristesuikalekasvatuksella olisi kesto voinut olla 0,28 tth/jm. Valmiiksi yli tuotu eriste oli siis tässäkin tapauksessa nopeampi ratkaisu, vaikka parantamisen varaa olisi elementtitehtaan toteutuksessa sekä ikkunan asennussyvyyksien ennakkosuunnittelussa.

Ratu-kortti eikä Aikataulukirja 2016 anna menekkejä aukkojen oikaisuille tai uretaanitäytöille (taulukko 6). Uretaanin asennukselle NCC:llä käytetään arvoa 0,025 tth/jm. Tällöin pelkkä aukkojen linjojen oikaisu on 0,155 tth/jm.

Taulukko 6. Aukkojen linjojen oikaisu ja uretaanitäytöt.

Työmaalla saatu työmenekki	Ratu F31-0343 Ulkoseinän eristerappaukset	Aikataulukirja 2016
0,18 tth/jm	-	-

Kulmien ja aukkojen vahvistukset

Ikkunoiden ja muiden aukkojen lisävahvistukset kulmiin kesti 0,20 tth/jm (kuva 35). Tämä arvo sisältää laastin valmistuksen vaatiman ajan. Arvo on suurempi kuin tavallisten nurkkien vahvistukset, koska siinä on huomioitu aukkojen nurkkiin asennettavien diagonaaliverkkojen asennus.



Kuva 35. Aukkojen vahvistuksia ja päättölistan asennus reunaan.

Järjestelmään kuului elementtisaumojen lisäverkotuksien teko. Laastioikaisuiden, elementtisaumojen ja nurkkien vahvistus kesti 0,18 tth/jm (taulukko 7). Eristeiden pinnan hionnan jälkeen ei varsinaisia laastioikaisuja jouduttu tekemään, koska oikaistavat kohdat olivat elementtien lisäverkotuksien kohdissa sekä kulmaverkolla vahvistettavissa nurkissa.

Taulukko 7. Kulmien vahvistukset (Rakennustieto Oy 2009, 3).

Työmaalla saatu työmenekki	Ratu F31-0343 Ulkoseinän eristerappaukset	Aikataulukirja 2016
0,18 tth/jm	0,1 tth/jm	-

Työmenekki eroaa Ratu-kortista, koska saadussa työmenekissä on sisälletty laastin valmistus. Ratu-kortti antaa laastin valmistuksen kestoksi 0,07 tth/m² (Rakennustieto Oy 2009, 3). Aikataulukirja 2016 ei anna arvoa kulmavahvistuksien asentamiselle.

Pohjarappaus

Pohjarappausta saatiin työryhmällä aikaan 16,8 m²/tth. Työryhmässä oli kaksi rakennusammattimiestä ja yksi rakennusmies. Pohjarappaus tehtiin yhdellä kuukulkijalla, jonka kyydissä oli kaksi rapparia, joista toinen ruiskutti laastia ja toinen liippasi perästä. Tämän jälkeen painettiin tuoreeseen verkotuslaastin pintaan lasikuituverkko. Kolmas rappari sekoitti laastia ja sääti rappausruiskua. Lasikuituverkon asentamisen jälkeen ruiskutettiin toinen kerros verkotuslastia ja liipattiin tasaiseksi.

Aikataulukirja 2016 antaa työmenekiksi 0,17 tth/m², jolloin kolmen rapparin ryhmällä saadaan pohjarappausta tunnissa 17,64 m² (taulukko 8). Ratu-kortissa ei ollut esitetty pohjarappauksen työmenekkiä erikseen.

Taulukko 8. Pohjarappaus (Talorakennusteollisuus ry & RTS 2015, 13).

Työmaalla saatu työmenekki	Ratu F31-0343 Ulkoseinän eristerappaukset	Aikataulukirja 2016
16,8 m ² /tth (2RAM+1RM)	-	17,6 m ² /tth

Pohjustusaineen levitys

Pohjustusaine levitettiin seinään telalla. Pohjustusaineen levittäminen kesti keskimäärin 0,04 tth/m² (taulukko 9). Pohjustusaineen levitti yksi rappari kuukulkijalla.

Taulukko 9. Pohjustusaineen levitys (Rakennustieto Oy 2009, 3; Talorakennusteollisuus ry & RTS 2015, 13).

Työmaalla saatu työmenekki	Ratu F31-0343 Ulkoseinän eristerappaukset	Aikataulukirja 2016
0,04 tth/m ²	0,05–0,1 tth/m ²	0,06 tth/m ²

Ratu-kortti ei anna työmenekkiä suoraan pohjustusaineen levitys nimikkeellä, vaan se esitetään kortissa "Julkisivun maalaus –kertäkäsittely" -nimikkeellä. Aikataulukirja 2016 esittelee työmenekin tartunta-aineen levityksenä. Taulukossa 9 näkyy työmaalla saadun työmenekin olleen hieman Aikataulukirja 2016:n ja Ratu-kortin arvoja nopeampaa.

Pinnoittaminen

Pinnoite oli ruiskutettava hienoroiskepinta 1,5 mm kivellä. Pinnoitusta saatiin kahden rapparin ryhmällä aikaan 31,3 m²/tth. Toinen rappari täytti pinnoitetta rappausruiskun säiliöön ja sääti ilman suhdetta maan tasolla, kun toinen rappari ruiskutti pintaa ja huusi ohjeita kollegalleen. Pinnoittaminen tehtiin yhdellä kuukulkijalla.

Aikataulukirja 2016 mukaisella työmenekillä saadaan työvuorossa kahden rapparin ryhmällä pinnoitusta 106,6 m² (taulukko 10). Työmaalla saatu menekki oli kuitenkin 250,4 m² työvuorossa. Aikataulukirjan arvo on hierontinnoitteisen pinnoituksen työmenekki, jonka takia se on suurempi kuin työmaalla saatu roiskepintaisen pinnoituksen arvo. Raturkorti ei anna arvoa erillistä pinnoittamiselle.

Taulukko 10. Pinnoittaminen (Talonrakennusteollisuus ry & RTS 2015, 13).

Työmaalla saatu työmenekki	Ratu F31-0343 Ulkoseinän eristerappaukset	Aikataulukirja 2016
31,3 m ² /tth (1RAM+1RM)	-	0,15 tth/m ²

Työmaalla saatu menekki on esitetty kahden rapparin työsaavutuksena tunnin aikana, koska pinnoitustyötä ei voida suorittaa yhdellä henkilöllä. Toinen täyttää pinnoitetta säiliöön ja säättää rappausruiskua, kun toinen taas ruiskuttaa pintaa henkilönostimessa. Kun arvo esitetään kahden rapparin ryhmän saavutuksena, voidaan laskea mitä saavutetaan yhdellä henkilönostimella tunnissa ja siten miettiä työn toteutusta.

Työkoneiden vaikutus

Rappaustyöt tehtiin kahdella kuukulkijalla. Työmaalla oli kuitenkin kaksi rapparia ja yksi apumies. Apumies käytännössä siivosi, sekoitti laasteja, leikkasi rappauserkon paloja ja teki muita avustavia töitä. Apumiestä ei voida kuitenkaan laskea varsinaisen rappaustyön kannalta työn tekijäksi, koska työmaalla oli vain kaksi kuukulkijaa, joilla päästiin työkohteeseen tekemään työtä.

Yleisimmät julkisivutöissä käytössä olevat kuukulkijat sallivat kahden henkilön työskentelyn korissa. Korissa tulee kuitenkin olla valjaat kiinni työturvallisuuden takia. Jos mietitään loogisesti rappaustyötä valjaat päällä ja kiinnitettynä pienikokoiseen koriin, tehokkuus vastaa joka tapauksessa yhtä työntekijää, vaikka korissa olisikin kaksi.

Rappaustyössä käytettävien henkilönostimien ja nostokalustojen valintoja ei tule tehdä kevein perustein.

Sääolosuhteiden huomioiminen

Aikataulut eivät huomioi vaihtelevia sääolosuhteita, vaan aikataulun toimivuus toteutetaan työn ohjauksella. Kuukulkijoilla tehtävissä rappauksissa sääolosuhteiden hallinta on haastavaa, muttei mahdotonta. Työmaalla seurattiin tarkasti sääennusteita jopa kolme viikkoa eteenpäin, jotta työtä saatiin tahdistettua ja suunniteltua ennakkoon.

Lisäksi huomioita kiinnitettiin rapattavan seinän sijaintiin ilmansuuntaan nähden. Esimerkiksi eteläsivua ei rapattu kuumimpaan vuorokaudenaikaan. Rappauksissa joustettiin paljon ja välillä laastityöt tehtiin ilta-aikaan, jolloin aurinko ei suoraan paistanut rappaustyön kohteena olevaan seinään.

7 POHDINTA

Eristerappauksia tullaan varmasti tekemään jatkossakin hyvin paljon. Rappauksilla saadaan toteutettua todella hienoja ja värikkäitä pintoja. Ohutrappauksilla saavutettava saumaton julkisivu sekä melkein rajaton väriskaala ovat varmasti arkkitehtien suosimia tulevaisuuden julkisivuratkaisuja.

Koko ohutrappauksien tuotantoprosessia tulisi kehittää. Ohutrappaukset alkavat vaati-
maan pääurakoitsijaltakin ylimääräisiä resursseja, kun puutteelliset suunnitelmat tai odottamattomat ongelmat ilmaantuvat.

Rappaustyöt tulisi vastuuttaa jollekin työnjohtajalle jo heti työmaan alussa. Esimerkiksi runkotyönjohtaja tietää, mitä on elementtien asennuksessa sovellettu tai miten pahasti elementit ovat vaurioituneet. Kun työnjohtaja on valittu jo työmaan alussa, asioita ja ongelmia selvitetään hyvissä ajoissa ennen rappaustöiden alkua. Vastuuttamisella ei tarkoiteta niin sanottua vetovastuuta, vaan sitä, että tieto on selvitetty valmiiksi rappaustöistä vastaavalle työnjohtajalle.

Opinnäytetyöhön on kerätty paljon tietoa ohutrappauksien tuotannon suunnittelusta ja -ohjauksesta. Työ pohjautuu kirjallisuuteen, mutta sisällön valintaa on korostanut oma työmaakokemus. Opinnäytetyö sisältääkin nuorelle työnjohtajalle kattavan tietopaketin, joka on hyvä lukea läpi ensimmäisiä ohutrappauksia suunnitellessa ja ohjatessa.

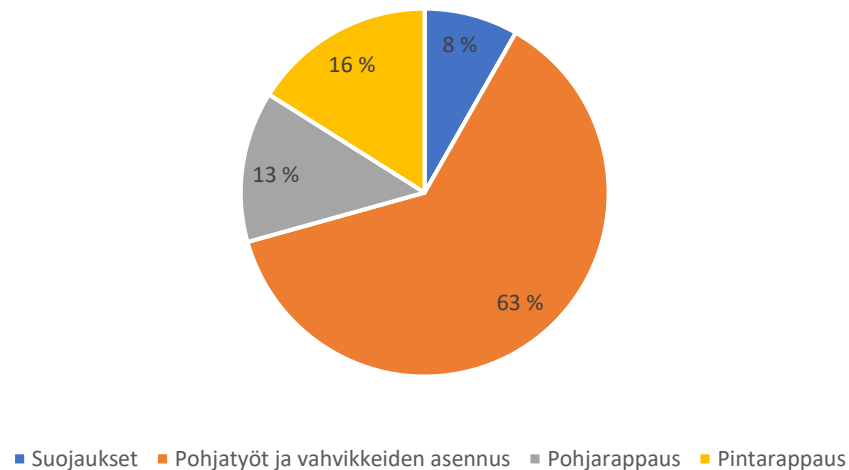
Opinnäytetyön tärkein osuus on työmenekkien esittely kuukulkijoilla tehtävissä rappauksissa. Tuotannon suunnittelua ei voida tehdä, mikäli ei tiedetä rappaustyön vaatimaa aikaa. Molemmissa harjoitteluajakaisissa työmaissani aikataulut eivät ole pitäneet, vaikka urakoitsija teki pitempiä työpäiviä saadakseen aikataulun kiinni.

Kun käytetään opinnäytetyön lopputuloksena tehtyä Excel-laskentapohjaa, saadaan esimerkkikohteen kestoksi 25 työvuoroa (liite 1). Toteutuma työmaalla oli 26 päivää. Yleis-
aikataulussa oli varattu työlle 15 työvuoroa. Vaikka pohja on tehty vain yhtä työmaata tutkimalla, koen, että siitä on apua, kun mietitään viitteellisiä kestoja. Esimerkiksi urakoitsijan tehdessä urakkaan kuulumattomia töitä, on hyvä tietää, mikä on työn toteutuksen vaatima aikahaarukka.

Toinen asia, johon laadittua Excel-pohjaa on hyvä hyödyntää, on osakohteiden ja lohko-
jaon suunnittelu. Esimerkkikohteessa aikataulupaineita aiheutti teräsulokeparvekkeiden asennus rappaustöiden jälkeen. Koska työ tehtiin kuukulkijoilla, rapparit työskentelivät

aluksi eri lohkoilla pohjatöiden ja rappauksien vahvistuksien parissa. Koska pohjatyöt ja vahvistukset veivät yli 60 prosenttia rappauksien ajasta, siirrettiin rapparit samaan lohkoon, jotta rappaus saataisiin valmiiksi ennen teräsulokeparvekkeiden asennusta. Esimerkkikohteen työmenekkien jakautuminen on esitetty kuvassa 36. Ratu-tietokanta on tältä osin puutteellinen, koska sen menekit ovat selkeästi saatu telineiltä tehtävistä rappauksista eikä se ota huomioon rappauksien toteuttamista työvaihe kerrallaan. Ilman sääsuojattuja telineitä, henkilönostimilta tehtävät rappaukset joudutaan toteuttamaan työvaihe kerrallaan, koska vallitsevat sääolosuhteet määräävät rappauksien tahdin.

Ohutrappauksien työmenekkien jakautuminen



Kuva 36. Ohutrappauksien työmenekkien jakautuminen esimerkkikohteessa.

Esimerkkikohteen pohjalta voidaan laskea viitteellinen työntekijätunti-vaatimus neliometriä kohti. Koska rapattavaa pinta-alaa on yhteensä 1 788 neliometriä, saadaan keskiarvoksi 0,512 tth/m². Jos kokonaistyömenekki jaetaan prosenttien mukaan työvaiheisiin, saadaan arvoiksi taulukon 11 mukaiset arvot.

Taulukko 11. Työvaiheiden keskimääräiset kestot.

Työvaihe	tth/m ²
Suojaukset	0,041
Pohjatyöt ja vahvistukset	0,32
Pohjarappaus	0,07
Pinnoittaminen	0,08
Kokonaiskesto	0,512

Nämä arvot eivät kuitenkaan tuo lisäarvoa itse työn ohjauksen kannalta, koska seinien koot ja detaljit vaihtelevat. Hyvällä suunnittelulla ja työn ohjauksella tuota arvoa saadaan huomattavasti pienennettyä. Näitä arvoja voidaan kuitenkin soveltaa esimerkiksi yleisai-kataulua ja vaadittavia resursseja suunniteltaessa.

Excel-tilukoon ja omaan kokemukseen perustuen yksi suurimpia työsuunnittelun virheitä on nostimien valinta työkohteeseen soveltuvaksi. Jos henkilönostimia on vain kaksi työmaalla, voidaanko tehokkuus laskea työmaalla olevien kolmen rapparin mukaan? Vastaus kysymykseen on jyrkkä ei, mutta silti näin tehdään. Yhdellä työmaalla, rappausurakoitsija lähetti paikalle kolme rapparia lisäresurssiksi, jolloin työmaalla oli yhteensä viisi rapparia. Ongelmallista tosin oli, että työmaalla oli kaksi kuukulkijaa, joten lisäresurssien aika kului enimmäkseen tupakan polton parissa. Jos rappaukset olisi toteutettu telineiltä, isoilta saksilavoilta tai mastolavoilta, olisi lisäresurssien hyödyntäminen ollut mahdollisesti tehokkaampaa.

Uskon, että opinnäytetyöstä on apua ohutrappauksien tuotannon suunnittelussa ja -ohjauksessa. Työssä on pyritty tuomaan asioita monipuolisesti esille, jotta ohutrappauksissa onnistutaan työmaalla. Jokainen kohde on kuitenkin erilainen ja jokainen aliurakoitsija toimii eri tavoin. Silti ohutrappauksien tuotannon suunnittelussa ja -ohjauksessa huomioon otettavat asiat pysyvät samoina. Näiden osalta voidaan opinnäytetyötä pitää hyvin onnistuneena. Itse Excel-tilukko ei välttämättä sovi kaikkiin eri kohteisiin, mutta siinä korostuu tulevaisuuden tutkimustyön tarve. Excel-tilukon käyttö pakottaa täyttäjän tutustumaan työkohteeseen ja edistää siten rappauksien tuotannon suunnittelua ja -ohjausta. Excel-tilukkoa käytetään ja kehitetään keväällä 2019 jatkuvissa ohutrappauksien suunnittelussa ja ohjauksessa.

LÄHTEET

Ekholm, V 2003. Kerrostalon muuraus- ja rappaustyöt talvella. Toteutusedellytysten kehittäminen. VTT:n tiedotteita 2214. Tampere: VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. Saatavissa 12.3.2019. <https://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2003/T2214.pdf>.

Fescon Oy 2019a. Kaksikerrosrappaus Viitattu 26.2.2019 <https://www.fescon.fi/ratkaisut/julkisivut-ja-parvekkeet/ohut-ja-paksurappaus/kaksikerrosrappaus>.

Fescon Oy 2019b. Ohutrappaus-eristejärjestelmä Viitattu 2.1.2019 <https://www.fescon.fi/ratkaisut/julkisivut-ja-parvekkeet/eriste-ja-levyrappaukset/ohutrappaus>.

Ilmatieteenlaitos 2019. Kuukausitilastot. Viitattu 15.3.2019 <https://ilmatieteenlaitos.fi/kuukausitilastot>.

Kerabit Oy 2019. Itseliimautuva Bitumikermi Viitattu 25.2.2019 <https://www.kerabit.fi/tuotteet/perustukset/58/platon-itseliimautuva-bitumikermi>.

Lahdensivu, J. 2005a. Rapatut julkisivut paikkaus- ja pinnoituskorjaukset suunnitteluohjeet. Viitattu 19.3.2019 <https://julkisivuyhdistys.fi/wp-content/uploads/2019/01/H2-Suunnitteluohjeet-rapatun-julkisivun-paikkaus-ja-pinnoitu%E2%80%A6.pdf>.

Lahdensivu, J. 2005b. Rappauksen purkaminen ja uusiminen suunnitteluohjeet. Viitattu 19.3.2019 <https://julkisivuyhdistys.fi/wp-content/uploads/2019/01/H3-Suunnitteluohjeet-rappauksen-purkaminen-ja-uusiminen.pdf>.

Lahdensivu, J. & Annila, P. 2016. Keskeisiä eristerappauksen suunnittelussa ja toteutuksessa huomioonotettavia asioita. Viitattu 29.1.2019 <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK150203.pdf>.

Lahdensivu, J.; Suonketo, J.; Vinha, J.; Lindberg, R.; Manelius, E.; Kuhno, V.; Saastamoinen, K.; Salminen, K. & Lähdesmäki, K. 2012. Matalaenergia- ja passiivitalojen rakenteiden ja liitosten suunnittelu- ja toteutusohjeita. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto.

Maalarimestarien Oy 2016. EPS-levyn eristerappaus työohje. Viitattu 10.1.2019 http://www.maalarimestarien.fi/download.php?liite_id=7418.

Narmapinnoitus Oy 2015a. EPS-elementtijärjestelmä työselostus. Viitattu 3.1.2019 <http://alseccofinland.fi/documents/Ty%C3%B6selitykset/Epselementt+ij%C3%A4rjestelm%C3%A4ts.pdf>.

Narmapinnoitus Oy 2015b. EPS-eristeiden kiinnitys työmaalla ja rappaus työselostus. Viitattu 22.1.2019 <http://alseccofinland.fi/documents/Ty%C3%B6selitykset/Eriseenkiinnitysty%C3%B6maallajarappaus.pdf>.

Narmapinnoitus Oy 2015c. EPS-eristetyt elementit elementtitehtaalla työselostus. Viitattu 3.1.2019 <http://alseccofinland.fi/documents/Ty%C3%B6selitykset/epselementtikohdetstehdas.pdf>.

Narmapinnoitus Oy 2015d. Prewis I -esite. Viitattu 25.1.2019 <http://alseccofinland.fi/documents/alseccoPrewislesite02.15.pdf>.

Narmapinnoitus Oy 2015e. Prewis I -työselostus. Viitattu 26.1.2019 <http://alseccofinland.fi/documents/Ty%C3%B6selitykset/alseccoprewis1ts.pdf>.

Narmapinnoitus Oy 2017a. Ikkunan pystyleikkaus mallidetalji. Viitattu 5.2.2019 <http://alseccofinland.fi/documents/ikkunapystyleikkaus.pdf>.

Narmapinnoitus Oy 2017b. Sandwich-elementin ja rapatun elementin liittymä mallidetalji. Viitattu 22.1.2019 <http://alseccofinland.fi/documents/rapattuel-sandwichulkokulma.pdf>.

- Nostolava-Auto Jalo-Jalo Oy 2019. Genie Gs 5390RT 4WD-saksilava. Viitattu 22.2.2019 https://www.jalojalo.fi/FI/kalusto/saksilavat/genie_gs_5390rt_4wd.
- Nostopalvelu Simola Oy 2019a. Kuukulkijat. Viitattu 22.2.2019 <https://www.nostopalvelusi-mola.fi/henkilonostin/kuukulkija.html>.
- Nostopalvelu Simola Oy 2019b. Manitou 260 TJ -kuukulkija. Viitattu 22.2.2019 <https://www.nos-topalvelusimola.fi/henkilonostin/kuukulkija/manitou-260-tj.html>.
- Olenius, A. 2004. Telineet ja työtasot – turvalliset työtavat työmaalla Viitattu 26.2.2019 <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK050503.pdf>.
- Pekkaniska Oy 2019a. Kuukulkijat. Viitattu 22.2.2019 <http://www.pekkaniska.com/tuotteet/kuu-kulkijat/>.
- Pekkaniska Oy 2019b. Saksilavat. Viitattu 22.2.2019 <http://www.pekkaniska.com/tuotteet/saksi-lavat/>.
- Rakennustieto Oy 2006. Ratu 1215-S Työmaan laadunvarmistus, tarkastukset ja mittaukset. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Rakennustieto Oy 2009. Ratu F31-0343 Ulkoseinän eristerappaukset. Rakennustieto Oy.
- Rakennustuoteteollisuus ry 2010. EPS eristeen käyttö ohutrapatussa julkisivussa -opas. Viitattu 15.1.2019 <https://www.eps-eriste.fi/component/phocadownload/category/2-ohjeet?download=13:eps-eristeen-kaytto-ohutrapatussa-julkisivussa>.
- Saint-Gobain Finland Oy 2018a. Aloituslista tuotekortti. Viitattu 11.2.2019 <https://www.e-weber.fi/julkisivut/tuotteet/listat-ja-profiilit/weber-6410.html>.
- Saint-Gobain Finland Oy 2018b. Aloitusprofiili tuotekortti. Viitattu 11.2.2019 <https://www.e-weber.fi/julkisivut/tuotteet/listat-ja-profiilit/weber-3794.html>.
- Saint-Gobain Finland Oy 2018c. Ikkunaprofiili tuotekortti. Viitattu 11.2.2019 <https://www.e-weber.fi/julkisivut/tuotteet/listat-ja-profiilit/weber-37909.html>
- Saint-Gobain Finland Oy 2018d. Kulmaverkko tuotekortti. Viitattu 11.2.2019 <https://www.e-weber.fi/julkisivut/tuotteet/listat-ja-profiilit/weber-kulma.html>.
- Saint-Gobain Finland Oy 2018e. Kulmarulla tuotekortti. Viitattu 11.2.2019 <https://www.e-weber.fi/julkisivut/tuotteet/listat-ja-profiilit/weber-kulmarulla.html>.
- Saint-Gobain Finland Oy 2018f. Lasikuituverkko tuotekortti. Viitattu 11.2.2019 <https://www.e-weber.fi/julkisivut/tuotteet/verkot/weber-lasikuituverkko.html>.
- Saint-Gobain Finland Oy 2018g. Leveä Liikuntasaumaprofiili tuotekortti. Viitattu 11.2.2019 <https://www.e-weber.fi/julkisivut/tuotteet/listat-ja-profiilit/weber-6327.html>.
- Saint-Gobain Finland Oy 2018h. SerpoTherm Prefab mallidetajit. Viitattu 11.2.2019 <https://www.e-weber.fi/palvelut/mallidetajit/mallidetajit-julkisivuihin/serpothermprefab-eriste-rappaus-detajit-uudisrakentaminen.html>.
- Saint-Gobain Finland Oy 2018i. SerpoTherm ja SerpoMin kiinnikkeet. Viitattu 11.2.2019 <http://shop.e-weber.fi/kronodocs/55603.pdf>.
- Saint-Gobain Finland Oy 2018j. Weber Julkisivuratkaisut esite. Viitattu 2.2.2019 <http://shop.e-weber.fi/kronodocs/56741.pdf>.
- Suomen Betoniyhdistys ry 2005. by 46 Rappauskirja 2005. Helsinki: By-koulutus.
- Suomen Betoniyhdistys ry 2016. by 57 Eriste- ja Levyrappaus 2016. Helsinki: By-koulutus.
- Talonrakennusteollisuus ry & RTS 2015. Aikataulukirja 2016. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Tanninen-Ahonen, T. & Kolhonen, R. 2015. Aliurakkasopimusmenettely. Viitattu 15.2.2019 <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK00s437.pdf>.

Telinekataja Oy 2019. Rakennustelineiden ja sääsuojien viikkotarkastukset Viitattu 20.2.2019 <https://telinokataja.fi/rakennustelineiden-ja-saasuojien-viikkotarkastus/>.

Ykkösteline Oy 2019. Mastolavat Viitattu 22.2.2019 <http://www.vuokraliftit.fi/henkilonostimet/mastolavat/>.

Lähtötiedot											
Raiivosuommäki 7A											
Perustiedot											
Rappu	B	B	B	B	B	B	A	A	A	A	
Seinän Nimi/ Nro	Seinä 2	Seinä 3	Seinä 4	Seinä 5	Seinä 1	Seinä 6	Seinä 7	Seinä 8	Seinä 9	Seinä 10	Seinä 11
Piirustuksen nimi/sijainin tarkennus	Julkisivu kaakkoon	Julkisivu kolliseen	Julkisivu kolliseen	Julkisivu luoteeseen	Julkisivu lounaaseen	Julkisivu lounaaseen	Julkisivu kolliseen	Alimakin vierusta	Tupakka parvekkeet	Julkisivu luoteeseen	Julkisivu luoteeseen
Väri	Keltainen	Keltainen	Harmaa	Harmaa	Keltainen	Keltainen	Harmaa	Harmaa	Harmaa	Keltainen	Harmaa
Rapattavan seinän tiedot											
Seinän leveys j/m	8	6	6	15,7	17,9	3,685	27,2	6,6	5,67	6,185	6,6
Seinän rapattavan osuuden korkeus j/m	18,1	18,1	16,3	16,3	18,1	18,1	16,3	16,3	16,3	18,1	16,3
Rapattavien elementtien kerrosnäätä	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Rapattavia elementtejä vierakkain	1	1	1	4	1	1	6	2	1	1	1
Pystyurkkien määrä	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Elementtisaumojen määrä j/m	40	30	30	143,7	89,5	18,425	233,8	65,6	28,35	30,925	33
Aukkojen ja neliköiden erotus											
Bruttoneidot m ²	287	122	58	254,43	101,6	236,37	519	105,04	83,2	121	111
Aukot kpl	20	10	5	20	5	5	35	0	0	10	10
Aukot m ²	26,524	21,5175	10,75875	33,986375	2,5575	2,5575	134,95125	0	0	21,5175	21,5175
Neliköt-aukot	260,476	100,4825	47,24125	220,443625	99,0425	233,8125	384,04875	105,04	83,2	99,4825	89,4825
Työmaalla asennettavat eristeet m ²											
Eristetäyttöjen m ²	4,8	2	1,2	5,2	1,6	4	34,2	4	3,2	4	4
Katoksien ylösnostojen vähentäminen											
Parvekekaton/katoksen j/m	14,81		3,61		12,83	50,31	11,79		5,2		
Vedeneristyksen ylösnoston korkeus m	0,4	0,4	0,4		0,4	0,4	0,4		0,4		
Parvekekaton "smyygin" syvyys m	0,25										
Parvekekatto m ²	5,924	0	1,444	0	5,132	20,124	4,716	0	2,08	0	0
Parvekekatto smyygitrappaus m ²	3,9025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Smyygin rappaus											
Smyygi j/m	102,8	64,3	32,15	106,95	19,6	19,6	357,3	0,07	0,07	64,3	64,3
Smyygin syvyys m	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Smyygin m ²	7,196	4,501	2,2505	7,4865	1,372	1,372	25,011	0	0	4,501	4,501
Nauhaikkunoiden smyygit											
Nauhaikkuna j/m	16,08	18,22	17,28	16,37						18,32	17,3
Nauhaikkunan smyygin syvyys	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Nauhaikkuna smyygi m ²	3,216	3,644	3,456	3,274	0	0	0	0	0	3,664	3,46
Yhteensä	268,8665	108,6275	51,50375	231,204125	95,2825	215,0605	404,34375	105,04	81,12	107,6475	97,4435

