



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Jonne Nappari

Julkisivujen rappausmenetelmien laskennallinen vertailu

Opinnäytetyö

Kevät 2024

Rakennusmestari (AMK), Rakennustekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Tutkinto-ohjelma: Rakennusmestari (AMK), Rakennustekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Jonne Nappari

Työn nimi alaotsikoineen: Julkisivujen rappausmenetelmien laskennallinen vertailu

Ohjaaja: Marita Viljanmaa

Vuosi:2024

Sivumäärä: 34

Liitteiden lukumäärä:

Rappaus on ollut käytössä jo vuosisatojen ajan ja se on edelleen suosittu julkisivumateriaali. Nykyaikana julkisivuja voidaan pinnoittaa monilla eri materiaaleilla, mutta rappaus on edelleen yksi suosituimmista vaihtoehdoista.

Opinnäytetyö keskittyy työnjohdon näkökulmaan ja se toteutetaan uudiskohteista saatujen laskelmien avulla. Työssä esitellään rappauksen historiaa, työkaluja, erilaisia rappausmenetelmiä ja niiden aikatauluja. Tuulettuvat julkisivut ovat yleisiä nykyaikaisessa rakentamisessa, sillä ne parantavat rakenteiden kuivumista ja kosteusteknistä toimivuutta. Tuulettuvat julkisivut ovat suosittuja sekä uudis- että korjausrakentamisessa, ja ne tarjoavat kestävän ratkaisun julkisivujen rakentamiseen.

Kaksikerros- ja kolmikerrosrappaus ovat kaksi yleisintä rappausmenetelmää. Kaksikerrosrappaus koostuu pohjustus- ja pintarappauksesta, kun taas kolmikerrosrappaus sisältää lisäksi täyttörappauksen. Molemmat rappaustavat tarjoavat mahdollisuuden tarkkaan ja monivaiheiseen julkisivurakentamiseen ja mahdollistavat erilaisten tekstuurien ja värien käytön.

Lopuksi on tärkeää kiinnittää huomiota rappauksen suorittamiseen oikein ja huolellisesti, sillä väärin suoritettu rappaus voi aiheuttaa ongelmia rakenteiden toimivuudessa ja kestävyudessa suhteen. Työvaiheiden suorittamiseen liittyy riskejä, ja siksi on tärkeää noudattaa valmistajan ohjeita ja huolehtia työvaiheiden asianmukaisesta suorittamisesta.

¹ Asiasanat: Julkisivu, Rappaus, Aikataulut, Työnjohtaja

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Degree programme: Bachelor of Construction Site Management

Specialisation: Building Construction

Author: Jonne Nappari

Title of thesis: Comparative Analysis of Façade Plastering Methods

Supervisor: Marita Viljanmaa

Year: 2024

Number of pages: 34

Number of appendices:

Plastering has been in use for centuries and remains a popular façade material. In modern times, facades can be coated with many different materials, but plastering remains one of the most preferred options.

The focus of the thesis is on the perspective of site management and is based on calculations obtained from new construction projects. It presents the history of plastering, tools used, various plastering methods, and their schedules. It also explains how plastering methods differ from each other. Ventilated facades are common in modern construction as they improve drying and moisture performance of structures. They are popular in both new construction and renovation projects, offering a long-lasting solution for façade construction. Two-layer and three-layer plasterings are the two most common plastering methods. Two-layer plastering consists of priming and finishing plaster, while three-layer plastering includes additional filling plaster. Both plastering methods allow for precise and multi-stage façade construction, enabling the use of various textures and colors.

Finally, it is important to pay attention to performing plastering correctly and carefully, as improperly executed plastering can cause problems with performing the works steps, so it is important to follow the manufacturer's instructions and ensure proper execution of the work steps.

¹ Keywords: Facade, Plastering, Schedule, Foreperson

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	1
Thesis abstract	2
SISÄLTÖ	3
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo	5
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	6
1 JOHDANTO	7
1.1 Työn tausta ja tavoite	7
1.2 Työn rakenne	7
2 YLEISTÄ RAPATUISTA JULKISIVUISTA	8
2.1 Julkisivujen historiaa	8
2.2 Tuulettuvan julkisivun rakennekerrokset	9
2.3 Tuulettumattoman julkisivun rakennekerrokset	10
3 ERILAISET RAPPAUSMENETELMÄT	13
3.1 Rappaus julkisivuvaihtoehtona	13
3.2 Ohutrappaus.....	13
3.3 Kaksikerrosrappaus.....	14
3.4 Kolmikerrosrappaus	15
3.5 Koneellinen rappaus.....	16
3.6 Rappaustyössä yleisimmin esiintyviä ongelmia.....	16
4 RAPPAUKSEN TYÖVAIHEET	18
4.1 Rappaustyön aloitusedellytykset	18
4.2 Aloittavat työt.....	18
4.3 Rappaustyön suorittaminen.....	19
5 RAPPAUKSESSA KÄYTETTÄVÄT TYÖKALUT	20
5.1 Rappaustyökalujen kehitys nykypäivään.....	20
5.2 Nykyaikaiset rappaustyökalut.....	20
6 RAPPAUSMENETELMIEN AIKATAULULLINEN VERTAILU	28
6.1 Lähtötiedot ja edeltävät työvaiheet.....	28

6.2	Kolmikerrosrappauksen laskennallinen työmenekki	28
6.3	Kaksikerrosrappauksen laskennallinen työmenekki	30
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	33
8	YHTEENVETO	34
	LÄHTEET	35

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Tuulettuva julkisivu.....	10
Kuvio 2. Tuulettumaton julkisivu.	12
Kuva 1. Karkea hierrin.	21
Kuva 2. Hieno hierrin.	21
Kuva 3. Hierrinlasta.....	22
Kuva 4. Soka.	23
Kuva 5. Rappauskoukku.	24
Kuva 6. Rappausmassan seikoituksessa käytettävä tasosekoitin	25
Kuva 7. Rappauspumppu.	26
Kuva 9. Rappausruisku.	27
Taulukko 1. Esimerkkikohteen kolmikerrosrappauksen laskennallinen työmenekki	29
Taulukko 2. Esimerkkikohteen kolmikerrosrappauksen laskennallinen materiaalimenekki	29
Taulukko 3. Esimerkkikohteen kaksikerrosrappauksen laskennallinen työmenekki.....	31
Taulukko 4. Esimerkkikohteen kaksikerrosrappauksen laskennallinen materiaalimenekki	32

Käytetyt termit ja lyhenteet

Kynnet	Ammattisanaston mukainen nimitys tartuntarappaukselle.
Slammaus	Vakiintunut työnimitys yksikerrosrappaukselle. Nimitys tulee ruotsinkielisestä sanasta slamma.
TTH	Työntekijätunti.
TV	Työvuoro.

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta ja tavoite

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää kerrostaloissa käytettäviä julkisivujen erilaisia rappausmenetelmiä. Opinnäytetyössä tehdään laskennallinen vertailu kahdelle yleiselle, nykyaikaisessa rakentamisessa käytössä olevalle rappausmenetelmälle, jotka ovat kaksikerros- ja kolmikerrosrappaus. Työ tehdään työnjohdon näkökulmasta ja laskenta on tehty uudiskohteista. Tavoitteena on kertoa uudelle työnjohtajalle rappauksesta, sen historiasta, käytettävistä työkaluista, erilaisista rappausmenetelmistä sekä eri menetelmien edellyttämästä ajankäytöstä.

1.2 Työn rakenne

Työn toisessa luvussa käydään läpi rapattujen julkisivujen historiaa sekä kerrotaan nykyaikaisesta tuulettuvasta ja tuulettumattomasta julkisivusta. Kolmannessa luvussa kerrotaan erilaisista rappausmenetelmistä sekä niissä yleisesti esiintyvistä ongelmista. Neljäs luku kertoo rappauksen eri työvaiheista. Viidennessä luvussa esitetään kuvien avulla rappauksessa käytettäviä työkaluja ja koneita. Kuudennessa luvussa selvitetään kahden eri rappausmenetelmän laskennallisia materiaali- ja työmenekkejä.

2 YLEISTÄ RAPATUISTA JULKISIVUISTA

2.1 Julkisivujen historiaa

Rappausta on käytetty julkisivujen pinnoituksena jo vuosisatoja, ja se on Suomessa erittäin yleinen julkisivumateriaali (Suomen Betoniyhdistys, 2005, s. 7). Rappaus oli vallitseva julkisivujen pintakäsittely asuinkerroistaloissa jo 1950-luvun Suomessa. Vasta 1960- ja 1970-luvuilla betonielementtitekniikka, sekä osin myös levyrakenteet ja puhtaaksi muurattu tiili syrjäyttivät rappauksen uudisrakentamisessa pitkäksi ajanjaksoksi melkein kokonaan.

Jo keskiajan rakentamistyyliin kuului luonnonkivimuurien rappaaminen ohuella kalkkilaastikerroksella, jolloin lopputulos muistutti nykyaikaista slammattua pintaa (Suomen Betoniyhdistys, 2005, s. 8). Myöhemmin eli 1700- ja 1800-luvuilla, jolloin kivirakennukset alkoivat Suomessa yleistyä, rapattiin talojen julkisivuja, sillä rappaus oli luonnonkivipintoja halvempi vaihtoehto. Graniittia jäljiteltiin harmaalla, marmorilaattoja valkoisella ja hiekkakiveä vaaleankeltaisella rappauksella. Rapattua pintaa oli helppo muotoilla ja värittää. Kivirakentaminen oli vielä 1800-luvulla ja 1900-luvun alussa käsityötä ja puurakentamiseen verrattuna kallista. Kivirakennuksia pidettiin kuitenkin puurakennuksia paremmin kaupunkeihin sopivina jo pelkästään paloturvallisuuden vuoksi. Aikojen kuluessa rappausta on sovellettu hyvinkin monin eri tavoin.

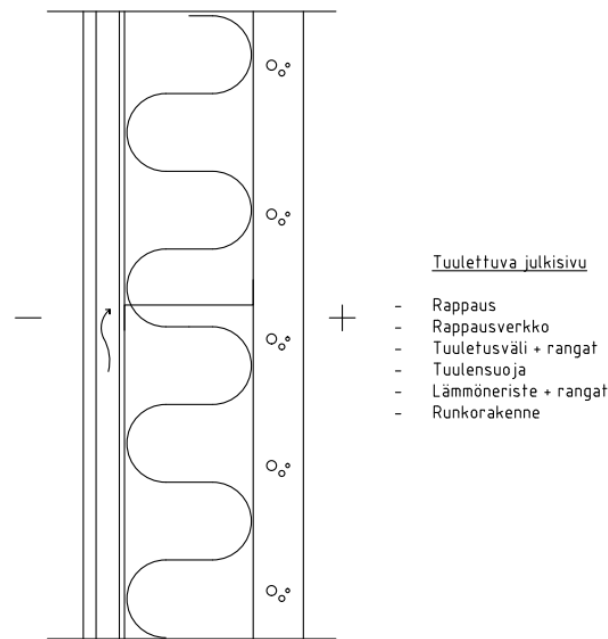
Nykyaikana julkisivuille on tarjolla rappauksen ohella runsaasti erilaisia materiaalivaihtoehtoja, kuten esimerkiksi tiilet, kuitusementtilevyt, alumiiniprofiilit sekä tiililaatta (Suomen Betoniyhdistys, 2005, s. 11). Myös väri vaihtoehtoja on valtava määrä, mikä antaa suunnittelijoille ja arkkitehdeille paljon työkaluja julkisivun toteutuksen sekä pintastruktuurin suunnitteluun. Lopullisen julkisivumateriaalin valintaan saattaa vaikuttaa myös esimerkiksi rakennuksen sijaintipaikkakunnalla vallitseva kaava, minkä lisäksi hankkeen eri osapuolilla voi olla omakohtaiset odotukset niin rakennusteknisen toiminnan kuin ulkonäön suhteen.

Luonteenomaista nykyaikaisille julkisivumateriaaleille on, että ne ovat huomattavasti kevyempiä kuin vanhemmat julkisivumateriaalit. Esimerkiksi tiililaatta painaa vain noin 5–9 kg/m² ja järjestelmä, johon se annetaan noin 20 kg/m² (Finland Sto Finexter, i.a.). Sen sijaan normaali, ladottuna toteutettu tiiliverhous painaa karkeasti 200 kg/m².

2.2 Tuulettuvan julkisivun rakennekerrokset

Tuulettuva julkisivu on yleisnimitys sellaisille julkisivurakenteille, joissa julkisivun pintamateriaalin takana on rakenteen kuivumista parantava ja kosteusteknistä toimivuutta edistävä yhtenäinen tuuletusväli (Suomen Betoniyhdistys, 2021, s. 10). Tuulettuvassa julkisivussa verhoukset kiinnitetään lämmöneristeen läpi kantavaan runkoon valmistajan ohjeiden mukaisesti. Lämmöneristeen on oltava palomääräysten mukainen. Tuulettuvissa julkisivuissa käytettävä niin sanottu rankajärjestelmä soveltuu mihin tahansa runkoon edellyttäen, että sen kiinnitys pystytään järjestämään riittävän lujasti rakenteeseen.

Tuulettuva julkisivu on nykyaikainen ratkaisu ja sitä suositetaan niin uudis- kuin korjauskentämissä. Molemmissa rakentamistavoissa toteutusratkaisut ovat lähes yhtenäiset niin rakenne-, rakennesuunnittelu- kuin toteutusratkaisujenkin näkökulmasta. Tuulettuva julkisivu on varteenotettava vaihtoehto, kun halutaan rakenteelle pitkäaikaiskestävyyttä (Suomen Betoniyhdistys, 2021, s. 10.). Tuulettuvan julkisivun periaatteellinen rakenne on esitetty kuviossa 1.



Kuvio 1. Tuulettuva julkisivu (Nappari, 2024).

2.3 Tuulettumattoman julkisivun rakennekerrokset

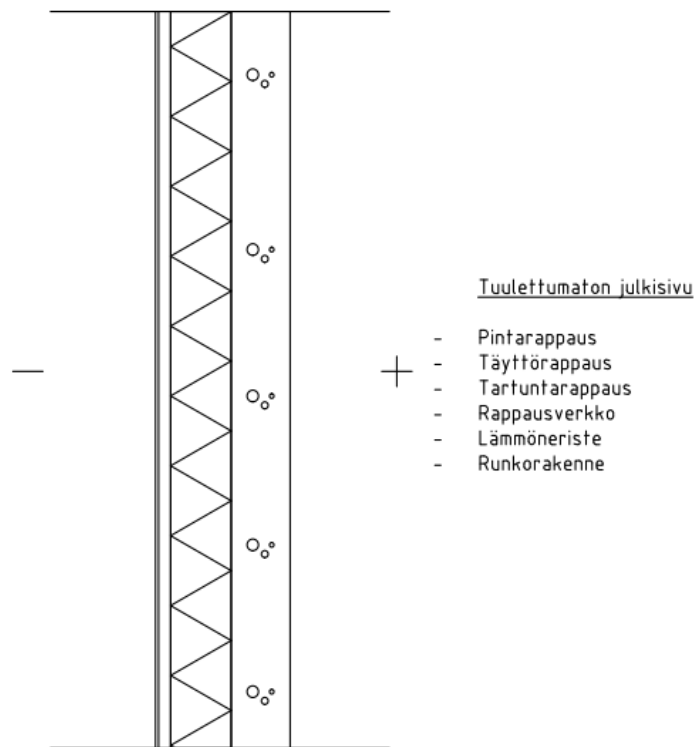
Tuulettumattoman julkisivun kaksi yleisintä käytössä olevaa rappausmenetelmää ovat villan päälle rappausverkon avulla asennettavat kaksi- tai kolmikerrosrappaus (Suomen Betoniyhdistys, 2005, s. 95). Merkittävin ero luvussa 2.2 esiteltyyn tuulettuvaan julkisivuun nähden tuulettumattomassa julkisivuratkaisussa on tuuletusraon mahdollistavan rankajärjestelmän puuttuminen.

Tuuletusraon puuttuminen aiheuttaa julkisivun kosteustekniseen toimintaan riskin, sillä julkisivuja rasittaa aina vallitseva sää, joihin Suomen olosuhteissa sisältyy aina sateen myötä kosteus (Koivuniemi, henkilökohtainen tiedonanto, 12.4.2024). Riskien pienentämiseksi julkisivu voidaan käsitellä vettä hylkivällä materiaalilla, mutta samalla tulee huomioida, että käsittely hidastaa rakenteen kuivumista ulospäin. Olennainen tekijä rappauksen pinnalle

syntyvän vesikalvon estämiseksi on myös julkisivun ulkopinnan muotoilu, jolla pystytään myös vähentämään riskiä kosteuden pääsystä rakenteeseen.

Veden mahdollinen pääseminen rakennekerrokseen saattaa aiheuttaa pakkasrapautumista. Ajan kuluessa rappaus alkaa halkeilemaan, minkä vuoksi kosteus pääsee kulkeutumaan suoraan rakenteisiin. Ilmiön takia esimerkiksi saumojen tai halkeamien kautta rakenteeseen saattaa kulkeutua jopa vallitsevaa sademäärää enemmän vettä. Lähtökohtaisesti tulee kuitenkin hyväksyä, että seinärakenteen täysin kuivana pitämistä on mahdotonta estää. Tarpeettoman kosteuden muodostumisen ehkäisyä seinäpinnalla voidaan kuitenkin edistää oikein toteutetuilla räystäiden pituuksilla, sekä veden pois seinästä ohjaavilla vesipellityksillä (Suomen Betoniyhdistys, 2005, s. 50.). Tärkeää on varmistaa kosteuden mahdollisimman nopea poisto sateen aikana seinäpinnan lähetyviltä.

Tuulettumaton julkisivu on yllä mainituista riskeistään huolimatta suosittu toteutustapa (Suomen Betoniyhdistys, 2005, s. 99). Sitä on rakentamisessa suosittu jo kymmeniä vuosia, mikä omalta osaltaan kertoo sen olevan käyttökelpoinen toteutustapa asuinrakennusten julkisivuihin. Kuviossa 2 on esitetty tuulettumattoman julkisivun periaatteellinen rakennekuva.



Kuvio 2. Tuulettumaton julkisivu (Nappari, 2024).

3 ERILAISET RAPPAUSMENETELMÄT

3.1 Rappaus julkisivuvaihtoehtona

Rappaus on hyvä tapa nostaa kiinteistön arvoa, ja luoda rakennukselle ylellinen julkisivu. Rappaaminen soveltuu erinomaisesti niin uudis- kuin korjausrakentamiseen (Suomen Betoniyhdistys, 2005, s. 28). Rappaus tarjoaa rakentamiseen useita toteutusvaihtoehtoja, ja täten useita erilaisia lopputuloksia ulkonäön kannalta, sillä rapattua pintaa voidaan helposti käsitellä ja muotoilla esimerkiksi sokalla, telalla tai harjalla.

Erilaisia pintastruktuureja rappauksella toteutettuna ovat esimerkiksi (Suomen Betoniyhdistys, 2005, s. 28):

- roiskepintarappaus
- revitty rappaus
- harjattu rappaus
- terastirappaus.

Rappauksen huonoina puolina julkisivuvaihtoehtoja miettiessä voidaan pitää sen työlästä toteutusta. Esimerkiksi ympäröivien rakenteiden suojaaminen on välttämätön työvaihe ennen rappaustyöhön ryhtymistä. Lisäksi menetelmä on varsin altis säälle, eikä sitä pystytä toteuttamaan pakkaskausina. Seuraavissa luvuissa esitellään yleisimpiä rappausmenetelmiä.

3.2 Ohutrappaus

Ohutrappaus toteutetaan pääsääntöisesti yhtenä kerroksena (Suomen Betoniyhdistys, 2005, s. 16). Olennaisin ero muihin tyyliin nähden on, että ohutrappaus ei peitä alapuolisen pohjan muotoja, vaan ainoastaan pehmentää niitä. Näin ohutrappaus tarjoaa seinäpinnalle suojaa ja esteettisen ulkonäön.

Ohutrappausmenetelmä on yleensä toteutettu slammaamalla, mutta myös ruiskuttaminen on yleistynyt toteutustapa (Suomen Betoniyhdistys, 2005, s. 16). Ruiskuttaminen on nopeuttanut ja helpottanut ohutrappauksen tekemistä merkittävästi. Nämä ovat nykyajan

tehostetussa rakentamisessa avainasemassa aikataulujen ollessa yleensä tiukkoja ja tehokkuuden ollessa avainasemassa.

Ohutrappauksen tekemiseen käytetään erilaisia materiaaleja, kuten kalkkisementtilaasteja, tasoitteita ja erikoispinnoitteita (Suomen Betoniyhdistys, 2005, s. 16). Näillä materiaaleilla voidaan sekä saavuttaa haluttu ulkonäkö että varmistaa pinnan kestävyys ja suoja sääolosuhteilta. Kokonaisuutena voidaankin todeta ohutrappauksen vakiinnuttaneen asemansa suosittuna rappausmenetelmänä, tarjoten yhdistelmän esteettistä hienostuneisuutta ja käytännöllistä suojaa rakennuksen julkisivulle.

3.3 Kaksikerrosrappaus

Kaksikerrosrappaus koostuu karkeasti kahdesta työn päävaiheesta: pohjustusrappauksesta ja pintarappauksesta (Suomen Betoniyhdistys, 2005, s. 15.). Menetelmä mahdollistaa tarkan ja tehokkaan tavan saavuttaa haluttu lopputulos rakennuksen julkisivussa.

Ensimmäinen työvaihe on pohjustusrappaus, joka toimii tartuntapintana varsinaiselle rappaukselle (Huhtiniemi & Knuuttila, 2010, s. 131). Pohjustusrappaus suoritetaan tekemällä niin kutsutut ”kynnet” eli tartunnat rapattavalle alustalle. Pohjustusrappauksen vakiintunut työnimike alalla on tartuntarappaus. Tartuntarappaus on yleensä ohut ja sen tarkoituksena on taata, että varsinaisen rappauksen kerros kiinnittyy vahvasti alustaan. Käytettävä laasti tartuntarappauksessa on löysää ja sementtipitoista, ja se voi sisältää 4–6 millimetrin ”kynsiviä” erityisesti betoni- tai kalkkihiekkatiilialustalle rapattaessa. Kyseinen kaksikerrosrappauksen ensimmäinen vaihe on erittäin tärkeä onnistuneen kokonaisuuden kannalta, sillä se luo vankan pohjan seuraavaksi seinään tulevalle pintakerrokselle. Lisäksi se varmistaa, että rappaus pysyy seinässä kiinni suunnitellun käyttöajan, joka on yleisesti noin 25 vuotta.

Kaksikerrosrappauksen toisessa työvaiheessa tartuntarappauksen päälle toteutetaan varsinainen näkyviin jäävä rappaus eli pintarappaus (Huhtiniemi & Knuuttila, 2010, s. 131). Kyseisessä työvaiheessa käytetään hieman vähemmän sementtiä sisältävää laastia. Pintarappaus tehdään kahtena eri ruiskutuksena. Näin varmistetaan pinnasta laadukas ja peittävä kokonaisuus. Pintarappauksen pinnan viimeistelyssä käytetään käsikäyttöisiä

työkaluja, kuten oikolautaa ja hierrintä. Näin pinnalle saadaan haluttu tasaisuus ja ulkonäkö. Työvaiheen suorittaminen tulee toteuttaa huolellisesti, sillä se on menetelmän olennaisin osa rakenteen kestävyuden ja ulkonäön kannalta.

Kaksikerrosrappausa käytetään usein toissijaisissa kohteissa tai tilanteissa, joissa tavoitellaan karkeapintaista rappausjälkeä (Huhtiniemi & Knuuttila, 2010, s. 131). Rappaustyylillä voi olla hyödyllinen esimerkiksi silloin, kun halutaan saavuttaa rustiikkinen tai perinteinen ulkonäkö. Se soveltuu erityisen hyvin tilanteisiin, joissa korostetaan luontaista tai perinteisiä rakennusmateriaaleja. Kaksikerrosrappaus tarjoaa joustavan tavan saavuttaa erilaisia pintoja ja ulkonäköjä riippuen käytetyistä materiaaleista ja viimeistelytekniikoista. Kokonaisuudessaan kaksikerrosrappaus tarjoaa tehokkaan ja huolellisen tavan rakentaa kestäviä ja visuaalisesti miellyttäviä julkisivuja.

3.4 Kolmikerrosrappaus

Kolmikerrosrappaus noudattaa nimensä mukaisesti kolmen eri työvaiheen prosessia. Ensimmäinen ja kolmas työvaihe noudattavat luvussa 3.3 esitellyn kaksikerrosrappausten työtapoja.

Kolmikerrosrappauksesta tekee massiivisen sen täyttörappaus työvaihe (Suomen Betoniyhdistys, 2005, s. 15). Siinä tasataan alustan epätasaisuudet täysin. Täyttörappaus on tyyppillisesti 10–30 mm. Pintarappaus mahdollistaa lopullisen ulkonäön hienosäädön, ja antaa mahdollisuuden luoda pinnalle haluttu tasaisuus. Pintarappaus voidaan toteuttaa erikoislaasteilla tarpeen mukaan, mutta tällöin on tärkeää huomioida, että pintakerroksen on aina oltava pehmeämpää kuin alusrappausten. Tällä varmistetaan, että pintarappaus voidaan muotoilla ja viimeistellä tarkoituksenmukaisesti.

Kolmikerrosrappaus tarjoaa mahdollisuuden tarkkaan ja monivaiheiseen julkisivurakentamiseen. Alustarappaus suoristaa ja vahvistaa alustan, kun taas pintarappaus antaa mahdollisuuden luoda haluttu ulkonäkö ja viimeistely. Erikoislaasteilla työskentely mahdollistaa lisäominaisuuksien, kuten erilaisten tekstuuri- ja värien käyttämisen. Tämä luo runsaasti erilaisia mahdollisuuksia toteutukseen ja suunnitteluun.

3.5 Koneellinen rappaus

Koneellisen rappauksen merkittävin ero käsin toteuttavaan rappaukseen nähden on laastin ruiskutus seinään (Huhtiniemi & Knuutila, 2010, s. 143). Nimensä mukaisesti koneellisessa rappauksessa laasti johdetaan seinään työvaihetta varten suunnitellun, paineilmalla toimivan koneen avulla. Perinteisemmässä menetelmässä laasti roiskitaan seinään käsin. Menetelmän suurimpana etuna on sen nopeus. Normaali, laskennallinen päiväsaavutus koneellista rappausmenetelmää käytettäessä kahden miehen työryhmälle on 100–200 m².

3.6 Rappaustyössä yleisimmin esiintyviä ongelmia

Kuten rakentamisen kaikkiin vaiheisiin, myös rappaustyön suorittamiseen liittyy riskejä työn epäonnistumisen tai rakenteen toimivuuden suhteen. Yleisimmät rappaustyössä esiintyvät ongelmat liittyvät joko rapattavan pinnan puutteelliseen laatuun tai työvaiheiden suorittamisen epäonnistumiseen.

Yleisimpiä rappaustyössä esiintyviä ongelmia (Rakennustieto, 2017, s. 273) ovat:

- alustan huono kunto
- alustan huono tarttuvuus
- näkyviin jäävän pinnan laatu
- materiaalien virheellinen varastointi
- työn suorittaminen riskialttiissa olosuhteissa.

Yllä mainittujen riskien lisäksi erityistä huomiota rappaustöihin ryhdyttäessä tulee kiinnittää työturvallisuuteen, kuten käytettävien telineiden kuntoon sekä työturvallisuusmääräysten noudattamiseen, sillä korkealla tehtävä työ on aina riskialtis onnettomuuksille (Raitanen, henkilökohtainen tiedonanto, 12.4.2024). Rappauksen ulkonäön ja rakennusteknisen toimivuuden kannalta parhaat ennaltaehkäisevät toimet on käyttää ammattitaitoista henkilökuntaa työn suorittamisessa, sekä suunnitella rappaushanke huolellisesti.

4 RAPPAUKSEN TYÖVAIHEET

4.1 Rappaustyön aloitusedellytykset

Rappauksen pintaan vaikuttaa merkittävästi alustan tasaisuus (Huhtiniemi & Knuuttila, 2010, s. 135). Mitä suurempi alusta, sitä parempi lopputulos rappauksesta saadaan. Alustan tasaisuus myös nopeuttaa työntekoa huomattavasti. Kolmikerrosrappaus voidaan aloittaa esimerkiksi tiilen, villan tai harkon päälle eli alustan tasaisuus voi vaihdella huomattavasti. Rappausverkko kiinnitetään alustaan parantamaan rappauksen tartuntaa.

Lämpötila on oleellinen asia. Kun rappaustyö on käynnissä, suositeltava lämpötila rappaukselle on +10...+20 astetta. Suoraan auringonpaisteessa ei suositella rappausta, sillä laasti kuivuu liian nopeasti, mikä aiheuttaa pinnan halkeilua. Telineeltä tehtävästä rappauksessa tulee telineiden olla harjattu puhtaaksi, ettei rapatulle pinnalle lennä irtopölyä tai muuta likaa. Puhtaat telineet myös helpottavat työntekijöiden liikkumista.

4.2 Aloittavat työt

Oikein suoritettuna, aloittavat työvaiheet ovat onnistuneen rappauksen edellytys. Aloittavissa työvaiheissa tulee kiinnittää huomiota niin rappausympäristön suojaukseen kuin materiaalin varastointiin.

Varsinainen rappaustyö valmistellaan asentamalla seinään linjalaudat (Huhtiniemi & Knuuttila, 2010, s. 134). Lautoilla varmistetaan sekä tulevan rappauksen tasaisuus että seinän nurkkien suoruus. Lautojen kiinnitys tapahtuu kuvassa 5 esitetyillä rappauskoukuilla ja lautojen oikea sijainti varmistetaan mittaamalla rullamitalla ja käyttämällä vatu-passia. Työn yhteydessä rapattava alusta tulee harjata puhtaaksi pölystä tai muista epäpuhtauksista rappauslaastin tartunnan varmistamiseksi. Puhdistuksen jälkeen alusta kastellaan kevyesti.

Rappaus on rakennusvaiheena sotkemisherkkä, joten työvaiheen ympäristö tulee suojata ennen sen aloittamista. Erityisesti ikkunat sekä ikkunoiden vesipellit tulee suojata

tarkoitukseen suunnitellulla pahvilla tai muovilla. Kuivuneen rappauksen poistaminen jälkikäteen on erittäin työlästä, minkä lisäksi työvaihe lisää kokonaiskustannuksia oleellisesti.

Rappausmateriaalin varastoinnissa tulee noudattaa valmistajan ohjeita (Rakennustieto, 2017, s. 272). Ehdottomana nyrkkisääntönä voidaan pitää, että laastisäkit tulee työmaalla säilyttää irti maasta sekä sateelta suojattuna. Lisäksi niiden jäätyminen tulee estää. Säkkejä vastaanottaessa työmaalla täytyy varmistaa, että säkit ovat ehjiä ja käyttökelpoisia. Materiaalit tulee sijoittaa rakennustyömaalla keskeiselle paikalle siirtomatkojen minimoimiseksi. Työvaiheessa käytettävien välineiden ja koneiden, kuten pumppujen, kompresso-rien ja sekoittajien sijainti tulee myös suunnitella työvaiheen jouhevaa etenemistä tukevaksi. Yleisesti edellä mainittujen edellytysten täytyminen varmistetaan työmaalla rap- paustyötä varten tehdyssä tehtäväsuunnitelmassa

4.3 Rappaustyön suorittaminen

Rapattava pinta täytyy kastella ennen työn aloittamista. Kolmikerrosrappaus aloitetaan tartuntarappauksella (Huhtiniemi & Knuutila, 2010, s. 136). Tartuntarappauksen tarkoituk- sena on lisätä tartuntapintaa. Karkeapintaisen vähintään 90 prosenttia alustaa peittävän tartuntakerroksen paksuus on tyypillisesti 0–3 millimetriä. Tartuntarappauksen jälkeen teh- dään täyttörappaus. Täyttörappaus on erittäin paksu rappauskerros, joka tasaa pinnan epätasaisuutta. Täyttörappaus on tyypillisesti 10–30 millimetriä. Yli 20 millimetriä paksu rappaus täytyy tehdä useampana kerroksena. Viimeisenä tehdään pintarappaus, jolla saa- daan julkisivuun haluttu pintastruktuuri. Pinnan paksuus riippuu sen karkeudesta, mutta useimmiten se on 3–5 millimetriä. Pinta voidaan tehdä jalolaastilla, joka värjää pinnan ha- lutulla värillä. Pinta voidaan myös maalata telaamalla halutun väriseksi.

5 RAPPAUKSESSA KÄYTETTÄVÄT TYÖKALUT

5.1 Rappaustyökalujen kehitys nykypäivään

Käsin rappaaminen on suurilta osin kuormittavaa ja fyysisesti raskasta työtä (Suomen Betoniyhdistys, 2005, s. 7). Rappaus oli esimerkiksi suomalaisten asuinkerrostalojen vallitseva pintakäsittelymenetelmä maassa jo 1950-luvulla. Tuon ajan Suomessa työkalut olivat nykyaikaan verrattuna sangen alkeellisia, eikä esimerkiksi koneellisesti avustettua rappaustyötä tunnettu vielä lainkaan.

Ensimmäiset rappauskoneet työn helpottamiseksi tulivat käyttöön 1980-luvulla. Alkuun koneiden käyttö herätti runsaasti ennakkoluuloja erityisesti työtä valvovien tahojen suunnalta (Öhrling, henkilökohtainen tiedonanto, 7.3.2024). Koneiden hyödyt tunnistettiin alalla kuitenkin nopeasti, ja niiden helpotettua oleellisesti työn kulkua sekä työstä aiheutuvaa fyysistä raskautta tekijöilleen, yleistyi niiden käyttö nopeasti. Nykyään ne muodostavat olennaisen osan onnistunutta rappaustyötä niin työn tuloksen kuin kustannustehokkuuden näkökulmasta.

5.2 Nykyaikaiset rappaustyökalut

Nykyään käytössä olevat rappaustyökalut voidaan karkeasti jakaa kahteen luokkaan: käsi-käyttöisiin sekä koneellisiin työkaluihin. Rappausten voidaan olettaa olevan myös tulevaisuudessa käsin tehtävä työvaihe, joten myös markkinoilla olevia käsityökaluja pyritään jatkuvasti kehittämään työergonomian parantamiseksi.

Käsityökaluista yleisimmin käytetyt välineet rappaustyössä ovat hiertimet (Huhtiniemi & Knuuttila, 2010, s. 132). Hiertimiä löytyy yleisesti kolmea erilaista: karkea hierrin, hieno hierrin sekä hierrinlasta. Hiertimillä viimeistellään tehdyn rappausten pinta, ja varmistetaan pinnalle asetettujen ulkonäköodotusten toteutuminen. Kuvissa 1–3 on esitetty yleisimmät rappaustyössä käytössä olevat hierrintyyppit.

Rappaus on työvaiheena korkealla tehtävää työtä. Tästä syystä myös nostimet ja telineet näyttelevät olennaista osaa työn menestyksellisessä suorittamisessa. Telineiden ja

nostimien kanssa tulee noudattaa voimassa olevia työturvallisuusmääräyksiä sekä työtapoja, joihin kuuluvat esimerkiksi telineille suoritettavat päivittäiset tarkastukset.



Kuva 1. Karkea hierrin (Nappari, 2024).



Kuva 2. Hieno hierrin (Nappari, 2024).



Kuva 3. Hierrinlasta (Nappari, 2024).

Hiertimien lisäksi paljon käytetty käsityökalu työn suorittamisessa on soka (kuva 4). Soka on rappaustyön perustyökalu, jota käytetään levitetyn laastin tasauksessa ruiskutuksen jälkeen.



Kuva 4. Soka (Nappari, 2024).



Kuva 5. Rappauskoukku (Nappari, 2024).

Käsityökalujen lisäksi merkittävässä roolissa rappaustyön onnistumiseksi ovat erilaiset työssä käytettävät koneet. Koneiden kehittyminen on tuonut alalle runsaasti hyötyjä luvussa 5.2 mainitulla tavalla erityisesti työn helpottumisen näkökulmasta. Lisäksi ne ovat tehneet työskentelystä kustannustehokkaampaa, sillä koneiden käyttö pienentää työnai-kaista materiaalihukkaa.

Yleisiä työmailla käytettäviä koneita rappaustyössä ovat:

- tasosekoitin (kuva 6)

- rappauspumppu (kuva 7)
- rappausruisku (kuva 8)
- koneiden toiminnan mahdollistava kompressori

Rappausmassan sekoituksen koneellisesti mahdollistava tasosekoitin on esitetty kuvassa 6. Tasosekoitin vaatii työmaalla toimiakseen voimavirran. Sekoittimen jännitteisyyden takia tulee työmaalla sitä käyttävien noudattaa voimassa olevia työturvallisuusmääräyksiä sekä tarkastaa sekoittimen kunto päivittäin.



Kuva 6. Rappausmassan sekoituksessa käytettävä tasosekoitin (Nappari, 2024).



Kuva 7. Rappauspumppu (Nappari, 2024).



Kuva 8. Rappausruisku (Nappari, 2024).

6 RAPPAUSMENETELMIEN AIKATAULULLINEN VERTAILU

6.1 Lähtötiedot ja edeltävät työvaiheet

Tässä luvussa suoritetaan laskennallinen aikatauluvertailu asuinkerrostalon julkisivun kahdelle rappautystyylille. Vertailtavina rappausmenetelminä käytetään kaksikerrosrappausta sekä kolmikerrosrappausta. Laskennan perustana käytetään Talonrakennusteollisuus ry:n julkaisua Rakennustöiden menekit 2020.

Molempien rappautystyylien vertailu suoritetaan samaan kohteeseen, jossa rapattavaa seinäpinta-alaa on 600 m². (RAKENNUSTIETO, Ratu 6035, 2020, s.128). Molemmat menetelmät aloitetaan puhtaalta seinäelementtipinnalta, jotka kohteen pääurakoitsija on asentanut. Kohde on 5-kerroksinen asuinkerrostalo, jossa ikkunoita on 60. Työ tehdään rakennusliikkeen asentamalta, huputetulta rakennustelineeltä. Laastit on varastoitu työmaalle rakennusliikkeen toimesta asianmukaisesti keskeiselle paikalle siirtomatkojen minimoimiseksi. Myös rappauskoneet on sijoitettu työn jouheva eteneminen huomioiden. Työ suoritetaan kesäaikaan. Työryhmän koko on yksi rakennusmies ja yksi rakennusapumies (1 RM + 1 RAM)

6.2 Kolmikerrosrappauksen laskennallinen työmenekki

Kolmikerrosrappaus aloitetaan kappaleessa 6.1 mainitulla tavalla puhtaalta betonielementti-seinäpinnalta. Kolmikerrosrappauksen laskennallinen materiaalinenekki on esitetty taulukossa 1. Rappauksen työmenekin laskenta ja laskentatapa on esitetty taulukossa 2. Työmenekin laskennan yhteydessä ei oteta huomioon materiaalien kuivumisaikoja, joissa noudatetaan materiaalivalmistajien ohjeita tai vaihtoehtoisesti alan vakiintuneita käytäntöjä.

Taulukko 1. Esimerkkikohteen kolmikerrosrappauksen laskennallinen työmenekki

Työvaihe	Määrä	Menekki	Yhteensä
Suojaus	60 kpl	0,04 tth/m ²	2,4 tth
Rappausverkon asennus	600 m ²	0,26 tth/m ²	156 tth
Laastin valmistus	600 m ²	0,26 tth/m ²	156 tth
Tartuntarappaus	600 m ²	0,10 tth/m ²	60 tth
Täyttörappaus	600 m ²	0,26 tth/m ²	156 tth
Pintarappaus	600 m ²	0,20 tth/m ²	120 tth
Siivous	600 m ²	0,01 tth/m ²	6 tth
			Yht=656,4tth

Muuttujien vaikutus työmenekkiin $656,4 \text{ tth} * 1,20 = 787,68 \text{ tth}$

Laskut on laskettu käyttämällä kaavaa: $\text{määrä}/[\text{m}^2] * \text{menekki}/\text{tth}/[\text{m}^2] = \text{Työn kesto}$.

Esim: $600\text{m}^2 * 0,26\text{tth}/\text{m}^2 = 156\text{tth}/\text{m}^2$

Työn kesto 2 hengen työryhmässä **98,46 [tv]**

Työn kesto lasketaan kaavalla: $\text{työtunnit} * \text{lisäaikakerroin}$, (tässä tapauksessa 1,20) = työtuntien määrä. Työtuntien määrä jaetaan työpäivän tuntimäärällä 8h = työvuorojen määrä **[tv]**

Taulukko 2. Esimerkkikohteen kolmikerrosrappauksen laskennallinen materiaalinmenekki

Tartuntalaasti	Täyttörappaus	Pintarappaus
2400 kg	18000 kg	3000 kg
Säkkejä (kpl) 96	Säkkejä (kpl) 720	Säkkejä (kpl) 120
Laastilavoja (kpl) 2,5	Laastilavoja (kpl) 17	Laastilavoja (kpl) 3

Kohteessa käytetään 25 kilogramman laastisäkkejä. Lavakoko on 1050 kg/lava eli 42 säkkiä/lava.

6.3 Kaksikerrosrappauksen laskennallinen työmenekki

Kaksikerrosrappaus aloitetaan puhtaalta betonipinnalta, kuten 6.1 kappaleessa on esitetty. Kaksikerrosrappauksen materiaalimenekki on esitetty taulukossa 3. Rappauksen laskentatapa ja työmenekki on esitetty taulukossa 4. Laskentaan ei oteta huomioon materiaalin valmistajan suosittelemia kuivumisaikoja.

Taulukko 3. Esimerkkikohteen kaksikerrosrappauksen laskennallinen työmenekki

Työvaihe	Määrä	Menekki	Yhteensä
Suojaus	60 kpl	0,04 tth/m ²	2,4 tth
Rappausverkon asennus	600 m ²	0,26 tth/m ²	156 tth
Laastin valmistus	600 m ²	0,21 tth/m ²	126 tth
Tartuntarappaus	600 m ²	0,10 tth/m ²	60 tth
Pintarappaus	600 m ²	0,20 tth/m ²	120 tth
Siivous	600 m ²	0,01 tth/m ²	6 tth
			=470,4 tth

Muuttujien vaikutus työmenekkiin $470,4 \text{ tth} * 1,20 = 564,48 \text{ tth}$

Laskut on laskettu käyttämällä kaavaa: määrä/[m²]*menekki/tth/[m²]=Työn kesto.

Esim: $600\text{m}^2 * 0,26\text{tth}/\text{m}^2 = 156\text{tth}/\text{m}^2$

Työn kesto 2 hengen työryhmässä **70,56 [tv]**

Työn kesto lasketaan kaavalla: työtunnit*lisäaikakerroin, (tässä tapauksessa 1,20)= työtuntien määrä. Työtuntien määrä jaetaan työpäivän tuntimäärällä 8h=työvuorojen määrä **[tv]**

Taulukko 4. Esimerkkikohteen kaksikerrosrappauksen laskennallinen materiaalimenekki

Pintarappaus	Tartuntalaasti
3000 kg	2400 kg
Säkkejä (kpl) 120	Säkkejä (kpl) 96
Laastilavoja (kpl) 3	Laastilavoja (kpl) 2,5

Kohteessa käytetään 25 kilogramman laastisäkkejä. Lavakoko on 1050 kg/lava eli 42 säkkiä/lava.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Suoritetun laskennallisen aikatauluvertailun perusteella voidaan todeta kolmikerrosrappauksen olevan huomattavasti pitkäkestoisempi työvaihe. Lisäksi rappausmateriaalia kuluu menetelmässä huomattavasti enemmän. Tulosta voidaan pitää jossain määrin odotettuna huomioiden aiemmissa luvuissa esitetyt menetelmien työtavat, joita kolmikerrosrappaus pitää sisällään huomattavasti enemmän.

Rappaustapaa valittaessa tulee kuitenkin huomioida, että molemmilla tavoilla saadaan oikein toteutettuna aikaan laadukas ja yhtenäinen julkisivupinta. Työtavan valinta perustuu kulloisessakin työkohteessa rapattavan pinnan kuntoon ja tasaisuuteen. Tehdyllä valinnalla on aina suuri merkitys työmaan aikataulusuunnitteluun sekä tilaajan näkökulmasta lopulliseen urakkahintaan, sillä pelkästään laskennallisella materiaalimenekillä on suuri vaikutus lopullisen rappauksen urakkahintaan.

Myöskään rappauksen työvaiheessa pakollisia, materiaalin ja rappauskoneiden siirtoon liittyviä välivaiheita ei voida vähätellä muodostettaessa lopullista kuvaa kokonaiskustannuksista. Isoissa kohteissa esimerkiksi rappauspumpun ja tasosekoittajan siirrot ovat pakollisia ja aikaa vieviä toimenpiteitä, ja näiden kustannusvaikutukset urakoitsijan on huomioitava työtä hinnoitellessa. Koneet ovat aikojen saatossa helpottaneet ja nopeuttaneet rappaustyötä huomattavasti, mutta työntekijöille rappaus on edelleen fyysisesti raskasta, ruumiillista työtä. Tästä syystä urakoitsijan ei tule suhtautua kulloistakin kohdetta laskiessaan työn etenemiseen liian optimistisesti. Aiheella on myös työturvallisuuden näkökulma, tapahtuuhhan rappaus suurimmilta osin korkealla telineillä työskennellessä. Työntekijöiden väsyminen liian kovan työtahdin takia saattaa asettaa heidät potentiaalisesti vaaraan.

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli tarkastella erilaisia, nykyaikaisessa rakentamisessa käytössä olevia julkisivujen rappausmenetelmiä. Työn tavoitteena oli myös suorittaa aikataulullinen vertailu kahden erilaisen, paljon käytössä olevan rappausmenetelmän välillä. Työn tuloksia voidaan jatkossa hyödyntää vastaavien kohteiden aikataulullisessa suunnittelussa, sekä sen myötä kustannuslaskennassa.

Työssä hyödynnettiin tämän työn tekijän omaa työkokemusta vastaavista työkohteista, rappauksesta tarjolla olevaa kirjallisuutta, sekä RT-ohjekortteja työvaiheeseen liittyen. Opinnäytetyön lopputuloksena syntyi hyvä tietopaketti julkisivujen erilaisista rappausmenetelmistä, sekä menetelmien työvaiheista. Työstä rajattiin pois julkisivujen verhoilu muilla markkinoilla olevilla materiaaleilla, ettei työ laajenisi liikaa. Mahdollinen jatkotutkimus voisi koskea esimerkiksi kustannuslaskelmia muita materiaaleja käytettäessä.

LÄHTEET

Annala, P., & Koivisto, M. (2021). *Tuulettuvat julkisivut 2021* (2. päiv. p.). BY-Koulutus Oy.

Finland Sto Finexter. (i.a.). *Tuulettuvat julkisivut*. <https://www.sto.fi/s/inspiraatiot-ratkaisut/tuulettuvat-julkisivut>

Rakennustieto. (2020). *Rakennustöiden menekit 2020* (RT 6035).

Suomen Betoniyhdistys. (2005). *Rappauskirja 2005* (uud. p.). Suomen Betonitieto.

Talonrakennusteollisuus & Rakennustietosäätiö. (2016). *Rakennustöiden laatu 2017* (11. uudistettu painos.). Rakennustieto Oy.