



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Pyry Ahokas

Tuulettuvat julkisivut rakennusten pinnoitteina

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Insinööriyö

7.11.2019

Tekijä Otsikko	Pyry Ahokas Tuulettuvat julkisivut rakennusten pinnoitteena
Sivumäärä Aika	32 sivua + 1 liitettä 7.11.2019
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennustekniikan koulutusohjelma
Ammatillinen pääaine	Rakennustuotantotekniikka
Ohjaaja	Laboratorioinsinööri Matti Leppä
<p>Tämän työn tarkoituksena oli tutkia, miten tuulettuvat julkisivujärjestelmät toimivat Suomen olosuhteissa ja mitä järjestelmiä käytettäessä tulee ottaa huomioon. Työ toteutettiin haastattelututkimuksena neljällä eri työmaalla ollaksemme varmoja siitä, että useiden eri henkilöiden näkökulmia ja työtapoja tulee huomioiduksi. Teoriaosuus tähän tutkimukseen kerättiin alan yleisestä kirjallisuudesta, artikkeleista, tuotteiden ja valmistajien tuoteinformaatioista sekä ohjeista.</p> <p>Tässä työssä tuulettuva julkisivurakenne tarkoittaa ulkoseinärakennetta, jossa pintamateriaalin takana on tuuletusväli. Tuulettuvilla julkisivurakenteilla saadaan tehtyä mitä moninaisempia julkisivupintoja. Yhtenä merkittävänä hyvänä ominaisuutena Suomen olosuhteissa on kosteuden poistuminen rakenteesta tuuletusvälin ansiosta. Tuulettuvaa julkisivurakennetta voidaan käyttää lähes samalla tavalla sekä uudis- että korjausrakentamisessa. Suunnittelijoiden on tärkeää huomioida mm. materiaalien yhteensopivuus liitoksissa ja rakenteissa siten, ettei lämpölaajeneminen eri materiaaleilla aiheuta ongelmia.</p> <p>Tuulettuvien julkisivujärjestelmien toimivuus, käytettävyys ja kesto todettiin hyväksi. Erityisesti positiivista palautetta sai järjestelmän soveltuvuus erityyppisille muodoille ja pintamateriaaleille. Kehittämistä vaativa kohde oli erityisesti kiinnitysjärjestelmien toimivuus eri pintamuodoilla ja kiinnikkeiden mitoitus.</p>	
Avainsanat	Tuulettuva julkisivu, rappaus

Author Title	Pyry Ahokas Ventilated Facades as a Coating for Buildings
Number of Pages Date	32 pages + 1 appendix 7 November 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Professional Major	Construction and Site Management
Instructor	Matti Leppä, Laboratory Engineer
<p>The purpose of this thesis was to study the functionality of ventilated facade systems in Finnish conditions and to obtain feedback for future development work. The final year project was carried out as an interview study on four construction sites to ensure that the perspectives and working styles of several people were taken into consideration. Furthermore, information was collected from literature, articles, product information and instructions.</p> <p>The ventilated facade structure in the thesis was an exterior wall structure with a ventilation gap behind it, suitable to create a wide variety of facade surfaces. The thesis saw the removal of moisture from the structure due to the ventilation gap as its best feature for Finnish conditions. Furthermore, the thesis established that ventilated facades can be used on very similar grounds in both new and renovation construction. However, it is important to consider e.g. the compatibility of materials in joints and structures so that their thermal expansion does not cause any problems.</p> <p>The functionality and durability of ventilated facade systems were found to be good, and the suitability of the system for different surfaces was especially positive. However, the functionality of the fastening system with some surfaces, as well as dimensioning of the fasteners could be developed.</p>	
Keywords	Ventilated facade, plaster

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Julkisivut	1
2.1	Korjaustarve	2
2.2	Julkisivun kunto ja huoltaminen	3
2.3	Rasitukset	4
2.3.1	Sade ja tuuli	5
2.3.2	Lämpötila ja säteily	5
2.3.3	Rakennusmateriaalin valinta	6
2.3.4	Ympäristön vaikutukset	7
2.3.5	Härmehtiminen	8
2.4	Tuulettuvat julkisivuratkaisut uudis- ja korjausrakentamisessa	8
2.4.1	Saumat	13
2.4.2	Liitokset ja detaljit	13
2.4.3	Rankarakenteet	17
3	Tuulettuva levyrappaus	17
3.1	Rappaus yleensä	18
3.2	Laastityypit	19
3.3	Rappausmenetelmät	19
3.4	Rappauksen maalaus	21
3.5	Rappauslevyt	22
4	Tuulettuvien julkisivujen laadunvarmistus	22
4.1	Julkisivujen laadunvarmistus osa yleistä laatua	23
5	Haastattelut	26
5.1	Yhteenveto haastatteluista	30
6	Yhteenveto ja johtopäätökset	30
	Lähteet	33

1 Johdanto

Suomessa toteutetaan vuosittain 12 miljoonaa neliötä julkisivuja, on siis tärkeää saada lisätietoa siitä, miten eri julkisivuratkaisut toimivat maamme olosuhteissa. Tätä tarkoitusta osaltaan palvelee tämä lopputyö, jossa haluttiin saada haastattelututkimuksella lisävalaistusta siihen, miten rakennusprojektin eri osapuolet suhtautuvat tuulettuviin julkisivuratkaisuihin. Suomen rakennuskannassa julkisivuja on kaikkiaan 522 miljoonaa neliötä. Yleisin julkisivumateriaali on puu, toiseksi suosituin on tiili ja kolmanneksi suosituimmaksi julkisivumateriaaliksi on noussut rappaus. Rappausta tehdään vuosittain 1,1 miljoonaa m². Rappauksen osuus on ollut kasvussa viimeiset vuodet. [1.]

Maamme rakennuskanta on tällä hetkellä sen ikäistä, että korjaustarve on kasvanut ja tulee kasvamaan huomattavassa määrin tulevina vuosina. Väärät materiaalit ja työtavat voivat aiheuttaa suurta vahinkoa rakenteille, mikäli korjauksia ei toteuteta parhailla materiaaleilla ja laatua tarkasti valvoen. Laadunvarmistus on tärkeää, koska ideaalitulanteessa pinnoitusmateriaalin tulisi kestää koko rakennuksen käyttöiän ja suojata talon muita rakenteita vaihtuvissa luonnonolosuhteissamme tehokkaasti. Erityisesti kosteus julkisivuja rasittavana tekijänä on huomioitava ja tämän takia on tärkeää ymmärtää julkisivumateriaalien valintojen tärkeys.

Suomen ilmasto aiheuttaa vaatimuksia julkisivurakenteille. Meillä on hyvänä tunnettuna esimerkkinä Finlandia-talon julkisivu, jonka kestävyys on ollut koko rakennuksen historian ajan koetuksella. Tämä on hyvä esimerkki siitä, miksi julkisivurakenteisiin tulee erityisesti meillä kiinnittää huomiota ja siksi tämä työ toivottavasti osaltaan auttaa kaikkia rakentamisprojekteissa mukana olevia miettimään, millä tavoilla tulevaisuudessa tulisi toteuttaa julkisivurakenteet.

2 Julkisivut

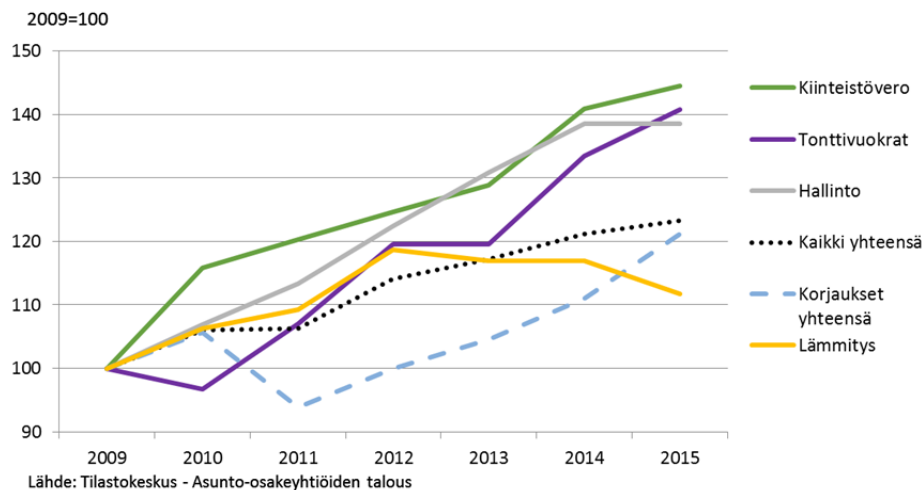
Näemme rakennuksista ensin pelkästään julkisivun, josta ammattilainen voi päätellä, mitä materiaaleja ja rakennustekniikkaa rakennuksessa on käytetty ja ei-ammattilainenkin voi arvioida, minkä ikäinen rakennus on ja mikä on sen käyttötarkoitus. Eri kaava-alueilla julkisivut tekevät alueesta yhtenäisen ja noudattavat

alueen perinteitä. Julkisivumääräykset ohjaavat tätä osa-aluetta. Yksittäisistä rakennuksista taas saattaa saada kuvan siitä, minkälaisia asukkaita kussakin talossa asuu. [1.]

Julkisivuilla on kaksi erillistä tehtävää. Toinen on suojata rakennusta sään vaikutukselta ja erottaa sisätilat ulkotiloista ja toinen kertoa rakennuksen käyttötarkoituksesta, sisällöstä ja historiasta.

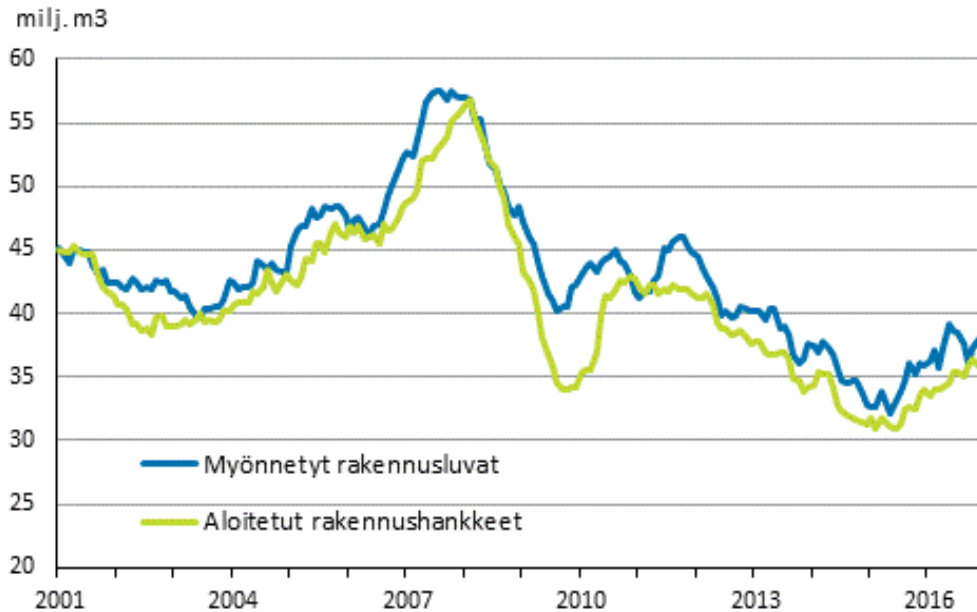
2.1 Korjaustarve

Vuosina 2016 – 2025 asuinrakennusten korjaustarve on ja tulee olemaan keskimäärin 3,5 miljardia euroa.



Kuva 1. Asunto-osakeyhtiöiden korjaustarve (Kiinteistöliitto/Tilastokeskus 2015).

Kuvasta 1 voidaan todeta korjaustarpeen olevan suurin yksittäinen kasvutekijä asunto-osakeyhtiöiden taloudenpidossa. Korjaukset ovat kasvaneet n. 25% vuosiin 2011 – 2015 verrattuna. Tämä johtuu pääosin kerrostaloihin kohdistuvasta korjaustarpeen kasvusta. Suomessa rakennettiin erittäin paljon uudisrakennuksia vuosina 1940 -1975 ja nämä rakennukset ovat tulleet ikään, jossa niiden suuret peruskorjaukset on pakko toteuttaa ja tämä on suurin yksittäinen suurin syy nykyiseen rakennusten korjaustarpeen voimakkaaseen kasvamiseen. [3.]



Kuva 2. (Tilastokeskus/rakennus ja asuntotuotanto 2017)

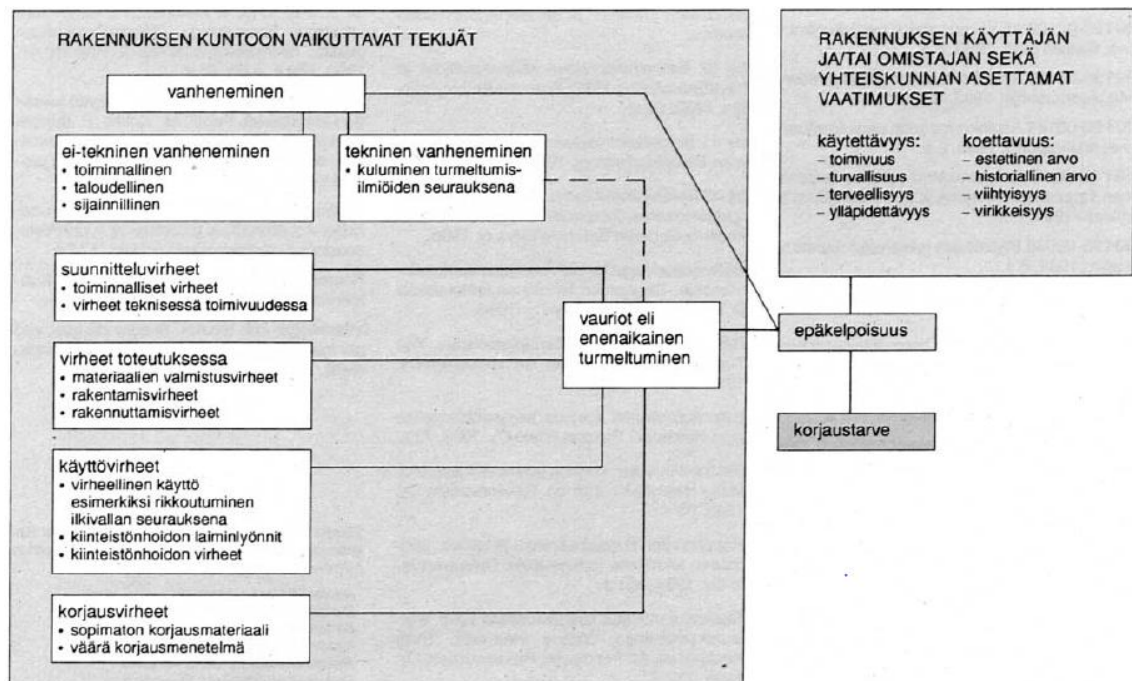
Rakennustuotannon volyymi kasvoi maaliskokuussa 2017 14,3 % vuodentakaisesta ajasta. Tästä asuinrakentamisen kasvu oli 14,5 % ja muun rakentamisen 14,2 %. Rakennusten tilavuudella mitattuna hankkeita aloitettiin 21,0 % enemmän kuin vuosi sitten vastaavaan aikaan. Vaikka asuntorakentaminen on voimakkaassa kasvussa, ei tämä näy niin suuresti myönnettyjen rakennuslupien kappalemäärissä. Syynä lienee se, että rakentaminen keskittyy voimakkaasti kasvukeskuksiin ja erityisesti asuin kerrostalojen rakentamisen kappalemäärä on kasvussa. [3.]

2.2 Julkisivun kunto ja huoltaminen

Julkisivujen kunnosta tulee pitää huolta, jotta julkisivurakenne toimii oikein ja rakennuksen arkkitehtoninen kuva ja arvo säilyvät. Yleisimpiä syitä julkisivun korjaamiseen tai uudistamiseen ovat julkisivun huono kunto, ulkonäön muutos ja rakenteen ominaisuuksien heikkeneminen. Edellä mainitut syyt johtuvat julkisivujen rasituksista, suunnittelun- tai rakentamisen aikaisista virheistä, materiaalivalinnoista, puutteellisesta huollosta ja ajan myötä kulumisesta. [11.]

Julkisivun kuntoa arvioidessa tehdään ensimmäisenä kuntoarvio. Kuntoarviolla tarkoitetaan arviota rakennuksen kunnosta ja korjaustarpeista, joka tehdään pääasiassa aistinvaraisesti. Sen perusteella voidaan tehdä päätös korjaussuunnitelmasta ja perusteellisemmasta kuntotutkimuksesta. [11.]

Kuntotutkimuksella tarkoitetaan luotettavaa tutkimusta rakenteen kunnosta. Luotettavuus perustuu mittauksiin, joita rakenteille tehdään esim. laboratoriossa. Julkisivun kuntotutkimuksessa otetaan huomioon rakennuksen historia, materiaaliominaisuudet, vaurioiden laajuus ja niiden kehittyminen. Näiden perusteella tehdään alustava suunnitelma korjausmenetelmästä. Myös korjauksesta tuleva hinta arvioidaan. [11.]

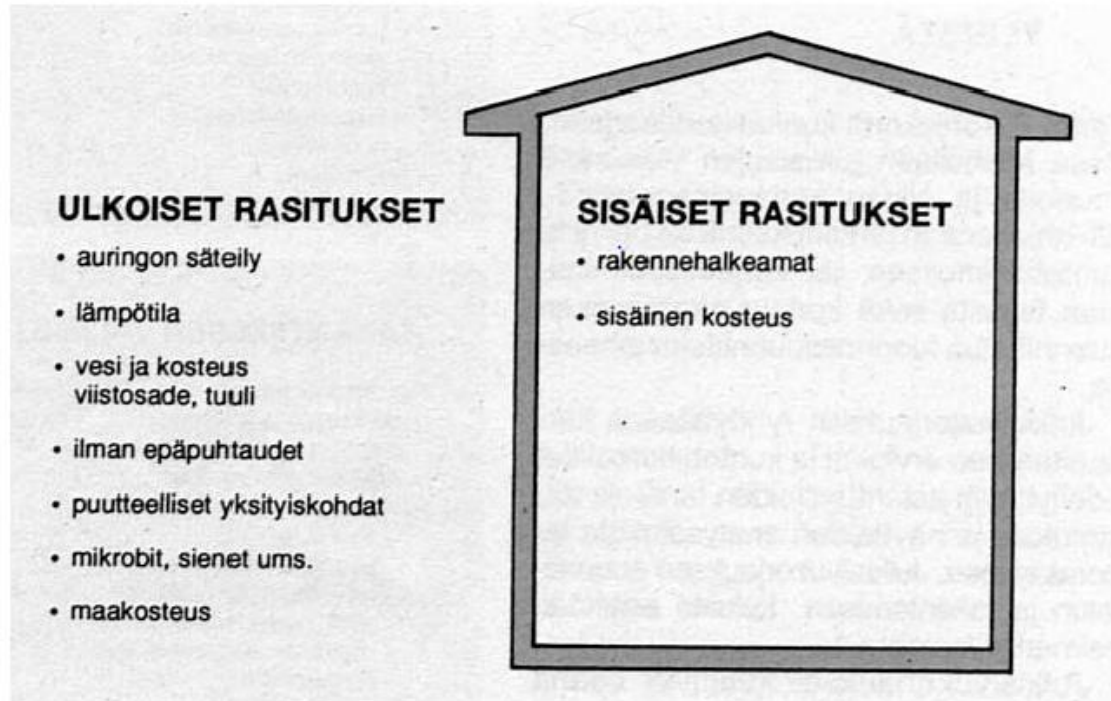


Kuva 3. RT 82-10603 julkisivun korjaustarpeen arviointi

2.3 Rasitukset

Suomen neljä vuodenaikaa asettavat vaatimuksia julkisivuille. Kosteus rasittaa julkisivua kaikkien eniten, sade, lumi, rakennuskosteus, ja mahdolliset vesivuodot aiheuttavat eniten kosteusuhkaa.

Myös ympäristötekijät ja rakennuksen sijainti, sekä ilmansuunta voivat vaikuttaa julkisivuihin. Yleensä altistavia tekijöitä on samaan aikaan läsnä useita ja kokonaisrasitus muodostuu niiden yhteisvaikutuksesta.



Kuva 4. RT 82-10603 julkisivun korjaustarpeen arviointi

2.3.1 Sade ja tuuli

Viistosade on todettu pahimmaksi rakennuksen ulkopintaa rasittavaksi kosteusuhaksi. Vaikutus on rakennuksen eri puolilla erilainen ja se riippuu tuulen suunnasta ja rakennuksen sijainnista. Pahinta sateen rasitus on rakennuksen yläosissa ja nurkissa. Tuulen vaikutus rannikolla ja avomeren läheisyydessä on merkittävin. Tuulen nopeudella on merkitystä siitä syystä, että mitä suurempi tuulen nopeus on sen voimakkaampaa viistosadetta se aiheuttaa ja suurentaa riskiä kosteuden siirtymisestä rakenteeseen. [6, s. 44-45.]

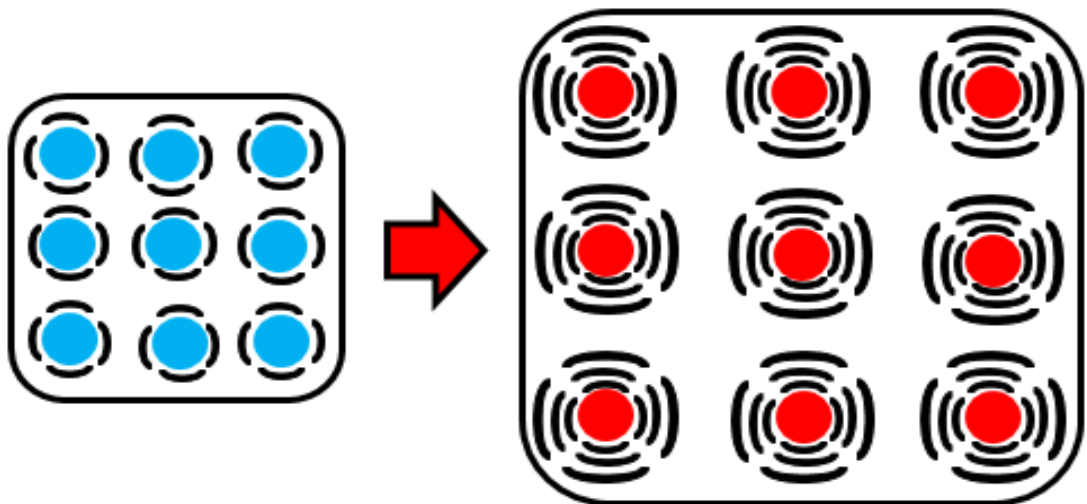
2.3.2 Lämpötila ja säteily

Lämpötila laajentaa ja supistaa julkisivumateriaaleja ja niiden vaikutus tulee ehkäistä liikuntasaujoin. Jos liikuntasauvoja ei ole, syntyy rakenteisiin helposti halkeamia,

joihin kosteus pääsee helposti. Toinen seikka, johon lämpötila vaikuttaa on jäätyminen ja sulaminen, julkisivumateriaaleissa on vettä, joka jäätyessään laajenee ja ellei sitä ole huomioitu rakenne murtuu. Myös korkea lämpötila esim. auringosta saattaa yhdessä nopean lämpötilan putoamisen kanssa aiheuttaa rakenteen liian nopean muuttumisen ja vaurioittaa sitä. Tätä rasitetta voidaan vähentää välttämällä tummia värisävyjä, jotka sitovat itseensä enemmän lämpösäteilyä. [7, s. 20, 22.]

2.3.3 Rakennusmateriaalin valinta

Rakennusmateriaalien valinta vaikuttaa kuormitukseen. Suurin vaikutus katsotaan olevan materiaalien lämpölaajenemisella, koska rakennuksessa on paljon eri materiaaleja, joilla on eri lämpölaajenemiskerroin. Erilainen lämpölaajeneminen voi johtaa halkeilemiseen ja jälleen puhumme liikuntasaumojen tärkeydestä. [6, s. 25.]



Kuva 5. Lämpölaajeneminen (Peda 2017)

Lämpötilan noustessa materiaaliosien liikehdintä kasvaa ja osat vaativat enemmän tilaa liikkumiseen. Tätä ominaisuutta kutsutaan lämpölaajenemiseksi.

Aine	Lämpölaajenemiskerroin ($\frac{1}{^{\circ}C}$)
Alumiini	0,000 023
Betoni	0,000 012
Kupari	0,000 017
Lasi	0,000 006
Messinki	0,000 019
Rauta	0,000 012
Tiili	0,000 008

Kuva 6. Eri aineiden lämpölaajenemiskertoimia (Peda 2017)

Eri aineilla on erilaiset lämpölaajenemiskertoimet. Oheisessa taulukossa on joidenkin eri aineiden lämpölaajenemiskertoimia. Mitä suurempi on aineen lämpölaajenemiskerroin, sitä enemmän aine vaatii tilaa laajetessaan. Taulukosta voidaan todeta, että raudalla ja betonilla on sama lämpölaajenemiskerroin, siksi rautaa käytetään betonin vahvistamiseen.

2.3.4 Ympäristön vaikutukset

Ympäristöstä johtuvat tekijät voivat vaurioittaa rakenteita. Ilmassa on saasteita enenevässä määrin kasvavien kaasujen ja epäpuhtauspäästöjen vuoksi. Erityisen kuormittavia rakennuksille ovat rikkiyhdisteet, joita syntyy raskaasta polttoöljystä ja kivihiilen kaasuista. Ne muuttuvat veden kanssa rikkihapoksi ja ovat erityisen hankalia betonille. Laastille ja metalleille eli laastin ainesosille. Öljy, pöly ja ilmassa olevat muut hiukkaset taas likaavat julkisivuja ja kasvit voivat tuhota julkisivuja, jos saavat juurensa sen sisään. [4.]

Ympäristöön voimme vaikuttaa omalta osaltamme jokainen omalla käyttäytymisellämme. Ilmastomuutos on vääjäämätön tosiasia ja maapallon lämpötila nousee, sateet, tuuliolot, ilman kosteus ja auringon säteilyn määrä muuttuvat. [4.]

Tutkimusten mukaan ilmaston lämpötila tulee vääjäämättä nousemaan, mikä aiheuttaa suurella todennäköisyydellä napajäätiköiden sulamista ja merien pintojen nousua. Tämä tulee huomioida tulevaisuudessa rakennusten korkeusasemien määrittelyssä.

Muista vaikutuksista kuten myrskyjen, tuulten ja sateiden lisääntymisestä ei olla niin varmoja, koska niiden ennustamiseen liittyy epävarmuuksia. Ilmastomalleja on tehty useita ja varmoja ne ovat vain lämpenemisen osalta. Miten ne vaikuttavat julkisivuihin on luonnollisesti ennusteiden varassa. Mutta kuten aiemmin on todettu sade ja erityisesti viistosade on pahin julkisivujen tuhoaja, voidaan lähes varmasti sanoa julkisivujen rasituksen kasvavan huomattavassa määrin tulevaisuudessa, mikä aiheuttaa uusia vaatimuksia julkisivumateriaalien tuotekehitykselle. Jos rakennusten elinkaaren on katsottu olevan 50 – 100 vuotta, tulee se lyhenemään ilman ainesten tuotekehitystä. Suunnittelun tulee myös kehittyä ja ottaa huomioon ympäristössä ja ilmastossa tapahtuvat muutokset. [4.]

2.3.5 Härmehtiminen

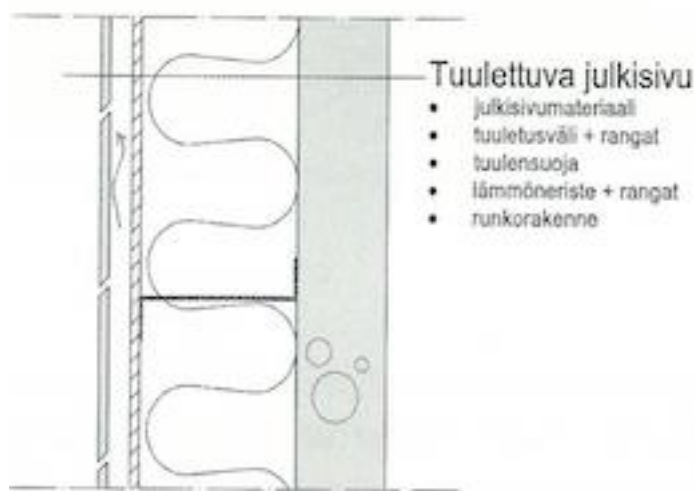
Rappaus sisältää vesiliukoisia suoloja, joissa on kalsiumhydroksidia ka-karbonaatteja. Jos alustassa on paljon suoloja siirtyvät ne kosteuden mukana rappauksen pintaan ja aiheuttavat pinnoitteen kuplimista, turpoamista, murtumista ja irtoamista. Tätä suolojen siirtymistä pintakerrokseen sanotaan härmehtimiseksi. Jos seinä härmehtii paljon on kyseessä todennäköisesti suuri kosteusrasitus ja ehkä jopa kosteusvaurio. Härmehtimisen kaksi eri tyyppiä ovat alkalihärme ja kalkkihärme. Jos pinnoite on huokoinen ja vettä läpäisevä, ei ongelma ole niin suuri ja kyseessä on enemmänkin kosmeettinen haitta julkisivulle. Jos taas pinta on vettä läpäisemätön esim. vettä läpäisemättömällä maalilla suojattu kertyvät suolat pinnoitteen taakse ja aiheuttavat pahimmillaan pinnoitteen halkeilua, irtoamista tai ainakin maalikalvon hilseilyä. Tästä syystä pintaa maalattaessa on syytä kiinnittää huomiota oikean tyyppisen maalin valintaan. [5.]

2.4 Tuulettuvat julkisivuratkaisut uudis- ja korjausrakentamisessa

Peruseriaatteeltaan kaikki tuulettuvat julkisivut ovat yhteneväisiä. Kaikissa on varsinaisen seinärakenteen ja pinnoitteen välissä tuuletusrako. Sateen ja sen aiheuttama kosteus yhdessä tuulen kanssa, ovat suurin uhka julkisivujen säilymiselle. Tämän seurauksena on kehitetty tuulettuva julkisivurakenne. Se on yleisnimike sellaisille rakenteille, joissa julkisivumateriaalin takana on kosteutta poistava tuuletusrako. Julkisivumateriaalit kiinnitetään pääsääntöisesti rakennuksen kantavaan runkoon erilaisilla kiinnitysrakenteilla tai eristeen läpi suoraan seinärakenteeseen.

Tässä työssä suurin huomio on annettu tuulettuvalle seinärakenteelle, joka on toteutettu erillisillä kiinnikkeillä (myöhemmin tästä käytetään nimitystä rankarakenne).

Suomessa investoitiin vuonna 2017 rakentamiseen 28,2 mrd e, josta uudisrakentamisen osuus oli 15,2 mrd e ja korjausrakentamisen 13 mrd e. Usein tuulettuvat julkisivut soveltuvat sellaisenaan uudis- ja korjausrakentamiseen, minkä vuoksi niihin sovellettavat ohjeet ovat pääpiirteissään samanlaisia, oli kyseessä sitten uudis- tai korjausrakentamiskohde. Molemmissa saattaa kuitenkin olla joitakin ominaispiirteitä, jotka on syytä huomioida suunnitelmissa. Saneerauskohteissa tulee huomioida mm. pintojen suoruus, muutoin asennustyö hankaloituu huomattavasti.



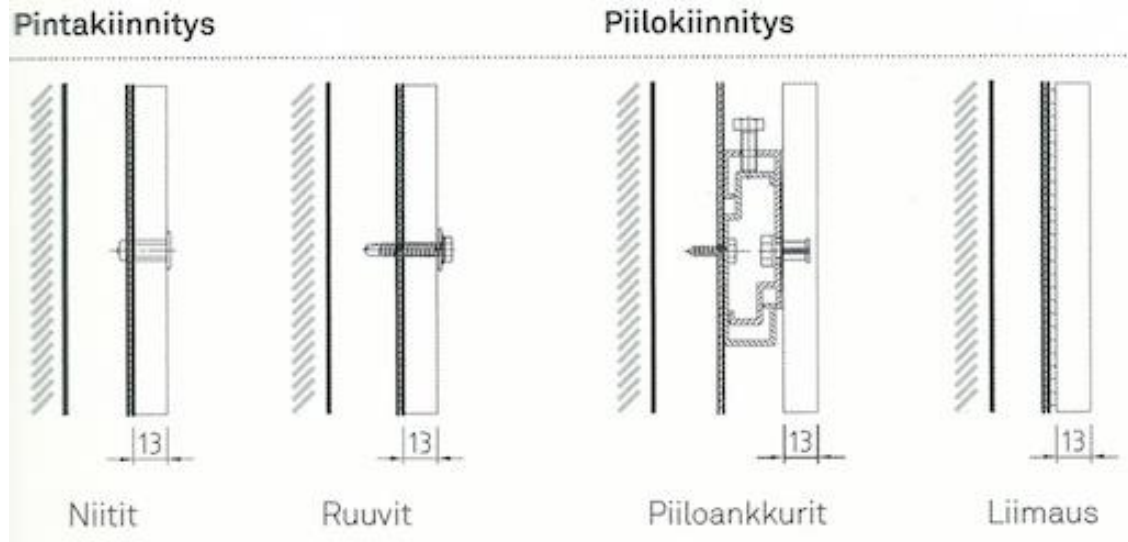
Kuva 7. Tuulettuva julkisivu [6, s. 10.]

Kuvassa 7, on tuulettuvan julkisivun periaaterakenne. Päälimmäisenä kerroksena on itse julkisivumateriaali, sen jälkeen on tuuletusväli ja ranka, tuulensuoja, lämmöneriste ja runkorakenne. [6, s 10.]

Vanhaankin rakenteeseen voidaan asentaa tuulettuva julkisivu. Silloin asennetaan pintamateriaali ja sen tukirangat suoraan vanhan materiaalin päälle. Näin voidaan toteuttaa esim. betoni-, tiili- ja harkkorakenteiden päälle suoraan uusi tuulettuva julkisivu. Usein vanhojen rakenteiden päälle tehtäessä tuulettuvaa julkisivua on suositeltavaa parantaa samalla rakennuksen energiatehokkuutta lisäämällä lämmöneristettä. Kiinnitystapojakin on useita. Rakenne voidaan kiinnittää ruuveilla, niiteillä, liimalla, profiilikiinnityksenä tai edellisten yhdistelmällä. Kiinnitystavat voivat vaihdella, mutta kaikissa eri vaihtoehdoissa on muistettava seurata valmistajan ja

suunnittelijan ohjeita kiinnikkeiden lukumäärästä, reunaetäisyyksistä ja siitä kuinka työ tulee tehdä. [6, s. 11.]

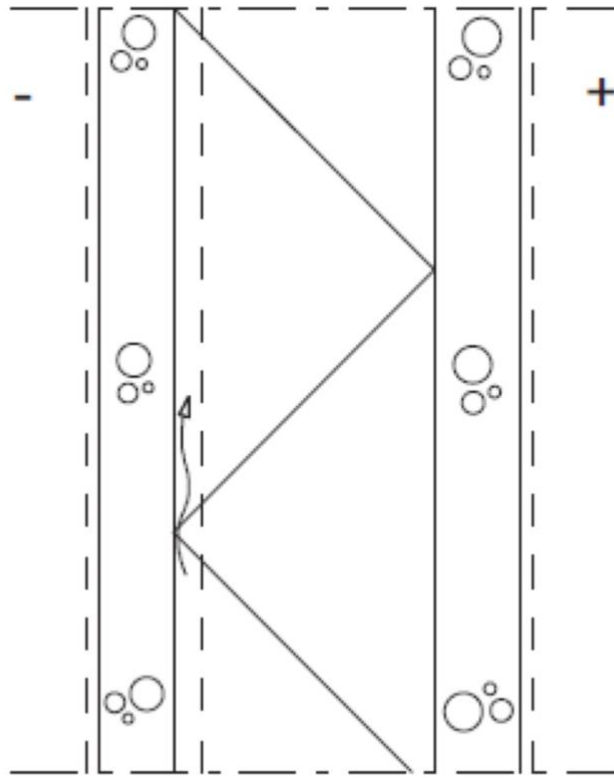
Asennusmenetelmät



Kuva 8. Tuulettuvan julkisivun pintamateriaalin kiinnitystapoja. [6, s. 31.]

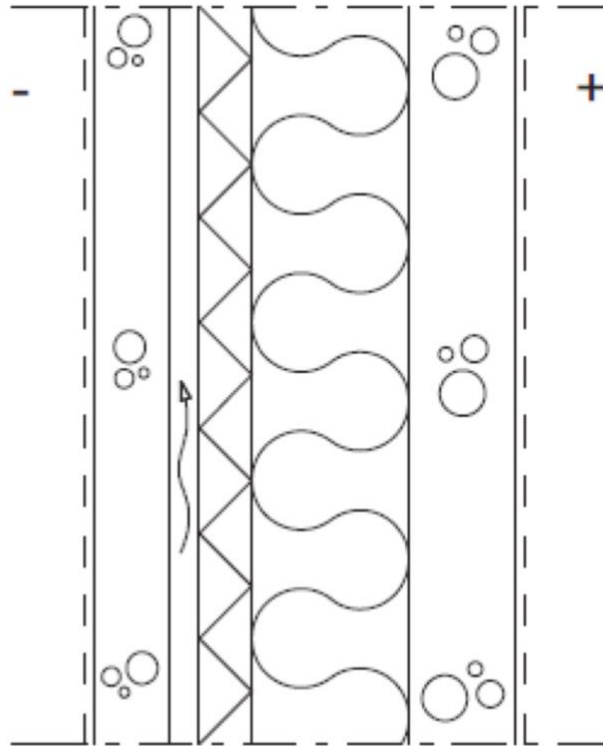
Ruuveilla pintamateriaali ruuvataan kiinni rakennuksen rankaan. Kiinnitys tehdään joko materiaalin läpi tai saumoista. Saumoista kiinnitettäessä ruuvien kannat jäävät pääsääntöisesti piiloon. Ruuveilla kiinnitettäessä pintamateriaaliin on jo valmistusvaiheessa tehty ruuveja varten esireiät. Tämä siksi, että halutaan varmistaa, etteivät lämpöliikkeet aiheuta vaaraa rakenteelle vääristä paikoista kiinnitettäessä. Niitit laitetaan esireiistä suoraan rankaan ja kiinnitys tehdään kuten ruuvikiinnitys joko saumoista tai suoraan rakenteen läpi. Niittejä ei saa kiinnittää liian tiukkaan, koska liian tiukka kiinnitys voi vaurioittaa julkisivumateriaalia. Liimalla kiinnittämiseen on kaksi eri tapaa, joko materiaali liimataan työmaalla suoraan rankaan tai valmistaja on tehnyt valmiiksi liimaamalla kiinnikkeet, jolloin kiinnittäminen tapahtuu kuten profiilikiinnitys. Liimalla kiinnittämisen positiivinen puoli on se, että kyseessä on aina piilokiinnitys eivätkä ruuvien tai niittien kannat näy. Profiilikiinnitys on suunniteltu yksilöllisesti kuhunkin pintamateriaaliin ja se pienentää työmaalla tapahtuvia virheitä. Profiili kiinnitetään yleensä ilman työkaluja ja se voidaan myös tarvittaessa myöhemmin irrottaakin ilman työkaluja. [6, s. 30-32.]

Toisena vaihtoehtona on meillä paljon käytetty betonisandwichelementti, jossa seinän eristeenä on uritettu mineraalivilla. Uritus mahdollistaa rakenteen tuulettumisen ulospäin ja kosteuden poistumisen. Tässä ratkaisussa ei siis talon rankaan kiinnitetä erillisiä kiinnikkeitä, joihin pintamateriaali kiinnitetään, vaan ulkokuori kiinnitetään suoran kantavaan sisäkuoreen teräsansailia.



Kuva 9. Tyypillinen betonisandwich-elementtirakenne, ulkokuori, lämmöneriste ja sisäkuori.

Kolmantena vaihtoehtona on mineraalivillaeristeinen tuuletusraollinen seinärakenne. Tässä ratkaisussa kantava betonirunko toimii höyrynsulkuna ja ulkoverhous tehdään kurielementillä, joka kiinnitetään mekaanisesti betonirunkoon eristekerroksen läpi. Periaate on siis jälleen sama eli välissä on tuuletusrako, josta kosteus pääsee poistumaan.



Kuva 10. Betonirunkoinen, mineraalivillalla eristetty tuuletusraollinen seinärakenne.

Tuulettuvaa julkisivua voidaan toteuttaa erilaisilla pintamateriaaleilla ja huomioida säänkestävyys ominaisuudet. Metallisia verhouksia tehdään mm. alumiinista, teräksestä, ruostumattomasta teräksestä, kuparista ja sinkistä. Teräksiset materiaalit voidaan pinnoittaa ja esim. maalata ja suojata siten paremmin korroosiota vastaan. [6, s. 25.]

Sementtipohjaiset tuotteet valmistetaan vahvistamalla niiden rakennetta esimerkiksi lasikuituverkolla. Mikäli rakenne on paksumpaa, voidaan vahvistaminen tehdä myös ruostumattomasta teräksestä valmistetulla raudoituksella. Näiden tuotteiden valmistusprosessi on samanlainen kuin tiilien eli ne valmistetaan korkeassa lämpötilassa polttamalla. Tuulettuva julkisivu voidaan periaatteessa toteuttaa lasistakin. Materiaalin valinnassa oikeastaan ainoa rajoittava tekijä on sääolosuhteet. Rakenne on mahdollista toteuttaa useammastakin materiaalista, kunhan huomioidaan eri ainesosien erilaiset lämpöliikkeet. [6, s. 25-26.]



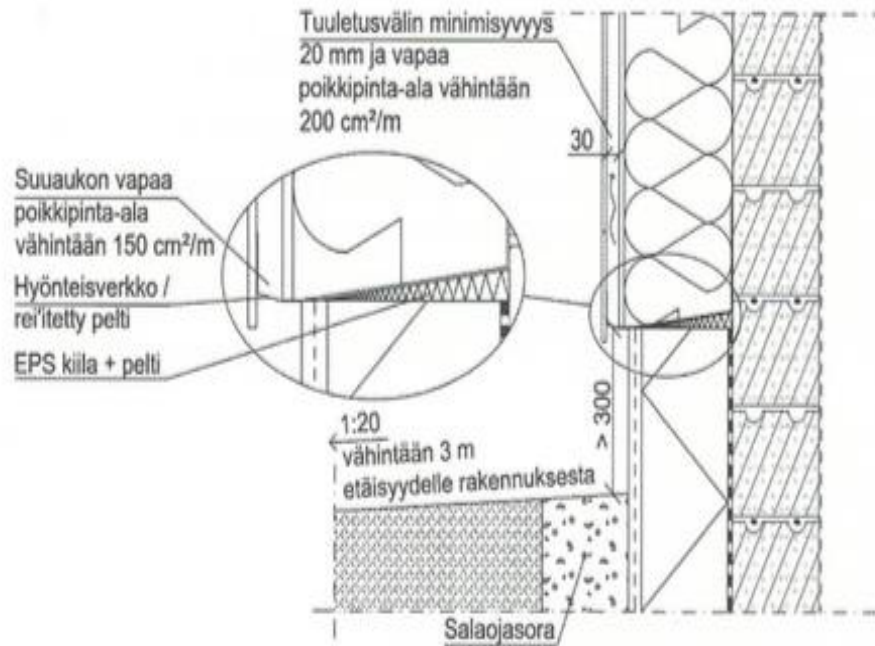
Kuva 11. Lasista toteutettu tuulettuva julkisivu [6, s. 27.]

2.4.1 Saumat

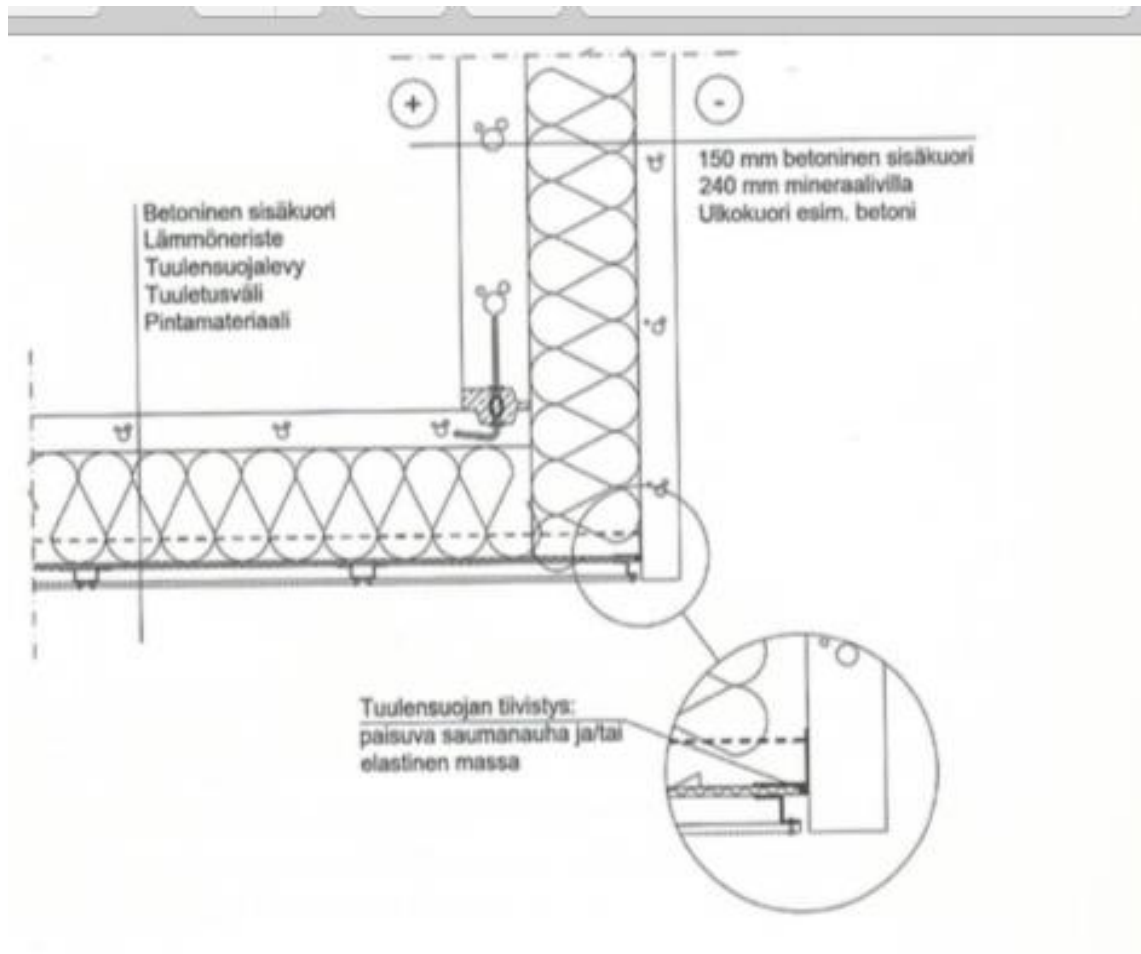
Saumoja on kaikissa julkisivurakenteissa. Oikein suunniteltuna saumat eivät haittaa rakennuksen estetiikkaa vaan jopa parantavat sitä. Saumat on mahdollista häivyttää, jos niin halutaan. Tähän saumojen sijoittelu on eräs tapa. Saumat voidaan piilottaa rakenteiden taakse, kuten syöksytorvien alle tai parvekerakenteisiin. Julkisivuissa voi olla myös erilaisia kiinnitys- ja koristerakenteita, joiden taakse saumoja voidaan piilottaa. Ohuteristerappausjärjestelmässä liikuntasaumot suunnitellaan rakennuksen rungon saumojen mukaisesti, mikä mahdollistaa usein saumattomat julkisivut. [6, s. 15-17]

2.4.2 Liitokset ja detaljit

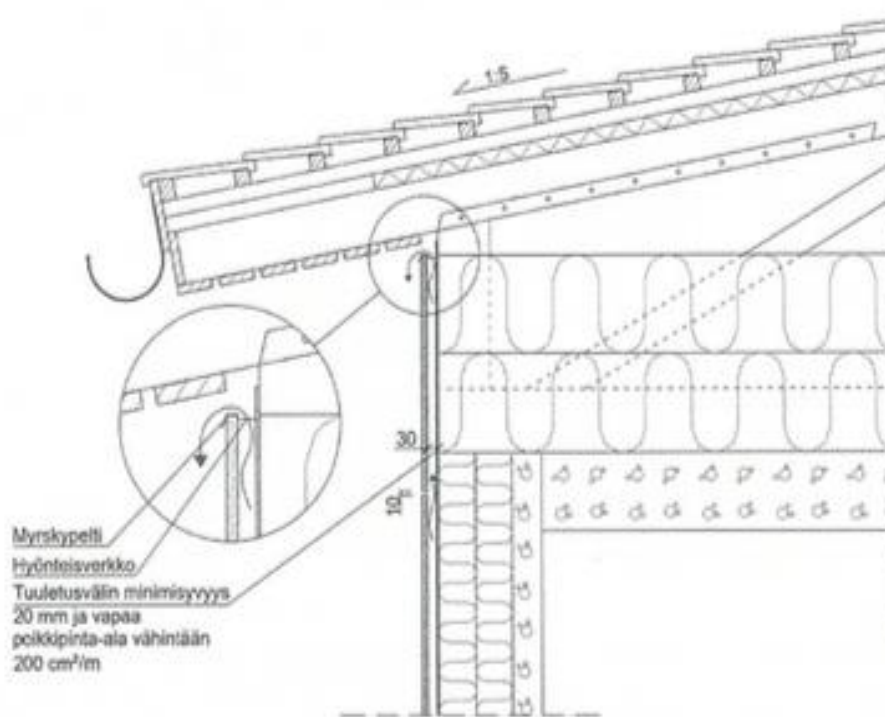
Esimerkkejä tuulettuvien julkisivujen liitoksista- ja detaljeista oheisissa kuvissa.



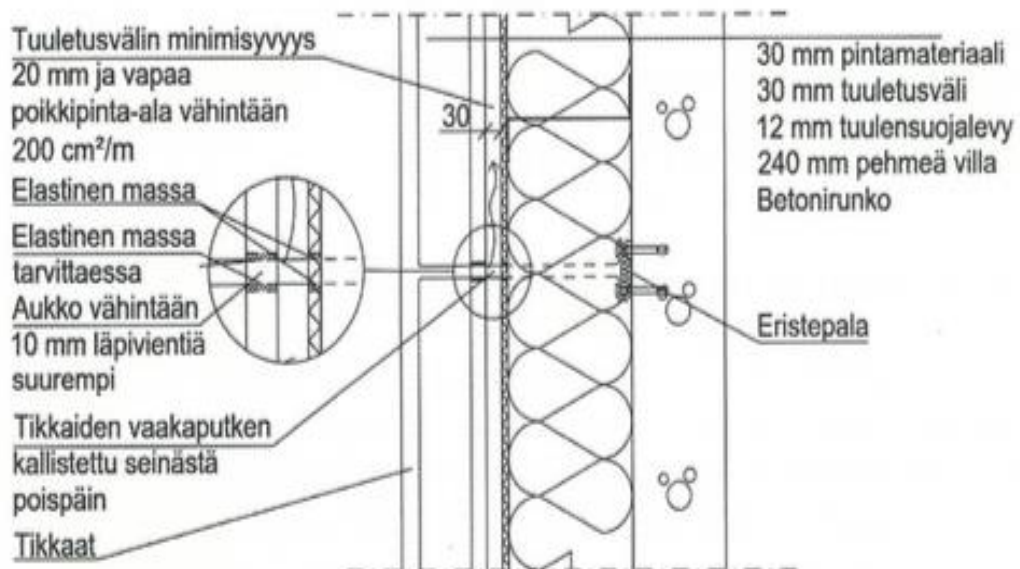
Kuva 12. Sokkeliliitos tuulettuvassa julkisivussa. Julkisivun pintamateriaalin suositellaan olevan vähintään 300 mm:n päässä maasta. Sokkelissa oleva lämmöneriste voidaan suojata tiiviisti asennetulla rei'itetyllä pellillä, ettei vesi pääsee kastelemaan sitä. [6, s. 74.]



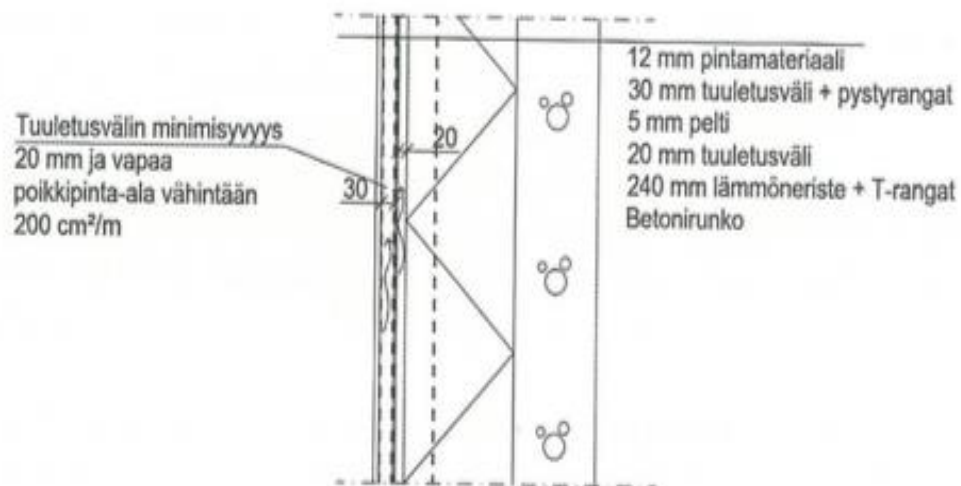
Kuva 13. Julkisivu voidaan toteuttaa myös osittain tuulettavana. Kuvassa julkisivu on tuulettuvan rakenteen ja betonisandwich- elementin liitos. [6, s. 77.]



Kuva 14. Räystääleikkaus harjakatossa. [6, s. 78.]



Kuva 15. Talotikkaat kiinnitettynä runkoon. [6, s. 82.]



Kuva 16. Kosteusteknisesti toimiva rakenne. Sopii rannan lähellä sijaitseviin rakennuksiin ja muihinkin, joissa on normaalia korkeampi kosteusrasitus. [6, s. 81.]

2.4.3 Rankarakenteet

Tuulettuvassa julkisivussa rangat toimivat kiinnitysalustana levyille ja ne tekevät samalla tarpeellisen tuuletusvälin rakenteeseen. Yleisimmin käytettäviä materiaaleja ovat puu-, teräs- ja alumiinirangat. Kevyiden teräs- ja alumiinirankarakenteiden hyviä puolia ovat edullisuus ja mittatarkkuus, kunhan huomioidaan kylmäsiltaivaikutukset. Kylmäsiltaivaikutuksia on mahdollista vähentää rei'ittämällä, ristiin koolaamalla tai eristämällä. Tyypillisimpiä profiilimuotoja ovat C, U, Z ja S ja ainevahvuuksia 1-3,5mm. Teräslaatuina käytetään usein normin EN 10147 mukaista Ragal 350S:ää. [6, s. 35-36.]

3 Tuulettuva levyrappaus

Tuulettuvalla levyrappauksella tarkoitetaan rappausta, joka on tehty rappausalustana toimivan levyn päälle. Levyn on oltava säänkestävä sekä sen kosteudenkestävyyden ja lämpölaajenemisen tulee olla mahdollisimman pientä. Järjestelmään sisältyy rappauslevy, niiden kiinnikkeet sekä saumojen käsittelyratkaisut. Levyjen päälle tehdään ohutlevyrappaus toimittajan ohjeiden mukaisesti, ohutlevyrappaus on mahdollista toteuttaa myös jonkun muun kuin levytoimittajan järjestelmällä. Tuulettuvan

siitä tekee levyjen takana oleva tuuletusrako. Tähän tuleekin kiinnittää erityisesti huomiota, sillä verhouksilevyn taakse on jätettävä toimiva ja yhtenäinen tuuletusrako. Tämä voidaan toteuttaa puurakenteisissa tuulettuvissa levyrappauksissa ristiinkoolauksella. Minimissään tuuletusraon on oltava 20 mm. Jos ranka toteutetaan vaakakoolauksella, ei koolaus saa tukkia tuuletusrakoa eikä johtaa vuotovesiä lämmöneristeeseen. Suunnittelussa täytyy lisäksi huomioida veden poisjohtuvuus, tätä riskiä eliminoidaan käyttämällä tuulensuojana vedeneristävää materiaalia ja toteuttamalla huolellisesti sokkeli-, ovi- ja ikkunaliitokset. Levyjä voidaan leikata, sahata ja taittaa saadaksemme niille haluttu muoto ja koko. Käsittelyssä tulee olla varovainen, jotta levyjen ominaisuudet eivät kärsi. Seurauksena voi olla esim. lujuuden menettäminen. Rangat toimivat kiinnitysalustana seinärakenteessa ja ne luovat tarpeellisen tuuletuksen. Pientaloissa käytetään yleensä puurankaa ja kerrostaloissa metallirankaa. Kiinnitys rankoihin tehdään siihen soveltuvilla ruuveilla. Ruuvien täytyy upota riittävän syväälle levyyn, jotta levyn pinta on tasainen ja toimiva alusta rappaukselle. Levyä ei saa ruuvata aivan reunasta ettei se vaurioidu. Saumat käsitellään järjestelmästä riippuen valmistajan ohjeiden mukaisesti esim. verkolla, jonka päälle tulee laasti. [7, s. 111.]

Tuulettuva levyrappausmenetelmä soveltuu yhtä lailla pien-, kerros- kuin toimistotalojenkin julkisivuihin. Levyrakenteet mahdollistavat julkisivuille kaarevatkin muodot.

3.1 Rappaus yleensä

Suomessa kivistä rakentaminen on alkanut 1000-luvulla, jolloin tehtiin linnoituksia ja kirkkoja, siltä ajalta ovat mm. Turun linna ja Tuomiokirkko. Rappaamalla pinnoitetut rakennukset yleistyivät Suomessa 1800-luvulla, jolloin etenkin Helsingin keskustan rakennuksissa rappaus oli suosittu pinnoitusmateriaali. Euroopassa rappauksella tasoitettiin pintarakenteita jo keskiajalla, jolloin pinnat tasoitettiin kalkkilaastilla. Tuohon aikaan rappaaminen oli käsityötä ja osaaminen siirtyi sen ajan ”oppisopimuskoulutuksella.” Rappaaminen tehtiin tuohon aikaan yksi tai kaksikerroskalkkirappauksena. Kolmikerrosrappaaminen on yleistynyt vasta 1900-luvun alkupuolella kalkkiahiekkatiilien yleistyessä, koska kalkkiahiekkatiilet vaativat tartuntakerroksen. Tämä tartuntakerros tehtiin sementtipitoisen laastin avulla. [8.]

3.2 Laastityypit

Laasteja merkitään kirjain- ja numeroyhdistelmällä, kirjain kertoo sideaineen esim.

K=kalkki

Kh = hydraulinen kalkki

S = sementti

KS = kalkki + sementti

Numero taas kertoo side- ja runkoaineen määrät. Jos merkintä on esim. KS 30/70/700 tarkoitetaan tällä sitä, että laastissa on 30 painoyksikköä kalkkia, 70 sementtiä ja 700 yksikköä runkoainetta. [8.]

Kalkkilaasti valmistetaan kalkista, hiekasta ja vedestä. Sideaineena käytettyä kalkkia saadaan kalkkikivestä. Kalkkeja jaotellaan ilmakalkkeihin ja hydraulisiin kalkkeihin kovettumistapansa perusteella. Ilmakalkit kovettuvat ilman ja hydrauliset kalkit veden avulla. [8.]

Kalkkisementtilaastin käyttö on yleistynyt 1930-luvulta lähtien. Sementti lisäsi lastin lujuutta ja sään kestävyyttä. Mutta toisaalta sementin lisääminen vaikutti negatiivisesti työstettävyyteen ja aiheutti kutistumista. Sementtilaastin kokonaishyödyt ovat kuitenkin niin suuret verrattuna kalkkilaastiin, että lähes kaikissa rapattavissa pinnoissa käytetään kalkkisementtilaastia. [8.]

3.3 Rappausmenetelmät

Perinteisesti rappaus tehtiin heittämällä kauhalla laastia pintaan ja hiertämällä pinta, kaikkia työvaiheet tehtiin siis käsityönä. Nykyään rappaukset tehdään lähes poikkeuksetta ruiskulla, vain perinnekorjausrakentamisessa voidaan edelleen tehdä rappaus käsityönä. [14.]

Kolmikerrosrappaus toteutetaan tekemällä ensin sementistä tartuntapohja, sen jälkeen tehdään täyttöpinta, jonka päälle tulee näkyviin jäävä pintarappaus. Kaksikerrosrappaus soveltuu tasaisille imukykyisille alustoille. Se tehdään tartunta- ja pintarappauksena. Yksikerrosrappaus toteutetaan tyypillisesti hienolla sementtilaastilla. Yksikerrosrappauksista nimitetään myös ohutrappaukseksi. Ohutrappaus-eristeyhdistelmässä taas lämmöneriste ja rappaus ovat yhdessä ja se toteutetaan laittamalla rappauslämmöneristeen ulkopintaan. Rappauskerros tekee eristeen ulkopintaan taipuisan yhtenäisen muovipinnoitetulla lasikuituverkolla vahvistetun levyn, joka elää alustan eli rakennuksen rungon ja eristeiden liikkeen mukana. Ohutrappauksien lämmöneristeet voivat olla juuri tähän tarkoitukseen valmistettuja solumuovilevyjä tai mineraalivillaa. Mineraalivillan on oltava pitkän ajan puristus-, veto- ja leikkauslujuudeltaan riittävää, että se kestää kaikki siihen kohdistuvat kuormitukset. Eristevillan vedenimukykyyn on myös oltava erittäin pieni. Polystereeniä eristeenä käytettäessä on sen oltava vaikeasti syttyvää. Lontoon muutamia kuukausia sitten aiheutuneen räjähdysmäisen kerrostalopalon, jossa kuoli kymmeniä ihmisiä, syyksi epäillään julkisivueristeen herkkää syttymispistettä. [14.]

Rappauksen ulkonäköön voidaan vaikuttaa kiviaineksen koolla ja laadulla, sekä työtavalla ja värillä. Pinnasta voidaan tehdä sileä, karkea tai esim. slammattu. Väri saadaan aikaan kolmella erilaisella tekotavalla. Voidaan käyttää värillistä laastia, jota nimitetään myös jalolaastirappaukseksi. Ns. terastirappauksella kiviaines pestään kiviaines näkyviin, kolmantena vaihtoehtona on maalata pinta jälkikäteen halutulla värillä. Roiskerappaus elävöittää pintaa ja se toteutetaan lyömällä löysähkö laasti täyttörappauksen päälle, roiskerappauksen ulkonäköön vaikuttaa laastin raekoko ja laastin jäykkyys. Harjattu rappaus taas toteutetaan harjaamalla karkealla harjalla joko pysty- tai vaakasuuntaan ja näin saadaan elävöitetty pinta lopputuloksena. Revityn rappauksen tekniikka tehdään hienorappauksella, jossa pinta revitään auki naulalaudalla muutaman millimetrin syvyydeltä. Näin syntynyt pinta on karkean näköinen. 1940-luvulla rakennuksiin tehtiin myös kivirouherappauksia, jossa viimeiseen märkään pintaan heitettiin joko kivi- tai lasirouhetta. 1800- ja 1900-luvuilla tehtiin pintoihin myös erilaisia kohokuvioita käsityönä. Tänä päivänä niiden tekeminen käsityönä olisi hyvin kallista. [14.]

3.4 Rappauksen maalaus

Julkisivujen maalaus antaa rakennukselle esteettisen vaikutelman ja se voi kuvastaa myös rakennuksen omistajan mieltymyksiä. Rappautta maalatessa tulisi kiinnittää huomiota siihen, että maali on koostumukseltaan mahdollisimman samanlaista kuin rappaus itse. Puhutaan epäorgaanisista maaleista, joita ovat kalkki-, kalkkisementti-, sementti- ja silikaattimaalit. [9.]

Kalkkimaali valmistetaan teollisesti sammutetusta kalkista liettämällä kalkkia vedellä ns. kalkkimaidoksi. Teollisesti sammutetussa kalkissa on pigmenttejä ja siksi on käytettävä lisäaineita, usein täyteenä käytetään myös marmorijauhetta sekä selluloosaliimaa. Tällä tavalla saadaan paksumpi ja peittävämpi kalvo. Parhaiten kalkkimaali sopii kalkki- ja sementtilaastilla pinnoitetuille julkisivuille. Pohjatöiden tärkeyttä ei voi liikaa korostaa. Jos maalataan vanhaa pintaa, on se ehdottomasti puhdistettava ennen maalausta kaapimalla ja harjaamalla teräsharjalla tai vesihiekkapesemällä. Jos vanhaa pintaa on paikattava, on se syytä tehdä samanlaisella tavalla ja samalla rappausmateriaalilla kuin alkuperäinen pintakin on toteutettu. Levitys tehdään suuremmille pinnoille ruiskulla. Maalaustekniikka vaatii enemmän kokemusta ja osaamista kuin tavallinen ulkomaalaus. Alusta tulee kostuttaa kalkkivedellä ennen varsinaisen maalauksen aloittamista ja sama kostuttaminen on tehtävä ennen jokaista uutta maalauskerrosta. Kuiva alusta haihduttaa kivetymisen vaativan kosteuden ja kalkkimaali ilman kunnollista kostuttamista irtoaa alustastaan. Uusi maalauskerta voidaan tehdä vasta edellisen kuivuttua täydellisesti. Kalkkimaalatun pinnan ei kuitenkaan kuulukaan olla tasainen, vaan siinä on hyväkin näkyä käsityön jälki. [9.]

Verrattuna puhtaaseen kalkkimaaliin sementin lisäys kasvattaa maalin sään kestävyyttä ja lujuutta. Jos pinta on maalattu aiemmin puhtaalla kalkkimaalilla, ei pintaa voi suoraan maalata sementtiä sisältävällä mallilla vaan vanha kalkkimaali on poistettava kokonaan ennen maalausta. Jos kalkkimaali edellytti pinnan huolellista kastelemista ennen maalausta, on se vielä tärkeämpää sementtiä sisältäviä maaleja käytettäessä. Pinta on kostutettava huolellisesti jo edellisenä päivänä eli pelkkä maalin pinnan kastelu ei riitä, vaan kosteuden on päästävä imeytymään pintaa syvemmälle. Maalia ei kannata sekoittaa enempää kuin 2-3 tunnin annos kerrallaan, koska sementti jähmettyy ja tekee maalista kelvotonta käytettäväksi. [9.]

Yksi eniten käytetyistä maaleista rappauspinnoilla on nykyisin silikaattimaali, joka on kaksikomponenttimaali, jossa sideaineena on kalivesi. Maali sekoitetaan työmaalla ja se maalataan kuivalle alustalle, jos maalia maalataan märälle alustalle se alkaa kuivuttuaan hilseilemään. Maalaus tehdään harjaamalla ylhäältä alas, näin eivät työsaumat jää näkyviin. Yhdellä maalauskeralla selvittää erittäin harvoin ja siksi on varauduttava ainakin kahteen maalauskertaan. Koska kaksikomponenttisen silikaattimaalin sekoitus tehdään työmaalla, joskus sideaineena käytetyn vesilasin yliannostus on aiheuttanut ongelmia. Tästä syystä on kehitetty myös yksikomponenttinen dispersiosilikaattimaali. Sen käyttö on helpompaa kuin kaksikomponenttimaalin eikä se ole niin herkkää sääolosuhteille. Lisäksi maalia voidaan levittää harjaamisen ohella telalla ja ruiskulla. Maalauksen lopputulos on usein parempi, tasaisempi ja peittävämpi kuin kaksikomponenttimaaleilla. [9.]

3.5 Rappauslevyt

Rappauslevyjen tulee olla soveltuvia jo aikaisemmin kerrotuille Suomen sään rasituksille. Rappauslevyissä tulee olla Suomen olosuhteisiin soveltuva kaksikerrosrappaus, lisäksi levy tulee pinnoittaa soveltuvalla silikonimaalilla tai -pinnoitteella saavuttaaksemme olosuhteidemme mukainen kosteusrasituksen kesto. Pintarakenteen tulee hylkiä vettä, mutta samalla päästää kosteus poistumaan rakenteesta. Vain siten voidaan varmistaa Suomen olosuhteissa kestävä ja tasavärinen ulkokuori rakennuksiin. [7, s. 116.]

4 Tuulettuvien julkisivujen laadunvarmistus

Tuulettuvien julkisivujen laadunvalvonta on tärkeä osa rakentamisen kokonaisprosessia. Ennen asennustyön aloittamista on suoritettava etukäteen työn läpikäyminen mallintamalla. Etukäteisläpikäymisellä varmennetaan riittävä ammattiosaaminen, tarvittavat välineet ja osaaminen asennukseen. Jos urakoitsija tehtävän työn aikana jostain syystä vaihtuu, on syytä tehdä mallintaminen uudelleen. Työssä on aina noudatettava huolellisuutta ja järjestelmän toimittajan ohjeita kuten myös muutoin hyvää rakennustapaa. [6, s. 110.]

Kaikkien työssä käytettävien materiaalien on oltava ensiluokkaisia ja ne tulee suojata ja varastoida asianmukaisesti. Koska rakennusten mittavirheet ovat tavallisia erityisesti korjausrakentamisessa, on huomioitava alustan suoruus ja lujuusvaatimukset. Lujuusvaatimusten täytyminen varmistetaan esimerkiksi vetokokeilla ja kiinnityspintojen suoruuksien on oltava samat kuin valmiissa pinnassakin. [6, s. 110.]

Järjestelmän toimittajilla on selkeät ohjeet asennustavasta ja kiinnikkeiden määrästä, niistä ei ole syytä hyväksyä poikkeuksia. Suomen ilmasto olosuhteissa lämpölaajeneminen on poikkeuksellisen suurta ja siksi rankojen väliin on muistettava jättää riittävät raot. Olosuhteidemme vuoksi erityistä tarkkuutta vaaditaan lämmöneristeiden väleihin jäävien rakojen tilkitsemisessä ja tuuletusvälien ilmankierron varmistamisessa. Pystysuuntaan olevaa ilmankiertoa ei saa estää mikään ja tuuletusvälien suuaukoille on hyvä asentaa hyönteisverkot. [6, s. 110.]

Työn etukäteen mallintamisen lisäksi myös dokumentointi on tärkeä osa laadunvalvontaa. Ottamalla riittävästi valokuvia eri työvaiheista ja dokumentoimalla kaikki vaiheet on helppo jälkikäteen tarkastella työprosessia ja sen asianmukaista suorittamista. [6, s. 110.]

Dokumentoitavia asioita ovat ainakin seuraavat:

- Olosuhteista johtuvat toimenpiteet ja tiedot
- Materiaalien valmistuspäivät ja tuote-erät
- Työvaiheet ja niiden aikataulu
- Rakentamisessa käytettyjen materiaalien varastointi, käsittely ja vastaanottotarkastuksen suorittaminen
- Rakennustarkastajan määräykset ja huomiot
- Rakenteiden tarkastaminen
- Erityishuomiot ko. työmaalla

[6, s. 110-111.]

4.1 Julkisivujen laadunvarmistus osa yleistä laatua

Tuulettuvien julkisivujen kohdalla tulee huomioida yleiset rakentamiseen liittyvät laadunvarmistamisen ohjeet osana kokonaisuutta. Nykyään puhutaan paljon rakentamisen laadusta ja sen heikkenemisestä. Laatu on kuitenkin laaja käsite ja laadun merkitys sekä käsite rakentamisessakin on varmasti muuttunut vuosien

saatossa. Sata vuotta sitten laatu oli hyvää, jos rakennuksessa tarkeni talvella, siinä kykeni asumaan ja ravitsemaan itsensä. Nyt laatuvaatimukset ovat oleellisesti toisenlaiset, kuin tuohon aikaan.

Työmaalla laatua voidaan varmistaa kolmessa eri vaiheessa: Työtä edeltävässä, työn aikaisessa ja työn jälkeisessä vaiheessa. Suunnittelulla varmistetaan se, että aikataulut ja kustannussuunnitelmat ovat realistiset sekä esitetyt laatuvaatimukset on mahdollista saavuttaa. Tähän osioon liittyvät hankeasiakirjat, joita ovat; rakennustapaselostus, työselostus, projektisuunnitelma, tavoitearvio, sopimusasiakirjat, aikataulu, ohjeet, tehtäväsuunnitelmat, riskien tunnistaminen, kustannussuunnitelmat, valvonnan toteutus ja laatuvaatimusten selvittäminen. Työnaikana laatua kontrolloidaan tehdyn laatusuunnitelman pohjalta. Laatusuunnitelmassa on koottuna ne toimenpiteet, miten laatu todetaan, kuka sen varmistaa ja vastaa siitä miltäkin osin ja kuinka dokumentit tehdään. Työmaan laadunvalvojina on jokainen työmaan valmistumiseen osallistuja. [10.]

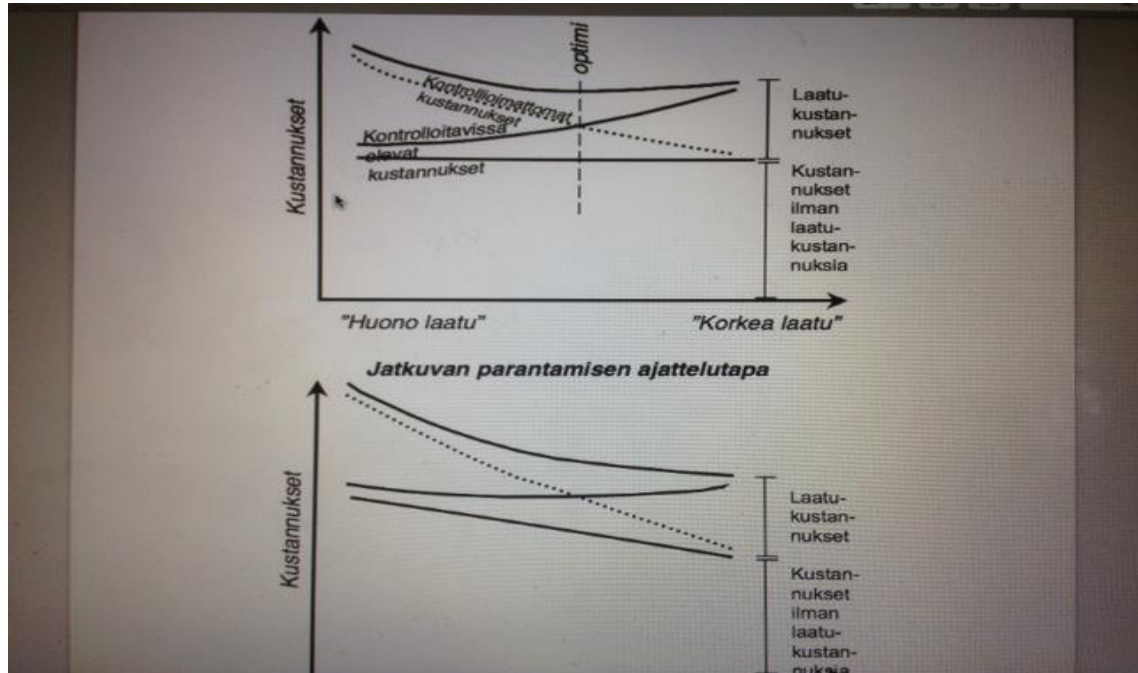
Rakennuttaja varmistaa omalta osaltaan laatua hankkimalla työmaalleen työmaavalvojan. Kukin hanke on yksilöllinen ja valvonnan painopisteet vaihtelevat työmaittain. Valvonnan osa-alueita ovat seuraavat: yleinen-, ajallinen, teknillinen, taloudellinen, dokumentoinnillinen ja muu valvonta. Koska työmaat olivat hyvinkin erilaisia, on valvonnan päähuomio syytä kiinnittää seikkoihin, joissa tehdään eniten virheitä tai jos työmaalla on jotain erityisvaatimuksia edellyttävää rakentamista niin siihen. Laatua varmistetaan myös viranomaisen toimesta laissa ja asetuksissa olevilla rakentamismääräyksillä, joita kontrolloidaan mm. rakennustarkastuksilla työmailla. [10.]

Laatua on helpompi tehdä, jos työprosessit ja seuranta ovat kunnossa. Kaikki lähtee kuitenkin yksittäisen ihmisen asenteesta ja tahtotilasta, haluaako hän jättää jälkeensä vain laadukasta työtä. Laatuun vaikuttavat kiire, hintakilpailu, suunnittelu ja kokonaisnäkömyksen puute sekä pilkotut urakkamallit. [12.]

Suunnittelu, toimintamallit-, prosessit, seuranta ja ennen muuta sen yksittäisen tekijän tahtotila ja asenne ratkaisevat myös julkisivurakentamisen osalta, onko laatu kunnossa vai ei. Useat yritykset haluavat parantaa ja kehittää laatuaan tekemällä laadunohjausta kaikilla rakentamisen tasoilla suunnittelusta rakennuksen luovuttamiseen asti. [12.]

Virheitä syntyy mm. seuraavista syistä:

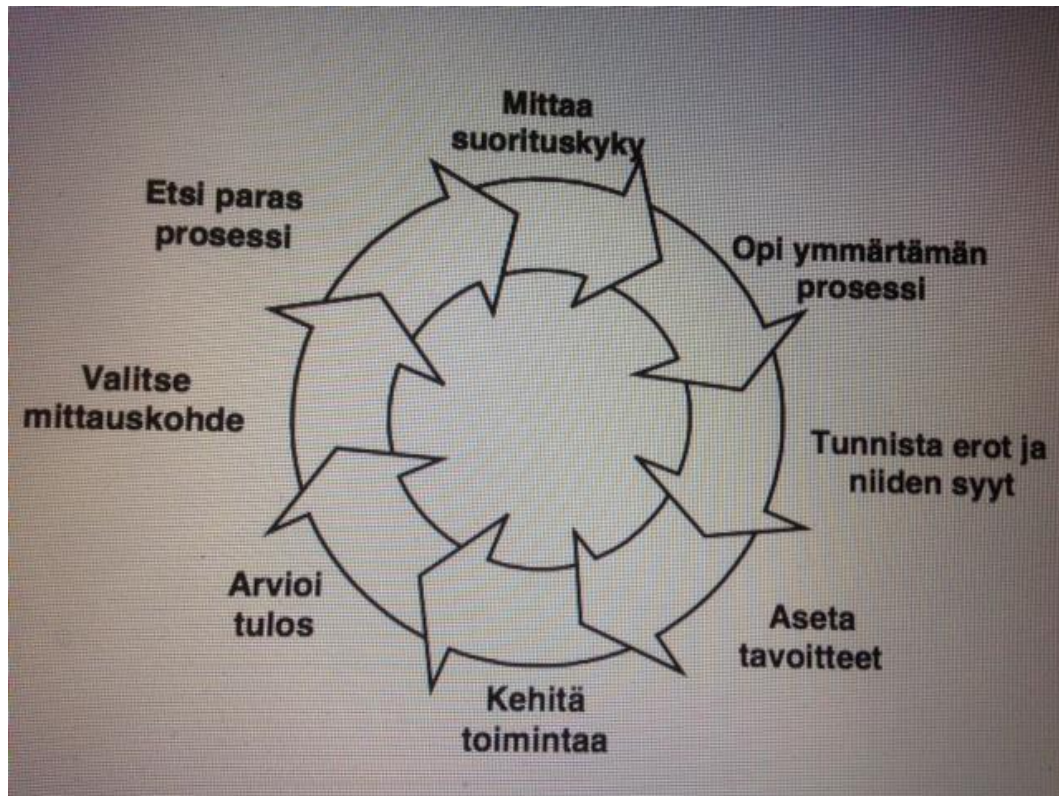
- tilaajan puutteellisten lähtötietojen seurauksena
 - suunnitteluvirheistä
 - vääristä materiaalivalinnoista
 - työmaalla tehdyistä työvirheistä
 - liian kireistä aikatauluista
 - alhaisimman hinnan priorisoinnista osaamisen kustannuksella
 - ylläpidon aikaisista huollon ja käytön virheistä
- (RT ry. 2016).



Kuva 17. Yleinen laatuajattelun kehittyminen (VTT Tapio Koivu, 2002).

Kuvasta 17 voidaan todeta, miten laatuajattelu on kehittynyt ajan saatossa rakentamisessa. Aiemmin ajateltiin, että jos halutaan tehdä parempaa laatua kustannukset kasvavat ja ovat hankalammin pidettävissä kurissa. Nykyisin ajatellaan, että jos laatua kyetään parantamaan kokonaiskustannukset laskevat, koska saman asian tekeminen kerralla kuntoon on kustannustehokkaampaa. [10.]

Kaikki laatuvirheet eivät liity pelkästään rakentamisprosessiin. Virheitä tehdään myös käytön ja huoltotöiden laiminlyöntien vuoksi.



Kuva 18. Laadun parantamisen prosessi (VTT, Tapio Koivu 2002).

Rakentamisen laadun parantaminen on samanlainen prosessi kuin muissakin laadun parantamisprosesseissa ja siksi yleisiä laadunparantamisprosesseja kannattaa hyödyntää myös rakentamisessa. Ensin mitataan nykyiset tulokset, sitten opitaan ymmärtämään mitä tehdään ja miksi, havaitaan eroja ja miksi niitä syntyy. Asetetaan parantamistavoitteet, tehdään suunnitelmat tavoitteiden saavuttamiseksi, asetetaan uudet tarkistetut mittarit, arvioidaan niiden saavuttamista, parannetaan prosessia edelleen jne. Koskaan ei saa pysähtyä vaan ympyrän sulkeuduttua samaa prosessia jatketaan. Laatuprosessi on kuin ikiliikkuja [10.]

5 Haastattelut

Työhön haastateltiin kaikkiaan viittä eri henkilöä. Haastateltavat pyrittiin valitsemaan mahdollisimman monipuolisesti, jotta pystyttiin saamaan mahdollisimman kattava kuva tuulettuvan julkisivujärjestelmän soveltuvuudesta, rakennusten ulkonäön, työn tekemisen, palvelun ja huollettavuuden kannalta. Siksi haastateltaviksi valittiin eri työvaiheita tekeviä ja toteuttavia henkilöitä eri rakentamisen ammattiryhmistä.

Ensimmäinen haastateltava oli arkkitehti, jolla on erittäin pitkä kokemus julkisten rakennusten, toimistojen ja asuntojen suunnittelusta. Hänellä on ollut yli kaksikymmentä vuotta oma arkkitehtitoimisto. Tällä haastattelulla oli tarkoitus selvittää, kuinka hyvin tuulettuva julkisivujärjestelmä soveltuu eri pintamateriaaleille, erityyppisille rakennuksille ja saavutetaanko sillä esteettisesti haluttu lopputulos suunnittelijan kannalta.

Toinen haastateltava oli pitkän päivätyön alalla tehnyt työmaapäällikkö, joka oli vastannut useista erityyppisistä rakennuskohteista uransa aikana. Haastattelun tarkoitus oli saada kokonaiskuva siitä, kuinka jo kaksikymmentä vuotta käytössä ollut tuulettuva julkisivujärjestelmä toimii nyt, onko sen käytössä ollut ongelmia, miten se on kehittynyt vuosien saatossa ja mitä kehitettävää menetelmällä olisi tulevaisuudessa, että käyttö lisääntyisi entisestään.

Kaksi seuraavaa haastateltavaa edustivat konkreettista työtä suorittavaa henkilöstöä eli julkisivuja asentavia rakennustyöntekijöitä. Heiltä haluttiin tietää, onko asentaminen helppoa vai tulisiko järjestelmää kehittää ja jos tulisi, niin mitä konkreettista järjestelmälle tulisi tehdä. Lisäksi haluttiin selvittää, onko pintamateriaalilla vaikutusta asentamisen helppouden kannalta.

Viides haastateltava oli saneerauskohteen tilaajan edustaja, jota haastateltiin saadaksemme tietää, saavutettiin ulkonäöllisesti haluttu lopputulos, miten suunnittelu tilaajan näkökulmasta sujui sekä oliko asennusvaiheessa ongelmia ja jos oli, niin minkälaisia sekä miten niitä voisi välttää. Kokonaisuutena juuri nämä haastateltavat valittiin siis sillä perusteella, että olisi mahdollista saavuttaa laaja kokonaisnäkemys tutkittavasta aiheesta. Koska haastateltavat edustivat eri rakennusprojektin eri työvaiheita suorittavia henkilöitä, ei päätarkoituksena ollutkaan saada yksityiskohtaista tietoa yhden osa-alueen toimivuudesta detaljitasolla. Tavoitteena oli saavuttaa tulevaisuuden kehittämistarpeiden osalta tulos, jota voitaisiin hyödyntää nopeallakin aikataululla konkreettisten parannusten osalta jos sellaisia löytyisi.

Haastatteluista kaksi tehtiin henkilökohtaisella tapaamisella ja kolme henkilöä haastateltiin puhelimitse. Henkilökohtaisesti haastateltiin työmaalla konkreettista asennustyötä tekevät kaksi rakennusmiestä ja muut haastateltiin puhelimitse. Tapaamisella haastateltujen henkilöiden kanssa aikaa kului n. tunti ja puhelimitse haastateltujen osalta käytetty aika vaihteli 10 – 30 minuuttiin. Rakennusmiehet eivät

halunneet nimeään mainittavan haastattelun yhteydessä, koska he pelkäsivät mahdollisten kriittisten lausuntojensa mahdollisesti vaikeuttavan heidän töiden saamista tulevaisuudessa. Myöskään työmaapäällikkö ei halunnut nimeään mainittavan, ellei siihen olisi jotain erityistä perustetta ja tarvetta. Edellä mainitusta syistä kaikkien haastateltavien nimet päätettiin jättää julkaisematta. Tällä saattoi olla se positiivinen vaikutus työn onnistumisen kannalta, että kaikki varmasti puhuivat ilman kritiikkiä sen mitä heillä oli mielessään ja sydämellään tutkittavasta aiheesta.

Arkkitehti oli erittäin tyytyväinen tuulettuvan julkisivujärjestelmän toimivuuteen. Se mahdollisti hänelle suunnittelussa käyttää vapaita muotoja eli järjestelmä ei rajoittunut hänen taiteellista vapauttaan, kuten hän asian ilmaisi. Erityisesti rankapohjainen järjestelmä miellytti häntä. Myös värisävyt olivat vapaasti valittavissa kuhunkin kohteeseen. Sen sijaan hän moitti suomalaisia tiukkoja kaavamääräyksiä, jotka rajoittivat taiteellista vapautta. Hänen mukaansa suomalaiset asuinalueet voisivat näyttää paljon elävämmiltä, mikäli kaavamääräykset olisivat nykyistä joustavammat. Osaamista ja kykyä suomalaisilta suunnittelijoilta kyllä löytyisi monimuotoisemmankin ympäristön suunnittelemiseen ilman holhoamista. Arkkitehti kehui lisäksi eri pintamateriaalien käyttömahdollisuuksia. Hänkin oli suunnitellut erääseen kohteeseen betonipinnan lisäksi laajoja lasipintoja ja kaikki voitiin toteuttaa tutkimuksen kohteena olevalla menetelmällä. Samaan kohteeseen tuli myös pikkutarkkoja detaljeja eikä niidenkään suunnittelemisen yhteydessä ollut tarvetta huolehtia toteutuksesta. Hän kehui myös huollon helppoutta ja standardien mukaista mitoitusta sekä yhteensopivuutta. Arkkitehti oli joutunut muutamia kertoja kysymään tarkentavia kysymyksiä tavarantoimittajilta ja oli saanut vastaukset täsmällisesti ja nopeasti. Hän arvosti myös toimittajien palvelun laadun erinomaiseksi.

Asentajat olivat pääosin tyytyväisiä menetelmään. Heidän mukaansa standardimitoituksesta johtuen ongelmia itse asennustyössä tuli eteen erittäin harvoin. Suunnittelijan tehdessä pieniä yksityiskohtia on tullut eteen tilanteita, joissa etenkin saneerauskohteissa pohjan ollessa epätasainen on työ edennyt hitaammin kuin he olisivat arvioineet. Uudiskohteissa tätä ongelmaa ei ole ollut, mutta pohjien tasaisuuteen ja työstettävyyteen tulee aina kiinnittää erityistä huomiota. Joskus he ovat toivoneet, että joustovaraa kiinnikkeissä olisi nykyistäkin enemmän, joka helpottaisi asennusta saneerauskohteissa. Levyjen kokoon tulisi myös suunnittelijoiden kiinnittää huomiota erityisesti saneerauskohteissa, koska joskus tilan ja nostureiden kanssa on ollut hankaluuksia. He olivat toteuttaneet vain levyrappauskohteita.

Työpäällikkö piti urakkalaskentaa helppona käytettäessä järjestelmää, koska kaikki ovat CE-merkittyjä tuotteita ja täyttävät siksi tarkimmatkin laatukriteerit. Hyvänä puolena hän piti myös sitä, että hänen työmaallensa järjestelmäkokonaisuus tulee yhdeltä ja samalta toimijalta. Jos jotain puuttuu, on helppo ottaa yhteyttä ja saada puuttuvia osia. Kaikkien muidenkin toimittajien palvelu on toiminut moitteetta ainakin tähän asti, kuten hän asian ilmaisi. Hän kehui myös laatua ja mitoitusta, sekä toisin kuin asentajat levyjen kokoa. Hänen mukaansa standardimitoituksesta oli pelkästään positiivista kerrottavaa työn sujumisen kannalta. Hänenkin mukaansa saneerauskohteissa täytyy erityisesti huomioida pintojen tasaisuus, muutoin asennuksissa saattaa tulla ongelmia. Mutta mikäli aina etukäteen tarkistetaan pintojen suoruus, ei ongelmia synny. Positiivista oli hänen mukaansa myös hengittävyys eli kosteustekniikka.

Tilaaaja ei löytänyt järjestelmästä negatiivista kerrottavaa. Hän arvosti toimittajissa kotimaisuutta. Kosteusteknistä toimivuutta, koska asukkaat pelkäävät nykyisin aivan liikakin hometta ja siitä aiheutuvia terveyshaittoja. Hänen mukaansa muualla maailmassa hometta ei pidetä läheskään samanlaisena ongelmana kuin meillä Suomessa. Keski-Euroopassa taloissa ei ole lämmityksiä ja talvisin ilmat ovat kosteita ja lähes kaikista rakennuksista löytyy etsittäessä hometta. Mutta siellä homeiset rakenteet vain korjataan ja asumista jatketaan korjausten jälkeen, kun taas täällä asukkaiden mukaan koko rakennus tulee purkaa hometta löydettyä. Isännöitsijä arvosti kuten arkkitehtikin erilaisten muotojen, värien ja pintamateriaalien runsautta ja valinnan vapautta. Vanhemmissa kohteissa, jotka on saneerattu hänen työuransa aikana, ei ole ilmennyt minkäänlaisia laatuongelmia. Hyvänä asiana hän kuten arkkitehtikin piti rankajärjestelmissä sitä, että levyt on mahdollista tarvittaessa vaihtaa jos ongelmia ilmenisi vuosien saatossa ja usein riittää vain kuluneiden pintalevyjen vaihtaminen. Ainoa negatiivinen asia rankajärjestelmissä liittyi hintaan, joka hänen mielestään on aina liian korkea. Tosin hintakin oli hänen mukaansa erittäin kilpailukykyinen, verrattaessa muita vaihtoehtoja. Halvimmalla tuulettuvan seinärakenteen sai hänen mukaansa menetelmällä, jossa tuuletusväli toteutettiin sandwich-menetelmällä. Mutta isännöitsijän mukaan Suomessa rakennetaan yleisestikin liian kalliisti. Olisi parempi suosia ainakin uudisrakentamisessa yksinkertaisia helppoja ratkaisuja, että kustannukset voitaisiin pitää kurissa, sekä uudisrakentamisessa että myöhemmin korjattaessa vanhoja rakennuksia.

5.1 Yhteenveto haastatteluista

Arkkitehti ja työpäällikkö arvostivat erityisesti rankajärjestelmän taipumista erilaisiin rakenneratkaisuihin, värimaailmoihin ja pintamateriaaleihin. Arkkitehti oli yhdistellyt lasia ja betonia sekä suunnitellut samaan kohteeseen vielä monimuotoisia detaljeja eikä ongelmia edes asentamisessa ollut syntynyt. Työpäällikkö arvosti lisäksi ennustettavuutta hinnan ja työhön kuluvan ajan suhteen, samoja asioita piti positiivisena myös tilaajana haastateltu isännöitsijä. Työpäällikkö kuten asentajatkin mainitsivat rankajärjestelmän kehittämiskohteeksi kiinnikkeiden suuremman joustomahdollisuuden, joka takaisi sen, ettei saneerauskohteissa pohjapintoihin tarvitsisi kiinnittää niin tarkkaan huomiota. Nyt pintojen tasaisuus tulee aina huolellisesti tarkistaa ennen asentamisen aloittamista, että voidaan olla varmoja asennuksen sujumisesta aikataulussa. Mutta tämä koskee kaikkia menetelmiä, jos halutaan tuulettuva julkisivu. Kokonaisuutena tuulettuvaa julkisivujärjestelmää ylistettiin jopa yllättävästi kaikkien haastateltavien puolelta, koska olisi etukäteen voinut kuvitella ainakin asentajien palautteen olevan negatiivisempaa. Mutta he olivat työuriensa aikana tehneet töitä useilla eri vaihtoehtoisilla menetelmillä ja pitivät tästä menetelmästä.

6 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tämän tutkimuksen tarkoituksena ja tavoitteena oli selvittää teoreettisen ja empiirisen eli kokemusperäisen tutkimustyön avulla onko tuulettuvilla julkisivurakenteilla hyvä laatu, onko niiden käytettävyys hyvällä tasolla ja mitä kokemuksia käyttäjillä on toimittajien laadusta palvelun osalta. Mihin asioihin tulisi jatkokehityksessä kiinnittää huomiota ja millä tavoin. Teoreettinen aineisto rakentui alan kirjallisuudesta, artikkeleista, aineistoista ja asiantuntijalausunnoista. Työssä pyrittiin huomioimaan asiakkaiden ja yhteistyökumppaneiden tarpeita lyhyellä ja pitkälläkin tähtäimellä mahdollisuuksien mukaan. Teoriaosuuteen koottiin tietoa historian varrelta, kuinka rakennusten pintakäsittelymenetelmät ovat kehittyneet ja esiteltiin tuulettuvaa järjestelmää sekä sanallisesti että kuvallisesti, jotta asiaa tuntematonkin saisi kuvan missä on oltu historian saatossa ja missä ollaan nyt. Varsinaisen tutkimuksen menetelmänä käytettiin haastattelututkimusta, joka perustuu yksityiskohtien tulkintaan ja eroavaisuuksiin.

Haastateltavia henkilöitä oli viisi, jotka valittiin eri henkilöryhmistä. Tämä mahdollisti eri näkökantojen esiin saamisen. Haastattelut tehtiin tammi- ja maaliskuun 2018 aikana ja kahdelta haastateltavalta kysyttiin vielä juuri ennen työn valmistumista tarkentavia kysymyksiä liittyen muihin kuin rankaratkaisuihin. Sen jälkeen haastatteluista pyrittiin löytämään tehtävän kannalta olennaiset kohdat ja kirjaamaan ne johtopäätöksiksi ja suosituksiksi. Mielestäni työn tavoitteet saavutettiin ja alan kannattaa hyödyntää tätä tutkimusta kehittäessään tuulettuvia julkisivujaan edelleen.

Tämän työn peruskysymys oli:

Mikä on rakennusosapuolten kuva tuulettuvista julkisivujärjestelmistä ja ovatko he tyytyväisiä sen ominaisuuksiin?

Tuulettuvilla julkisivuilla tulee olemaan tämän työn pohjalta paranevat ja kasvavat markkinat tulevaisuudessa, koska palaute oli pääsääntöisesti erittäin positiivista. Erityisesti keuhuttiin rankamenetelmän joustavuutta värien, pintojen ja muotojen suhteen sekä kustannusten ennustettavuutta. Rankajärjestelmän toivottiin kehittyvän kiinnikkeiden joustavuudessa saneerauskohteissa ja suunnittelijoiden kiinnittävän huomiota levyjen kokoon.

Suoraan rankaan toteutettavat tavat olivat toteuttavan portaan mielestä helpommin tehtävissä, mutta isännöitsijä ja arkkitehti taas arvostivat kiinniketoteutuksessa helppoutta ja pelkkien levyjen vaihtokelpoisuutta. Muiden tuulettuvien seinärakenteiden haastateltavat totesivat olevan edullisempia toteuttaa. Mutta uskovat rankajärjestelmien tulevan ajan saatossa kokonaisedullisemmiksi. Ainoat yhteiset kehittämiskohteet kohdistuivat siis asennukseen ja sen sujuvuuteen ja ne tulivat asennusta tekeviltä työntekijöiltä. Työn tekijän mielestä pohjapintojen epätasaisuuden huomioon ottaminen kaikilta osin on mahdotonta, koska levyt ovat suurehkoja ja siksi pohjatyöt on pakko aina tehdä kunnolla eikä pääsääntöisesti ole mahdollista eikä järkevääkään säätää kaikkea. Tätä mieltä oli myös työmaapäällikkö tiedusteltuani häneltä asiaa vielä erikseen.

Mahdolliset jatkotutkimukset voisivat työmaapäällikön ja tutkimuksen tekijän puolustavista lausunnoista huolimatta liittyä järjestelmien kehittämiseen sekä menetelmän kestävyysvertailuun. Jatkotutkimusta kannattaisi tehdä myös siitä, kuinka

nopeaa ja kustannustehokasta rankajärjestelmissä levyjen vaihtaminen on ensiasennuksen jälkeen rakennuksen julkisivun tultua elinkaarensa päähän.

Vastaavantyyppinen tutkimus kannattaisi toteuttaa määrällisenä asiakastytyväisyystutkimuksena kerran vuodessa esimerkiksi sähköpostikyselynä asiakkaille ja yhteistyökumppaneille, välittömän palautteen saamiseksi ja asiakastytyväisyyden varmistamiseksi. Haastattelututkimuksen toteuttaisin esimerkiksi kerran kolmessa vuodessa, koska se on paljon enemmän aikaa vievä ja keskittyy vain pieneen asiakasryhmään ja sen vuoksi sen hyöty asiakastytyväisyysmielessä on pieni. Mutta toisaalta syvällisemmän palautteen hankkimisen kannalta haastattelututkimuskin olisi aika ajoin tärkeää toteuttaa.

Lähteet

1. Yleistä julkisivuista. Verkkodokumentti. Julkisivuyhdistys <http://www.julkisivuyhdistys.fi/tutkittua/> Luettu 23.3.2018
2. Suomalaisen betonikerrostalokannan korjaustarpeet. Verkkodokumentti. Julkisivuyhdistys <http://www.julkisivuyhdistys.fi/wp/wp-content/uploads/2010/12/Beko7.pdf> luettu 23.3.2018
3. Pellervon taloustutkimus 2015. <http://www.ptt.fi/ajankohtaista/asuinrakennusten-korjaustarve-tutkimus-vuotuinen-tekninen-korjaustarve-on-keskimaarin-35-miljardia-euroa.html> luettu 23.3.2018.
4. Ilmasto-opas 2017. Verkkodokumentti. <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/ilmio/-/artikkeli/6c5a9908-7033-47a8-9855-e745b4fa7604/maapallon-ilmasto-tulevaisuudessa.html> luettu 23.3.2018.
5. Kivitaloinfo. Verkkodokumentti <https://kivitaloinfo.fi/rappaus/kosteustekninen-toiminta/> luettu 23.3.2018.
6. Suomen Betoniyhdistys ry 2016. Tuulettuvat julkisivut BY 64.
7. Suomen Betoniyhdistys ry 2016. Eriste- ja levyrappaus BY 57.
8. Kivitaloinfo. Verkkodokumentti <https://kivitaloinfo.fi/rappaus/rappausten-historia/> luettu 23.3.2018.
9. Kivitaloinfo Verkkodokumentti <https://kivitaloinfo.fi/rappaus/julkisivun-pintakasittelyt/> luettu 23.3.2018.
10. VTT. Tapio, Koivu 2002. Toimintamalli rakennusprosessin parantamiseksi. Verkkodokumentti. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/publications/2002/P475.pdf> Luettu 23.3.2018.
11. Rakennustieto. RT 82-10603. Julkisivun korjaustarpeen arviointi.

12. RT-tutkimus 2017. Verkkodokumentti. [https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-
alasta/Laatu Luettu 28.3.2018](https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-
alasta/Laatu_Luettu_28.3.2018)
13. Museovirasto. Korjauskortit. [https://www.museovirasto.fi/fi/palvelut-ja-
ohjeet/julkaisut/korjauskortit](https://www.museovirasto.fi/fi/palvelut-ja-
ohjeet/julkaisut/korjauskortit)
14. <https://www.museovirasto.fi/uploads/Meista/Julkaisut/korjauskortti-22.pdf>

Tutkimus kysymykset

1. Kuinka kauan olette olleet alalla?
2. Kuinka paljon teillä on kokemusta tuulettuvista julkisivuista?
3. Mitä hyviä ja kehitettäviä puolia olette todenneet työssänne liittyen tuulettuviin julkisivuihin?
4. Mitä mieltä olette eri järjestelmien kustannustehokkuudesta ja toimivuudesta Suomen olosuhteissa?
5. Miten järjestelmät toimivat mielestänne saneeraus- ja uudiskohteissa?
6. Mitä parannusehdotuksia teillä olisi?
7. Mitä muuta haluaisitte vielä todeta jo käsiteltyjen asioiden lisäksi?