



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

VESA PAJUNEN
RANTARAKENTAMISEN JULKISIVURAKENTEIDEN
SUUNNITTELUN HAASTEITA
Kandidaatintyö

Tarkastaja: professori Matti Pentti
23. elokuuta 2012

TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Rakennustekniikan koulutusohjelma

PAJUNEN, VESA: Rantarakentamisen julkisivurakenteiden suunnittelun haasteita

Kandidaatintyö, 30 sivua, 6 liitesivua

Elokuu 2012

Pääaine: Rakennesuunnittelu

Tarkastaja: professori Matti Pentti

Avainsanat: julkisivu, rantarakentaminen, rannikko, ilmastorasitukset, suunnittelu, haasteet

Merenrannalla vallitsee kovemmat ilmastorasitukset kuin sisämaassa. Rasituksista merkittävimmät erot sisämaahan verrattuna esiintyvät tuulen voimakkuudessa ja viistosateessa. Kovempi kosteusrasitus ja useat jäätymis-sulamissyklit lisäävät pakkasrasituksen voimakkuutta. Toisaalta samoja ilmastollisia ongelmia saattaa ilmetä myös esimerkiksi isojen järvien rannoilla, aukeilla paikoilla ja hyvin korkeissa rakennuksissa. Tässä työssä tarkastellaan pelkästään merenrantaa, jossa oletetaan ongelman esiintyvän pahimmillaan. Yksi vaikeimmista haasteista liittyy rakennuspaikan paikallisen ilmaston eli mikroilmaston tuntemiseen riittävän tarkasti ja sen soveltamiseen suunnittelussa.

Tässä työssä käsitellään tyypillisimpien Suomessa käytettävien julkisivumateriaalien turmeltumisilmiöitä ja erityispiirteitä. Turmeltumisilmiöt eivät eroa tyypeiltään sisämaasta vaan erot ovat turmeltumisilmiöiden nopeudessa. Tällöin säilyvyyden suunnittelu korostuu merenrannalla. Eräs tärkeä haaste on myös julkisivun vedenpitävyys, jolloin tärkeää on oikean julkisivumateriaalin valinta. Materiaalin valintaa suurempi vaikutus on vaipan yksityiskohtien suunnittelulla. Näitä ovat esimerkiksi räystäät, ikkunoiden detaljit ja kahden eri materiaalin liitoskohta.

Kosteudenhallinta korostuu merenrannalla. Sen lisäksi että kosteus liittyy jokaiseen merkittävään turmeltumisilmiöön, niin paineellinen vesi julkisivun pinnalla sekä julkisivun läpi päässyt kosteus tulee hoitaa riittävällä tuuletuksella tai vedenpoiston huolehtimisella. Muut haasteet liittyvät voimakkaaseen tuuleen, joka aiheuttaa ongelmia tuulenpitävyydelle ja julkisivujen kiinnityksille.

ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Programme in Civil Engineering

PAJUNEN, VESA: The Challenges of Designing Facade Structures in the Coastal Climate of Finland

Bachelor of Science Thesis, 30 pages, 6 Appendix pages

August 2012

Major: Structural Engineering

Examiner: Professor Matti Pentti

Keywords: facade, coastal climate, construction, designing, challenges

There is severer climate in the coastal environment of Finland than inland. When comparing climate to inland, the most significant differences are in wind speed and intensity of wind-driven rain. Stronger moisture stress and a number of freeze-thaw cycles on the coast also increase frost damages in porous materials. On the other hand, the same features occur for example on the shores of big lakes, in a large, open places, and in high-rise buildings. However, this work only focuses on the coast construction, where the problem is probably the worst.

This work also contains specific characteristics of the most common Finnish facade materials in the coastal environment. Materials have the same degradation mechanisms on the coast as well as in inland. The most significant difference is in the speed of degradation mechanisms, and therefore it is important to pay attention to the durability of materials that are used in the coastal climate. Choosing waterproof building materials gets also highlighted in the coastal environment. Even more important thing in terms of waterproofing is to design secure and reliable details of the envelope, for example roof overhangs, window and wall details, flashings and so on.

Moisture management is essential for every kind of buildings, but it is even more important in the areas of strong wind-driven rain. In addition that the rainwater accompanies in each degradation mechanisms, the pressurized water on the surface of a facade and its ability of getting through the facade have to be prevented by taking care of adequate ventilation and a proper rainwater system. Other challenges in the coastal environment relate to the strong wind which causes challenges for wind-proofing and fastenings in the facade

ALKUSANAT

Tämä kandidaatintyö on tehty Julkisivuyhdistys ry:n toimeksiannosta Tampereen teknillisen yliopiston rakennustekniikan laitokselle. Työ aloitettiin vuoden 2011 loppupuolella. Työn ohjauksesta on vastannut Mikko Tarri A-Insinöörit Suunnittelu Oy:stä ja tarkistuksesta professori Matti Pentti Tampereen teknillisestä yliopistosta. Lisäksi työssä on ollut mukana Olli Saarinen A-Insinöörit Suunnittelu Oy:stä. Haluan kiittää kaikkia kolmea hyvistä neuvoista ja ohjeista. Kiitos myös Julkisivuyhdistyksen väelle sekä kaikille muille keskustelukumppaneille asian tiimoilta.

Tutkimukseni on kaksiosainen. Ensimmäinen vaihe on tämä kandidaatintyö, jossa tarkoituksena on kerätä ja koota rantarakentamisen julkisivurakenteiden jo olemassa olevaa tietoa yhteen. Tämän jälkeen tutkimus jatkuu diplomityönä saman aiheen parissa syventäen kandidaatintyötä käytännönläheisempään muotoon.

Tampereella 20.8.2012

Vesa Pajunen

SISÄLLYS

1	Johdanto.....	1
2	Rasitustekijät rannikolla	4
2.1	Yleistä merenrannan ilmastosta.....	4
2.2	Tuuli.....	4
2.3	Kosteusrasitus.....	8
2.4	Muut rasitustekijät	11
2.4.1	Merivesi	11
2.4.2	UV-säteily	12
2.4.3	Lämpötila ja pakkasrasitus.....	12
2.5	Ilmastonmuutos ylipäätään.....	13
3	Tyypillisimmät julkisivut	14
3.1	Betonijulkisivut ja -parvekkeet	14
3.2	Rapatut julkisivut.....	15
3.3	Muuratut julkisivut	17
3.4	Puujulkisivut.....	18
3.5	Lasijulkisivut	19
3.6	Metallijulkisivut	19
3.7	Levyjulkisivut.....	19
3.8	Luonnonkivijulkisivut.....	20
4	Julkisivurakenteiden haasteet merenrannalla	21
4.1	Yleisiä haasteita merenrannalla.....	21
4.2	Tuulesta tulevat haasteet merenrannalle	22
4.3	Haasteet kosteudenhallinnassa merenrannalla	23
4.4	Julkisivun yksityiskohtien haasteet	23
5	Johtopäätökset.....	26
6	Yhteenveto.....	27
	Lähteet.....	28
	Liite A	31

1 JOHDANTO

Kaikkialle maailmaa on rakennettu rantojen äärelle. Hyvät kulkuyhteydet ja veden läheisyys on houkuttellut ihmiset meren ja järvien äärelle. Myös houkuttelevat maisemat ovat tuoneet asuinrakentamista merenrannoille. Tällä hetkellä esimerkiksi Helsingissä on menossa isojen satama-alueiden muuttaminen asuin- ja toimitila-alueiksi. Rantarakentamisen yleisyydestä huolimatta suomenkielistä rantarakentamisen julkisivurakenteisiin liittyvää suunnitteluohjetta ei vielä ole tehty – yhtä ohjeistoa lukuun ottamatta. [1] Tämän työn ja tulevan diplomityöni tarkoitus onkin olla osana korjaamassa tätä puutetta. Aihe tosin vaatii paljon lisätutkimusta, vaikka tietoa onkin saatavilla hyvin. Tässä työssä pyritään kokoamaan tietoa aiheesta sekä selvittämään julkisivujen haasteita rannikolla.

Kattavien ja tarkkojen suunnitteluohjeiden puuttumisen lisäksi merenrannan julkisivurakenteiden uudisrakentamista vaikeuttaa tämän päivän rakennuskulttuuri, jossa tyypillisiä ovat haastavat ja monimuotoiset detaljit ja rakenneratkaisut. Nämä näkyvät useiden materiaalien yhdistelemisessä, saumojen paljoudessa ja entistä korkeammassa rakennuksissa. Tähän kun lisää rannikolla vaikuttavat kovemmat rasitukset, haastavat rakentamisolosuhteet ja ilmastomuutos, vaatii aihe tutkimista ja ohjeistusta lisää. [1]

Tutkimukseni ensimmäinen osa on tämä kandidaatintyö, jossa kerätään aineistoa rantarakentamisen julkisivurakenteiden suunnittelu- ja rakentamisohjetta varten. Kandidaatintyö toteutetaan kirjallisuustutkimuksena, jossa selvitetään jo olemassa olevaa tietoa ja osaamista Suomen ja muiden maiden merenrantarakentamisen julkisivurakenteiden haasteista suunnittelun näkökulmasta. Toinen keskeinen tavoite on olemassa olevien suomalaisten ohjeiden ja vaatimusten sisällön selvittäminen.

Kandidaatintyö luo perusedellytykset soveltavalle tutkimukselle toiseen tutkimuksen osaan. Tutkimuksen toisessa osassa tehdään diplomityö kandidaatintyön jatkoksi. Diplomityössä paneudutaan käytännönläheisempään tutkimukseen, jota voisi hyödyntää paremmin suunnitteluohjetta laadittaessa. Koko tutkimuksen tavoite on kerätä tietoa ja osaamista rantarakentamisen julkisivurakenteista, joka kootaan ja tarkennetaan yhdeksi suunnittelu- ja rakentamisohjeeksi. Diplomityön tutkimussuunnitelma on tämän työn liitteenä.

Tutkimus tarkastelee aihetta lähtökohtaisesti uudisrakentamisen näkökulmasta, mutta tutkimuksesta saatavat päätelmät ja johtopäätökset ovat sovellettavissa myös korjausrakentamisessa. Tutkimuksessa keskitytään pelkästään julkisivurakenteisiin, joten maanalaisten rakenteiden ja vesikattorakenteiden tarkastelua ei tässä työssä tehdä. Karkeasti rajattuna tutkimus keskittyy perusmuurin yläpinnasta räystäälle ja van lämönneristettyyn osaan. Tällöin ikkunoita ja ovia ei tarkastella liitoksia lukuun ottamatta.

Tutkimusta voidaan soveltaa myös muihin yhtä kovien rasiusten alaisiin rakennuksiin. Merenrannalla esiintyy Suomen ankarimmat ilmasto-olosuhteet. Toisaalta samankaltaisia olosuhteita voi olla suurien järvien rannoilla, isoilla ja aukeilla alueilla tai hyvin korkeissa rakennuksissa.

Tässä kirjallisuustutkimuksessa julkisivurakenteita lähestytään etsien rantaolosuhteista johtuvia erityispiirteitä ja haasteita sisämaan rakentamiseen verrattuna. Ensiksi selvitetään Suomen rannikon tyypillistä ilmastoa. Tämän jälkeen käydään läpi eri julkisivuja, joista pyritään myös nostamaan eroavaisuuksia merenrannan ja sisämaan väliltä. Lopuksi käydään läpi rantarakentamisen julkisivurakenteisiin liittyviä muita haasteita ja ongelmia. Tämän tyyppisiä teoksia on tehty vähän merenrantarakentamisen julkisivurakenteista. Täten tutkimus on pilottimainen ja aihe vaatii varmasti tutkimusta myös jatkossa. Vähäisen aiheen tutkimisen lisäksi epävarmuustekijöitä lisää myös, että tutkimus toteutetaan opiskelijatyönä.

Suomessa merenrannikoiden ja merellä olevien saarten rantaviivojen kokonaispituus oli vuonna 2005 yhteensä 37 626 kilometriä. Suurin osa tästä rantaviivasta sijaitsee mannerrannikon ja hehtaaria suurempien saarten rannalla. Maakunnittain suurin osuus sijaitsee Varsinais-Suomessa yli 14 500 kilometrin rantaviivaosuudella, kuten taulukosta 1 selviää. [2]

Taulukko 1: Merenrannikon rantaviivojen pituus maakunnittain. [2]

Maakunta	Rantaviivan pituus (km)				
	Rannan kokonaispituus	Mannerranta ja yli ha:n saaret	%-osuus kokonaispituudesta	Alle hehtaarin saaret	%-osuus kokonaispituudesta
Lappi	602	508	84	95	16
Pohjois-Pohjanmaa	1626	1380	85	246	15
Keski-Pohjanmaa	774	656	85	118	15
Pohjanmaa	8075	6411	79	1664	21
Satakunta	2592	1867	72	725	28
Varsinais-Suomi	14738	11720	80	3019	20
Uusimaa	4913	3911	80	1002	20
Itä-Uusimaa	2587	2119	82	467	18
Kymenlaakso	1719	1434	83	285	17
Yhteensä	37626	30006	80	7621	20

Tarkasteltaessa rakennettua rantaviivaa merenrannalla ja merellä sijaitsevilla saarilla niin vuonna 2005 rantaviivasta oli rakennettu 41 %. Jos tästä luvusta jätetään kuitenkin tarkastelematta alle hehtaarin kokoiset saaret, joiden käyttömahdollisuudet ovat todella rajalliset, saadaan edellä mainituksi luvuksi 48 % (taulukko 2). Eniten rantaviivasta on

rakennettu merenrantakaupunkien ja niiden lähikuntien osalta. Esimerkiksi Vaasan, Turun, Espoon, Helsingin, Sipoon ja Loviisan rannoista on rakennettu vähintään 70 %. Vapaita rantoja on puolestaan eniten pienissä saarissa. [2]

Taulukko 2: Mantereen merenrannoilla ja yli hehtaarin kokoisten saarien vapaat ja rakennetut (sulkeutuneet) rannat. Sulkeutuneisuusaste tarkoittaa sitä, kuinka suuri osuus rantaviivasta on rakennettu. [2]

Maakunta	Manner ja yli hehtaarin saaret			
	Rannan kokonaispituus (km)	Vapaa ranta (km)	Sulkeutunut ranta (km)	Sulkeutuneisuusaste (%)
Lappi	508	306	202	40
Pohjois-Pohjanmaa	1380	916	464	34
Keski-Pohjanmaa	656	296	360	55
Pohjanmaa	6411	3270	3141	49
Satakunta	1867	773	1094	59
Varsinais-Suomi	11720	6569	5150	44
Uusimaa	3911	1903	2008	51
Itä-Uusimaa	2119	1014	1105	52
Kymenlaakso	1434	639	796	55
Yhteensä	30006	15686	14320	48

2 RASITUSTEKIJÄT RANNIKOLLA

Tässä luvussa käydään läpi merenrannan ympäristöolosuhteita. Erityisesti pohditaan kosteuslähteitä, tuulta sekä sateen ja tuulen yhteisvaikutusta viistosadetta. Lyhyesti selvitetään myös lämpötilavaihteluja, UV-säteilyä ja meriveden kloridipitoisuutta. Tärkeänä näkökulmana on vertailla sisämaan ja merenrannan rasituksia. Lopuksi pohditaan ilmastonmuutosta ja sen vaikutusta yleisesti.

2.1 Yleistä merenrannan ilmastosta

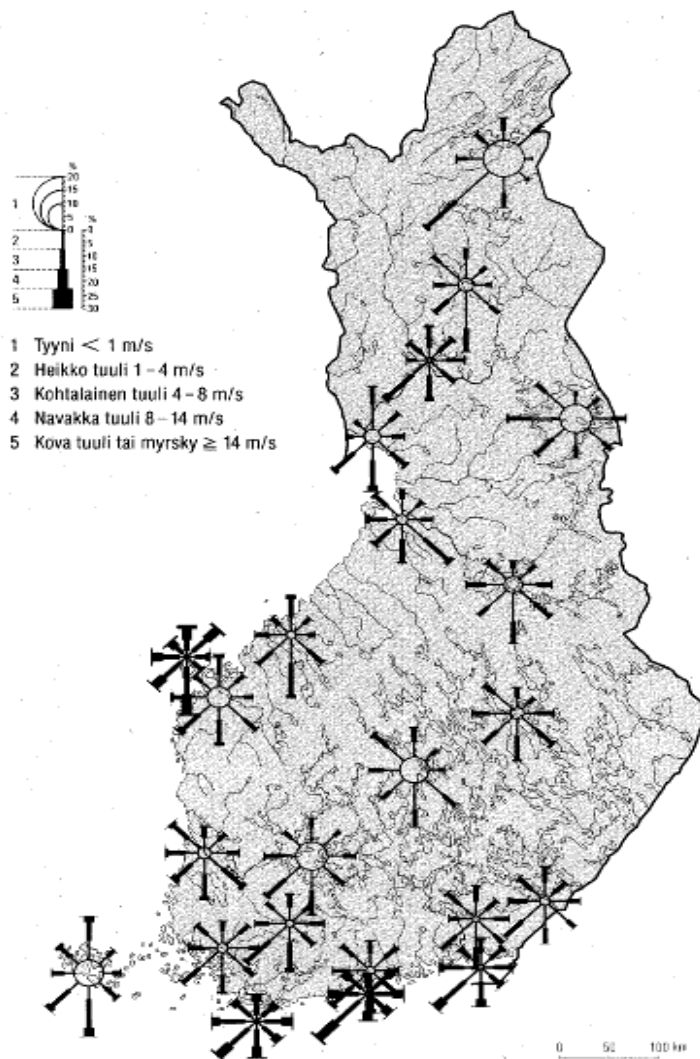
Merenrannalla vaikuttavat lähes samat rasitustekijät kuin sisämaassakin. Selkeä poikkeus on meriveden suolapitoisuudesta johtuva suolainen ilmasto. Rasitukset, kuten tuuli, viistosade ja pakkasrasitus, eroavat kuitenkin sisämaan vastaavista rasituksista voimakkuuksiltaan. [3] Tässä työssä keskitytään tarkemmin vain merenrannan ääriolosuhteisiin – rasitustekijöihin, jotka poikkeavat sisämaan vastaavista rasituksista selvästi. Toisaalta käsitellään ainoastaan niitä rasituksia, jotka vaikuttavat julkisivurakenteisiin. Tästä syystä esimerkiksi rannikoiden tulviminen ja jäiden vaikutus jää vähemmälle huomiolle, vaikka ne ovatkin merkittäviä asioita merenrannan rakennuksille.

Merenrannalla korostuu mikroilmaston merkitys, jolloin pitää tarkastella rakennusta paikallisessa ympäristössä. Tällöin vaikuttavia tekijöitä ovat rakennuksen sijainti eri ilmansuuntiin nähden, maaston korkeudet, muut ympärillä olevat rakennukset sekä kasvillisuuden määrä, korkeus ja sijainti. Näin ollen pelkän suuren alueen ilmaston eli makroilmaston huomioon ottaminen ei riitä, vaan rakennuksia on tarkasteltava tapauskohtaisesti. Ilmastollisia eroavaisuuksia on myös jonkin verran maantieteellisen sijainnin mukaan Suomen rannikoilla. [3; 4 s. 32]

2.2 Tuuli

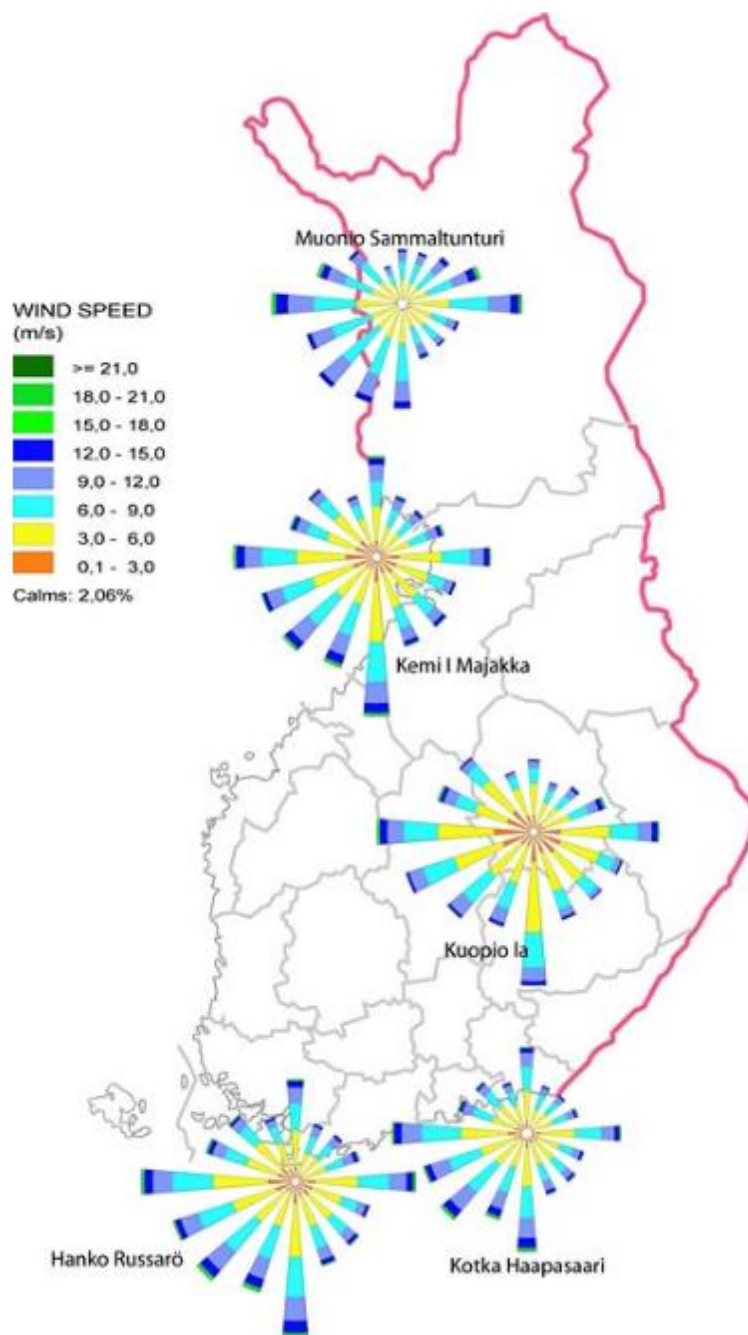
Suomessa Ilmatieteen laitos on mitannut jo useita vuosikymmeniä eri alueille keskimääräisiä tuulen nopeuksia, jotka kuvaavat tuulen voimakkuutta. Tuulennopeuteen vaikuttavat tuulensuunta, vuodenaika, ympäristö sekä paikkakunta. Tuulennopeuksista saadaan laskettua tuulikuorma, johon vaikuttavat rakennuksen muoto ja koko. Tuuli on merkittävä rasitustekijä, mutta se riippuu vahvasti alueen paikallisista ominaispiirteistä. [5] Rannikolla tuulen voimakkuus korostuu, koska alueet ovat usein laajoja, avonaisia alueita ja maastonmuodot otollisia tuulelle. Kuitenkin rannikolla tuulennopeuksien vaihteluväli on suuri. Esimerkiksi rannikon edustalla olevat laajaa ja korkeaa kasvillisuutta kasvavat saaret vähentävät tuntuvasti tuulennopeuksia mantereella. [6]

Rannikkoseutuja pidetään kovan tuulen alueina. Keskimäärin tuulen nopeus on kaksi kertaa niin suuri rannikolla kuin sisämaassa. Merenrannan voimakkaat tuulet voivat vaikuttaa 15 kilometriä rannikosta sisämaahan päin. Voimakastuulisen vyöhykkeen vaikutus lakkaa puolestaan 40 kilometriä rannikolta sisämaahan. [8 s. 8-9] Ilmatieteen laitoksen tutkimuksessa puolestaan on havaittu merituulten vaikutus enimmillään 60 – 70 km etäisyydellä rannikosta. [9]



Kuva 1: Vuotuisia tuulen nopeuksia ja suuntien vaihtelua paikkakuntakohtaisesti tuuliruusuna esitettynä. Tiedot ovat peräisin Ilmatieteen laitoksen keräämistä havainnoista vuosilta 1961 – 1980. [5]

Yleisimmät tuulet Suomen merenrannoilla ovat etelä-, lounais- ja länsituulia. Nämä tarkoittavat tuulensuuntasektoria tuuliruusuissa (kuvat 1 ja 2). Tuulen suunnalla on suuri merkitys siihen, millä suunnalla julkisivu sijaitsee ja mitkä rasisukset kyseiselle julkisivulle kohdistuvat.

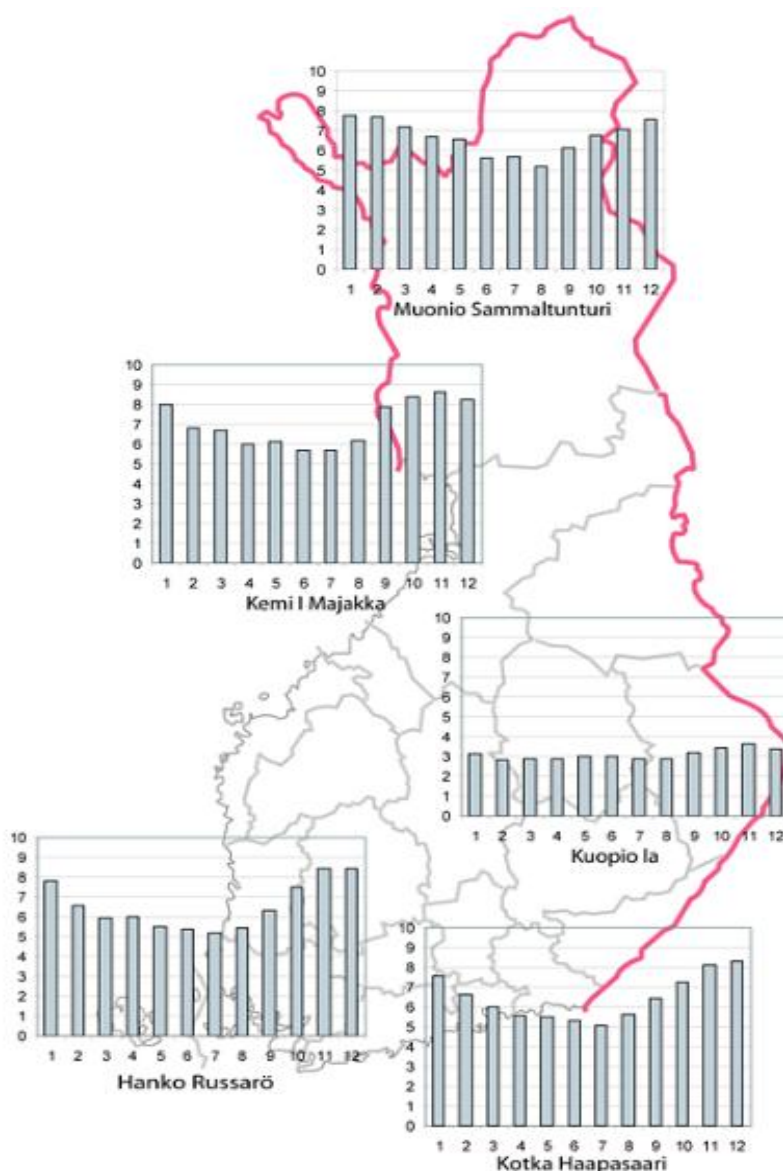


Kuva 2: Tuulen nopeuksia ja suuntien vaihtelua paikkakuntaakohtaisesti tuulisuusuna esitettynä. Tiedot ovat peräisin vuosilta 1998 – 2008. [6]

Tuulen vaikutukset julkisivurakenteille tulevat esiin yhdessä vesisateen kanssa viistosateena sekä ilmapuotojen hallinnassa läpi vaipan. Viistosaderasitukseen vaikuttaa oleellisesti voimakas tuulen suunta, sillä etelä- ja länsituulet voivat paikoitellen muuttua vaakasateiksi muodostaen suurenkin riskin julkisivun vedenpitävyydelle. Edellä mainittujen lisäksi tuulen aiheuttama tuulikuorma ja sen hallitseminen ovat tärkeitä tekijöitä jul-

kisivurakenteiden kiinnityksissä. Suurimmat tuulennopeudet nk. myrskytuulet esiintyvät lähes aina poikkeuksetta merialueilla. [5]

Suomessa tuulisimmat kuukaudet ovat syksy- ja talvikuukaudet (kuva 3). Tämä korostuu varsinkin rannikolla, kun mitataan tuulen kuukausikeskiarvoja. Ilmatieteen laitoksella on tietoa tuulen kuukausikeskiarvoista useilta paikkakunnilta, joissa uusin ajanjakso on mitattu vuosilta 1980 – 2010. Niistä ilmenee myös tuulen suunnat sekä tyynien päivien prosentuaaliset määrät. Tuulisimpien kuukausien lisäksi näistä tilastoista voidaan todeta merenrannalla ja saaristossa sijaitsevien mittauspisteiden vähäinen tyynien päivien määrä (0 – 1 %), joka tukee kuvitelmaa, että rannikolla tuulee aina. Edellisten lisäksi tuulen suunnassa on hallitsevana länsi-etelätuulet. [7]

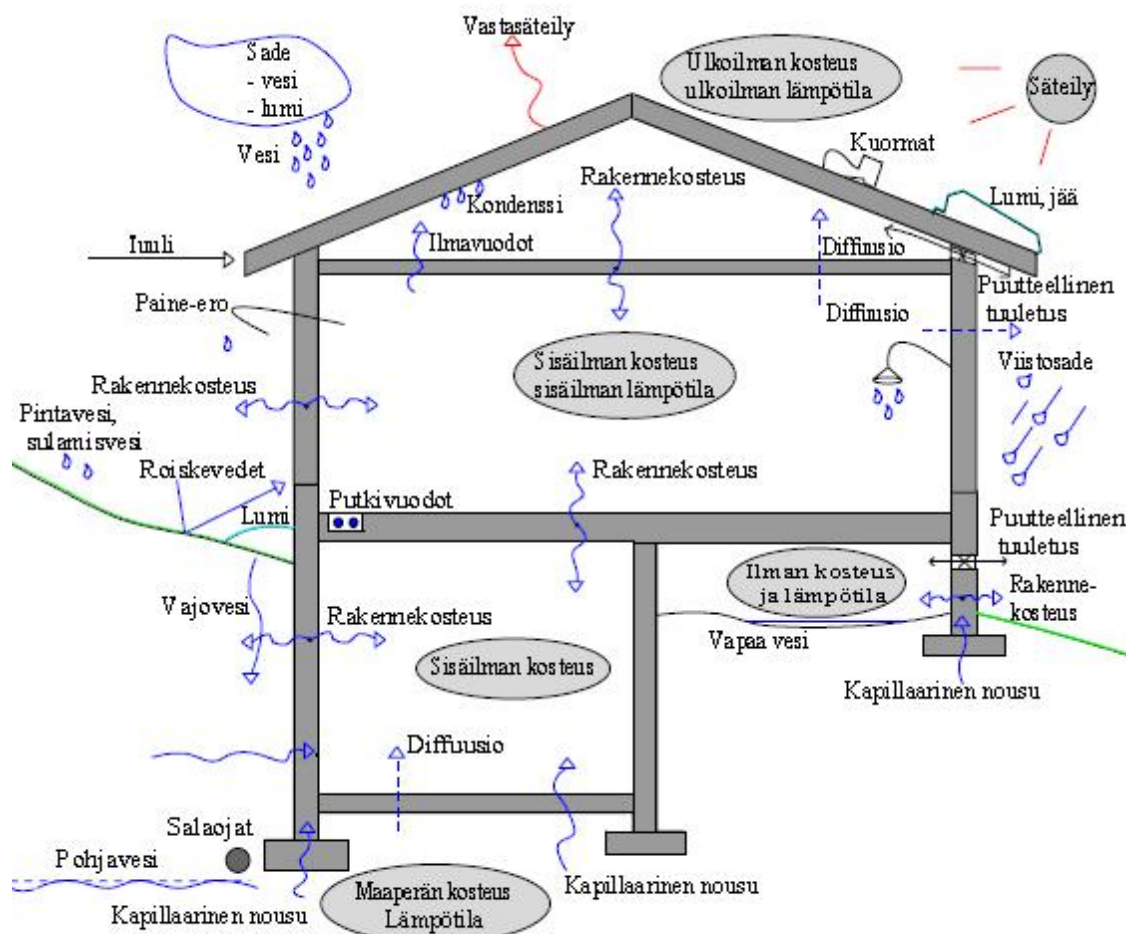


Kuva 3: Ilmatieteen laitoksen mittaamia kuukausikeskiarvoja tuulen nopeuksista eräillä paikkakunnilla. Pystyakselilla tuulen nopeus (m/s), vaaka-akselilla kuukaudet (tammi-joulu). [6]

Avomerellä tuulee eniten, mutta tuuli vaimenee tultaessa rannikolle ja ollen kuitenkin kovempaa kuin sisämaassa, mikä taas riippuu rannan ominaispiirteistä ja tuulen mittasuoruksesta. Sisämaassa merenrannan tuulien voimakkuuksien tasolle päästään laajoilla, avonaisilla ja/tai korkeilla maa-alueilla sekä järvenselillä. Kuitenkin maanpinnalla merialueilla ja sisämaan välillä on suuria eroja, mutta mitä korkeammalta tuulta mitataan niin sitä enemmän ero kasvaa. [6; 10]

2.3 Kosteusrasitus

Rakennuksen julkisivulle tulevia kosteuslähteitä ovat mm. sade, lumi, viistosade, tuulen kuljettama sadevesi ja lumi, ulkoilman kosteus, maaperän kosteus, pintavesi, roiskevesi, rakennuskosteus, vesivuodot detaljeista ja rakenteista, sisäilman kosteus, diffuusio, konvektio sekä tiivistynyt sisäilman kosteus. [11] Näitä on havainnollistettu kuvassa 4.

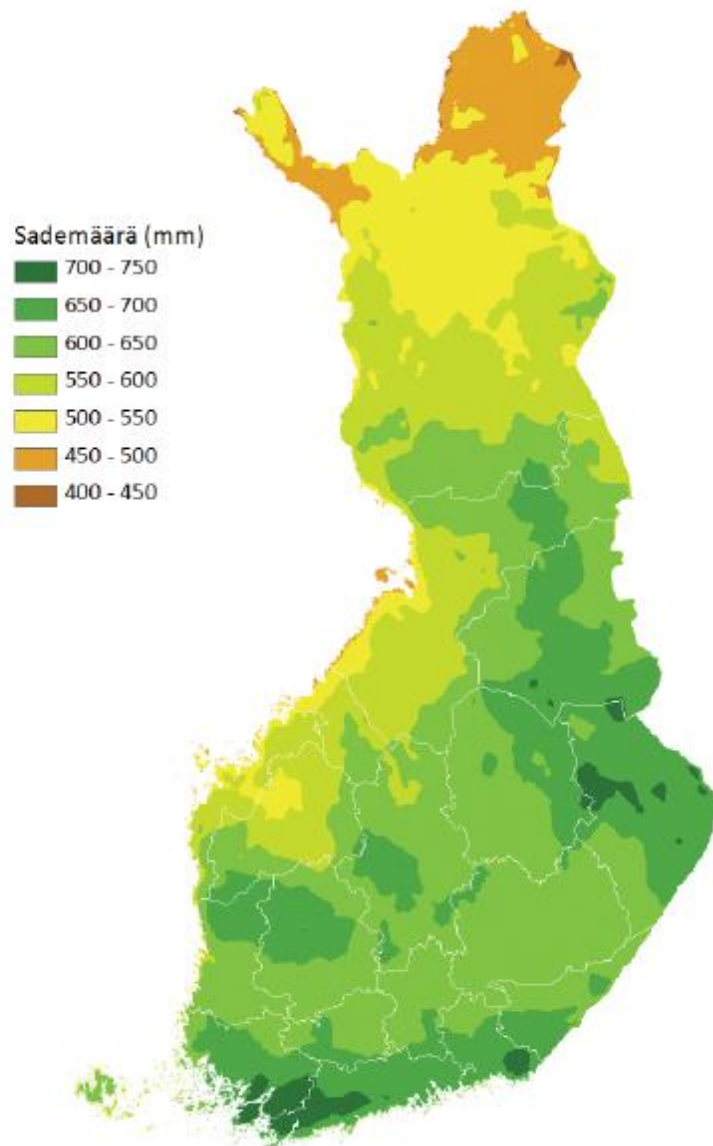


Kuva 4: Rakennuksen tyypilliset kosteuslähteet. [12]

Edellä mainituista ja kuvan 4 kosteuslähteistä merenrannalla korostuvat viistosade, tuulen kuljettama sadevesi ja lumi sekä vesivuodot detaljeista ja rakenteista. Tämän lisäksi

sisämaasta poikkeava kosteuslähde rakennuksille on aivan rannan tuntumaan rakennettaessa aallokon iskusta rantaan lentävät pärskeet. [1]

Kuten kuvasta 5 nähdään sataa Etelä- ja Lounais-Suomessa keskimäärin eniten, kun tarkastellaan vapaata sademäärää millimetreissä vuositasolla. Perämerellä vuotuiset sademäärät ovat pienempiä kuin Suomenlahdella. Kuitenkaan rannikon vapaa saderasitus vuositasolla ei eroa sisämaan rasiuksista kovinkaan paljoa. Eniten vettä sataa vuodenajoista loppukesästä ja erityisesti syksyllä, kun sade tulee vetenä. Rakennukseen kohdistuva saderasitus vaihtelee kuitenkin paljon paikkakunnittain, ajankohdittain, ympäristön ja rakennuksen muodon mukaan. [7]

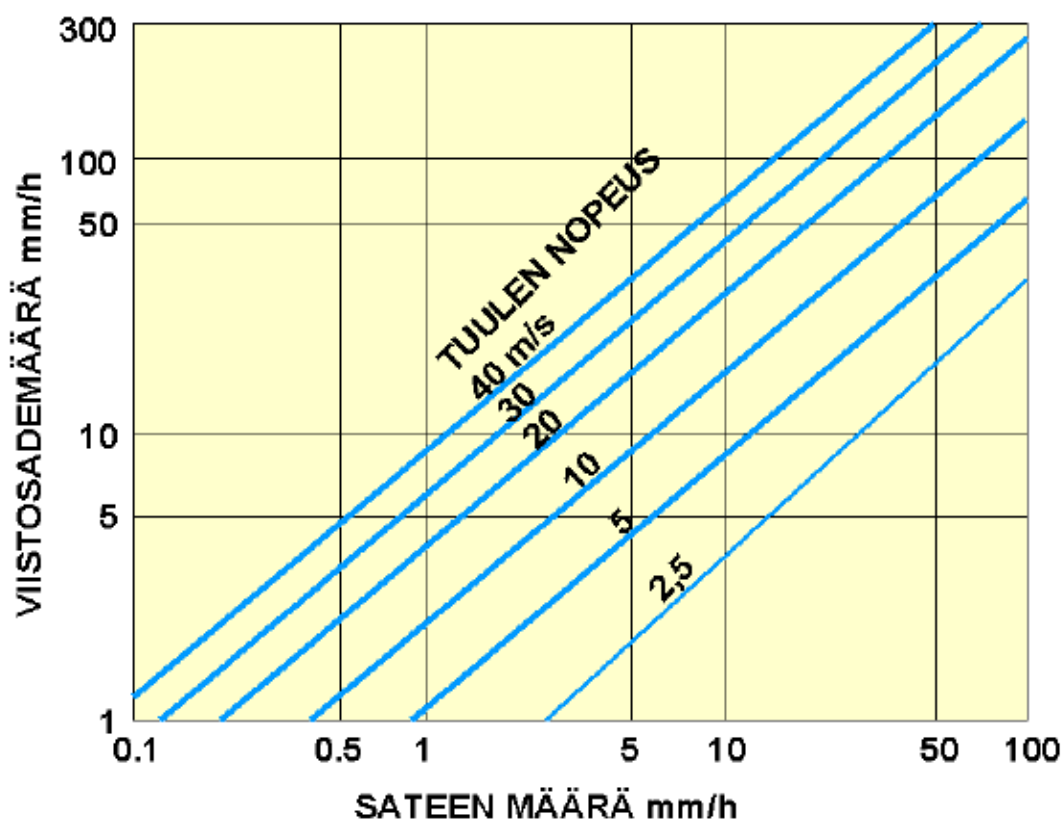


Kuva 5: Keskiarvo vuotuisista sademääristä vuosilta 1981-2010. [7]

Useinkaan normaalia saderasitusta ei lasketa rannikon ääriolosuhteiksi verrattuna sisämaan vastaavaan rasiukseen. Huomattavasti kriittisempi rasiutus syntyy sateen ja tuulen yhteisvaikutuksesta. Tästä käytetään nimitystä viistosade – sateen vaakasuora komponentti. Viistosade kohdistuu voimakkaimmin rakennuksen nurkkiin ja yläosaan. Viisto-

sade on kovinta avoimilla alueilla. Toisaalta julkisivulle tuleva viistosaderasitus riippuu myös siitä, millä ilmansuunnalla julkisivu sijaitsee. Suomessa tuulee kovimmin länsi-eteläsuunnassa. Viistosateeseen vaikuttaa myös rakennuksen koko ja muoto sekä vaipan yksityiskohdat, kuten räystäät ja pellitykset. [13; 11]

Mikäli tutkitaan sademäärää ja tuulen voimakkuuksia, voidaan todeta, että viistosade on yleensä voimakkaampaa merenrannalla kuin sisämaassa. Tähän syinä ovat merenrannan otollinen ympäristö, merenrannalla puhaltava voimakkaampi ja useimmin esiintyvä tuuli sekä Etelä-Suomessa kovempi saderasitus. Toisaalta asia ei ole näin yksinkertainen merenrannallakaan vaan viistosademäärissä on suuria vaihteluja edellä mainituista syistä. Etelä-Suomen rannikolla esiintyy kovempaa viistosadetta kuin Perämeren rannikolla. Länteen päin olevalle julkisivulle kohdistuu kovempi viistosaderasitus kuin itään päin olevalle. Hyvin korkeaan rakennukseen kohdistuu kovempi viistosaderasitus kuin pientaloon. [7; 1]



Kuva 6: Viistosateen määrä riippuen sateen määrästä ja tuulen nopeudesta. [11]

Kuten edellä on todettu, Suomessa suurin saderasitus ja voimakkaimmat tuulet kohdistuvat rakennuksiin syksyllä. Tällöin noin puolet koko vuotuisesta sademäärästä sataa viistosateena. Syksyllä myös ulkoilman suhteellinen ja absoluuttinen kosteus ovat korkealla tasolla, jolloin muutenkin seinärakenteen kuivuminen ulospäin on hidasta. [13]

Viistosateen lisäksi kova tuuli aiheuttaa paineellista vettä julkisivun pinnalle. Tämä sadevesi voi kulkeutua tuulen mukana ylöspäin sekä sivuille. Myös lumi voi kulkeutua veden ohella julkisivulla ja tunkeutua rakenteisiin. Viistosateen ohella edellä mainittu voi johtaa vuotoihin detaljeista. [14]

2.4 Muut rasiustekijät

2.4.1 Merivesi

Itämeren merivesi on murtovettä, joka tarkoittaa makean ja suolaisen veden sekoitusta. Tällöin myös meriveden suolaisuus vaihtelee paljon alueittain, kuten nähdään kuvasta 7. Itämeren pintaveden suolaisuus on yksi kuudesosa isojen valtamerien suolaisuudesta (taulukko 3). Suomen rannikolla se on vielä pienempi – paikoitellen jopa makeaa vettä. Tämä johtuu useista joista, jotka laskevat Suomen rannikolle sekä kaukaisesta etäisyydestä Pohjanlahdesta, josta suolaista merivettä ainoastaan pääsee Itämereen. [15]

Suolarasitus on kuitenkin otettava huomioon rasiustekijänä merenrannalla. Merivedestä koituva ongelma julkisivurakenteille liittyy tuulen kuljettamaan meriveteen, joka sisältää ioneja. Tuulen kuljettamaa merivettä pienempi ongelma on aaltojen iskusta lentävät pärskeet julkisivurakenteille, kun rakennetaan aivan merenrannalle. Suolainen kostea ilma ja merivesi on haitallista etenkin metalleille ja betonille sekä muille julkisivumateriaaleille pitkäaikaiskestävyyden näkökulmasta. Sisämaassa tätä ei esiinny. [16; 14]



Kuva 7: Pintavesien keskimääräinen suolaisuus [g/l] Itämeressä. [15]

Taulukko 3: Neljän eri meren suolapitoisuuksia (ionipitoisuuksia) merivedessä. [17]

Ioni	pitoisuus, g/l			
	Pohjanmeri	Atlantti	Itämeri	Persianlahti
Natrium, Na ⁺	12,20	11,10	2,19	13,10
Magnesium, mg ²⁺	1,11	1,41	0,26	1,48
Kalium, K ⁺	0,55	0,40	0,07	0,67
Kalsium, Ca ²⁺	0,43	0,48	0,55	0,50
Kloridi, Cl ⁻	16,85	20,00	3,96	23,00
Sulfaatti, (SO ₄) ²⁻	2,22	2,81	0,58	4,00
Yhteensä	33,36	36,2	7,11	42,75

2.4.2 UV-säteily

Julkisivupinnan kokonaissäteily koostuu suorasta säteilystä, hajasäteilystä ja heijastuneesta säteilystä. UV-säteilyn voimakkuuteen vaikuttavat vuodenaika ja julkisivun ilmansuunta. Aurinko paistaa eniten kesäkuukausina, jolloin myös pilvisuus on pienintä, aiheuttaen suurimman UV-säteilyn. Etelä-, lounais- ja kaakkoisseinät saavat eniten auringonsäteilyä pystysuorista pinnoista, kun taas pohjoisseinä puolestaan selkeästi vähiten.

Veden läheisyys, suurempi auringonpaistelukema vuodessa ja pienempi pilvisuus aiheuttavat voimakkaamman UV-säteilyn rannikkoseudulla kuin sisämaassa. Suomenlahden rannikoilla UV-säteily on voimakkainta. Erot sisämaan ja rannikon välillä eivät ole kuitenkaan kovin suuret. Eri ilmansuunnista tulevissa säteilymäärissä on suuriakin eroja. [18; 1]

Vaakatasoille tulee suurempi säteily kuin pystypinnoille, joten katot saavat suuremman rasituksen kuin julkisivut. UV-säteily on kuteinkin haitallista julkisivuille nopeuttaen orgaanisten aineiden turmeltumista. Kosteus pahentaa vielä turmeltumisilmiötä yhdessä UV-säteilyn kanssa. [17; 1]

2.4.3 Lämpötila ja pakkasrasitus

Merenrannalla on keväällä ja alkukesästä keskimääräistä viileämpää ja puolestaan syksyllä sekä alkutalvesta lämpimämpää kuin sisämaassa. Tämä johtuu juuri merestä, joka lämpenee keväällä ja kylmenee syksyllä hitaasti, sekä merituulien lämpötilaa alentavasta vaikutuksesta. Meren läheisyys vaikuttaa lämpötiloihin noin 20 kilometriä rannalta sisämaahan. Sisämaassa vuorokautiset ja vuosittaiset lämpötilaerot ovat suuremmat kuin rannikolla. Merenrannalla lämpötilaerot ovat kohtuulliset. [8 s. 4]

Suomen lämpöisin alue on Lounais-Suomen rannikko. Kylmin paikka puolestaan sijaitsee Pohjois-Suomessa. Absoluuttisten lämpötilojen sijasta kiinnostavampi tekijä julkisivurakenteille on lämpötilan vaihtelujen määrä. Varsinkin nollan celsiusasteen tuntumassa tapahtuvat jäätymis-sulamissykliä tarkastelu on tärkeää julkisivurakenteiden näkökulmasta.

Aiemman tiedon mukaan rannikolla olisi jäätymis-sulamissyklejä enemmän vuoden aikana kuin sisämaassa [3]. Erityisesti Suomen eteläiset ja lounaiset rannikko-alueet altistuvat useammalle jäätymis-sulamissyklille kuin muu Suomi [19]. Tämä ei kuitenkaan ole uusimman tiedon mukaan merkittävä eroavaisuus rannikon ja sisämaan välillä. Sisämaassa on jopa enemmän jäätymis-sulamissyklejä keskimäärin kuin rannikolla. Pakkasrasitus on kuitenkin merenrannalla ankarampi nimenomaan suuremman saderasituksen takia kuin sisämaassa. [20 s. 109]

2.5 Ilmastonmuutos ylipäättään

Ilmastonmuutoksella tarkoitetaan koko maapallon ilmaston lämpenemistä. Ilmastonmuutosta ennustetaan useilla erilaisilla malleilla. Ennustuksissa muutosajankohta on ulotettu usein vuoden 2100 tuntumaan. Lämpötilan oletetaan kolmen eri mallin mukaan muuttuvan Suomessa tulevaisuudessa 1,1 – 6,6 °C ja keskiskenaariossa 4,4 °C. Lämpeneminen oletetaan olevan suurempaa talvella, jolloin talvista tulisi sateisempia ja leudompia. Tulevaisuudessa kesät puolestaan ennustetaan olevan kuivempia. [21]

Sateeseen povataan suurimmat muutokset, joiden ennustetaan olevan 20 – 30 % suuremmat tulevaisuudessa. Suurimmat kasvuennustukset malleista saadaan loppukesän ja syksyn sateille 40 – 50 % kasvulla. Puolestaan sadannan ja haihdunnan välisen eron muutos uskotaan olevan rannikkoseudulla ja Etelä-Suomessa 20 – 30 %, kun taas Lapis- ja Itä-Suomessa 40 – 50 %. Kevättulvien ei uskota pahenevan. [21]

Tuulen voimakkuuksiin ei ennusteta tulevaisuudessa kovinkaan suuria muutoksia. Suurimmat tuulen voimakkuudet tällä hetkellä esiintyvät talvikuukausina, joiden tuulen voimakkuuksiin ennustetaan tulevaisuudessa 2 – 4 % kasvu, mutta Pohjanlahden ja Suomenlahden rannikoilla jopa 10–20 % [21]. Myös syksyllä oletetaan tuulevan tulevaisuudessa hieman enemmän. Nämä tuulet ennustetaan tulevan tulevaisuudessa yhä enemmän tuuliruusun sektorilta etelä-länsi. [22] Toisaalta ennustetaan, että tuulennopeudet Itämeren alueella saattavat jopa alentua lähivuosikymmenien aikana. [21]

Edellä mainittujen muutosten lisäksi ennustetaan muutoksia lumipeitteen kestoajassa pienentyen 20 – 30 % ja lumimassan vähentyvän 40 – 70 % tulevaisuudessa. Tämä tarkoittaa, että osa talven lumisateesta tulee vetenä sekä roudan vähenemistä. Itämeren ennustetaan puolestaan lämpenevän jonkin verran varsinkin Suomen rannikoiden edustalla. Itämeren lämpeneminen tietäisi sitä, että jääpeitteen laajuus vähentyisi Itämeressä tuntuvasti. [23]

3 TYYPILLISIMMÄT JULKISIVUT

Luvussa kolme käydään läpi erilaisten julkisivumateriaalien ja -rakenteiden erityispiirteitä rannikon kovemmissa rasituksissa. Luvussa mainitaan myös yleisimpiä suunnitteluperusteita, jotka ovat tärkeitä julkisivurakenteiden kannalta välttäen itsestäänselvyksiä. Näiden erityispiirteiden lisäksi rantarakentamisessa on voimassa kaikki yleiset suunnitteluohjeet ja normit eikä tämän tarkoituksena ole kumota niitä vaan täydentää ja koota niitä rantarakentamisen osalta.

Julkisivurakenteiden kannalta tärkeintä on suunnitella turvallisia, terveellisiä ja käyttöiältään pitkäkestoisia rakenteita. Oikean julkisivumateriaalin valinta edellä mainittujen rasituksien perusteella on vain yksi julkisivun suunnittelun tehtävistä. Hyvä julkisivu koostuu monesta muustakin asiasta, kuten riittävästä kantavuudesta, akustisesta toimivuudesta ja paloturvallisuuden suunnittelusta. Tässä työssä ei kuitenkaan keskitytä niihin vaan luvussa 2 mainittuihin ilmastorasitusten vaikutuksiin merenrannalla sijaitseville julkisivuille.

3.1 Betonijulkisivut ja -parvekkeet

Tyypillisimmät asuinkerrostalojen betonijulkisivut Suomessa ovat sandwich-elementtejä, joita on useita erilaisia eristetyypiltään, pinnoitteeltaan ja tuuletukseltaan. Sandwich-elementtien lisäksi betonijulkisivuina käytetään eriytettyjä julkisivuja, kuten kuorielementtejä. [24]

Merenrannalla betonirakenteet vaurioituvat samalla tavalla kuin sisämaassakin. Kuitenkin vaurioitumisnopeus rannikolla on nopeampi kovempien rasitusten takia. Tähän vaikuttavat tosin aina rakenteen yksilölliset ominaisuudet ja paikallinen säärasitus. [3] Merestä tuleva kloridirasitus on ainoa poikkeava rasitus verrattuna sisämaahan. Tosin sisämaassakin esiintyy kloridirasitusta kuitenkin eri lähteistä. Tuulen tuomasta merivedestä tai kosketuksesta meriveteen tuleva kloridirasitus on otettu huomioon betoninormeissa oikealla rasitusluokan valinnalla. Tämän takia kirjallisuudesta ei ole löytynyt viitteitä siihen, että tämä olisi suuri ongelma betonijulkisivuille. Suolarasituksen vaikutukset otetaan huomioon suunnittelussa betonin oikealla koostumuksen määrittämisellä. [25]

Suurempi viistosaderasitus edellyttää entistä merkittävämpää huomiota kosteuden pääsemisen estämiseksi rakenteeseen. Sen lisäksi että hyvällä suunnittelulla estetään kosteusvaurioiden synty rakenteessa, myös kosteudenhallinnalla vähennetään betonin rapautumista ja terästen korroosiota. [26] Betonijulkisivuissa edellä mainittuihin asioihin vaikuttavat ulkokuoren vedenpitävyyden ohella elementtien vaipan yksityiskohdat. Vedeneristeiden, vedenpoistojärjestelmän ja parvekelasituksen suunnittelu tulee

puolestaan parvekkeiden suunnittelussa tärkeäksi rannikon kovemmassa kosteusrasituksessa. [27]

Suunniteltaessa betonirakenteita merenrannalle pakkasrapautumiseen ja raudoitteiden korroosioon estämiseen tulee kiinnittää enemmän huomiota verrattuna sisämaahan. Tämä tulee esille tuoreessa vuonna 2012 julkistetussa tutkimuksessa, jonka on tehnyt Jukka Lahdensivu. Lahdensivu tutki väitöskirjassaan 947 suomalaista betonielementtikerrostaloa. Voimakkaampi saderasitus ja kovempi tuuli aiheuttavat julkisivuihin nopeampaa pakkasrapautumista ja raudoitteiden korroosiota merenrannalla. Myös julkisivun suunta on merkittävässä osassa vaurioitumisen kannalta. Pahin suunta vaurioiden kovuuden kannalta on etelä-länsijulkisivuilla. Pakkasrasituksen kovuus johtuu nimenomaan kovemmassa viistosaderasituksesta kuin jäätymis-sulamissykleistä. [20]

Lahdensivun väitöskirjassa betonielementtirakennukset olivat valmistuneet vuosien 1960 – 1996 välissä. Tutkimuksesta selviää, että 1980-luvulta lähtien pakkasenkestävyyden säilyvyysominaisuudet ovat parantuneet aikaisempaan verrattuna. Säilyvyyteen on kuitenkin kiinnitettävä jatkossakin huomiota erityisesti rakenteilla, joiden todelliset säärasitukset ovat korkeat. [20]

Julkisivu- ja betonirakenteiden säilyvyyteen voidaan vaikuttaa betonin ominaisuuksia ja rakennetta parantamalla. Näitä ovat betonin oikea lisähuokostaminen, riittävä raudoitteiden suojabetonikerroksen paksuus sekä betonin oikea kapillaarisuus. Edellä mainitut ominaisuudet betonirakenteissa ovat parantuneet suunnitteluohjeiden kehittämisen ansiosta useiden vuosikymmenien aikana. Tästä huolimatta ongelmia esiintyy erityisesti suojabetonin paksuuksissa ja betonin pakkasenkestävyydessä avoimilla paikoilla, joissa on suuri saderasitus. [20]

Kosteuden tunkeutumiseen betonirakenteisiin voidaan vaikuttaa myös kosteuspiitoisuutta alentavalla pinnoitteella, jotka eivät päästä sadetta vaan vain vesihöyryn lävitseen. Tällä on raudoitteiden korroosiota vähentävä vaikutus. Raudoitteiden korroosiota on vähentänyt betonijulkisivuissa myös ruostumattomien terästen käyttö 2000-luvulta lähtien. Kuitenkin parvekkeissa käytetään edelleen tavanomaisia teräksiä, jolloin parvekkeissa betonin riittävän peitepaksuuden käyttö korostuu. [28]

Vauriot näkyvät erityisesti parvekelaattojen alapinnassa, jossa karbonatisoituminen on edennyt nopeimmin. Korroosiota aiheuttaakin lähes yksinomaan betonin karbonatisoituminen. Betonijulkisivuelementeissä karbonatisoituminen on edennyt keskimäärin 8 mm:n syvyydelle 1990 valmistuneissa taloissa. Tämäkin on kehittynyt useiden vuosikymmenien aikana parempaan suuntaan. Tosin betonin karbonatisoitumisnopeus vaihtelee suuresti julkisivun pintatyyppin ja elementtityypin mukaan. [28]

3.2 Rapatut julkisivut

Rappauksina ennen käytettiin lähes yksinomaan kovalle pohjille tehtäviä rappauksia. Näistä yleisimpiä on ollut kolmikerrosrappaukset, jolloin alustana on ollut joko muurattu rakenne, kuten tiili, tai betoni. Nykyään on yleistynyt pehmeälle alustalle tehtävät

rappaukset ns. eristerappaukset, joissa käytetyimmät alustat ovat mineraalivilla tai EPS-levy. [24]

Suomessa tunnetaan yleisimmät rapattujen julkisivujen vauriot hyvin. Rapattujen julkisivujen pitkäaikaiskestävyyttä on tutkittu sen sijaan Suomen rannikoiden olosuhteissa vähän. Erityisesti tutkimusta puuttuu eristerappauksista [14] ja ohutrappauksista [1]. Ulkomailla tehdyt rappaustutkimukset käsittelevät pitkälti kosteuden tunkeutumisen vaikutuksia rapattuun ulkoseinään. Useista kanadalaisista tutkimuksista ilmeni ongelmia rapatun julkisivun detaljisuunnittelussa, mutta myös materiaalivalinnoissa. Toisaalta Kanadassa saderasitus on huomattavasti Suomea suurempi sekä käytetyt rakennetyypit erilaisia. [29]

Paremmiin Suomen olosuhteisiin sopivat Euroopassa tehdyt tutkimukset ja ohjeet, kuten Ruotsin, Norjan tai Saksan osaaminen ja tieto [30; 31]. Ruotsissa on havaittu ongelmia rapatuissa rakenteissa johtuen nimenomaan detaljitason virheistä, rakentamisen aikaisista ongelmista sekä rakennratkaisuihin sopimattomista materiaaleista. [1]

Suomalaisissa suunnitteluohjeissa merenrannalla sijaitsevat rapatut julkisivut luetaan kuuluvaksi erittäin voimakkaalle rasituksille, erityisrasituksille, altistuviksi. Tällöin voimakkaita ovat erityisesti viistosade ja pakkasrasitus. Lähteessä mainitaan useimmat jäätymis-sulamissyklit, josta on kahta näkökulmaa noussut esiin. Kuitenkin pakkasrasitus on merenrannalla joka tapauksessa kovempi suuremman kosteusrasituksen takia. Merenrannan julkisivujen ohella mm. rakennusten sokkelit ja perusmuurit altistuvat erityisrasitukselle. Erityisrasitukselle altistuvien rakenteiden suunnittelussa korostuvat materiaalivalinnat ja vaipan yksityiskohtien suunnittelu. [19]

Materiaalivalinnoista tärkein on oikean rappaustaastin valitseminen pakkasraapautumisen estämiseksi. Rappaustaastit ovat huokoisia materiaaleja, joiden huokosrakenne määrää pitkälti rappaustaastien pakkasenkestävyyden. Rannikon ankarampien kosteusolosuhteiden takia rappaustaastit altistuvat suuremmalle kosteus- ja pakkasrasitukselle. Suunnittelussa on kiinnitettäväkin huomiota taastien oikeanlaiseen lisähuokostamiseen. Yleensä taasteille on tehty riittävä lisähuokostaminen, mutta ongelmia on syntynyt suuremmasta ja pitkäaikaisemmasta kosteusrasituksesta tai lisähuokostuksen epäonnistumisesta. [28]

Rakentamismääräyksissä ei ole esitetty tarkkoja vaatimuksia rappaustaastin pakkasenkestävyydelle. Ensimmäinen yhtenäinen ohjeistus on annettu BY 46 Rappauskirja 2005 -kirjassa, jossa erityisrasitukselle esitetään pakkasenkestävyysvaatimuksena jäädytyslatuskokeessa (-20 °C ... +20 °C) tapauskohtainen määrittäminen suunnitteluasiakirjoissa. [19] Puolestaan ohutrappauksien pakkasenkestävyydelle on esitetty vaatimuksia yleiseurooppalaisessa ohjeessa ETAG 004:ssä, jonka testit ja vaatimukset eivät kuitenkaan sovi Suomen olosuhteisiin. [28]

Toinen tyypillinen vaurioituminen, joka korostuu rannikon kovemmissa rasitusoloissa, on rapatun julkisivun kosteusteknisen toimivuuden ongelmat. Ongelmat voivat johtua väärin valitusta pinnoitteesta. Rannikon vaativiin olosuhteisiin sopii parhaiten pinnoite, joka hylkii vettä hyvin, mutta jolla on myös hyvä vesihöyrynläpäisevyys. Esimerkiksi silikonihartsipinnoite sopii tällaiseen käyttöön. [28]

Rapatun julkisivurakenteen tulee olla kokonaisuudessaan sellainen, että kosteus pääsee pois rakenteesta mahdollisimman nopeasti eikä jää rakenteeseen. Toisaalta tällöin on merkitystä rappausalustalla, joka toimii vedenpoistamisen osalta huomattavasti erilailla eristealustan kuin kovan alustan tapauksessa. Rappausalustan materiaalivalinta vaikuttaa myös vedenimukyvyltään rapatun julkisivun kosteustekniseen toimivuuteen. Kovat alustat toimivat rappauksen kanssa hyvin silloin, kun detaljeilla estetään kastumis- ja jäätymisongelmat. [1] Eristealun tapauksessa kosteustekninen toiminta korostuu liitoskohtien suunnittelussa, halkeilun hallinnassa ja pinnoitteen valinnassa vielä enemmän kuin kovan alustan tapauksessa. [19]

3.3 Muuratut julkisivut

Tässä kappaleessa käsitellään puhtaaksimuurattuja julkisivuja, joista kuorimuurin on yleisimmin käytetty uudisrakentamisessa. Ominaisuuksiltaan tiilirakenteet ovat vettä läpäiseviä rakenteita, mutta muuten kestävät hyvin merenrannan ilmastorasitusta. Rannikolla, jossa tuulen vaikutus lisää viistosaderasitusta, on valittava tarpeeksi paksu tiiliverhous ulkoseinälle. Erityisesti laastisaumojen kohdat päästävät sadetta lävitseen. Rannikolla tulisikin käyttää vähintään 130 mm paksuista ulkokuorta tiiliverhouksessa. [1]

Tämän lisäksi on käytettävä riittävän paksua tuuletusrakoa ja vedenpitävää tuulensuojamateriaalia aina kuorimuurin yhteydessä. Nykyisin käytetään yleisesti vähintään 30 mm tuuletusrakoa. [32] Kovan viistosaderasituksen alaisille ja puurunkoisille ulkoseinille kehoitetaan käyttämään vähintään 40 mm leveää tuuletusväliä [34]. Kuorimuurin päästää sateisimmilla ja tuulisimmilla alueilla aina hieman vettä lävitseen, joten tärkeää on myös läpi päässeeseen veden poisjohtaminen sekä kiinnitettävä huomiota saumoihin, sadevesijärjestelmän toimivuuteen, pellityksiin ja seinärakenteeseen tuleviin läpivienteihin. [33] Varsinkin silloin kun kuorimuurin takana on puurunko ja korkeassa rakennuksessa ei käytetä räystäitä. [34]

Kosteusteknisen toimivuuden lisäksi laastien pakkausrapautuminen on yleinen vauriomekanismi kovan saderasituksen alaisissa tiilijulkisivuissa. Tämä korostuu erityisesti korkeissa rakennuksissa ja niiden yläosissa. Kuorimuurissa muuraus- ja saumalaastit pakkasrapautuvat pinnalta rapautumisen yltäen 10 – 20 mm. Yleisesti suomalaisilla poltetuilla tiilillä ja kalkkihiekkakivillä pakkasrapautumista ei ole havaittu niin suurena ongelmana kuin laasteilla. Raudoitteiden säilyvyyteen on kiinnitetty huomiota vuosikymmenien saatossa yhä enemmän, joten raudoitteiden korroosio ei ole myöskään niin suuri ongelma enää. [28]

Erityistä huomiota tulee kiinnittää laastien lujuuteen ja huokosrakenteeseen riittävän pakkasenkestävyyden saavuttamiseksi paikallisia rasitusta vastaaviksi. Huono tuuletus pahentaa myös laastin pakkasrapautumista, koska laasti pysyy kauemmin kosteana ja on tällöin altis pakkasrasitukselle. Pakkasrapautumisen estäminen edellyttää myös tiilen mahdolliselta pintakäsittelyltä kykyä päästää kosteutta läpi. Toisaalta taas saumalaastien pakkausrapautuminen heikentää kuorimuurin vedenläpäisevyyttä. Rakentamismääräyksissä ei ole esitetty vaatimuksia muurauslaastien pakkasenkestävyydelle

vaan niille on käytetty betonin ja rappauslaastin testaustapoja, kun taas tiilien pakkasenkestävyydelle on ollut 1970-luvulta standardoidut testit. [28; 33]

3.4 Puujulkisivut

Tässä kappaleessa käsitellään tuulettuvia lauta- ja paneeliverhouksia sekä viitataan rankarunkorakenteeseen, jota käytetään usein edellä mainittujen verhouksien kanssa. Puuverhousta ja rankarunkoa käytetään lähinnä matalissa yksi- tai kaksikerroksisissa rakennuksissa. Tällöin niihin kohdistuva viistosaderasitus on pienempi kuin yli kaksikerroksisiin rakennuksiin kohdistuva viistosaderasitus. [28] Tämän takia sisämaan ja merenrannan puujulkisivuilla ei ole niin suuria eroja kuin kerrostaloissa. Myös kirjallisuuskatsaus tukee tätä päätelmää, koska merkittäviä eroja ei tullut esiin.

Toisaalta rannikon kosteammassa ilmassa puu kastuu ja kuivuu useasti, mikä aiheuttaa puun vanhenemista. Vanhenemista lisää käsittelemättömän pinnan saama suurempi UV-säteily määrä, joka myös vahingoittaa yhtäläillä maalattuina julkisivuja nopeammin. Maalipinnan nopeammasta halkeilusta taas aiheutuu lyhyempi huoltoväli, mutta myös sadevesi pääsee helpommin puuhun halkeilun seurauksena. [1]

UV-säteilyn takia maalipinnat halkeilevat herkemmin, mikä edesauttaa sadeveden pääsyä puuverhoukseen tai jopa sen lävitse. Puuverhoukseen päässyt kosteus aiheuttaa kosteusliikkeitä, jotka puolestaan pahentavat halkeamia entisestään. Pintakäsittelyn valinnalla voidaan vaikuttaa UV-säteilyn vaurioitumisen voimakkuuteen sekä kosteuden pääsemiseen puuhun. [35]

Suomessa puujulkisivujen käyttäytymistä rantaolosuhteissa sekä korkeammassa rakennuksissa on tutkittu vähän. Erityistä tarvetta olisi paneutua puujulkisivujen ja puurungon tutkimiseen korkeissa rakennuksissa. Kerrostalo on vaativampi rakennusympäristö puujulkisivuille mm. suuremman viistosaderasituksen takia. Tällöin myös merenrannan olosuhteet korostuvat puukerrostalossa enemmän. [36]

Korkeissa rakennuksissa kosteuden tunkeutumisen riski nousee puujulkisivun lävitse. Kriittisiä paikkoja kosteuden tunkeutumiselle rakenteeseen ovat mm. puujulkisivun halkeamat, raot, koristeosien vaikeat detaljit ja ikkuna- sekä muut liitokset. Tällöin rakenteen tuulettumisen varmistaminen on tärkeässä roolissa. Kosteusongelmat korostuvat leutoina talvikuukausina, jolloin rakenteet eivät pääse kuivumaan niin tehokkaasti kuin kesäkuukausina. [28]

Sisämaassa yksi- ja kaksikerroksisten rakennusten puujulkisivuja puolestaan on tutkinut Anu Soikkeli tutkimuksessaan ”Suomalaisten puujulkisivujen pitkäaikaiskestävyys”. Pitkäaikaiskestävyys onkin merkittävä tekijä puujulkisivun toimivuudessa. Tutkimuksesta saadut johtopäätökset ja tieto ovat sovellettavissa erityisesti kovemman rasiituksen alaisille rakennuksille.

Edellä mainitussa tutkimuksessa erityinen huoli nousi normaaleissa Pohjois-Suomen olosuhteissa vanhoille rakennuksille puuverhouksien paksuuksissa. Ongelmana on myös, että kirjallisuudesta löytyy monenlaisia suosituksia laudan paksuuksille. Soikkelin tutkimuksessa suositellaan vähintään 25 mm, mutta mieluiten 28 mm paksuisia

verhouslautoja. [37] Myös RT-kortti suosittelee kovemmalle sääräsituksen alaisille korkeille rakennuksille 28 mm. [38]

Tämän lisäksi Soikkelin tutkimuksen pohjalta pitkäaikaisen puuverhouksen saavuttamiseksi suositellaan toimenpiteitä, kuten naulaukset tehtävä riittävän etäälle laudan päästä, puun yksityiskohtiin kiinnitettävä erityistä huomiota, oikean maalin valitseminen tärkeää sekä riittävä verhouksen huoltaminen. Puuseinän yksityiskohdista tutkimuksessa suositeltiin vähintään 500 mm pitkiä räystäitä sekä puuverhouksen ja maanpinnan välisen etäisyydeksi vähintään 500 mm. [37]

Samaisessa tutkimuksessa todettiin lautaverhottujen puujulkisivujen tyypillisimmiksi vauriotyypeiksi maali- ja lahovauriot, lautojen halkeilu sekä lautojen vääntyminen irti ponteista. [37]

3.5 Lasijulkisivut

Lasirakenteet, kuten suuret lasi-ikkunat tai parvekelasitus, kestävät hyvin rannikon olosuhteissa. Lasirakenteiden mitoituksessa on otettava huomioon sisämaata voimakkaampi tuulenpaine. Ongelmia itse lasirakennetta enemmän saattaa esiintyä metallisissa kiinnikkeissä, jotka rannikon kosteissa ja suolaisissa olosuhteissa ovat alttiita korroosiolle. Lisää teräksen korroosioista seuraavassa kappaleessa. Lasirakenteet eivät päästä sadevetä lävitseen, mutta sadevesi voi päästä rakenteen sisälle saumoista ja detaljeista. Vesi voi kulkeutua julkisivun pinnalla myös sivuille ja ylöspäin. [1; 28]

3.6 Metallijulkisivut

Metalleista yleisimmin julkisivuissa käytetään terästä, alumiinia tai kuparia. Merenrannalle rakennettaessa on otettava metallirakenteissa huomioon kostea ja suolainen ympäristö, joka aiheuttaa rakenteisiin korroosiota enemmän kuin sisämaan normaalissa ympäristössä. UV-säteilyllä on puolestaan heikentävä vaikutus pintakäsittelyyn, joka heikentää korroosiosuojausta. Korroosion suojaukselle on esimerkiksi terässtandardeissa määritelty ilmastorasitusluokat, joissa on otettu huomioon rannikkoalueet. Teräksen laadun ja siihen tulevan pintakäsittelyn oikea valinta takaavat teräkselle pitkän käyttöiän. Alumiinilla on puolestaan erinomainen ilmakorroosiokestävyys. Ongelmaksi metallirakenteissa voi koitua saumojen ja liitosten vedenpitävyys rankoissa viistosateissa. [1; 28]

3.7 Levyjulkisivut

Levyjulkisivuja on useita erilaisia, jolloin niiden ominaisuudetkin poikkeavat toisistaan paljon. Merkittävin yhtenäinen tekijä levyjulkisivuissa on liitoskohtien suuri määrä. Tällöin korostuvat levyjen tiiviys, tuuletuksen ja veden poisjohtamisen varmistaminen rakenteessa sekä saumojen ja liitosten vedenpitävyys. Levyjulkisivuja tehdään myös avosaumaisina. Kovan tuulen ja viistosaderasituksen alueella avosaumaisten julkisivujen suunnittelussa tulee kiinnittää erityistä huomiota edellä mainittuihin asioihin. Myös

kiinnikkeiden suunnittelussa täytyy huomioida suurempi altistuminen kosteudelle ja tuulelle. [24]

Useimpien levyjulkisivujen materiaalia on käsitelty tässä työssä useammassakin kohdassa. Näitä ovat metallilevyt ja -kasetit, tiililaattapintaiset levyt, betonilaatat, rapatut levyt ja luonnonkivilevyt. Kyseisten materiaalien erityispiirteet eivät eroa levyjulkisivujen vastaavista. [39]

Edellä mainittujen levyjen lisäksi käytetään kuitusementtilevyjä, komposiittilevyjä, kalsiumsilikaattilevyjä sekä keraamisia laattoja ja levyjä. Kuitusementtilevyt ovat lujia ja hyvin säänkestäviä. Niiden ominaisuuksista merenrannalla kuitenkin korostuvat lujuus, pakkasenkestävyys, pinnoitettujen levyjen UV-säteilyn kestävyys sekä kosteuden imeytyminen. Komposiittilevyt ovat myös hyvin säänkestäviä ja tiiviitä levyjä, joilla korostuvat samat ominaisuudet kuin kuitusementtilevyillä. [39]

3.8 Luonnonkivijulkisivut

Muista julkisivuista voidaan mainita luonnonkivijulkisivut, joiden käyttö tosin on hyvin vähäistä. Luonnonkivi kuitenkin kestää hyvin kovempiakin säärasituksia julkisivumateriaalina. Haasteet liittyvät enimmäkseen saumoihin ja kiinnityksiin. Merenrannalla korostuvat luonnonkiveä käytettäessä kiinnikemateriaalin valinta sekä saumojen detaljisuunnittelu. Kiinnikemateriaaliksi suositellaan käytettäväksi haponkestävää terästä. [1]

4 JULKISIVURAKENTEIDEN HAASTEET MERENRANNALLA

Tässä luvussa käsitellään julkisivujen suunnittelun muita haasteita rannikolla. Useimmat tässä käsiteltävät haasteet esiintyvät yhtä lailla myös sisämaassa. Kuitenkin rannikolla nämä haasteet korostuvat entisestään verrattuna sisämaan tavanomaisimpiin olosuhteisiin. Sisämaassa samanlaisia haasteita saatetaan kohdata isoilla aukioilla tai rakennettaessa korkeita rakennuksia.

4.1 Yleisiä haasteita merenrannalla

Edellisessä luvussa käsiteltiin eri julkisivumateriaalien liittyviä haasteita merenrannalla. Vallitseviin olosuhteisiin sopivan materiaalien valinnan lisäksi tärkeitä julkisivurakenteen toimivuudessa ovat vaipan yksityiskohtien suunnittelu ja niiden toimintavarmuus. Tärkeää on myös, että rakenneratkaisut ovat testattuja ja luotettavia sekä rakenteiden pitkäaikaiskestävyyteen, ylläpitoon, huollettavuuteen, vaihdettavuuteen ja pinnoitteiden toimivuuteen kiinnitetään huomiota. Jos edellä mainituissa tai ylipäätään julkisivumateriaaleissa on ollut ongelmia ilmastorasitusten takia sisämaassa, ne korostuvat entisestään merenrannalla. [1]

Omat haasteensa merenrannan rakentamiseen tuo rakennustyön aikainen suojaus ja kosteudenhallinta. Rakennustyön aikainen kosteudenhallinta on tärkeää myös sisämaassa, mutta rannikolla asia korostuu vaativimpien olosuhteiden takia. [14]

Tällä hetkellä on käynnissä suuri tutkimustyö hyvin korkeiden rakennusten (17 – 50 kerroksiset) osalta Suomessa, jonka ensimmäisessä vaiheessa valmistellaan ”Korkean rakentamisen poikkeamisohjetta”. Kyseisessä ohjeessa julkisivurakenteiden osalta huomio kiinnittyy muun muassa tuuliolosuhteisiin, julkisivurakenteiden vedenpitävyyteen, veden poisjohtamiseen, vesihöyryn läpäisevyyteen ja huoltamiseen. [40] Edellä mainitut asiat ovat haastavia yhtä lailla julkisivurakenteissa merenrannalla.

Ilmastonmuutosennusteissa sademäärien kasvu ja lievä tuulen nopeuksien kasvu lisäävät myös viistosateen kasvua. Tämä ongelma ennustetaan olevan merkittävämpi rannikkoseuduilla kuin muualla. Tällöin vaarana olisi muun muassa ulkomaalausten ja ulkoverhosten käyttöiän lyheneminen ja sitä kautta huoltovälin piteneminen. Julkisivuille ongelmia ennustetaan tuovan myös veden tuleminen syksymmällä vetenä ja räntänä, jolloin ei ole kesän kuivattavaa vaikutusta. [28] Sateiden lisäksi myrskyjen ennustetaan lisääntyvän, jotka saattavat lisätä vesivuotoja tietyissä ongelmallisissa rakenteissa. Jäätymis-sulamissykliä puolestaan ennustetaan vähenevän Etelä-Suomessa, kun

taas Pohjois-Suomessa kasvavan, jolla on vaikutusta huokoisten julkisivujen pakkasvaurioihin. [21]

Ilmastonmuutoksen lisäksi lämmöneristyksen lisäyksen uskotaan tuovan tulevaisuudessa kosteusvaurio-ongelmia tietyissä rakenteissa. Suurimpia ongelmia FRAME-tutkimuksen tulosten perusteella tulisi olemaan eristerappauksissa rankarakenteen tai hirsiseinän päällä sekä tiiliverhotuissa puurankaseinissä korkeissa rakennuksissa. Näistä rakenteista tulisi luopua. Rakenteellisia muutoksia puolestaan mahdollisesti esiintyy tiiliverhotuissa rankaseinissä matalissa rakennuksissa, kun taas lisää kuivumisaikaa vaatisi solumuovieristeiset betonisandwich-elementit ja ulkopuolelta solumuovieristeillä eristettävät kivirakenteet. Tosin lämmöneristyksen lisäys vaikuttaa sisämaassa yhtä lailla. [41]

4.2 Tuulesta tulevat haasteet merenrannalle

Kovempi tuuli itsessään tuo haasteita rannikolle kovien tuulenpuuskien takia, mutta vielä merkittävämmät haasteet tuulesta liittyvät sateen ja tuulen muodostamaan viistosateeseen. Viistosade voi yltyä rannikon voimakkaan tuulen takia jopa vaakasateeksi, jolloin vaarana ovat vesivuodot. Kova tuuli kuljettaa vettä ja lunta julkisivun pinnalla, josta se voi tunkeutua rakenteisiin sisälle. Suunnittelussa täytyy huomioida myös voimakkaan tuulen aiheuttama paineellinen vesi julkisivuverhouksella. [14]

Rannikon kovempi tuuli tuo myös haasteita tuulenpitävyyteen. Riittävän tuulenpitävyyden saavuttamisessa merkittävässä roolissa ovat vaipan detaljit, kuten ovat myös vedenpitävyyden varmistamisessa. Erityistä huomiota on kiinnitettävä rakenteiden ja niiden saumojen tiiviyyteen. Normaalien ulkoverhouksien käytössä ei ole havaittu ongelmia tuulenpitävyydessä. Rakennus tarvitsee aina riittävän tuulensuojauksen haitallisten virtausten estämiseksi. Kuten edellisissä luvuissa on todettu, rannikon olosuhteissa rakenteen sisälle pääsee aina jonkin verran kosteutta. Tällöin rannikon ympäristöolosuhteisiin olisikin järkevintä valita tuulettuva rakenne, jolloin myöskään tuulensuojamateriaali ei saisi olla altis vaurioitumaan kosteudelle. Tämän lisäksi tuulensuojalta vaaditaan riittävää ilmanpitävyyttä estääkseen haitalliset ilmavirtaukset. [1]

Mitoitusohjeissa otetaan varsin tarkasti huomioon ympäristöolosuhteet rakenteita mitoitettaessa tuuli- ja imukuormille. Rannikko avoimella paikalla kuuluu tuulialueeseen, jossa tuulen nopeuspaine on suurimmillaan mitoituskuormana. Maastoluokan lisäksi nopeuspaineen suuruuteen vaikuttaa rakennuksen korkeus. [42] Suurempi tuulikuorma on muistettava, kun suunnitellaan julkisivurakenteiden osia ja kiinnikkeitä, kuten pellityksen tukirakenteita ja kiinnityksiä. Suurempi tuulikuorma on otettava huomioon myös pitkien räystäiden, parvekelasituksien ja niiden kiinnityksien suunnittelussa. Pelkkä liimaus ei aina tällöin riitä. [1]

4.3 Haasteet kosteudenhallinnassa merenrannalla

Kosteudenhallintaprosessiin ylipäätään vaikuttaa moni asia läpi rakennusprojektin: suunnittelusta, rakentamisen kautta ylläpitoon ja käyttöön. Tässä keskitytään ensisijaisesti suunnittelun osuuteen, jossa oikeilla valinnoilla pystytään estämään liiallinen kosteuden pääseminen rakenteisiin. Kosteudenhallintaan kuuluu veden, lumen, jään ja höyryn hallitseminen rakenteissa. Koko rakennuksen kosteudenhallintaan liittyy muutakin kuin pelkän julkisivun kosteudenhallinta, kuten esimerkiksi katon, maaperän ja talotekniikan kosteudenhallinta. Tässä painopiste on julkisivussa ja sen liittymisessä kattoon ja perusmuuriin. [43]

Julkisivurakenteen yksi tärkeimmistä tehtävistä on suojata rakennusta kosteudelta. Julkisivuverhouksen läpi ja liitoksista pääsee aina jonkin verran kosteutta ulkoseinän läpi, mikä korostuu tuulisemmassa meri-ilmastossa. Tästä syystä suunnittelussa on kiinnitettävä erityistä huomiota rakenteen tuulettavuuteen, julkisivuverhouksen takana olevien materiaalien valintaan ja veden pois johtamiseen julkisivurakenteen sisältä. Julkisivuverhouksen takana materiaalien tulisi olla riittävän kosteudenkestäviä materiaaleja sekä tuulettavuus tulisi varmistaa riittävällä ilmaraon koolla ja toimivuudella. Tuulettumattomien seinärakenteiden suunnitteluun tuleekin kiinnittää erityistä huomiota, mikäli niiden kanssa on ollut kosteusongelmia jo sisämaassa. [1; 14]

Vesi muodostaa sataessa seinäpinnalle vesikalvon, josta vesi kulkeutuu tuulen mukana myös ylös- ja sivuille päin. Tällöin korostuu julkisivumateriaalin valinta ja ulkoverhouksen yksityiskohdat, jota käsitellään luvussa 4.4. Julkisivumateriaalin valinnassa korostuvat pinnan laatu ja vedenimukyky. Edellä mainittujen oikeilla valinnoilla voidaan estää suuret paikalliset rasitukset julkisivurakenteessa. [1; 14; 34]

Tämän päivän haasteita rakenteiden kosteusteknisessä toimivuudessa on myös nykyarkkitehtuuri yhdistettynä meri-ilmastoon sekä rakenteiden rakennusfysikaaliseen toimivuuteen. Nykyarkkitehtuurissa suositaan yhä useammin vaipan osalta monimutkaisempia rakenneratkaisuja, jotka sisältävät useiden materiaalien yhdistelyä, runsaasti saumoja sekä vaikeita rakenteellisia detaljeja. [14]

4.4 Julkisivun yksityiskohtien haasteet

Pelkällä julkisivumateriaalin oikealla valinnalla ei vielä saavuteta toimivaa rakennuksen julkisivua. Tämän kokonaisuuden toimiminen koostuu julkisivumateriaalin lisäksi yksityiskohdista, kuten tuuleuksesta, pinnan muotoilusta, veden poisjohtamisesta ja erityisesti vaipan detaljeista. Detaljit määräävät pitkälti julkisivun veden- ja tuulenpitävyyden. [1] Rakennuksen julkisivun tärkeimpiä detaljeja ovat ovi- ja ikkunaliitokset, saumat, räystäät, vaakarakenteiden liitokset, ulkoseinän ja perusmuurin liitos sekä erilaisen rakennusosien kiinnitykset seinään. Julkisivupinnan saumojen, liitosten, pellitysten ja muiden yksityiskohtien suunnittelussa tulee ottaa huomioon viistosaderasituksen voimakkuus. [34]

Rannikolla vaipan detaljien suunnittelu korostuu nimenomaan kovemman sade-
rasituksen ja tuulen takia. Tällöin tulisi pyrkiä mahdollisimman yksinkertaisiin ja toi-
mintavarmoihin detaljeihin. Sadevesi tulisi pysäyttää julkisivuverhouksen tasolle tai
mikäli kosteutta pääsee rakenteisiin, niin riittävällä tuuletuksella ja veden poisjohtami-
sella estää rakenteiden vauriot. Nykypäivän tyypillinen arkkitehtuuri soveltuu huonosti
toimintavarmojen detaljien saavuttamiseen ellei suunnitteluun kiinnitetä erityistä huo-
miota. Nykyarkkitehtuurissa ongelmia tuovat materiaalien yhdistely, saumojen paljous
ja vaikeat rakenteelliset detaljit. [1; 14] Julkisivun muotoilu on toteutettava siten, ettei
sadevesi pääse kertymään keskitetysti julkisivun pinnalle. Tällöin korostuvat ulkopin-
nan yksityiskohtien muotoilu. [RIL 34]

Kirjallisuusselvityksen jokaisessa lähteessä painotettiin nimenomaan julkisivun
yksityiskohtien, erityisesti detaljien, toimivuutta. Suunnitteluohjeista, kuten RIL 107 ja
Rappauskirjasta BY 46, löytyy paljon tietoa ja opastusta monenlaisista liitoksista, sau-
moista, pellityksistä ja muista yksityiskohdista. Suunnitteluohjeissa erityisiä ohjeita me-
renrannan yksityiskohdille on vähäisesti, mutta useissa kohdissa ohjeistetaan ottamaan
suurempi viistosaderasituksen voimakkuus huomioon suunnittelussa.

Kovaan viistosaderasitukseen voidaan vaikuttaa mahdollisimman pitkällä räys-
täillä. Voimakkaan viistosaderasituksen tapauksessa tulisi aina käyttää leveitä räystäitä.
Jos kuitenkin räystäitä ei käytetä ollenkaan tai käytetään kapeita räystäitä, tulee suu-
rempi viistosaderasitus ottaa tarkemmin huomioon ulkoseinärakennetta suunniteltaessa.
[34] Toisaalta merenrannalla tulisi välttää liian pitkiä räystäitä suurempien tuulikuormi-
en takia. Räystäissä tulee lisäksi käyttää aina myrskypeltiä. [1] Räystäiden piteuden li-
säksi tulisi kiinnittää suurempaa huomiota pellityksiin ja rakenteiden limityksiin tehden
ne selvästi suuremmiksi merenrannalla kuin normien minimivaatimukset. Tämä koros-
tuu varsinkin kapeilla räystäillä. [44]

Pellityksiin tulee kiinnittää huomiota myös puujulkisivuissa, joissa kovan viisto-
saderasituksen alaisina vaakapinnat suositellaan suojattavan pellityksellä. Pellityksien
kallistukset tulee kohdistaa aina ulospäin ulkoverhouksesta. Tosin yleensä kaikki vaaka-
ja viistot pinnat suojataan pellityksellä tai jollain vesitiiviillä rakenteella, mutta ohje ko-
rostuu erityisesti puuosilla. [34]

Kahden julkisivumateriaalin liitoskohta tulee varustaa vesipellillä tai tippanokal-
la, joka suojaa alemmaa julkisivua ja ohjaa veden pois seinärakenteesta. Mikäli ylempi
julkisivu on puuverhous, tulee sen alareunan etäisyys olla pellistä vähintään 25 mm.
Kuitenkin kovemman saderasituksen alueella, jossa on kovempi roiskevesirasitus, etäi-
syyttä suositellaan lisättävän. [34]

Roiskevesirasitus korostuu myös julkisivun verhouksen alapinnan ja maan vaa-
kapinnan välillä. Normaalisissa rasituksessa rapatuilla julkisivuilla ja puu-
ulkoverhouksilla julkisivun alapinnan ja maan vaakapinnan etäisyyden tulee olla vähin-
tään 300 mm. Kun roiskevesirasitus kasvaa ja kyseessä on arka materiaali roiskevesille,
tulee etäisyyttä kasvattaa vähintään 400 mm:iin. [34] Toisaalta puuverhouksille suosi-
tellaan usein jopa 500 mm etäisyyttä julkisivun alapinnan ja maan vaakapinnan välille.
[37]

Ikkuna- ja oviliitoksiin kohdistuvan viistosaderasituksen määrä vaihtelee tapauskohtaisesti. Määrän suuruuteen vaikuttavat mm. rakennuksen sijainti, seinän korkeus, ilmansuunta, ikkunan sijainti, mitat ja sijainti seinän syvyysuunnassa. Toisaalta siihen vaikuttavat myös räystäät, seinäulokkeet ja ikkunapellitykset. Ovia suojaa useasti katos, joten suurempi huoli on ikkunadetaljeilla. [44] Ikkunaliitoksissa tulisi tuulisilla paikoilla arvioida tarkasti tarvitaanko ikkunan vesipellin alla vastapeltiä. [34]

Katolle ja rakennuksen yläosiin tuleva sadevesi pitää johtaa pois aiheuttamatta vaurioita julkisivulle. Tyypillisiä ongelmia ovat vesivuodot vedenpoistojärjestelmässä. Ränni- ja syöksytorvivuodoista aiheutuu suuria paikallisia rasituksia ulkoseinäarakenteelle. Vedenpoistojärjestelmän huoltoon on kiinnitettävä erityistä huomiota. Vedenpoiston ongelmat julkisivurakenteissa liittyvät enemmänkin ulkopuoliseen kuin sisäpuoliseen vedenpoistoon. [44]

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän kirjallisuustutkimuksen perusteella useissa suomalaisissa suunnitteluohjeissa ja normeissa on otettu huomioon kovempi tuuli- ja viistosaderasitus. Tietoa on, mutta se on erittäin hajanaisesti saatavilla eikä sitä useinkaan ole korostettu riittävästi – nimenomaan merenrannalle huomioitavaksi asiaksi. Yhtenäistä suunnitteluohjekokonaisuutta merenrannan julkisivuille ei ole tehty. Myöskään ulkomaisesta lähdemateriaalista selaista ei löytynyt. Tosin ulkomailta löytyy asian tiimoilta tietoa ja sieltä saa jonkunlaiset raja-arvot useisiin ongelmiin. Ongelmana useissa ulkomaisen lähdemateriaalin käytössä on kovin erilaiset rasiitukset sekä materiaalit.

Rasiituksista selvästi ongelmallisimmiksi merenrannan ja sisämaan välillä nousivat voimakkaampi tuuli ja sen yhteisvaikutus sateen kanssa sekä kovempi pakkasrasitus. Toisaalta on tullut ilmi, ettei kovan sateen ja tuulen alue kulminoidu pelkästään merenrannalle, vaan siihen voidaan lukea myös kaikki laajat ja aukeat alueet sekä hyvin korkeat rakennukset.

Suurimmat ongelmat, jotka ovat esiintyneet lähes jokaisessa lähteessä, ovat julkisivun yksityiskohtien suunnittelu. Monissa suunnitteluohjeissa on tietoa ja osaamista julkisivun yksityiskohdista, mutta merenrannan tuulisimmilla alueilla asiaan tulee kiinnostaa enemmän huomiota ja tutkimusta. Ei voida myöskään aliarvioida paikallisten säärasitusten hyvää tuntemista ja niihin varautumista asiaan kuuluvalla suunnittelulla.

Julkisivumateriaaleista on olemassa paljon yleistä tietoa kovempien rasiitusten alueille. Esimerkiksi uusimmissa betoninormeissa on tarkoin määritelty betonin koostumus rasiitusluokan perusteella. Suunnitteluohjeiden kehittyminen on parantanut huomattavasti betoni- ja muiden rakenteiden säilyvyyttä useiden vuosikymmenien aikana.

Tiedon saannin ja sen käyttämisen liittyvät ongelmat ovat nimenomaan sen yleismaallisuus sekä korostamisen puute. Tässä asiassa auttaisi yksityiskohtaisemmin tehty suunnitteluohje, jossa keskityttäisiin vain merenrannan julkisivujen erityispiirteisiin. Ongelma ei ole tiedon puute vaan sen huomioiminen suunnittelussa ja toteutuksessa. Moni asia on silti jo nyt otettu huomioon sekä suunnittelussa että toteutuksessa, sillä esimerkiksi teräsnormeissa on kiinnitetty huomiota suolaiseen ja kosteaan meriilmastoon teräksen suojauksen varmistamisessa.

Merkittävämpänä tutkimuksen kohteena on noussut esille eristerappauksien ja ohutrappauksien pitkäaikaiskestävyyden tutkiminen merenrannalla. Merenrannan ongelmat syntyvät yleisesti käytettyjen rakennetyyppien ja detaljien käytöstä. Merenrannalla useasti ei riitä pelkkä normien minimivaatimusten täyttäminen ellei rakennetyypit tai detaljit ole testattu ja luotettaviksi todettu. Haasteena on myös rasiitusten suuri satunnainen vaihtelu.

6 YHTEENVETO

Tämän kirjallisuustutkimuksen tavoitteena oli kartoittaa tietoa ja osaamista julkisivurakenteista merenrannan olosuhteissa. Suomalaisen tiedon lisäksi selvitettiin ulkomaalaisen lähdemateriaalien antia, mutta työn edetessä pääpaino siirtyi suomalaisen tiedon keräämiseen. Läpi työn merkittävin punainen lanka oli verrata sisämaata ja merenrantaa suunnittelun ja rakentamisen näkökulmasta. Pääpaino oli ilmastosituksissa ja niiden vaikutuksissa julkisivuille. Suurimmat erot sisämaahan merenrannalla tulevatkin tuulen nopeuksissa ja viistosademäärissä.

Viistosaderasituksen lisäksi merenrannalla esiintyy kovempi pakkasrasitus. Muutoin rannikolla lämpötilan vaihtelut ovat maltillisempia kuin sisämaassa. UV-säteily on hieman voimakkaampaa rannikolla kuin sisämaassa. Täysin merenrannalle ominainen rasitus on tuulen kuljettama suolainen merivesi, mutta yhtälailla sisämaassa esiintyy suolarasitusta tietyissä rakenteissa. Suomen rannikoiden meriveden suolapitoisuus on monin verroin pienempi kuin valtamerien suolapitoisuus.

Merenrannalla käytetään samoja julkisivutyyppejä kuin sisämaassa ja niissä esiintyy samoja turmeltumisilmiöitä. Ero sisämaahan merenrannan julkisivuissa on rakenteiden nopeampi turmeltuminen. Useita huokoisia materiaaleja julkisivuissa yhdistää kovempi pakkasrapautuminen. Tämän lisäksi julkisivurakenteiden kosteustekninen toimivuus on koetuksella kovemman viistosateen takia. Erityisesti vaipan yksityiskohdat vaikuttavat ratkaisevasti koko julkisivun veden- ja tuulenpitävyyteen. Toisaalta sisämaassakin, jossa paikallinen rasitus on kova, korostuvat vaipan yksityiskohdat yhtä lailla kuin merenrannalla. Tällöin kyseessä voi olla joko laajat ja aukeat alueet tai hyvin korkea rakennus.

Suunnitteluohjeissa on huomioitu varsin paljon kovemman rasituksen vaikutuksia julkisivumateriaaleille ja julkisivun yksityiskohdille. Osaamista ja tietoa löytyy, jos sitä osaa hakea oikeasta paikasta. Toisaalta suunnittelussa on tunnettava rakennuspaikka ja rakennuksen ominaisuudet hyvin, jotta osaa arvioida paikalliset rasitukset oikeiksi rakentamisen kannalta. Kuitenkin tutkimuksen tekemistäkin riittää merenrannan vaikutuksista, kuten eristerappauksien ja ohutrappauksien pitkäaikaiskestävyyksissä.

Muita haasteita ovat tuulen hallitseminen julkisivun kiinnityksissä ja räystäillä. Tuuli aiheuttaa veden kulkeutumista ylös- ja sivulle päin, joka on estettävä. Kosteudenhallinta korostuu myös rakennusaikana suojauksien ja työvaiheiden oikeassa suunnittelussa. Merenrannalla tulevaisuuden haasteena voidaan pitää ilmastonmuutosta.

Tämän kandidaatintyön keskeisin johtopäätös on, että merenrannan julkisivurakenteiden suunnitteluohjeelle on tarvetta yhä laadukkaampien julkisivurakenteiden saavuttamiseksi.

LÄHTEET

- [1] Varis, M., Niemi, J. & Valjus J. 2009. Rantarakentamisen ohjeisto. Helsinki. Helsingin kaupunki. Kehittyvä kerrostalo. 26 s.
- [2] Laurila, L. & Kalliola, R. 2008. Rakennetut meren rannat. Helsinki. Ympäristöministeriön raportteja 3. 30 s. + liitt. 28 s.
- [3] Lahdensivu, J. Suomalaisen betonikerrostalokannan korjaustarpeet. Beko-tutkimus -artikkelisarja 7. Kiinteistöposti Professional. 10(2010)10. 36-38.
- [4] Kivinen, T. Maatilan talouskeskuksen toiminnallinen ja maisemallinen suunnittelu. Vihti 2005. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen selvityksiä 87. 67 s.
- [5] RT 05-10390. 1989. Ilmasto. Tuulet. Ohjetiedosto. Helsinki 1989. Rakennustietosäätiö. 8 s.
- [6] Suomen tuuliatlas. Tuulisuus Suomessa [WWW]. Ilmatieteen laitos. Julkaistu 25.11.2009. [Viitattu 20.2.2012] Saatavissa: <http://www.tuuliatlas.fi/tuulisuus/index.html>.
- [7] Pirinen, P., Simola, H., Aalto, J., Kaukoranta, J-P., Karlsson, P., & Ruuhela, R. 2012. Tilastoja Suomen ilmastosta 1981 – 2010. Helsinki. Ilmatieteen laitos. Raportteja 2012:1. 83 s.
- [8] Kuismanen K. 2005. Ilmaston vaikutus pientalojen suunnitteluun. ECONO. Ab CASE Consult Ltd. 35 s.
- [9] Koistinen, J. & Turtiainen, H. Helsinki Testbedin neljäs jakso keskittyy merituulen esiintymiseen [WWW]. Ilmatieteen laitos. Helsinki. Julkaistu 2.5.2006. [Viitattu 5.3.2012]. Saatavissa: <http://ilmatieteenlaitos.fi/tiedote/1146555236>.
- [10] Suomen tuuliatlas. Tuuliolot rannikolla [WWW]. Ilmatieteen laitos. Julkaistu 25.11.2009. [Viitattu 26.2.2012] Saatavissa: http://www.tuuliatlas.fi/tuulisuus/tuulisuus_7.html.
- [11] Pentti, M. 2009. RTEK-3530 Eristysrakenteet -kurssi. Tampereen teknillinen yliopisto. Luentomoniste.
- [12] Leivo, V. 1998. Opas kosteusongelmiin. Tampere. Tampereen teknillinen yliopisto, talonrakennustekniikka. Julkaisu 95. 158 s.
- [13] Lahdensivu, J. 2007. Korjaustapakuvaukset. JUKO – ohjeistokansio. Muuratut julkisivut paikkaus- ja pinnoituskorjaukset -suunnitteluohje. Laastisaumojen uusimiskorjaus. Tampere. Tampereen teknillinen yliopisto, rakennetekniikan laitos. 24 s.
- [14] Nousiainen, A. Merenrantarakentamisen kosteustekniset haasteet ja ongelmat. Helsinki. Julkisivuyhdistyksen seminaari. Esitysmateriaali. 8 s.
- [15] Itämeriportaali. Murtovesi [WWW]. Suomen ympäristökeskus. Ilmatieteen laitos. Ympäristöministeriö. Päivitetty 11.8.2010. [Viitattu 15.3.2012]. Saatavissa: http://www.itameriportaali.fi/fi/tietoa/sanakirja/fi_FI/murtovesi/.
- [16] Haista home. Betonin tutkimus [WWW]. Kosteus- ja mikrobiasiantuntija Toftte yhtiöt OY. Päivitetty 2010. [Viitattu 20.4.2012]. Saatavissa: <http://www.haistahome.fi/betonin+tutkimus/>.
- [17] Mattila, J. 2008. RTEK-3520 Rakenteiden pitkäaikaiskestävyys -kurssi. Tampereen teknillinen yliopisto. Luentomoniste.
- [18] RT 055-30. 1976. Ilmasto. Säteily. Ohjetiedosto. Helsinki 1976. Rakennustietosäätiö. 8 s.
- [19] Lahdensivu, J., Pentti, M., Mattila, J. & Haukijärvi, M. 2005. Rappauskirja 2005. BY 46. Helsinki. Suomen betoniyhdistys ry.. 158 s.

- [20] Lahdensivu J. 2012. Durability Properties and Actual Deterioration of Finnish Concrete Facades and Balconies. 1. painos. Tampere, Tampereen teknillinen yliopisto. Julkaisu 1028. 117 s.
- [21] Ala-Outinen, T., Harmaajärvi, I., Kivikoski, H., Kouhia, I., Makkonen, L., Saarelainen, S., Tuohola, M. & Törnqvist, J. Ilmastonmuutoksen vaikutukset rakennettuun ympäristöön. Espoo 2004, VTT Tiedotteita 2227. 83 s. + liitt. 10 s.
- [22] Ilmasto-opas. Tuuliolot eivät suuresti muutu [WWW]. Suomen ympäristökeskus. Aalto-yliopisto. Ilmatieteen laitos. Julkaistu 2009. [Viitattu 12.02.2012] Saatavissa: <http://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/e16bb020-5c80-41ed-9d23-508701c90c5c/tuuliolot-eivat-suuresti-muutu.html>.
- [23] Ilmasto-opas. Ennustettu ilmastonmuutos Suomessa [WWW]. Suomen ympäristökeskus. Aalto-yliopisto. Ilmatieteen laitos. Julkaistu 2009. [Viitattu 13.02.2012]. Saatavissa: <http://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/74b167fc-384b-44ae-84aa-c585ec218b41/ennustettu-ilmastonmuutos-suomessa.html>.
- [24] Haukijärvi, M., Hekkanen M., Lahdensivu J. & Mattila J. 2009. JUKO – Julkisivujen korjaus-opas 2009. 1. painos. Helsinki. Julkisivuyhdistys ry.. 101 s.
- [25] BY 50. Betoninormit 2004. Helsinki 2004. Suomen betoniyhdistys ry. 240 s. + liitt. 23 s.
- [26] Haukijärvi, M. 2005. Korjaustapakuvaukset. JUKO – ohjeistokansio. Betonijulkisivut. Verhouskorjaukset eristerappauksella/ohutrappaus -suunnitteluohjeet. Tampereen teknillinen yliopisto, talonrakennustekniikka. 23 s.
- [27] Sistonen, E. Betonijulkisivujen vauriot ja korjausmenetelmät. Rak-43-3301 Rakenteiden korjaustekniikka -kurssi. Helsinki 2011. Aalto-yliopisto. Luentokalvot.
- [28] Lahdensivu, J. Julkisivujen ja parvekkeiden kestävyys muuttuvassa ilmastossa. Helsinki 2010. Ympäristöministeriö. Suomen ympäristö 17. 64 s.
- [29] Pazera, M. & Bomberg, M. Applying lessons from clay-brick veneer to design a stucco mix [WWW]. Julkaistu 5.9.2010. [Viitattu 1.4.2012]. Saatavissa: http://best2.thebestconference.org/pdfs/031_EE9-2.pdf.
- [30] Time, B., Kvande, T., Waldum, A. & Oustad, M. Rain Penetration Resistance of Renders – Laboratory testing and numerical calculations. Trondheim 2006. Norwegian Building Research Institute (NBI). 8 s.
- [31] Künzel, H., M., Künzel, H. & Holm, A. Rain protection of stucco facades. 2004. Fraunhofer Institute for Building Physics.
- [32] Suomen rakentamismääräyskokoelma C2. Kosteus rakentamisessa. Määräykset ja ohjeet 1998. Helsinki 1998. Ympäristöministeriö. Asunto- ja rakennusosasto. 16 s.
- [33] Kuorimuurit [WWW]. Sisäilmayhdistys. Julkaistu 2008. [Viitattu 20.4.2012]. Saatavissa: http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/kunnossapito_ja_korjaaminen/ulkoseinat/kuorimuurit/.
- [34] RIL 107-2000. Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet. Helsinki 2000. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y. 211 s.
- [35] Virta, J. Puu-ulkoverhousien vaurioitumisen välttäminen. Puu-lehti 4(2004)1, s. 38-39.
- [36] Lahtela, T., Nurro, P. & Viljakainen M. Puujulkisivu lähiökerrostalossa. 2005. Wood Focus Oy. 59 s.

- [37] Soikkeli, A. Suomalaisten puujulkisivujen pitkäaikaiskestävyys. Oulu 1999. Oulun yliopisto, Arkkitehtuurin osasto. 143 s.
- [38] RT 82-10829. 2004. Puujulkisivut. Ohjetiedosto. Helsinki 2004. Rakennustietosäätiö. 16 s.
- [39] Haukijärvi, M. 2006. Korjaustapakuvaukset. JUKO – ohjeistokansio. Betonijulkisivut. Purkaminen ja uudelleenverhous -yleiskuvaus. Tampereen teknillinen yliopisto, talonrakennustekniikka. 38 s.
- [40] Ramboll Finland OY:n työryhmä. Korkean rakentamisen poikkeamisohje. Helsinki 2011. Helsingin kaupunki. Ohjekortti B2-4 ja B2-5. 38 s.
- [41] Vinha, J. Yhteenveto FRAME-projektin tuloksista. 1.12.2011. Tampereen teknillinen yliopisto, rakennustekniikan laitos. Seminaariesitys. 8 s.
- [42] Suomen rakentamismääräyskokoelma B1. Rakenteiden varmuus ja kuormitukset. Määräykset 1998. Helsinki 1997. Ympäristöministeriö. Asunto- ja rakennusosasto. 11 s.
- [43] RIL 250-2011. Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. Helsinki 2011. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 172 s. + 71 s.
- [44] Pentti, M. & Hyypöläinen, T. Ulkoseinärakenteiden kosteustekninen suunnittelu. Tampere 1999. Tampereen teknillinen korkeakoulu, Talonrakennustekniikka. Julkaisu 94. 150 s. + liitt. 40 s.

LIITE A

Tutkimussuunnitelma, 20.08.2012

Rantarakentamisen julkisivurakenteiden suunnitteluohje

Vesa Pajunen, opinnäytetyöntekijä

Mikko Tarri, ohjaaja, A-Insinöörit Suunnittelu Oy

1. Johdanto

Opinnäytetyöprojektini koostuu kahdesta osasta. Ensimmäisessä osassa, joka suoritettiin kandidaatintyönä lukuvuonna 2011-2012, käsiteltiin rantarakentamisen julkisivurakenteiden haasteita. Kandidaatintyö toteutettiin kirjallisuusselvityksenä, jonka tarkoitus oli luoda perusta tutkimuksen toiselle osalle. Toinen osa eli varsinainen soveltava tutkimus toteutetaan kandidaatintyön jatkoksi diplomityönä. Kandidaatintyössä esille nousi seuraavia asioita.

Merenrannalla vallitsee ankarammat ilmastorasitukset kuin sisämaassa. Tästä huolimatta suomenkielistä suunnitteluohjetta merenrannan julkisivurakenteille ei ole tehty. Tietoa ja osaamista kuitenkin löytyy useista suomalaisista suunnitteluohjeista. Tieto on kuitenkin useassa paikassa ja osittain siten vaikeasti löydettävissä. Tosin jo vuonna 2009 on suunniteltu RT-kortin tekemistä yleisesti rantarakentamisesta. Merenrannan ilmastorasituksista merkittävimmät erot sisämaahan tulevat tuulen voimakkuudessa, viistosateen intensiteetissä ja pakkasrasituksessa. Suunnittelussa tärkeää on selvittää kyseisen rakennuspaikan paikallinen ilmasto. Tällöin korostuvat rakennuksen sijainti eri ilmansuuntiin nähden, maaston korkeudet, muut ympärillä olevat rakennukset sekä kasvillisuuden määrä, korkeus ja sijainti.

Ankarampi ilmastorasitus korostuu erityisesti merenrannalla. Muita vastaavia epäedullisia rakentamispaikkoja ovat laajat aukiot, isojen järvien rannat ja korkeat rakennukset. Kyseisten rakennusten mikroilmasto voi olla hyvin samanlainen kuin merenrannan vaativat olosuhteet.

Merenrannan julkisivurakenteissa esiintyvät samat turmeltumisilmiöt kuin sisämaassakin. Ero tulee turmeltumisilmiöiden nopeudessa. Tämän takia julkisivumateriaalien säilyvyyden suunnitteluun on kiinnitettävä enemmän huomiota merenrannalla. Säilyvyyden lisäksi keskeinen eroavaisuus on koko julkisivun veden- ja tuulenpitävyyden varmistaminen paikoin jopa vaakasateeksi yltyvissä merenrannan olosuhteissa. Erityisesti tällöin korostuvat vaipan yksityiskohtien suunnittelu. Tällöin ei riitä pelkän julkisivumateriaalin oikea valinta tai normien minimivaatimusten täyttö.

2. Taustaselvitykset ja tutkimuksen valmisteluvaihe

2.1 Miksi tämä tutkimus tehdään?

Suomenkielistä suunnitteluohjetta voimakkaan tuulen ja kovan viistosaderasituksen alaisille rakennuksille ei ole tehty. Tosin tietoa ja osaamista kirjallisuudessa on paljon

saatavilla. Tämä tieto pitää koota helpommin lähestyttävämpään muotoon. Jo olemassa olevaa tietoa ja osaamista voidaan tarkentaa sekä pohtia mahdollisia lisäselvityksiä. Tutkimuksella halutaan myös herättää keskustelua, jotta nämä epäkohdat otettaisiin huomioon suunnittelussa entistä tarkemmin tulevaisuudessa.

2.2 Mitä tässä tutkimuksessa tutkitaan?

Tutkimuksessa selvitetään merenrantarakentamisen erityispiirteitä suunnittelun ja rakentamisen näkökulmasta. Ensisijaisesti keskitytään uudisrakentamisen näkökulmaan. Toisaalta tutkimuksen keskeisiä tuloksia voidaan soveltaa myös yhtä lailla korjausrakentamisessa. Toisaalta tutkimuksen tulokset ovat käytettävissä muuallakin, jossa korostuu samanlainen ankarampi ilmastorasitus.

Rakennuksen osalta tarkastelu rajataan julkisivuun, joka käsitetään tässä työssä sokkelin yläpinnasta räystäälle. Parveke kuuluu tähän tarkasteluväliin, mutta muuten keskitytään lämmöneristettyyn osaan, jolloin ikkunat ja ovet jätetään tarkastelun ulkopuolelle. Katon ja maaperän tutkiminen jätetään tässä työssä myös huomioimatta. Kuitenkin julkisivun liitokset edellä mainittuihin osiin sekä muut vaipan yksityiskohdat ovat työssä keskeisessä osassa.

Julkisivumateriaaleista pyritään käymään mahdollisimman laajasti läpi kaikki tyypilliset suomalaiset materiaalit. Tutkimuksen keskeinen tarkoitus on nostaa esille nimenomaan materiaalien käyttäytymisen eroja sisämaan tavallisissa olosuhteissa verrattuna merenrannan vaativimpiin olosuhteisiin. Rasiituksissa näkökulma on pelkästään ilmastorasituksissa, joiden vaikutus julkisivujen turmeltumisilmiöihin korostuu eniten merenrannalla. Kun taas ilmastorasituksista riippumattomia tekijöitä ei käsitellä, koska samat ilmiöt esiintyvät yhtä lailla sisämaassa.

Työssä pyritään luomaan mahdollisimman käytännönläheistä sisältöä muodostamalla selkeitä suunnittelu- ja menetelmäperiaatteita sekä detaljeja. Tutkimuksen ensimmäisessä osiossa vähälle huomiolle jäänyt ulkomaalaisen lähdemateriaalin hyödyntäminen pyritään huomioimaan paremmin tässä tutkimuksen osassa.

3. Rantarakentamisen julkisivurakenteiden suunnitteluohje (tutkimusaihe)

3.1 Tutkimuksen tavoitteet ja tavoitellut hyödyt

Päätavoitteet

1. päätavoite: tutkia ja koota sisämaan ja rannikon välisiä julkisivurakenteiden erityispiirteitä muodostaen selkeän ja käytännönläheisen kokonaisuuden
2. päätavoite: tarkentaa ja täydentää jo olemassa olevia suomalaisia ohjeita rantarakentamisen julkisivurakenteiden osalta

Osatavoitteet

1. osatavoite: mahdollisuuksien mukaan täydentää suomalaisia ohjeita ulkomaalaisella (eurooppalaisella) tiedolla ja osaamisella
2. osatavoite: selvittää, kuinka kovemmat ilmastorasitukset on otettu huomioon merenrannalle rakennettaessa ja mitä suunnitteluohjeita on käytetty suunnittelussa

Tavoitellut hyödyt lyhyellä aikajänteellä

- tuottaa ohjeistusta julkisivurakenteiden suunnittelun ja rakentamisen parissa toimiville

Tavoitellut hyödyt pitkällä aikajänteellä

- edistää laadukasta julkisivurakentamista ja herättää keskustelua

3.2 Tutkimuksen yhteistyökumppanit

3.2.1 Julkiset

- Julkisivuyhdistys r.y.
- Tampereen teknillinen yliopisto
-

3.2.2 Yritykset

- A-Insinöörit Suunnittelu Oy
-

3.2.3 Toistaiseksi vahvistamatta olevat yhteistyökumppanit

-

3.3 Tutkimuksen toteutus

Tutkimus toteutetaan diplomi-insinöörityönä, joka on laajuudeltaan 30 op (n. 800 h). Suunnitteluohjeen laatiminen toteutetaan laadullisena tutkimuksena, jonka tarkoituksena on koota olemassa olevaa tietoa suunnitteluohjeen runkoksi. Tämän lisäksi olemassa olevaa tietoa ja osaamista täydennetään asiantuntijoiden haastattelututkimuksena.

3.4 Julkaiseminen

Tutkimuksen julkaisijana toimii ensisijaisesti Julkisivuyhdistys r.y. Aineiston mahdollisesta jatkokäytöstä esim. RT-kortissa tai vastaavassa sovitaan erikseen.

3.5 Hallinto

- ohjausryhmä, kokouksia arviolta 2-3 kpl
- hankkeen tilanteen raportointi yhteistyökumppaneille Julkisivuyhdistys ry:n koordinoimana

3.6 Budjetti

Tutkimuksen menobudjetti:

– tutkija stipendillä 8 kk á 1.250 €	12.500 €
– tutkimuksen muut kulut matkakulut ja päivärahat, postitus	4.000 €
– ohjausryhmän toiminta	2.000 €
– julkaisutoiminta	3.500 €
 Menot yhteensä	 22.000 €

Tutkimuksen rahoittajina toimivat Julkisivuyhdistys ry ja julkisivualan yritykset.

Tutkimuksen tulobudjetti:

– Julkisivuyhdistys r.y.	4.000 €
– A-Insinöörit Suunnittelu Oy	2.000 €
– muut yritykset, esim. 8 x 2.000 €	16.000 €
 Tulot yhteensä	 22.000 €

3.7 Aikataulu

Tutkimus aloitetaan syksyllä 2012 ja valmistuu arvion mukaan toukokuussa 2013

4. Hallinnolliset kysymykset

4.1 Projektin tulosten julkisuus

Projekti on lähtökohtaisesti täysin julkinen.

4.2 Ohjausryhmä

Julkisivuyhdistyksen ry:n hallitus nimeää tutkimuksen ohjausryhmän, johon kuuluu 5 – 8 henkilöä.

5. Viitetutkimukset

Ei ole.

6. Riskit

Projektin riskejä ovat mm.

- projektin viivästyminen tai hidastuminen asiantuntijoiden kiireiden vuoksi
- henkilövaihdokset.