

Julkisivutiilen koko ja sen vaikutus kuorimuurin toimintaan

Heidi Sormunen¹ ja Toni Pakkala¹

¹ Tampereen yliopisto

Tiivistelmä

Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään, miten Suomessa on päädytty nykyiseen kuorimuurauksessa käytettävään tiilileveyteen sekä miten käytettävän tiilen mahdollinen ohentaminen vaikuttaa kuorimuurin sadevedenpitävyyteen, kantavuuteen ja ympäristönäkökohtiin. Tutkimus koostui laajasta kirjallisuustutkimuksesta, hiilijalanjäljen laskennasta sekä kokeellisesta tutkimuksesta, jossa selvitettiin kuorimuurin paksuuden vaikutusta kuorimuurin sitomaan kosteuteen, kuorimuurin läpi pääsevän veden määrään sekä kuivumiskykyyn. Kirjallisuusselvityksen ja tehdyn kokeellisen tutkimuksen perusteella kuorimuurin paksuudella ei näytä olevan merkittävää vaikutusta kuorimuurin läpi pääsevän veden määrään, mutta paksuus voi vaikuttaa taustarakenteen kosteuskuormaan, jolloin korostuu seinärakenteen eri kerrosten toiminta kokonaisuutena. Kirjallisuuden sekä kokeellisen tutkimuksen perusteella epätiiviyskohdat muurauksen pystysaumoissa on vaikuttavin tekijä kuorimuurin läpi pääsevän veden määrään ja edelleen eristetilaan pääsevän vapaan veden määrään, jolloin erittäin merkittävässä roolissa on muuraustyön huolellisuus ja tiili-laasti-tartunta. Kuorimuurillisen seinärakenteen toimivuus ei ole riippuvainen kuorimuurin paksuudesta, kun tuuletuksen toimivuus saadaan varmistettua ja taustarakenteessa käytetään kosteutta kestäviä materiaaleja.

1. Johdanto

Rakennustuoteteollisuus ja Suomen Tiiliteollisuus käynnisti keväällä 2024 yhdessä Tampereen yliopiston kanssa tutkimushankkeen kerrostalorakentamisessa käytettävän tiilikuorimuurin ohentamisen mahdollisuuksista ja sen vaikutuksista seinärakenteen toimintaan. Tämä artikkeli on tiivistelmän kyseisen tutkimuksen havainnoista ja tuloksista. Tutkimus on raportoitu Heidi Sormusen diplomityössä [1].

Nykyisin kuorimuureissa yleisesti käytössä olevaa tiilileveyttä pienentämällä kuorimuurirakentamisessa voitaisiin saavuttaa materiaalisäästöjä ja siten saada tiilijulkisivun ympäristövaikutuksia pienemmäksi. Kuorimuurirakentamisessa on kuitenkin ollut haasteena kuorimuurillisen seinärakenteen kosteustekninen toimivuus viistosadetta vastaan, minkä takia kuorimuurin ohentaminen tulee tehdä seinärakenteen rakennusfysikaalinen toimivuus ja pitkäaikaiskestävyys edellä. Nykyohjeistuksen [2,3] mukaan kerrostalorakentamisessa kuorimuurin vähimmäispaksuussuositus on 120 mm ja yleisin Suomessa käytössä oleva koko on 135 mm leveä tiili korkean rakennuksen tai voimakkaan viistosaderasituksen kohteissa.

2. Tausta

2.1 Kuorimuurin ja paksuuden historiaa

Suomessa alan ohjeistus tiilikuorimuureista on pitänyt hyvää rakentamistapaa noudattavana kuorimuurin minimipaksuutena 120...130 mm. Perusteena on ollut lähinnä paksumman kuorimuurin parempi sadevedentiiviys, mutta missään standardissa tai ohjeistuksessa Suomessa taikka Euroopassa ei ole asetettu velvoittavaa minimipaksuutta käytettävälle kuorimuurille.

Tutkitun kirjallisuuden perusteella ensimmäiset ohjeet kuorimuurin sadevedentiiviyteen liittyen on annettu vuonna 1981 RYL81:ssä [4], mistä lähtien suosituspaksuus 120 mm kuorimuurille on pysynyt ohjeistuksissa nykyaikaan asti viistosaderasitukselle alttiille seinärakenteille. Tähän ei selvinnyt kuitenkaan mitään tutkittua perustetta vaan todennäköisesti sadevedentiiviyden lisäksi ohjaavana tekijänä on ollut selkeä limitettävyyys, mihin viitataan ensimmäistä kertaa jo 1897, kun teknillisen yhdistyksen arkkitehtiklubi esitteli tiilitehtailijoille ehdotuksensa tiilikoosta. RYL81-ohjeistuksen jälkeen kuorimuurin sadevedentiiviyteen perehdyttiin kuitenkin usean tutkimuksen voimin 1980-luvulla.

Kuorimuurillisten seinärakenteiden kosteusongelmat ovat historiassa olleet seurausta huolimattomasta muuraustyöstä ja suunnittelun puutteesta, sillä kuorimuurin läpi päässeelle vedelle ei ole suunniteltu pois pääsyä eikä rakenteeseen suunniteltu tuuletusta. Vaikka paksummankin tiilen, 130 mm, tapauksessa kosteusongelmia on havaittu 1980-luvulle tultaessa, paksumman kuorimuurin käytön suositusta on perusteltu sillä, että ohuemman kuorimuurin muuraustyössä olisi suurempi riski epätiiviiin tai vajaan sauman muodostumiselle tiilileveyden ollessa lyhyempi. Tälle ei kuitenkaan ole löydetty erityistä perustetta eikä aiemmissa tutkimuksissa tiilen paksuudella ole huomattu olevan merkittävää vaikutusta muuraustyön laatuun.

Nykyisin tiedostetaan tuuletusvälin huomattava merkitys kuorimuurin kosteusteknisen toiminnan kannalta. Tuuletusväli on kuitenkin tullut kuorimuureihin mukaan verrattain myöhään. 1970-luvulla ohjeistettiin jättämään sisäkuoren ja kuorimuurin väliin 20 mm lämmöneristevahvuutta leveämpi tila, jottei kimmoisa eriste työntäisi muurattavaa seinää pois lankalinjasta, mutta rakenteen ilmankiertoon ei otettu kantaa. [5,6] Ilmavälin tuulettamiseen liittyvä ohjeistus haki vielä 1980-luvullakin yhdenmukaista linjaa. RIL:n julkaisuissa RIL 107-1981 [7] ja RIL 107-1989 [8] Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet kuorimuurilliseen seinärakenteeseen suositeltiin vähintään 20 mm:n ylä- ja alareunastaan ulkoilmaan yhteydessä olevaa tuuletusväliä, jos sisäilman kosteus oli normaalia suurempi tai ulkokuoren ollessa altis viistosateille. Tällöin ohjeistettiin myös ensimmäistä kertaa kiinnittämään erityistä huomiota tuulettuvan seinärakenteen tapauksessa sisäpuolisten rakenteiden ilmanpitävyyteen. 1980-luvun lopulla muuraustyöohjeissa puhuttiin verhouksen taakse jätettävästä työvarasta, joka helpotti muuraustyötä ja toimi samalla tuuletusrakona [9]. Vuonna 1993 julkaistussa RT 82-10510 Tiilirakenteet –ohjeessa [10] ohjeistettiin viimein myös varmistamaan, että 20...30 mm:n tuuletusväli/työvara on avoin eikä muurauslaasti tuki sitä, jotta kuorimuurin läpäisevä vesi valuu alas, mistä se ohjataan ulos. Tuolloin kuitenkin todettiin ilmavirtauksen jäävän tuuletusraossa pieneksi ja kuivumisen tapahtuvan pääosin kuorimuurin läpi.

2.2 Tiilikuorimuurin sadevedentiiviyteen liittyen toteutetut aiemmat tutkimukset

1980-luvulla tehdyissä tutkimuksissa kuorimuurin sadevedentiiviyteen liittyen ja niissä toteutetuissa sadetustesteissä ei kuorimuurin paksuudella ole todettu olevan merkittävää vaikutusta kuorimuurin läpäisevään vesimäärään, mutta kuorimuurin taustarakenteen kosteusriskin todettiin todennäköisesti olevan pienempi käytettäessä paksumpaa kuorimuuria. 1980-luvun tutkimuksissa kuorimuurissa tiilien vedenvarauskyvyllä ajateltiin olevan merkittävä vaikutus kuorimuurin sadevedentiiviyteen, mutta hieman ristiriitaisesti. Eräissä tutkimuksissa [11,12] on todettu, että runsaasti vettä imevien tiilien suuri vedenvarauskyky kuorimuurissa estää vettä pääsemästä sen läpi pidempään, mutta ei paranna kuorimuurin sadevedentiiveyttä viistosaderasituksen ollessa voimakas ja pitkäkestoinen. Pieni-imuisista tiilistä muurattujen kuorimuurien todettiin kestävän ylipäänsä viistosaderasitusta paremmin, mutta se perustui pitkäkestoisien ja voimakkaan saderasituksen parempaan kestämiseen, jolloin kuorimuri ei

päässyt sitomaan niin paljoa vettä kuin runsaammin imevistä tiilistä muuratut muurit. 1980-luvun tutkimuksissa kuorimuurin kuivumiskykyä ei tarkasteltu, mutta kuorimuurin taakse jätettävän ilmaraon avoimuudella, ja siten kosteuden siirtymisellä kuorimuurista taustarakenteeseen, todettiin olevan vaikutusta tiiliverhotun ulkoseinärakenteen kosteustekniseen toimintaan. [11,12,13,14,15] Aiemmissa sadetustutkimuksissa on toistuvasti havaittu, että sadevedentiiveyden kannalta oleellista on muuraustyön laatu ja kuorimuurirakenteen kosteusteknisen toiminnan kannalta heikoin kohta on tiilen ja laastin välisessä tartunnassa tai laastisauman vajaatäytössä, erityisesti pystysaumoissa, eikä niinkään tiilen vedenläpäisyyssä [11,12,13,14,15,16].

2.3 Käytänteet muissa maissa

Suomen ohjeistus kuorimuurin paksuudelle vaikuttaa muun muassa siihen, ettei kerrostalorakentamisessa voida toteuttaa ohjeistuksen mukaisia rakenteita ulkomaisia tiiliä käyttämällä. Tutkittaessa muun muassa Ruotsissa, Norjassa, Tanskassa ja Kanadassa käytettäviä tiilijulkisivuratkaisuja huomattiin, ettei missään tutkituissa maissa käytetä yhtä leveää julkisivutiiltä kuin Suomessa, ei edes suuremman viistosaderasituksen maissa, kuten Norjassa. Tyypillisten julkisivutiilen kokoja on koottu maittain taulukkoon 1.

Taulukko 1. Eri maissa käytettävien tyypillisten julkisivutiilien kokoja.

Maa	Tiilikoon nimitys	Julkisivutiilen koko [mm] (pituus x leveys x korkeus)
Suomi	RT60/75	285x135x60/75
Ruotsi	Normalformat / MRT60/75	250x120x62 / 285x85x60/75
Norja	Normalformat / MRT60/75	228x108x62 / 285x85x60/75
Tanska	Normalformat	228x108x54
Saksa	Normalformat/Dünnformat	240x115x71/52
Yhdysvallat & Kanada	Standard/Quebec (Imperial) Modular	203x92/90x57 194x92x57
Iso-Britannia	Standard	215x102,5x65
Alankomaat	WF/Eco WF, DF/Eco DF	210x100/65x50 / 215x100/65x65

Muissa tarkastelluissa maissa kuorimuurin sadevedentiivyyteen liittyen ei anneta ohjeistuksia kuorimuurin paksuudelle, vaan seinärakenne ohjeistetaan suunnittelemaan varautuen kuorimuurin läpi pääsevään veteen. Ohjeistuksena yleisesti annetaan, että kuorimuurin läpi päässeän veden on päästävä pois rakenteesta aiheuttamatta haittaa ja kuorimuurin taustarakenteessa on käytettävä siihen soveltuvia rakennusmateriaaleja, jotka sietävät kosteutta.

3. Ympäristövaikutukset

Tiilijulkisivun ympäristövaikutusten pienentämiseksi tyypillisten julkisivutiilien sijasta on tiiliverhoukseen otettu käyttöön ohuempia tiiliä muualla Euroopassa, kuten Saksassa, Belgiassa ja Iso-Britanniassa. Kuorimuurissa käytettävän nykyistä ohuemman tiilen ympäristövaikutuksia arvioitiin tutkimuksessa vertaamalla eri paksuisten tiilien tuotevaiheen hiilidioksidipäästöjä toisiinsa hyödyntäen CO₂datan päästötietoja poltetuista tiilistä. Yksinkertaistetun hiilijalanjälkilaskelman perusteella kuorimuurin hiilidioksidipäästöt pienenevät tiilen osalta samassa suhteessa kuin tiilileveys, kun eri tiilikokojen tiilen tiheyksinä on käytetty samaa arvoa ja laastin osuutta ei ole otettu mukaan laskelmiin. Hiilidioksidipäästöjä saataisiin vähennettyä tiilen tuotevaiheen osalta melkein 19 % kuorimuurin neliometriä kohden käyttämällä 110 mm leveää tiiltä 135 mm leveän tiilen sijasta ja 37 % käyttämällä 85 mm leveää tiiltä 135 mm leveän tiilen sijasta. Hiilijalanjäljen arvioinnissa tulisi kuitenkin ottaa huomioon tuotantoteknisten tekijöiden vaikutus ohuemman tiilen valmistusvaiheen päästöihin, kuten miten paljon enemmän ohuempia tiiliä saadaan todellisuudessa poltettua yhdessä polttoprosessissa, jossa valtaosa

tiilituotannon ympäristövaikutuksista aiheutuu sekä kuinka paljon tiiliä voidaan pakata lavalle kerrallaan kuljetukseen. Eri paksuisten tiilijulkisivujen hiilidioksidipäästöjen tarkemmassa vertailussa tulisi huomioida myös laastin osuus sekä muut kuorimuurin eri elinkaaren vaiheissa aiheutuvat päästöt.

4. Sadetustestaus

4.1 Menetelmät

Tutkimuksessa toteutettiin kokeellinen tutkimus, jossa muuten ominaisuuksiltaan toisiaan vastaavia, mutta paksuudeltaan (85 mm, 110 mm ja 135 mm) eroavia koeseiniä kuormitettiin sekä yhtenäisillä että syklittäisillä sadetuksilla laboratorio-olosuhteissa (ks. taulukko 2).

Taulukko 2. Sadetustesteissä toteutetut saderasitukset.

	Saderasituksen syklitys	Keskimääräisesti seinälle sadetetun veden kokonaismäärä [mm/m ²]
Testi 1	1 x 5 min	2,5
Testi 2	1 x 5 min	2,5
Testi 3	1 x 15 min	7,6
Testi 4	5 x 3 min, tunnin välein	7,6
Testi 5	10 x 5 min, tunnin välein	25,3

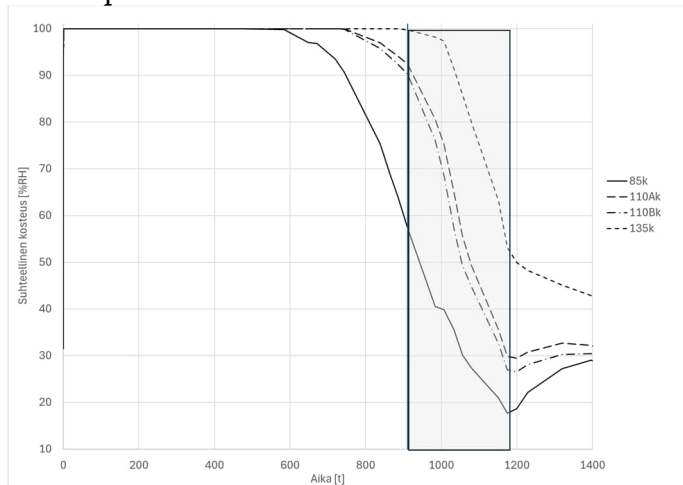
Koeseiniin kohdistettiin sadetusmäärät vastaten 5 minuutin mukaista rankkasadetta eli 2,5 mm/5 min, jotta sadetus vastaisi kyseisellä pystysuoran sateen intensiteetillä suurinta mahdollista viistosaderasitusta. Koeseinien kastumista ja kuivumista mitattiin pintakosteusmittauksin ja koeseiniin asennetuilla suhteellisen kosteuden mittaustureilla sekä koeseinien läpi pääsevän veden määrää tarkkailtiin sekä silmämääräisesti että koeseinän taustalle alareunaan asennetun keräimen avulla.

4.2 Tutkimustulokset

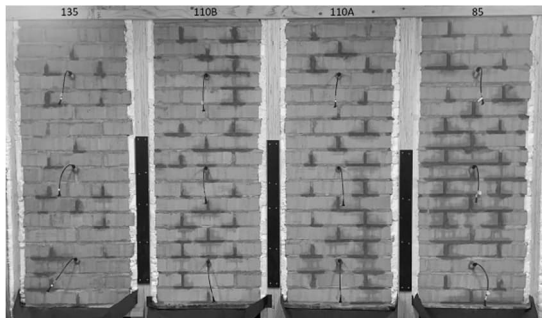
Sadetustesteissä seinien rasituspinnasta 40 mm:n etäisyydellä laastisaumassa sijainneet mittauspisteet kastuivat yhtä nopeasti koeseinän paksuudesta riippumatta, mutta mitä paksumpi koeseinä oli sitä hitaammin mittauspisteen kohta kuivui. Ohuemman seinän kuivumiskyky on todettu olevan parempi paksumpaan seinään verrattuna myös aiemmin Tampereen yliopistolla eri tiili-laasti-yhdistelmillä toteutetussa sadetustutkimuksessa [16]. Kuivuminen tapahtui myös sitä hitaammin mitä suurempaa sadetusmäärää käytettiin, jolloin myös kuivumisnopeuksien erot korostuivat eri seinäpaksuuksilla. Kuvassa 1 on esitetty Testissä 5 (sade 10 x 5 min) tapahtunut muutos mittapisteiden suhteellisessa kosteudessa testin ja seinien kuivumisen aikana.

Silmämääräisesti tarkasteltuna ja pintakosteusmittauksien perusteella huomattiin, että vesi kulki koeseinien läpi laastisaumojen ja niiden epätiiviyskohtien kautta eikä koeseinien tiilet kastuneet läpi taustapinnalle, paitsi ohuimman koeseinän (85 mm) tapauksessa suurimmalla sadetusmäärällä tehdyssä kokeessa. Koeseinän paksuudella ei ollut juurikaan merkitystä koeseinien läpi pääsevän vapaan veden määrään, sillä kaikki seinän läpi päässyt vesi pääsi imeytymään takaisin koeseinän tiiliin ja laastisaumoihin (Kuva 2). Silmämääräisten havaintojen perusteella merkittävin tekijä vapaan veden pääsemisessä kuorimuurin taakse eristetilaan ovat epätiiviyskohdat pystysaumoissa, joista vesi pääsee valumaan kuorimuurin taustapinnalle. Tätä tapahtui huolimatta siitä, että koerakenteet valmisti ammattimurari, jota myös erikseen ohjeistettiin pyrkimään laadukkaaseen työnjälkeen. Tehdyissä sadetuskokeissa läpi päässyt vesimäärä oli kuitenkin niin vähäistä, että se imeytyi takaisin rakenteeseen alas valuessaan eikä päätynyt alareunan keräimeen asti minkään rasitusyklin tapauksessa. Kokeellisen tutkimuksen

tuloksissa pitää kuitenkin huomioida se, että sadetuskokeet toteutettiin kuivumisen kannalta edullisissa olosuhteissa ja hyvin pieni-imuisista tiilistä muuratuille koeseinille sekä koeseinien kosteuspitoisuudet testien lähtötilanteissa olivat hyvin alhaiset verrattuna kuorimuurin kosteuspitoisuuksiin luonnonolosuhteissa.



Kuva 1. Testissä 5 (sadeus 10 x 5 min) tapahtunut muutos mittapisteiden suhteellisessa kosteudessa testin ja seinien kuivumisen aikana. Harmaa alue kuvaa testeissä lämpöpuhaltimella toteutettua tehostettua kuivumista.



Kuva 2. Koeseinien taustapinnat testin 5 (suurin sadetusmäärä) kaikkien sadetussykylien jälkeen, 9 tuntia testin aloituksesta).

5. Yhteenveto

Tutkimuksen perusteella kuorimuurin paksuudella ei ole merkittävää vaikutusta kuorimuurin läpäisevään vesimäärään, vaan sitä merkityksellisempi vaikutus on kuorimuurissa epätiivien saumojen osuudella. Kuorimuurissa tiilen ja laastisauman väliin jää aina tartuntapuutteita, eikä kuorimuuria voi saada täysin vesitiiviiksi. Epätiiviskohdat kuorimuurin pystysaumoissa on tutkimuksen perusteella vaikuttavin tekijä kuorimuurin läpi pääsevän veden määrään, jolloin muuraustyön laadulla ja valitulla tiili-laasti-yhdistelmällä on hyvin suuri merkitys kuorimuurin sadevedentiivyyteen. Tiiliverhotun seinärakenteen kosteustekniseen toimintaan vaikuttaa merkittävästi myös kuorimuurin sitoman kosteuden aiheuttama kosteuskuorma kuorimuurin taustalle. Tähän vaikuttaa tuuletusvälin leveys ja ilman vaihtuvuus sekä kuorimuurin paksuus. Paksumpi kuorimuuuri voi aiheuttaa suuremman kosteuskuorman verrattuna ohuempaan kuorimuruuriin sen kuivuessa hitaammin, jolloin tuuletusvälin ilman vaihtuvuuden merkitys korostuu verrattuna kuorimuurin paksuuteen.

Kuorimuurillisen seinärakenteen kosteustekninen toimivuus varmistetaan suunnittelemalla kuorimuuuri, sen perustaminen ja taustarakenteet siten, että kuorimuurin läpäisevä kosteus saadaan

poistettua seinärakenteesta tuuletuksella ja veden ohjauksella, sekä siten, että taustarakenteet kestävät kuorimuurin tuoman kosteusrasituksen ja estävät kosteutta siirtymästä syvemmälle rakenteeseen.

Tiilijulkisivun ympäristövaikutuksia voidaan saada pienemmäksi käytettäessä kuorimuurissa pienemmän tiilileveyden tiiltä. Kuorimuurin ohentamisella voidaan myös mahdollisesti pienentää eristetilan kosteuskuormaa kuorimuurin kuivuessa nopeammin ja ohentaminen mahdollistaa tuuletusvälin leveyden kasvattamisen seinärakennepaksuutta lisäämättä. Kun kuorimuurin tuulettuminen on varmistettu ja sen taustamateriaalit kestävät kosteutta, on kuorimuurillinen seinärakenne kosteusteknisesti toimiva kuorimuurin paksuudesta riippumatta.

Lähdeluettelo

- [1] Sormunen, H. 2025. Julkisivutiilen koko ja sen vaikutus kuorimuurin toimintaan: Kosteustekniset havainnot ja ympäristövaikutukset. Diplomityö. Tampereen yliopisto. 102 s. 50 liites. Saatavilla: <https://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202504223916>
- [2] RIL 107-2022. Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet. RIL ry, Helsinki. 233 s.
- [3] RT 103282. 2020. Tiilirakenteet. RT-ohjekortti. Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö RTS sr.
- [4] RYL81. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset 1981. RT 14-10108. Rakennustietosäätiö, Helsinki. 438 s. (korvattu vuonna 1989)
- [5] Kavaja, R., Mentu, E. ja Jormalainen, P. 1976. Muuraustyöt. Rakentajain kustannus Oy, Helsinki. 192 s.
- [6] Kavaja, R., Mentu, E. ja Jormalainen, P. 1978. Muuraustyöt. 3. painos. Rakentajain kustannus Oy, Helsinki. 192 s.
- [7] RIL 107-1981. Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto, Helsinki. 81 s.
- [8] RIL 107-1989. Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto r.y. RIL, Helsinki. 75 s.
- [9] Kavaja, R., Mentu, E. ja Jormalainen, P. 1988. Muuraustyöt. 8. painos. Rakentajain kustannus Oy, Helsinki. 224 s.
- [10] RT 82-10510. 1993. Tiilirakenteet. RT-ohjekortti. Rakennustietosäätiö. (korvattu vuonna 2020)
- [11] Heikkinen, R. 1982. Laastin ja kiven yhteistoiminnan vaikutus muurattujen seinien sateenpitävyyteen. Diplomityö. Teknillinen Korkeakoulu. 63 s.
- [12] Hynynen, O. 1983. Muurattujen seinien ja sateenpitävyyden perusteet. Diplomityö. Teknillinen Korkeakoulu. 105 s.
- [13] Lehtinen, T. 1989. Tiilijulkisivupintaisten seinärakenteiden sateenpitävyyden kehittäminen: Seinärakenteiden rakennevaihtoehdot ja rakennusfysikaalinen toiminta. Diplomityö. Teknillinen Korkeakoulu. 132 s.
- [14] Helminen, S. 1989. Tiilijulkisivupintaisten seinärakenteiden sateenpitävyyden kehittäminen: seinärakenteiden sateenpitävyys ja työtekniikka. Diplomityö. Teknillinen Korkeakoulu. 110 s.
- [15] Lehtinen, T. ja Viljanen, M. 1989. Tiilijulkisivuisen seinärakenteen toiminnan varmistaminen viistosadetta vastaan. Teknillinen Korkeakoulu, Helsinki. Talonrakennustekniikan laboratorio. Julkaisu / Report 16. 52 s.
- [16] Pentti, M., Pakkala, T., Pylkkänen, K., Suonketo, J. ja Pikkuvirta, J. 2020. Tiilijulkisivun vesitiiviyyden testaaminen laboratoriossa erityyppisillä tiilillä ja muurauslaasteilla. Tutkimusselostus nro RAK/2565/2020.