

Tiilikuorimuurissa käytettävä tiilileveys pienemmäksi ympäristövaikutusten vähentämiseksi

Heidi Sormunen, diplomityöntekijä, TkK
Tampereen yliopisto
heidi.sormunen@tuni.fi

Toni Pakkala, yliopistonlehtori, TkT
Tampereen yliopisto
toni.pakkala@tuni.fi

Rakennustuoteteollisuus RTT ja Suomen Tiiliteollisuus käynnistivät keväällä 2024 yhdessä Tampereen yliopiston kanssa tutkimushankkeen kerrostalorakentamisessa käytettävän tiilikuorimuurin ohentamisen mahdollisuuksista ja vaikutuksista seinärakenteeseen. Tämä artikkeli on tiivistelmä kyseisen tutkimuksen havainnoista ja tuloksista. Tutkimus on raportoitu Heidi Sormusen diplomityössä.

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 [1,2] mukaan kerrostalorakentamisessa kuorimuurin vähimmäispaksuussuositus on 120 mm ja yleisin Suomessa käytössä oleva koko on 135 mm leveä tiili korkean rakennuksen tai voimakkaan viistosaderasituksen kohteissa.

Tutkimuksessa selvitettiin, mihin ohjeistukset kuorimuuripaksuudesta perustuvat ja millaiset kuorimuurirakentamista koskevat velvoittavat määräykset ja ohjeet ovat. Aiemmin tehtyjen tutkimuksien ja muiden maiden käytäntöjen pohjalta tutkimuksessa selvitettiin tiilileveyden vaikutusta kuorimuurillisen seinärakenteen kosteustekniseen toimintaan. Tampereen yliopiston tutkimuslaboratoriossa tehdyillä sadetuskokeilla selvitettiin kuorimuurissa käytettävän tiilen leveyden vaikutusta tiilimuurin kastumiseen, kuivumiseen ja sadevedentiiviyteen.

Kuorimuurin paksuuden ja tuuletusvälin historiaa

Suomessa alan ohjeistus tiilikuorimuureista on pitänyt hyvää rakentamistapaa noudattavana kuorimuurin minimipaksuutena 120...130 mm. Perusteena on ollut lähinnä paksumman kuorimuurin parempi sadevedentiiviyys, 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 [3], mistä lähtien suosituspaksuus 120 mm kuorimuurille on pysynyt ohjeistuksissa nykyään asti viistosaderasitukselle alttiissa seinärakenteissa. Tähän ei selvinnyt kuitenkaan mitään tutkittua perustetta vaan todennäköisesti sadevedentiiviyden lisäksi ohjaavana tekijänä on ollut selkeä limitettävyys, 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.

Yksi merkittävä syy sadevedentiivyyden tutkimiseen oli se, että muun muassa parissa merenranta-alueilla sijainneessa voimakkaalle viistosaderasitukselle alttiissa kohteessa todettiin vakavia kosteusongelmia huonosti toteutetun tiiliverhotun seinärakenteen takia.

Kuorimuurillisten seinärakenteiden kosteusongelmat ovat historiassa olleet seurausta

1 Kuorimuurillisen seinärakenteen toimivuus ei ole riippuvainen kuorimuurin paksuudesta, kun tuuletuksen toimivuus saadaan varmistettua ja taustarakenteessa käytetään kosteutta kestäviä materiaaleja. Kuorimuurin ohentamisella voidaan vähentää tiilijulkisivun ympäristövaikutuksia ja mahdollisesti eristetilan kosteuskuormaa ja mahdollistaa muiden rakennekerrosten paksuntamisen samalla ulkoseinän kokonaispaksuudella. Kuvituskuva: Tampere Citylife.





1



2

huolimattomasta muuraustyöstä ja suunnittelun puutteesta, sillä kuorimuurin läpi päässeelle vedelle ei oltu suunniteltu poispääsyä eikä rakenteeseen suunniteltu tuuletusta. Vaikka paksummankin tiilen, 130 mm, tapauksessa kosteusongelmia on havaittu 1980-luvulle tultaessa, paksumman kuorimuurin suositeltu käyttöä on perusteltu sillä, että ohuemman kuorimuurin muuraustyössä olisi suurempi riski epätiiviin 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 leveämpi tila, kuin mitä itse lämmöneristys paksuudeltaan on, sillä perusteella, ettei kimmoisa eriste työntäisi muurattavaa seinää pois lankalinjasta, mutta sen ilmankiertoon ei otettu kantaa. [4,5]

Ilmavälin tuulettamiseen liittyvä ohjeistus haki vielä 1980-luvullakin yhdenmukaista linjaa. RIL:n julkaisuissa RIL 107-1981 ja RIL 107-1989 Rakennusten veden- ja kosteudeneristys-ohjeet kuorimuurilliseen seinärakenteeseen suositeltiin vähintään 20 mm:n ylä- ja alareunaan ulkoilmaan yhteydessä olevaa tuuletusväliä, jos sisäilman kosteus oli normaalia suurempi tai ulkokuoren ollessa altis viistosaiteille. Tällöin ohjeistettiin myös ensimmäistä

kertaa kiinnittämään erityistä huomiota tuulettuvan seinärakenteen tapauksessa sisäpuolisten rakenteiden ilmanpitävyyteen. [6,7]

1980-luvun lopulla muuraustyöohjeissa puhuttiin verhouksen taakse jätettävästä työvarasta, joka helpotti muuraustyötä ja toimi samalla tuuletusrakona [8].

Vuonna 1993 julkaistussa RT 82-10510 Tiilirakenteet –ohjeessa 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. [9]

Tiilikuorimuurin sadevedentiiviyyteen liittyen toteutetut aiemmat tutkimukset

Aiemmissa 1980-luvulla tehdyissä tutkimuksissa kuorimuurin sadevedentiiviyyteen liittyen ja niissä toteutetuissa sadetustesteissä ei kuorimuurin paksuudella ole todettu olevan merkittävää vaikutusta kuorimuurin läpäisevään vesimäärään, mutta kuorimuurin taustarakenteen kosteusriskin todettiin todennäköisesti olevan pienempi käyttäessä paksumpaa kuorimuuria.

1980-luvun tutkimuksissa kuorimuurissa tiilien vedenvarauskyvyllä ajateltiin olevan merkittävää vaikutusta kuorimuurin sadevedentiiviyyteen, mutta hieman ristiriitaisesti. Eräissä tutkimuksissa [10,11] on todettu, että runsaasti vettä imevien tiilien suuri vedenvarauskyky kuorimuurissa estää vettä pääsemästä sen läpi pidempään, mutta ei paranna

1 ja 2 Julkisivukuorimuurauksessa työnlaadulla on suuri merkitys rakenteen sadevedenpitävyyden kannalta. Kuvan kohteessa 130 mm paksun kuorimuurauksen pystysaumoissa oli runsaasti tartuntapuitteita, joiden vuoksi pystysaumojen toinen tartuntapinta oli monin paikoin täysin irti tiilestä. Syyksi selvisi näytteenoton ja endoskooppikuvauksen perusteella pystysaumojen merkittävä vajaatäyty.

Taulukko 1

Eri maissa käytettävien tyypillisten julkisivutiilien kokoja.

Maa	Tiilikoon nimitys	Julkisivutiilen koko [mm] (pituus × leveys × korkeus)
Suomi	RT60	285 × 135 × 60
	RT75	285 × 135 × 75
Ruotsi	Normalformat	250 × 120 × 62
	MRT60	285 × 85 × 60
Norja	Normalformat	228 × 108 × 62
	MRT60	285 × 85 × 60
Tanska	Normalformat	228 × 108 × 54
Saksa	Normalformat/ Dünnformat	240 × 115 × 71/52
Yhdysvallat & Kanada	Standard/Quebec	203 × 92/90 × 57
	(Imperial) Modular	194 × 92 × 57
Iso-Britannia	Standard	215 × 102,5 × 65
Alankomaat	WF, waalformaati	210 × 100 × 50
	DF, dikformaati	215 × 100 × 65
	eco-brick	190 × 65 × 50/65
Belgia	Module 50/65	noin 190 × 90 × 50/65
	Myös WF ja DF-tiilet	190 × 65 × 50/65
	eco-brick	190 × 65 × 50/65

kuorimuurin sadevedentiiveyttä viistosaderasituksen ollessa voimakas ja pitkäkestoinen. Pieni-imuisista tiilistä muurattujen kuorimuurien todettiin kestävän ylipäänsä viistosaderasitusta paremmin, mutta se perustui pitkäkestoisesta ja voimakkaan saderasituksen parempaan kestämiseen, jolloin kuorimuri ei päässyt sitomaan niin paljon vettä kuin runsaammin imevistä tiilistä muuratut murit.

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. [10,11,12,13,14] Aiemmissa sadetutkimuksissa 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 [10,11,12,13,14,15].

Tiilijulkisivukäytänteet eroavat 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 julkisivutiilien kokoja on koottu määttain taulukkoon 1.

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

Tiilijulkisivussa käytettävällä tiilikoolla on merkitystä ympäristövaikutuksiin

Tiilijulkisivun ympäristövaikutusten pienentämiseksi tyypillisten julkisivutiilien sijasta on tiiliverhoukseen otettu käyttöön ohuempia tiiliä muualla Euroopassa, kuten Saksassa, Belgiassa ja Iso-Britanniassa.

Kuorimuurissa käytettävän tiilileveyden pienentämisen vaikutuksia tiilijulkisivun ympäristövaikutuksiin tutkimuksessa arvioitiin vertaamalla eri paksuisten tiilien tuotevaiheen hiilidioksidipäästöjä toisiinsa hyödyntäen CO₂-datan 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 arvioin-

Taulukko 2

Sadetustesteissä toteutetut saderasitukset.

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

nissa tulisi kuitenkin ottaa huomioon tiilen ohentamisen vaikutus tuotevaiheen päästöihin vaikuttaviin tuotantoteknisiin tekijöihin, 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.

Sadetustestejä eri paksuisten muurattujen seinien sadevedentiiveyden selvittämiseksi

Tutkimuksessa toteutettiin kokeellinen tutkimus, jossa muuten ominaisuuksiltaan toisiaan vastaavia, mutta paksuudeltaan (85 mm, 110 mm ja 135 mm) eroavia koeseiniä kuormitettiin sekä yhtenäisillä että syklittävillä sadetuksilla laboratorio-olosuhteissa (ks. taulukko 2). Syklittävissä sadetustesteissä (taulukko 2: testi 4 ja testi 5) tehtiin useampi yhtenäinen sadetus, joka toteutettiin tunnin välein.

Koeseiniin kohdistettiin sadetusmäärät vastaten 5 minuutin mukaista rankkasadetta eli 2,5 mm/5 min, jotta sadetus vastaisi suurinta mahdollista viistosaderasitusta, joka muodostuu kyseisellä pystysuoran sateen intensiteetillä. Seinille kohdistetun sadetuksen intensiteetti olisi ollut hyvä säätää sadetuksen keston mukaan todenmukaisemman saderasituksen saavuttamiseksi, mutta sadetustestien järjestämisen mahdollisuuksien mukaan testeissä käytettiin samaa sadetuksen intensiteettiä.

Koeseinien kastumista ja kuivumista mitattiin pintakosteusmittauksin ja koeseiniin asennetuilla suhteellisen kosteuden mitausantureilla sekä koeseinien läpi pääsevän veden määrää tarkkailtiin sekä silmämääräisesti että koeseinän taustalle alareunaan asennetun keräimen avulla. Sadetustesteissä seinien rasisuspinnasta samalla etäisyydellä laastisaumassa sijainneet mittauspisteet kasutuivat 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 toteutetuissa sadetustutkimuksessa [15]. Kuivuminen tapahtui myös sitä hitaammin mitä suurempaa sadetusmäärää käytettiin, jolloin myös kuivumisnopeuksien erot korostuivat eri seinäpaksuuksilla.

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.

Silmämääräisten havaintojen perusteella merkittävin tekijä vapaan veden pääsemisessä kuorimuurin taakse eristetilaa ovat epäti-

viyskohdat pystysaumoissa, joista vesi pääsee valumaan kuorimuurin taustapinnalle. Tätä tapahtui huolimatta siitä, että koerakenteet valmisti ammattimurari, jota myös erikseen ohjeistettiin pyrkimään laadukkaaseen työn jälkeen. Tehdyissä sadetuskokeissa läpi päässyt vesimäärä oli kuitenkin niin vähäistä, että se imeytyi takaisin rakenteeseen alas valuessaan eikä päätynyt alareunan keräimeen asti minäkään rasisussyklin 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.

Kuorimuurin ja sen taustarakenteiden täytyy toimia yhdessä kokonaisuutena

Kuorimuurissa tiilen ja laastisauman väliin jää aina tartuntapuitteita, eikä kuorimuuria voi saada täysin vesitiiviiksi. Epätiiviyskohdat kuorimuurin pystysaumoissa on tutkimuksen perusteella vaikuttavin tekijä kuorimuurin läpi pääsevän vapaan veden määrään, jolloin muuraustyön laadulla ja valitulla tiili-laasti-yhdistelmällä on hyvin suuri merkitys kuorimuurin sadevedentiivyyteen. Tämä korostaa myös kuorimuurin perustusliitoksen ja taustarakenteiden kokonaisuutena toimivuuden tärkeyttä.

Ympäristöministeriön asetuksessa (782/2017) rakenteiden kosteusteknisestä toimivuudesta määrätäänkin, että seinärakenteen eri kerrosten tulee toimia yhdessä kokonaisuutena,

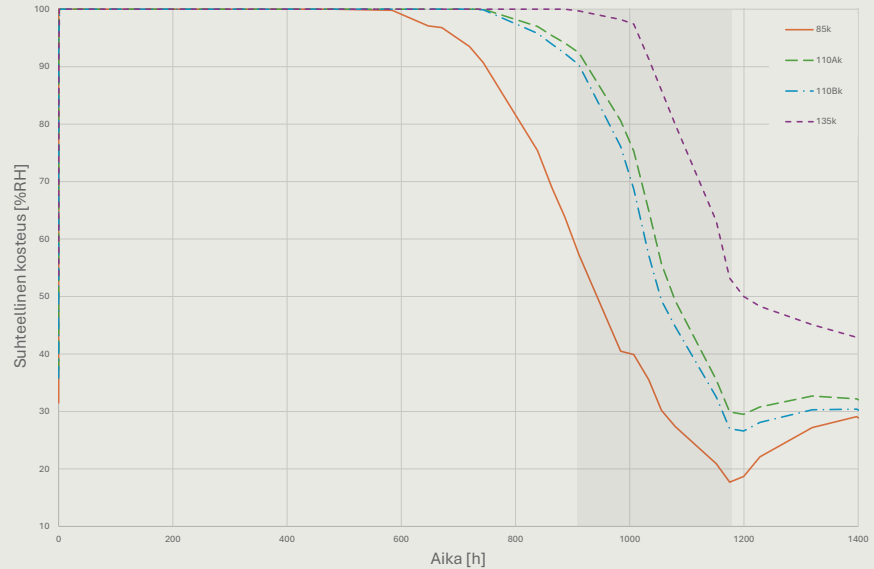


3 Koeseinien taustapinnat kuivina, ennen sadetustestin aloitusta.



4 Koeseinien taustapinnat testin 5 (suurin sadetusmäärä) kaikkien sadetussyklien jälkeen, 9 tuntia testin aloituksesta.

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



joka estää vettä kulkeutumasta haitallisesti rakenteen sisään ja estää kosteuspitoisuutta muodostumasta seinärakenteesta sellaiseksi, että siitä olisi haittaa seinärakenteen kosteustekniselle toimivuudelle [16].

Kuorimuurillisen seinärakenteen kosteustekninen toimivuus varmistetaan suunnittelemalla kuorimuri, 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. Sisäkuoren ilmanpitävyydellä on huomattava merkitys rakenteen kosteusteknisen toiminnan kannalta ja tyypillisesti esimerkiksi betonisella sisäkuorella tiiviys saadaan toteutettua helposti saumavalujen avulla.

Tutkimuksen perusteella kuorimuurin paksuudella ei ole merkittävää vaikutusta kuorimuurin läpäisevään vesimäärään vaan sitä merkityksellisempi vaikutus on kuorimuurissa epätiivien saumojen osuudella.

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 kuorimuri voi aiheuttaa suuremman kosteuskuorman verrattuna ohuempaan kuorimuriin sen kuivumista hitaammin, jolloin tuuletusvälin ilman vaihtuvuuden merkitys korostuu verrattuna kuorimuurin paksuuteen.

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 kasvattamatta.

Kun kuorimuurin tuulettuminen on varmistettu ja sen taustamateriaalit kestävät kosteutta, on kuorimuurillinen seinärakenne kosteusteknisesti toimiva kuorimuurin paksuudesta riippumatta.

Lisätietoja:

Julkisivutiilen koko ja sen vaikutus kuorimuurin toimintaan: Kosteustekniset havainnot ja ympäristövaikutukset. Sormunen Heidi. 2025. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202504223916>

Lähteet

- [1] RIL 107-2022. Rakennusten veden- ja kosteuden-eristysohjeet. RIL ry, Helsinki. 233 s.
- [2] RT 103282 (2020) Tiilirakenteet. RT-ohjekortti. Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö RTS sr.
- [3] RYL81. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset 1981. RT 14-10108. Rakennustietosäätiö, Helsinki. 438 s. (korvattu vuonna 1989).
- [4] Kavaja, R., Mentu, E., Jormalainen, P. (1976) Muuraustyöt. Rakentajain kustannus Oy, Helsinki. 192 s.
- [5] Kavaja, R., Mentu, E., Jormalainen, P. (1978) Muuraustyöt. 3. painos. Rakentajain kustannus Oy, Helsinki. 192 s.
- [6] RIL 107-1981. Rakennusten veden- ja kosteuden-eristysohjeet. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto, Helsinki. 81 s.

- [7] RIL 107-1989. Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto ry. RIL, Helsinki. 75 s.
- [8] Kavaja, R., Mentu, E., Jormalainen, P. (1988) Muuraustyöt. 8. painos. Rakentajain kustannus Oy, Helsinki. 224 s.
- [9] RT 82-10510 (1993) Tiilirakenteet. RT-ohjekortti. Rakennustietosäätiö. (korvattu vuonna 2020)
- [10] Heikkinen, R. (1982) Laastin ja kiven yhteistoiminnan vaikutus muurattujen seinien sateenpitävyyteen. DI-työ. Teknillinen Korkeakoulu. 63 s.
- [11] Hynynen, O. (1983) Muurattujen seinien ja sateenpitävyyden perusteet. DI-työ. Teknillinen Korkeakoulu. 105 s.
- [12] Lehtinen, T. (1989) Tiilijulkisivupintaisten seinärakenteiden sateenpitävyyden kehittäminen: Seinäraken-

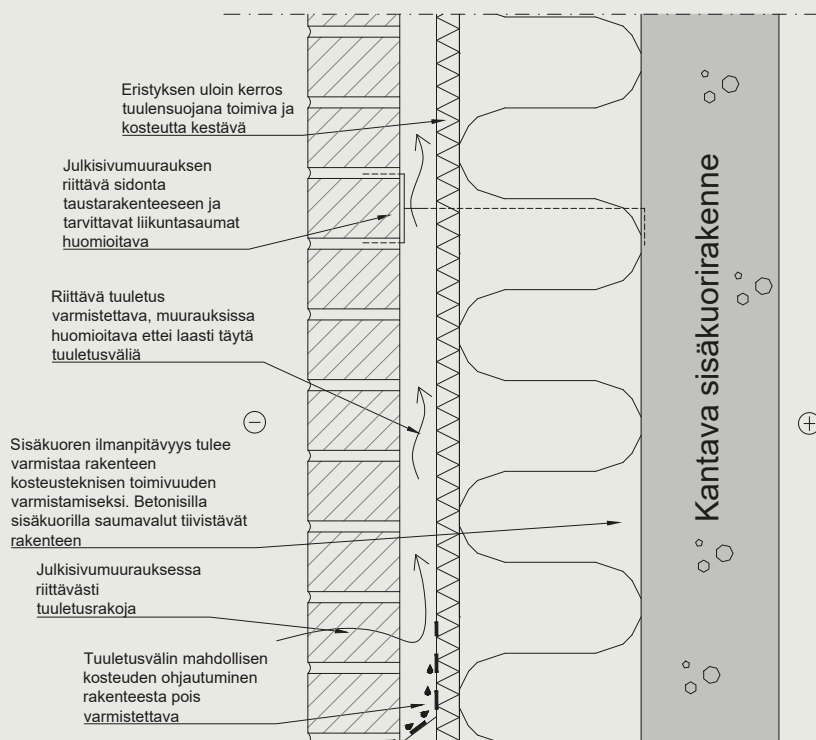
- teiden rakennevaihtoehdot ja rakennusfysikaalinen toiminta. DI-työ. Teknillinen Korkeakoulu. 132 s.
- [13] Helminen, S. (1989) Tiilijulkisivupintaisten seinärakenteiden sateenpitävyyden kehittäminen: seinärakenteiden sateenpitävyys ja työtekniikka. DI-työ. Teknillinen Korkeakoulu. 110 s.
- [14] Lehtinen, T., Viljanen, M. (1989) Tiilijulkisivuisen seinärakenteen toiminnan varmistaminen viistosadetta vastaan. Teknillinen Korkeakoulu, Helsinki. Talonrakennustekniikan laboratorio. Julkaisu / Report 16. 52 s.
- [15] Pentti, M., Pakkala, T., Pylkkänen, K., Suonketo, J., Pikkuvirta, J. (2020) Tiilijulkisivun vesitiivyyden testaaminen laboratoriossa erityyppisillä tiilillä ja muurauslaasteilla. Tutkimusraportti nro RAK/2565/2020.
- [16] Ympäristöministeriön asetus rakenteiden kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017.



6

6 Kuvassa rinnakkain 135 mm ja 85 mm tiilet.

Tiilimuuratun julkisivun periaateleikkaus



Brick size and the effects on functionality of brick façade

This study investigates the reasons behind the brick thickness used in Finland's brick veneer construction and examines how using thinner bricks would affect rainwater penetration, building physical performance, load-bearing capacity, and environmental impact. The study highlights the challenges with rainwater penetration through brick veneers and the importance of moisture performance in wall structures.

Key findings include:

Brick Veneer Practices: Other countries, including those with higher wind-driven rain loads, do not use bricks as thick as those in Finland. Instead, they design wall structures to allow water to exit without causing damage.

Environmental Impact: Using thinner bricks (110 mm instead of 135 mm) could reduce CO₂ emissions by approximately 19% per square meter of brick veneer.

Moisture Performance: The thickness of the brick veneer does not significantly affect the amount of water seeping through but can impact the moisture load of the inner wall structure.

Construction Quality: Defects in head joints and errors in bricklaying are the most influential factors in rainwater penetration 4. Functional wall structures can be achieved with adequate ventilation and moisture-resistant materials, regardless of veneer thickness. •