

Kutterinlastueristeisten ulkoseinärakenteiden koerakennuskokeet ECOSAFE-hankkeessa

Jaakko Hietikko, Eero Tuominen ja Juha Vinha
Tampereen yliopisto, rakennustekniikka, rakennusfysiikka

Tiivistelmä

Tampereen yliopiston Rakennusfysiikan tutkimusryhmä tekee osana Ympäristöministeriön rahoittamaa ECOSAFE hanketta erilaisten seinärakenteiden tutkimusta. Tutkimuksessa verrataan Hervannan koerakennuksiin asennettujen erilaisten seinärakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa kahdella eri julkisivulla. Sekä etelä- että pohjoisjulkisivulle on asennettu neljä erilaista noin 1,2x2,5m² seinäelementtiä, jotka on anturoitu suhteellisen kosteuden ja lämpötilan seuraamiseksi rakenteen eri kerroksissa. Kaikkiaan elementeissä on vertailtavana neljä eri tuulensuojamateriaalia: kipsilevy, bitumoitu huokoinen kuitulevy, savikutteriseoslevy ja mineraalivillatuulensuojalevy. Huokolevyllä on toteutettu kaksi elementtiä, joista toisen eristekutteri on käsitelty savella. Kipsituulensuojallisessa elementissä on lisäksi tiiliverhous ukopinnassa ja höyrynsulku sisäpinnassa, kun muilla rakenteilla julkisivuna on puupanelointi ja sisäpinnassa ei ole höyrynsulkua. Muuten elementtien rakenteet ovat toisiaan vastaavia: 300 mm eristepaksuus, k-k 600 mm kertopuutolpat ja sisäpinnan 15 mm havuvaneri-levy. Elementtien välistä rakennusfysikaalista toimintaa on verrattu toisiinsa. Kaikkiin elementteihin vaikuttaa vertailukelpoinen sisäilman olosuhde ja ulkoilman sää. Kosteusteknisesti parhaiten toimiviksi ratkaisuiksi osoittautui savetettu kutteri ja mineraalivillatuulensuoja.

1. Johdanto

Tampereen yliopiston Rakennustekniikan laitoksen Rakennusfysiikan tutkimusryhmä on saanut Ympäristöministeriöltä rahoitusta ”Kasvua ja kehitystä puusta” -ohjelmasta ECOSAFE-hankkeelle. Hankkeessa tutkitaan purueristeen kosteusteknistä toimintaa rakenteissa. Hankkeen yhtenä osana on Tampereen yliopiston Hervannan kampukselle rakennetuissa koerakennuksissa tehtävät kokeet.

Koerakennuksiin voidaan asentaa etelä- ja pohjoisjulkisivuille noin 1,2 x 2,5 m² seinäelementtejä yhteensä 24 kpl ja noin 1,8 x 4 m² harjakattoelementtejä yhteensä 6kpl. Tässä hankkeessa seinäelementtejä on asennettu yhteensä kahdeksan kappaletta, neljä molemmille julkisivuille. Seinäelementeissä on valikoituja toisistaan poikkeavia rakennekerroksia ja kattava lämpötilan ja suhteellisen kosteuden anturointi, jotta toisistaan poikkeavien rakennekerrosten vaikutusta koko rakenteen kosteustekniseen toimintaan voidaan verrata. Rakenteen sisäisten olosuhteiden lisäksi seurattiin sisäilman olosuhteita ja ulkoilman säätä Vaisalan sääaseman avulla.

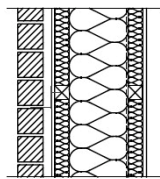
2. Tutkittavat elementit

2.1 Rakennetyypit

Tutkittavat rakenteet on kaikki tehty samalla tavalla k-k 600 mm, 51x300 mm² kertopuulla ja 15 mm havuvaneri-pohjalla toteutettuun runkoon. Havuvaneri toimii sisäpinnassa höyry- ja ilmansulkuna. Runko anturoitiin lämpötilan ja suhteellisen kosteuden mittaamiseksi rakenteen sisältä eri kohdista. Anturoitu elementti puhallettiin täyteen eristettä Punkaharjun Puutaito Oy:n

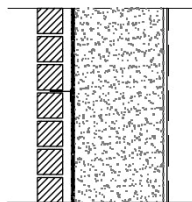
seinäelementtitehtaan levypuhalluslaitteella. Puhallus tehtiin 30 mm ylitäyttöön ja eriste tiivistettiin mekaanisesti puristamalla ennen kotelon sulkemista tuulensuojalevyllä. Näin pyrittiin välttämään eristeen painuminen tutkimuksen aikana.

Jokaista elementtityyppiä rakennettiin kaksi kappaletta: toinen etelä- ja toinen pohjoisjulkisivulle asennettavaksi. Yksittäinen elementti (E2) eristettiin savetetulla kutterinlastulla, koska sen otaksuttiin parantavan kutterinlastun kosteusteknistä toimintaa. Muissa elementeissä käytettiin puhdasta kutterinlastua, mutta toisistaan poikkeavia tuulensuojamateriaaleja: Yksi toteutettiin savetetun kutterinlastun rinnakkaiselementiksi (E4) siten, että molemmissa on 25 mm bitumoitu huokoinen kuitulevy tuulensuojana. Yhdessä elementissä on kipsituulensuoja (E1) ja muista rakenteista poiketen myös höyrinsulkumuovi, koska kipsituulensuojallista elementtiä haluttiin ensisijaisesti verrata mineraalivillaeristettyihin, toisen hankkeen elementteihin (W5), jotta voidaan osoittaa kutterinlastun ja mineraalivillan kosteusteknisen toiminnan eroavaisuutta. Viimeiseksi esiteltävän elementin runkotolppavälit toteutettiin kahdella eri tuulensuojamateriaalilla, koska hankkeen alkuvaiheessa suunnitellun savikutterituulensuojan (E3-S) lisäksi haluttiin testata Antti Forssin [1] työn perusteella potentiaalisiksi osoittautuneen mineraalivillatuulensuojan (E3-V) käyttäytymistä. Elementtien ulkopinnat verhoiltiin ponttilautaverhouksella pois lukien kipsituulensuojallinen elementti, johon tehtiin mineraalivillaelementteihin vertailtavuuden parantamiseksi tiilijulkisivu. Elementtien rakennetyypit on esitetty kuvassa 1.



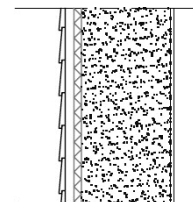
Rakennetyyppi W5

Tiilimuuraus	85 mm
Tuuletusväli ja pystykoolaus	30 mm
Tuulensuojakipsilevy	9 mm
Lämmöneriste ja vaakakoolaus	50 mm
Lämmöneriste ja runkotolpat	200 mm
Höyrinsulku	
Lämmöneriste ja vaakakoolaus	50 mm
Kipsilevy	13 mm



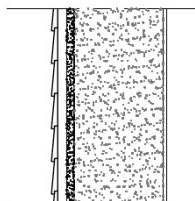
Rakennetyyppi E1

Tiilimuuraus	85 mm
Tuuletusväli	30 mm
Kipsituulensuojalevy	9 mm
Pölkky kutterinpurueristys	300 mm
Vaneri	15 mm
Höyrinsulkumuovi	



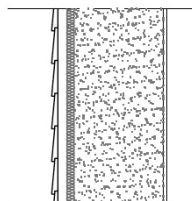
Rakennetyyppi E2

Puuverhous	22 mm
Tuuletusväli	30 mm
Hunton puukuitutuulensuojalevy	25 mm
Savetettu Pölkky kutterinpurueristys	300 mm
Vaneri	15 mm



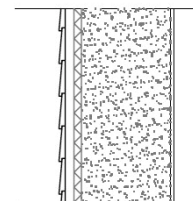
Rakennetyyppi E3-S

Puuverhous	22 mm
Tuuletusväli	30 mm
Savituulensuoja	30 mm
Pölkky kutterinpurueristys	300 mm
Vaneri	15 mm



Rakennetyyppi E3-V

Puuverhous	22 mm
Tuuletusväli	30 mm
Paroc mineraalivillatuulensuojalevy	30 mm
Pölkky kutterinpurueristys	300 mm
Vaneri	15 mm



Rakennetyyppi E4

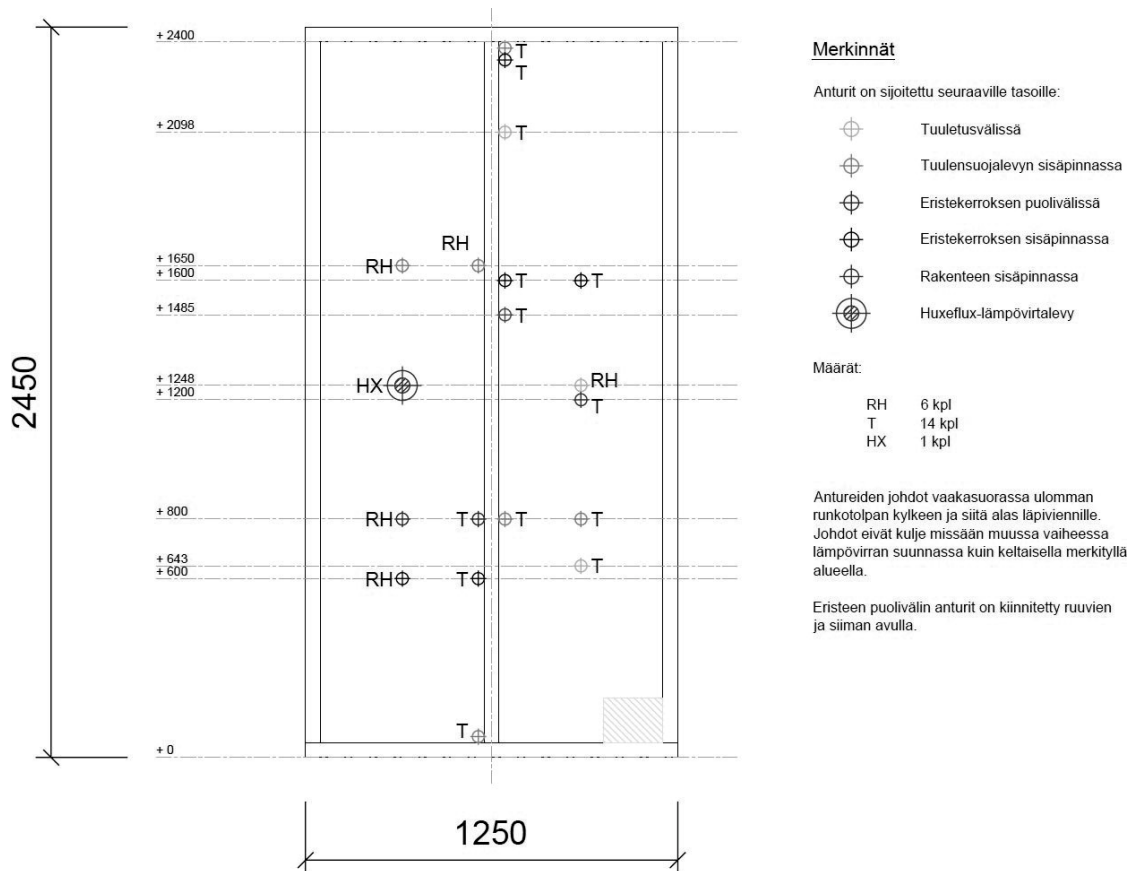
Puuverhous	22 mm
Tuuletusväli	30 mm
Hunton puukuitutuulensuojalevy	25 mm
Pölkky kutterinpurueristys	300 mm
Vaneri	15 mm

Kuva 1. Tutkittujen elementtien rakennetyypit

2.2 Anturointi

Kaikki elementit anturoitiin samalla tavalla. Kahden erilaisen tuulensuojalevyn elementissä toinen runkotolppaväli lisäänturoitiin vasta eristeen asennuksen jälkeen, joten savikutteri- ja mineraalivillatuulensuojalevyn runkotolppaväleissä antureita ei ole lisätty eristekerroksen sisälle. Tällä ei ole merkitystä tulosten kannalta, koska kriittisin tarkastelupiste kaikilla rakenteilla on tuulensuojalevyn sisäpinta runkotolppien puolivälissä, koska eriste on yhtä herkkä kosteudelle kuin runkotolpat. Runkotolppien puolivälissä lämpötila tuulensuojalevyn sisäpinnassa on matalampi kuin runkotolpan kohdalla.

Elementtien anturointi on esitetty kuvassa 2. Savikutterituulensuojalevyn runkotolppaväliin on kuvassa esitetyn anturoinnin lisäksi lisätty anturit tuulensuojalevyn sisäpintaan ja tuuletusväliin.



Kuva 2. Elementtien antureiden sijainnit

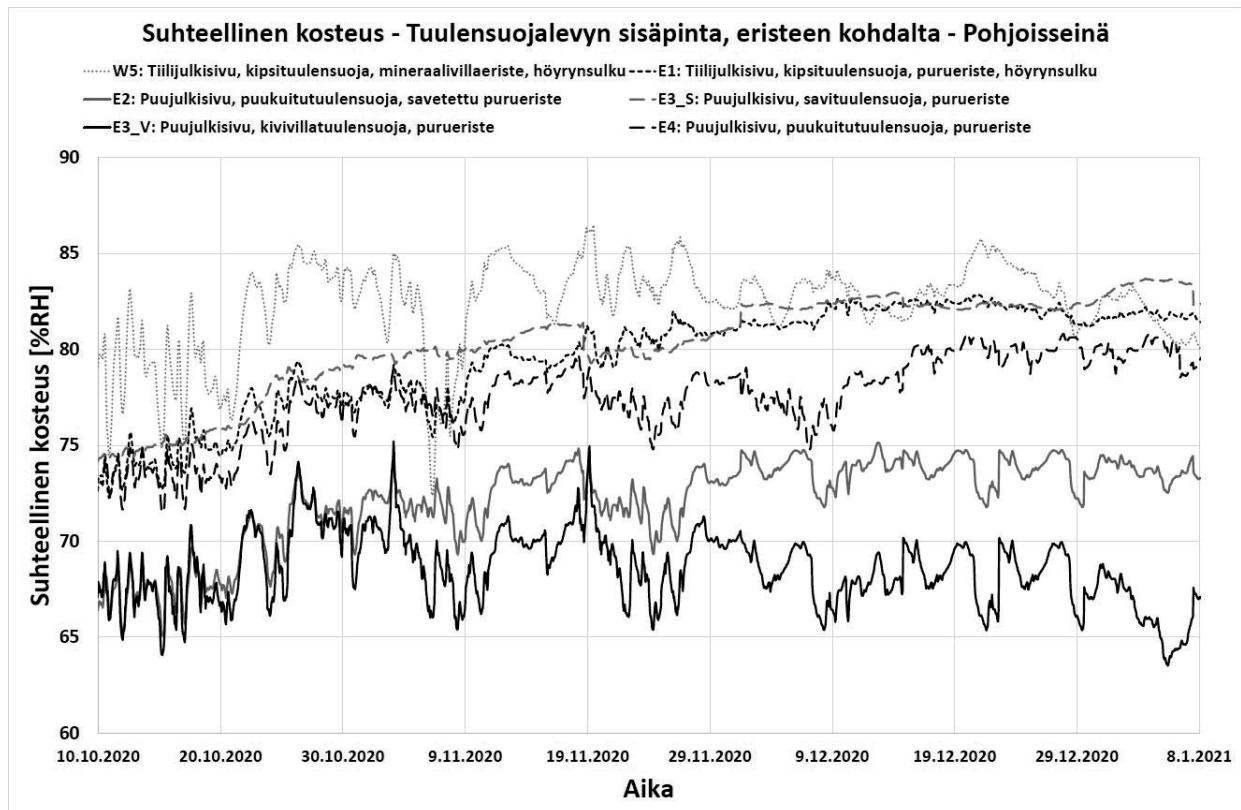
3. Tulokset

Elementtien eri antureilta saatuja mittaustuloksia on käyty läpi ja vertailtu elementtien välillä, jotta on varmistettu tulosten vertailukelpoisuudesta. Tässä artikkelissa mittaustulosten esittely keskittyy tuulensuojalevyn sisäpinnan tulosten esittelyyn, koska tuulensuojalevyn sisäpinnassa ei tulisi sallia homeen kasvulle otollisia olosuhteita. Tuulensuojalevyn ulkopinta on lähes ulkoilman olosuhteissa, eikä sen olosuhteisiin voi vaikuttaa. Tuulensuojan sisäpinnassa on yleensä myös rakennuksen runko, jonka homehtumista ei tulisi sallia. Syvemmillä rakenteissa lämpötila on

tuulensuojan sisäpintaa korkeampi, joten suhteellinen kosteus jää lähes poikkeuksetta matalammaksi, vaikka kosteusvirta on tyypillisesti rakenteen sisältä ulospäin.

3.1 Olosuhteet tuulensuojalevyn sisäpinnassa

Tuulensuojalevyn sisäpinnan suhteellisen kosteuden kuvaajat loppuvuodelta 2020 pohjoisseinältä on esitetty kuvassa 3. Suhteellisen kosteuden tasot eteläseinällä ovat auringon säteilyn myötä usein alhaisemmat, mutta rakenteiden järjestys kosteustasojen osalta pysyy pääosin samana.



Kuva 3. Suhteellinen kosteus eri elementtien tuulensuojalevyn sisäpinnassa.

Kuvassa 3 kaksi alimmaista käyrää ovat mineraalivillatuulensuojallinen rakenne E3_V ja savetetulla kutterinpurulla eristetty rakenne E2. Vuodenvaihdetta lähestyttäessä ulkoilman lämpötila laskee. Tällöin mineraalivillatuulensuojan eristävyys tulee vahvemmin esille ja suhteellinen kosteus verrattuna syksyllä saman kosteustason savetetun kutterin elementtiin laskee. Pienemmissä lämpötiloissa jo muutaman asteen lämpötilaero voi näkyä, absoluuttisen kosteuden pysyessä muuttumattomana, jo useiden prosenttien muutoksena suhteellisessa kosteudessa.

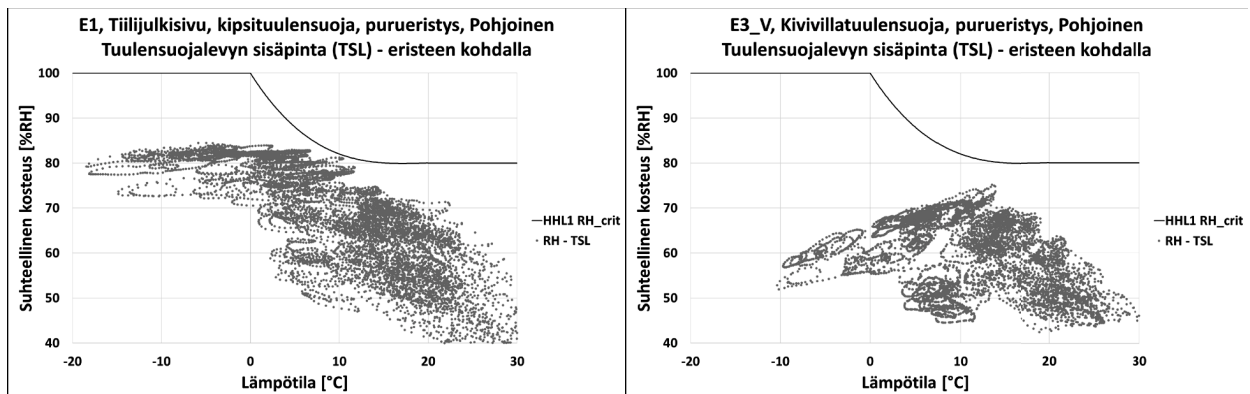
Kuvasta nähdään, että mineraalivillatuulensuojallisessa rakenteessa suhteellinen kosteus pysyy alhaisimpana johtuen pääosin mineraalivillatuulensuojan hyvästä lämmöneristyskyvystä. Myös sillä on oletettavasti vaikutus, että mineraalivillatuulensuoja läpäisee kosteutta todella hyvin ja absoluuttinen kosteus tuulensuojan sisäpinnassa on lähellä ulkoilman vastaavaa. Savetetun eristekutterin elementissä on myös joukon alhaisinta päätä edustava kosteustaso. Kun verrataan sitä savettamattoman kutterin vastaavaan elementtiin, havaitaan, että kosteustaso on alempi mahdollisesti sen vuoksi, että savetus on lisännyt seinän kosteuskapasiteettia.

Savituulensuojan suuri kosteuskapasiteetti tasaa hyvin olosuhdetta verrattuna muihin, mutta sen heikompi lämmöneristys ja vesihöyrynläpäisy aiheuttavat ryhmän heikoimmassa päässä olevia kosteustasoja. Kipsituulensuojalevyllisten elementtien välillä havaitaan, että purueristeen suurempi kosteuskapasiteetti parantaa olosuhteita rakenteen sisällä, mutta höyrönsulusta huolimatta kipsituulensuojalevyn sisäpinnan kosteusolosuhde on muita rakenteita korkeampi. Tämä voi olla seurausta myös poikkeavasta ulkoverhousmateriaalista, eikä osoita kipsituulensuojan eroa esimerkiksi tutkimuksessa mukana olleeseen puukuitutuulensuojaan.

3.2 Homehtumiselle otollisten olosuhteiden esiintyvyys

Tuulensuojan sisäpinnan toteutuneille olosuhteille laskettiin homeindeksit Suomalaisen homemallin [2] avulla. Homeindeksit eivät odotetusti nousseet juurikaan ja niiden avulla rakenteita ei pysty asettamaan paremmuusjärjestykseen. Täytyy muistaa, että toteutetut rakenteet ovat varsin tyypillisiä ja edustavat Suomessa käytettyjä rakennetyyppejä. Niiden ulkopinnan homehtuminen ei nykyilmastossa ole odotettavissa saatikka toivottavaa, mutta ilmastonmuutoksen myötä olosuhteiden kriittisyys tulee kasvamaan ja nyt heikoiten toimivat rakenteet todennäköisesti muuttuvat ongelmarakenteiksi.

Suomalaisen homemallin mukaisesti laskettavassa homeindeksin kaavassa voidaan tunnistaa kriittinen kosteustaso (RH_{crit}), jonka jälkeen homehtuminen on mahdollista. Kriittinen kosteustaso riippuu materiaalin homehtumisherkkyysluokasta ja lämpötilasta. Kriittisen kosteustason ylittyessä alkaa homeen itämisaika, joka täyttyy, kun saavutetaan homeindeksin arvo 1. Kuvassa 4 on esitetty rakenteiden E1 ja E3_V lämpötilan ja suhteellisen kosteuden mittapistepilvi ja kutterieristeen homehtumisherkkyysluokan 1 kriittisen kosteustason käyrä. Mitä enemmän pisteitä on kriittisen kosteustason käyrän yläpuolella, sitä vähemmän rakennetyyppi kestää ilmaston muuttumisen aiheuttamaa kosteustason nousua. Myös mitä kauempana piste on ylitse kriittisen kosteustason käyrästä, sitä nopeammin homeindeksi alkaa kehittyä.



Kuva 4. Tiiliverhoillun kipsituulensuojalevyllisen kutterieristetyn rakenteen E1 ja puuverhoillun mineraalivillatuulensuojalevyllisen kutterieristetyn rakenteen E3_V lämpö- ja kosteustasot koko tutkimuksen ajalta.

Kuvasta 4 nähdään, ettei tutkimuksen mittaajaksolla ole vielä esiintynyt homeenkasvun kannalta kriittisiä olosuhteita. Rakenne E3_V on kuitenkin kosteusteknisesti selvästi paremmin toimiva ja tulee kestävämmän huomattavasti raskaampia kosteuskuormia kuin rakenne E1.

4. Yhteenveto

Ympäristöministeriö rahoittamassa ECOSAFE-hankkeessa tutkittiin kutterinlastueristeisten seinärakenteiden kosteusteknistä toimintaa koerakennuksilla, jossa rakenteisiin kohdistuu nykyilmaston mukainen säärasitus ja yhtäläinen sisäilman olosuhde. Vertailtavana oli erityyppisiä tuulensuoja- ja eristemateriaaleja.

Tutkimuksessa havaittiin, että kutterinlastueristeen käyttö mineraalivillaeristeen sijaan madaltaa kipsituulensuojalevyllisen rakenteen homehtumisriskiä. Vastaavasti havaittiin, että savikutterituulensuoja ei suuresta kosteuskapasiteetista huolimatta ollut erityisen hyvä tuulensuojamateriaali. Mineraalivillatuulensuoja sen sijaan osoittautui hyväksi rakenteen kosteustekniselle toiminnalle. Myös tutkimuksessa mukana ollut savetettu kutteri osoittautui kosteustekniseltä toiminnaltaan paremmaksi kuin vastaava kutteri savettamattomana.

Tutkimuksen perusteella ei saatu tietoa kipsituulensuojan ja muiden tuulensuojalevyjen välisistä eroavaisuuksista, koska kipsituulensuojalevyllisissä rakenteissa oli poikkeava ulkoverhousmateriaali. Savetetun kutterinlastun parempi kosteustekninen toiminta jäi myös osin selittämättä ja savetetun kutterin ominaisuuksia ja savetuksen vaikutusta kutterinlastueristeelle on tarve tutkia lisää. Savetetun kutterinlastun lisätutkimuksia varten on käynnistetty myöskin Ympäristöministeriön, mutta osin myös yritysten rahoittama ECOSAFE2-hanke, jossa selvitetään savetetun kutterin käyttöä rakenteissa monesta eri näkökulmasta.

Lähdeluettelo

- [1] Forss, A. 2021. Kutterinlastu- ja purueristeiden lämpö- ja kosteustekninen toiminta nykyisissä ja tulevaisuuden ilmasto-olosuhteissa. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202012219038>
- [2] Vinha, J. Viitanen, H. Lähdesmäki, K. Peuhkuri, R. Ojanen, T. Salminen, K. Paajanen, L. Strander, T. Iitti, H. Julkaisematon. Rakennusmateriaalien ja rakenteiden homehtumisriskin laskennallinen arviointi