

Korresta kerrostaloksi STALK-hanke

Mikael Westermarck¹, Matti Kilpiäinen², Pauli Karjala¹, Ilkka Tuurala¹, Matti Hautala¹, Sami Kiviaho¹, Mika Alanen¹, Johanna Liblik³, Timo Jokinen⁴ ja Juha Vinha¹

¹ Tampereen yliopisto, Rakennustekniikka

² Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu XAMK

³ Tallinn University of Technology, Department of Civil Engineering and Architecture, Structural Engineering Research Group

⁴ Palotekninen Insinööritoimisto Markku Kauriala Oy

Tiivistelmä

Tampereen yliopiston johdolla toteutettavassa Stalk-hankkeessa tutkitaan korren käyttömahdollisuuksia rakentamisessa, sillä vuosittain uusiutuvana materiaalina korren hyötykäyttö ei pienentäisi maamme hiilinielua. Hankkeen yritykset kehittävät suomalaista luonnonmukaisiin rakennustuotteisiin perustuvaa ja energian käytöltään hiilineutraalia kerrostalokonseptia, jonka ulkoseinissä käytetään olkielementtejä. Tässä hankkeessa tutkitaan rakenteen rakennusfysikaalista toimintaa kenttäkokein ja paloturvallisuutta palosimulaatiolla. Hankkeessa pyritään kehittämään myös korsiaineksesta ja savesta koostuva uuden tyyppinen palonsuojatuote sekä korsiaineksesta ja biopohjaisista liimoista koostuva rakennuslevy. Lopuksi hankkeessa kootaan näistä asioista koulutuspaketti, jolla pyritään saamaan tämä uusi rakennuskonsepti yleistymään.

1. Johdanto

Olkielementtejä valmistavat yritykset ovat osoittaneet, että oljenkorsi on teknisiltä ominaisuuksiltaan ja hintansa puolesta varteenotettava vaihtoehto nykymateriaaleille, ja sillä voidaan saavuttaa huomattavia positiivisia ilmasto- ja sisäilmavaikutuksia. Myös muut korsimateriaalit herättävät suurta mielenkiintoa, sillä näillä yksivuotisilla kasveilla voitaisiin sitoa huomattava määrä hiilidioksidia sekä vesistöjen liikaravinteita ja varastoida ne rakennukseen pitkäikäisesti hiilinielua pienentämättä. Savea puolestaan saataisiin edullisesti ja vähähiilisesti esimerkiksi kaivuutyömailta, ja sillä voidaan lisätä rakenteiden paloturvallisuutta. Nature CO2 -hankkeessa [1] selvitettiin, että luonnonmukaisilla rakennustuotteilla voitaisiin tällä hetkellä laskea tavanomaisten puurakenteiden hiilijalanjälkeä arviolta 10–15 %. Tässä ympäristöministeriön, yritysten sekä Rakennustuotteiden Laatu säätiön rahoittamassa hankkeessa tutkitaan, voitaisiinko myös Suomessa rakentaa yli kaksikerroksisia rakennuksia luonnonmukaisesti ja saada näin suurempia positiivisia ilmastovaikutuksia aikaiseksi rakennusteollisuudessa [2]. Tutkimus toteutetaan ajalla 1.3.2023–31.12.2024 ja se jakautuu neljään työpakettiin.

2. Olkielementin tutkimus

Olkielementin materiaaliominaisuuksien perusteella sen valmistaja Ecocon on laskenut elementin toimivan hyvin pohjoisessa ilmastossa, eikä Suomeen toteutetuissa pientaloissa ole ilmennyt ongelmia, mutta mittauksin todennettua tietoa elementin lämpö- ja kosteusteknisestä toiminnasta ei kuitenkaan ole saatavilla. Tietoa kaivataan erityisesti kerrostalorakentamista varten, koska siellä tarvitaan paloturvallisuuden ja viistosateen takia erilaisia pintakerroksia kuin on käytetty pientalorakenteissa.

Tarkemman tiedon saamiseksi olkielementteihin asennettiin anturit ja elementit asennettiin

koerakennukseen elokuussa 2023. Elementit jaettiin kahteen osaan korkeussuunnassa, niin että sisäpinnassa yhdellä osalla on savirappaus (Kuva 1) ja toisella osalla palonsuojakipsilevy (Fermacell). Elementin ulkopinnassa on vesihöyryä läpäisevä ilmansulkukalvo sekä paksu puukuitulevy. Julkisivu verhottiin rappauksen sijaan tuulettuvalla puuverhouksella, joka on kosteusvarmempi ratkaisu kerrostalorakentamisessa viistosateen aiheuttaman kastumisriskin takia.



Kuva 1. Olkielementin sisäpinnan savirappausta ja ulkopinnan anturointia.

3. Biorakennuslevyn kehitys järviruo'osta

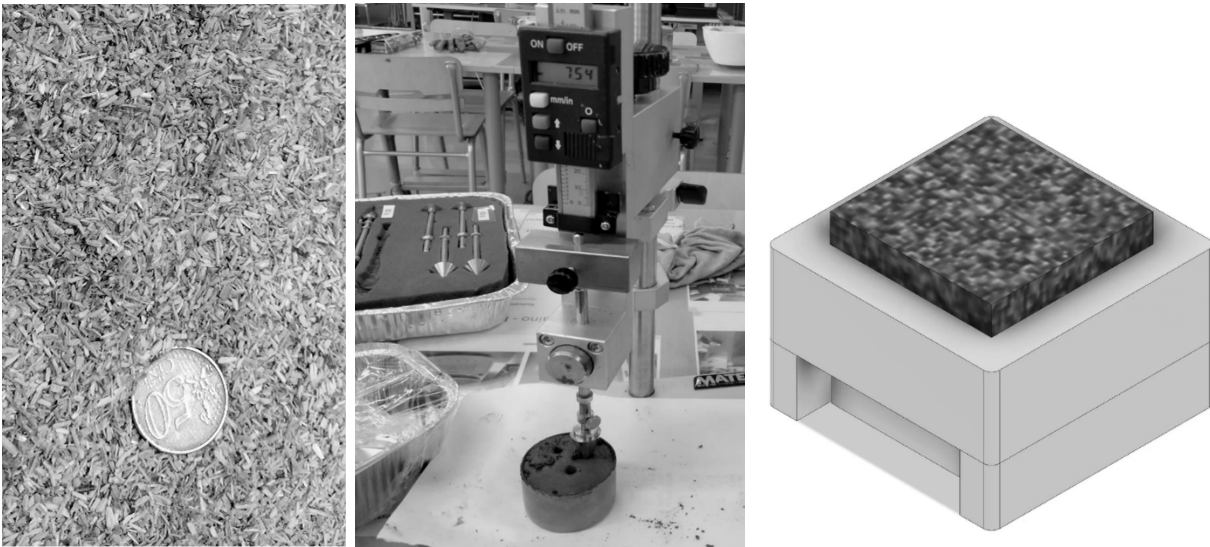
Rehevöityneistä vesistöistä poistetulle järviruo'olle etsitään nyt arvokasta käyttöä, ja Keski-Euroopassa valmistettavien olkipuristelevyjen tuotantotekniikka ja biosideaineet voisivat hyvinkin soveltua myös rakennuslevyn valmistamiseen silputusta järviruo'osta (Kuva 2). Tätä tuotekehitystä tekee Stalk-hankkeessa Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, jonka Biosivuhankkeessa puristetaan rakennuslevyjä myös öljyhampun korresta. Hankeen alussa selvitettiin korsiaineksen murskausmenetelmiä, joista maissin murskauslaite ruo'on keruuvaiheessa sekä vasaramyllly prosessointivaiheessa osoittautuivat tehokkaiksi. Levyjä on valmistettu perunasta ja ohrasta saatavalla tärkkelyksellä puristamalla niitä noin 10 minuuttia 160–180 °C asteen lämpötilassa sekä 20–100 baarin puristuksessa. Seuraavaksi tutkitaan levyjen mekaanista lujuutta sekä rakennusfysikaalisia ja paloteknisiä ominaisuuksia.



Kuva 2. Järviruo' on matka rannalta rakennuslevyksi.

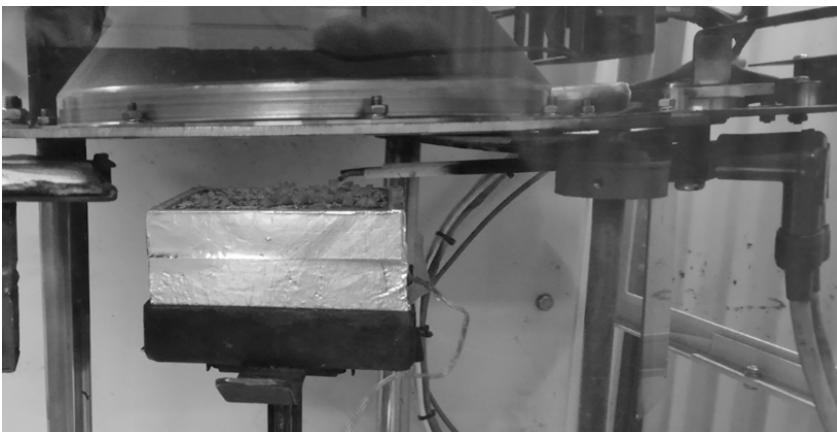
4. Savilaastin kehitys palonsuojatuotteeksi

Biopohjaisten eristeiden käyttö suomalaisissa kerrostalorakenteissa on ollut haastavaa palonormistomme takia. Tässä hankkeessa haluttiin lähteä ratkomaan tätä luonnonmukaista rakentamista koskevaa suurinta haastetta palosimuloinnilla ja palolta suojaavalla savilaastilla. Palotutkimukseen osallistui myös kansainvälinen paloasiantuntija, joka on tutkinut puurakenteiden palosuojasta savirappauksella. Rappauslaastin tuotekehityksen tavoitteeksi asetettiin vähintään paloluokan A2 pintamateriaali, jolla saavutetaan 30 minuutin palonsuoja-aika mahdollisemman ohuella kerroksella. Palonsuojaverhoukselta tyypillisesti vaadittavat palonsuoja-ajat ovat 10 minuuttia (K₂10) tai 30 minuuttia (K₂30) [3]. Savimassan palonsuoja-ajan pidentämiseksi saveen sekoitettiin hienoksi silputtuja biomateriaaleja, kuten puuta, järviruokoa, hampun kortta, lampaanvillaa, sekä näistä tehtyjä biohiiliä (Kuva 3). Biomateriaaleja voi lisätä lämpöarvojen mukaan kuitenkin vain sen verran, että ne pysyvät paloluokassa A2, eli tuotteen lämpöarvo ei ylitä 3 MJ/kg [4].



Kuva 3. Bioaines silputtiin hienoksi, saveen viskositeetti määritettiin kartion pudotuslaitteella ja koekappaleet tehtiin 3D-printatulla muotilla.

Savimassoja optimoitiin kartiokalorimetrialaitteella tehtyjen polttokokeiden perusteella (Kuva 4). Standardin [5] mukaisen materiaalin paloluokituskokeessa koekappaleet eivät leimahtaneet ja ne voitiin luokitella paloluokkaan A1 - B. Lisäksi mitattiin, missä ajassa lämpötila nousi koekappaleen suojatulla puolella 270 °C asteeseen, jossa puurakenne alkaa hiiltymään.



Kuva 4. Koekappale polttokokeessa kartiokalorimetrialaitteessa.

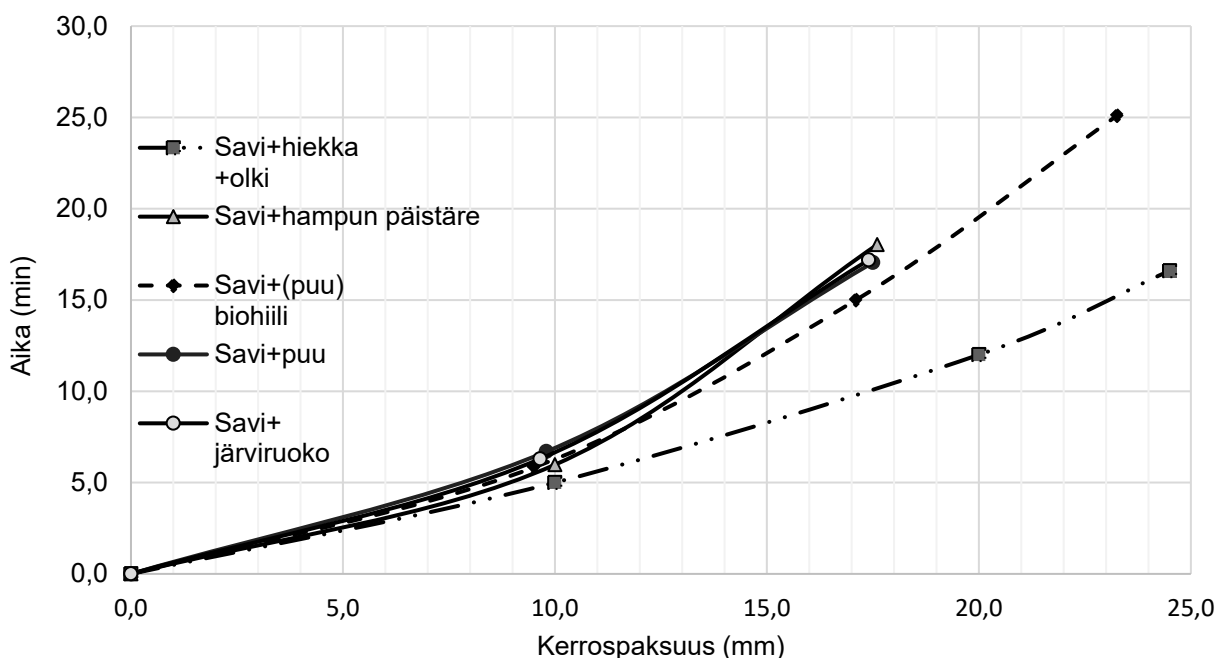
Taulukossa 1 esitetään kartiokalorimetrialaitteella saatuja palonsuoja-aikoja eri savimassoille, jotka

ovat paloluokassa A2. Tähdellä (*) merkityt tulokset ovat Johanna Liblikin aiemmasta tutkimuksesta [6]. Savimassojen palonsuoja-aika vaikuttaa riippuvan niiden biomateriaalipitoisuudesta, eikä pelkästään niiden tiheydestä, kuten aikaisemmin oletettiin.

Taulukko 1. Yhteenveto koekappaleiden ominaisuuksista ja palonsuoja-ajoista (Tähdellä (*) merkityt tulokset Johanna Liblik Taltech [6]).

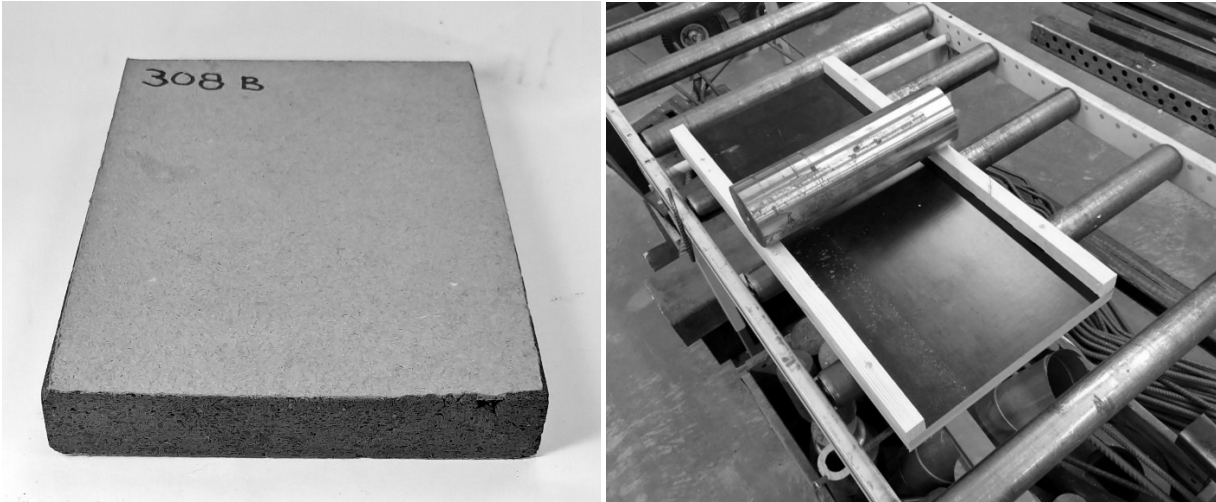
Ominaisuudet / Koostumukset	Savi+hiekka +olki		Savi+hampun päistäre		Savi+puu		Savi+järviruoko		Savi+(puu) biohiili	
	mm	min	mm	min	mm	min	mm	min	mm	min
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	10*	5*	10,0	6,0	9,8	6,7	9,7	6,3	9,5	5,8
	20*	12*	17,6	18,0	17,5	17,1	17,4	17,2	17,1	15,0
	24,5	16,6							23,3	25,1
Kartiokalorimetrialaitteella tehdyn pikapalotestin tulokset	30*	19*								
	40*	30*								
Biomateriaalipitoisuus (paino %)	n. 3 %		16 %		15 %		16 %		9 %	
Biomateriaalin tiheys (kg/m ³)			420		750		600		860	
Massan tiheys (kg/m ³)	1860		930		1260		1160		1370	
Paksuus, jolla saavutetaan 15 min palonsuoja-aika (mm)	23		16		16		16		17	
Levyn (1,2x2,7 m) paino mainitulla paksuudella (kg)	139		48		65		60		75	

Kuvan 5 perusteella voidaan arvioida, mihin palonsuoja-aikaan päästään erityyppisten savimassojen eri kerrospaksuuksilla. Koska palonsuoja-aika lisääntyy nopeammin kuin kerrospaksuus (suuntaviivat käyristyvät ylöspäin) on mahdollista, että 30 palonsuoja-aikaan päästään tuplaamalla 15 minuutin palonsuojakerros ja ehkä ohuemmallakin kerroksella. On kuitenkin huomioitava, että vaikka kartiokalorimetrialaitteella voidaan arvioida edullisesti materiaalien palonsuojauskykyä, kokeen tuloksia voidaan tulkita vain rajoitetusti. Virallinen palotesti (EN 14135) suoritetaan täysimittaisessa uunissa ja noudattaa standardin ISO 834 nousevaa lämpötila/aikakäyrää määrittääkseen palonsuojaverhouksen kyvyn suojata alla olevia tuotteita.



Kuva 5. Kerrospaksuuden vaikutus palonsuoja-aikaan, kun massat ovat paloluokassa A2.

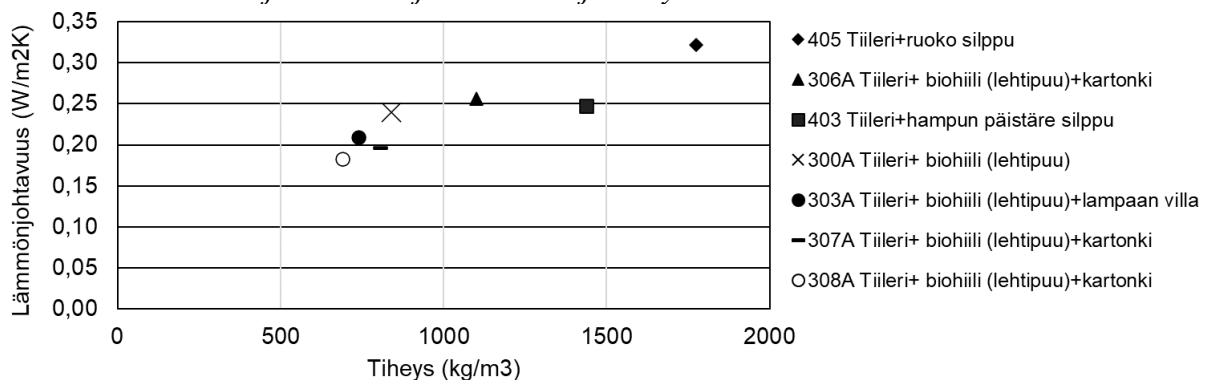
Biosivu-hankkeessa kehitetään lisäksi samasta savimassasta koostuvaa palonsuojalevyä (Kuva 6), ja tutkitaan kartongin ja verkkojen sekä savimaalin vaikutusta savilevyjen ominaisuuksiin. Savilevyn osalta vain hampun päistärettä sisältävällä kevyellä massalla päästiin paloluokka A2 levyyn, joka antaa 15 minuutin palosuojauksen, eikä paina täysimittaisena (1,2 x 2,7 m) yli 50 kiloa. Tulokset osoittavat, että mitä tulee taustatuotteen lämpötilan nousuun, 30 minuutin kapselointiaikaan (palonsuojauskykyyn) voitaisiin siis päästä kahdella 16 mm paksulla levyllä tai rappausten ja levyn yhdistelmällä, mutta tämän varmentaminen vaatii virallisen palokokeen.



Kuva 6. Savimassasta voidaan valmistaa myös levyjä, jotka voidaan pinnoittaa esimerkiksi kartongilla.

Koekappaleiden lämmönjohtavuuksia on mitattu normaaleissa käyttölämpötiloissa, ja ne korreloivat odotetusti materiaalin tiheyden kanssa (Taulukko 2). Jatkossa aloitetaan kehitettyjen tuoteprototyyppien mekaanisten sekä muiden rakennusfysikaalisten ominaisuuksien tutkiminen. Myöhemmin levyille suoritetaan virallinen palokoe ja parhaan laastin arvoilla teetetään ostopalveluna palosimulaatio, jotta nähdään, kuinka hankkeen tuotteita voitaisiin käyttää P0(P2) paloluokan rakennuksissa.

Taulukko 2. Savimassojen lämmönjohtavuuden ja tiheyden korrelaatio.



5. Koulutuspaketti kestävästä kerrostalosta

Yhtenä lopputulemana on hankkeen koulutuspaketti kestävä kehityksen periaatteiden mukaisesta rakentamisesta. Hankkeen yritykset ovat alkaneet suunnittelemaan *Kestävää Kerrostaloa*, jonka paloturvallisuus varmennetaan edellä mainitulla palosimulaatiolla. Rakennuksen suunnittelussa hyödynnetään kantavaa puurakennetta, tässä hankkeessa tutkittuja kolmea rakennustuotetta sekä

muita luonnonmukaisia rakennustuotteita, joita kartoitettiin aiemmin Tampereen yliopistossa tehdyssä Nature CO₂ -hankkeessa [1]. Myös rakennuksen talotekniikasta suunnitellaan hiilineutraalia uuden laskentaohjelman avulla, joka optimoi rakennuksen energiakäyttöä. Näistä osista koostuva rakennusalan oppilaitoksille suunnattu koulutusaineisto tulee vapaasti saataville verkkoon, ja aineistoa hyödynnetään eri rakennusalan koulutustilaisuuksissa sekä artikkeleissa.

6. Yhteenveto

Hanke on ollut käynnissä vajaan kolmanneksen ajastaan ja sen aikana on saatu:

- Asennettua olkielementti koerakennukseen onnistuneesti ja aloitettu lämpö- ja kosteustekniset mittaukset
- Kehitettyä menetelmä puristaa rakennuslevyjä korsimateriaalista
- Optimoitua savirappauslaastin koostumus sen paloteknisten ominaisuuksien suhteen niin, että massasta voitaisiin myös puristaa täysimittaisia palonsuojalevyjä
- Aloitettu koulutusaineiston kerääminen Kestävän kerrostalon konseptista ja luonnonmukaisista rakennustuotteista.

Korsipuristelevyjen ja savituotteiden mekaanisten ja rakennusfysikaalisten tutkimusten suunnitelmat on tehty ja kokeet ovat alkamassa. Tutkimusten ja palosimulaation tuloksia laitetaan esille tulevana talvena hankkeen kotisivulle:

<https://research.tuni.fi/rakennusfysiikka/tutkimusprojektit/stalk-ja-biosivu/>.

Lähdeluettelo

- [1] Westermarck, M. ja Vinha, J. 2023. Esiselvitys luonnonmukaisista rakennustuotteista ja niiden käyttöpotentiaalista. Tampere, Tampereen yliopisto. 70 s. Julkaisun pysyvä osoite on <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-03-2835-1>.
- [2] Ympäristöministeriö. (2021). Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä 2021. Saatavilla: <https://www.lausuntopalvelu.fi/FI/Proposal/DownloadProposalAttachment?proposalId=0b297461-cdee-4657-9a4e-d2791315257d&attachmentId=15860>
- [3] E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma, Rakennusten paloturvallisuus, Määräykset ja ohjeet 2011.
- [4] ISO 1716:2018. 2018. Reaction to fire tests for products — Determination of the gross heat of combustion (calorific value).
- [5] ISO 5660-1:2015. Tarkistettu 2020. Reaction-to-fire tests — Heat release, smoke production and mass loss rate — Part 1: Heat release rate (cone calorimeter method) and smoke production rate (dynamic measurement).
- [6] Liblik, J. 2015. Protective effect of clay plaster for the fire design of timber constructions. Tallinna, Tallinn University of Technology – TalTech. 99 s.