

EPS-ohuteristerappausjärjestelmän kuntotutkimus

LAB-ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK), Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

2023

Robert Rusanen

Tiivistelmä

Tekijä Rusanen, Robert	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK Sivumäärä 23	Valmistumisaika 2023
Työn nimi EPS-ohuteristerappausjärjestelmän kuntotutkimus		
Tutkinto Insinööri (AMK), Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka		
Toimeksiantajan organisaatio Bewi Finland Oy		
Tiivistelmä <p>Suomessa kärsityn energiakriisin myötä alettiin valmistamaan energiatehokkaampia rakenneratkaisuja. Parantamalla rakennusten energiatehokkuutta saadaan pienennettyä rakennusten ylläpitokustannuksia.</p> <p>Yleinen tapa parantaa rakennusten energiatehokkuutta on lisäämällä lämmöneristettä. Julkisivuissa yleensä asennetaan lisäeristekerros ulkoseinän ulkopintaan, jotta vältytään rakenteiden purkamiselta. Tämä ratkaisu on edullinen ja halpa toteuttaa.</p> <p>Opinnäytetyön tilaajana toimi Bewi Finland Oy. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia referenssikohteen julkisivuun asennetun EPS-ohuteristerappausjärjestelmän kuntoa. Työ rajautui ainoastaan julkisivun kunnan tutkimiseen. Työssä suoritettiin referenssikohteen kuntotutkimus, sekä laboratoriotutkimuksia.</p>		
Asiasanat Kuntoarvio, Kuntotutkimus, EPS- ohuteristerappaus		

Abstract

Author(s) Rusanen, Robert	Type of Publication Thesis, UAS	Published 2023
	Number of Pages 23	
Title of Publication Condition survey of the External thermal insulation composite system		
Name of Degree Engineer (UAS), Civil and Construction Engineering		
Name, title and organization of the client Bewi Finland Oy		
Abstract <p>In Finland, following the experienced energy crisis, the production of more energy-efficient structural solutions began. By enhancing the energy efficiency of buildings, it's possible to reduce maintenance costs.</p> <p>A common method to improve the energy efficiency of buildings is by adding thermal insulation. Typically, an additional insulation layer is installed on the exterior surface of the outer wall to avoid dismantling structures. This solution is cost-effective and inexpensive to implement.</p> <p>The commissioner of the thesis was Bewi Finland Oy. The purpose of the thesis was to investigate the condition of an External thermal insulation composite system installed on a reference building's façade. The scope of the work was solely focused on examining the façade's condition. The study involved a condition assessment of the reference building and laboratory tests.</p>		
Keywords condition assessment, condition surveye, External thermal insulation composite system		

Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Kuntoarvio ja -tutkimus	2
2.1	Yleistä.....	2
3	Referenssikohde.....	4
3.1	Kohteen esittely	4
3.2	Lisäeristysjärjestelmä	5
4	Referenssikohteen kuntotutkimus	10
4.1	Taustatiedot ja tutkimuksen kulku	10
4.2	Ongelmat.....	11
5	Laboratorio tutkimukset.....	12
5.1	Tavoitteet.....	12
5.2	Menetelmät.....	12
5.3	Ongelmat.....	16
6	Tulokset.....	17
7	Pohdinta	22
	Lähteet	23

Liitteet

Liite 1. Kuntoarvio ja -tutkimusraportti

Liite 2. Laboratorioraportti

1 Johdanto

1970 –luvulla Suomessa kärsittiin energiakriisistä, jonka vuoksi alettiin etsimään energiatehokkaampia rakenneratkaisuja. EPS-ohuteristerappaus on yksi rakennejärjestelmä, jota alettiin hyödyntämään etenkin vanhojen rakennusten julkisivuissa jo vuonna 1980 luvulla. Lisäämällä eristettä ulkopuolelle, välttyttiin vanhojen eristeiden ja seinien purkamiselta, mikä teki ratkaisusta edullisemman vaihtoehdon, sekä energiatehokkaamman. Vasta 1980 –luvulla eristerappaus järjestelmät alkoivat yleistyä Suomen rakentamiskulttuurissa. (Jackon Finland.) EPS-ohuteristerappausjärjestelmän tarkoituksena on parantaa rakennusten energiatehokkuutta lämmöneristävyttä parantaen. Eristerappausjärjestelmiä toteutetaan yleensä vanhoihin rakennuksiin, mutta niitä voidaan myös käyttää uudiskohteissa.

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia referenssikohteen vuonna 1988 tehdyn EPS-ohuteristerappausjärjestelmän kunto kosteus- ja lujuusteknisestä näkökulmasta. Kohteesta suoritettiin silmämääräinen kuntoarvio, sekä otettiin näytepaloja tarkempaa kuntotutkimusta varten. Kohteen tutkimukset rajautuivat pelkästään julkisivun eristerappausjärjestelmään. Lisäksi tutkitut sijainnit rajautuivat niihin paikkoihin, joihin päästiin ilman apuvälineitä kuten telineitä tai henkilönostimia. Tulevaisuudessa rakennus tullaan purkamaan ja sen tilalle rakennetaan uusi asuinkerrostalo.

Kuntotutkimuksessa ei otettu kantaa korjausehdotuksiin, mitkä ovat yleensä osa kuntotutkimusta, sekä kuntoarviota. Tutkimuksen tarkoituksena oli kerätä tietoa rakenteista, jotta niitä voitiin verrata alkuperäisiin tietoihin.

Lisäksi lähdemateriaalina on käytetty kirjallisuutta ja internetsivuja. Opinnäytetyön yhteydessä on tehty kuntotutkimus -sekä laboratoriotutkimukset. Raportit ovat tämän opinnäytetyön liitteenä.

Opinnäytetyö tehdään Bewi Finland Oy tilaamana. Yritys on osana norjalaista BEWI-konsernia, joka on yksi Euroopan johtavista EPS-, XPS- ja EPP pakkausten, -komponenttien ja erityisratkaisujen toimittaja. Yritys on suunnannut palvelunsa niin rakentamis- kuin teollisuustuotantoon. (BEWI Group.) Isora Oy eli Bewi Oy:tä edeltävä yritys on toimittanut kyseisen referenssikohteen eristerappausjärjestelmän ja se on ollut yksi ensimmäisiä kohteita Suomessa, missä tätä järjestelmää on käytetty. Tämän takia kyseinen kohde valittiin tutkittavaksi.

Yrityskauppoja myötä Isora Oy on ehtinyt vaihtaa nimeä lukuisia kertoja. Se on ollut ThermiSol Oy, Jackon Finland Oy ja nyt Bewi Finland Oy. Tehdas on toiminut Sastamalassa samassa paikassa jo vuodesta 1962 alkaen.

2 Kuntoarvio ja -tutkimus

2.1 Yleistä

Kuntoarvio ja -tutkimus ovat molemmat kiinteistön tai rakennuksen tilan arviointiin liittyviä käsitteitä, mutta niillä on erilaisia tarkoituksia ja syvyyksiä. Toimenpiteessä huomioidaan rakennuksen käyttötarkoitus, historia, sekä saatavat lähtötiedot. Tavoitteena on selvittää rakennuksen nykyinen tila ja kunto. Pääsääntöisesti kuntoarvio tehdään ennen kuntotutkimusta. Kuntoarvio on kevyempi, usein aistinvarainen tarkastus, joka kattaa koko kiinteistön tai vain tietyn rakenneosan, rakennuksen osan, järjestelmän tai laitteen. (RT 18-11061 2012, 1.)

Kuntotutkimuksessa usein tehdään laajempia tutkimuksia kuten esimerkiksi rakenneavauksia, lämpö- ja kosteusmittauksia. Kuntotutkimus voidaan rajata kuten kuntoarvio, mutta sen tavoitteena on saada selville mahdollisen ongelman tai vaurion laajuus ja aiheuttaja. (RT 18-11085 2012, 2.) Taulukossa 1 on jäsennelty kuntotutkimuksen ja –arvion eroja.

Kuntoarvio:	Kuntotutkimus:
Vähemmän perusteellinen kuin kuntotutkimus. Usein pintapuolisempi tarkastus, jossa arvioidaan kohteen yleiskuntoa.	Perusteellinen ja yksityiskohtainen prosessi, jossa selvittämään rakennuksen tai kiinteistön tila sekä kunto mahdollisimman tarkasti.
Kuntoarvion tavoitteena on kartoittaa kohteen yleiskuntoa ja tunnistaa mahdolliset ongelmat.	Kuntotutkimuksen tavoitteena on tunnistaa mahdolliset vauriot, puutteet ja ongelmat rakennuksessa.
Kuntoarvio tehdään pääosin aistinvaraisesti. Ennen varsinaista paikalle menoa tutustutaan kohteen ennakkotietoihin.	Kuntotutkimus voi sisältää teknisiä mittauksia, rakenteiden avauksia, kartoituksia, materiaalinäytteiden ottamista ja muita perusteellisia tarkastusmenetelmiä.
Kuntoarviosta kirjoitetaan kirjallinen raportti, joka sisältää kaikki arvioinnin aikana tehdyt havainnot ja mainittu aikakauden riskirakenteet.	Tuloksena saadaan yksityiskohtainen raportti, joka kuvaa havaitut ongelmat, niiden laajuuden ja mahdolliset korjaustarpeet.

Taulukko 1. Kuntoarvion ja –tutkimuksen erot

Kuntoarvioista sekä -tutkimuksista saadaan kattavasti tietoa rakennuksen kunnosta sekä mahdollisista ongelmakohdista. Etenkin kuntotutkimuksen tiedoilla voidaan suunnitella korjaustoimenpiteitä, budjetoida kiinteistön varoja, edesauttaa lainan ja vakuutuksien saantia, sekä ylläpitää kiinteistön arvoa ja teknistä käyttöikää.

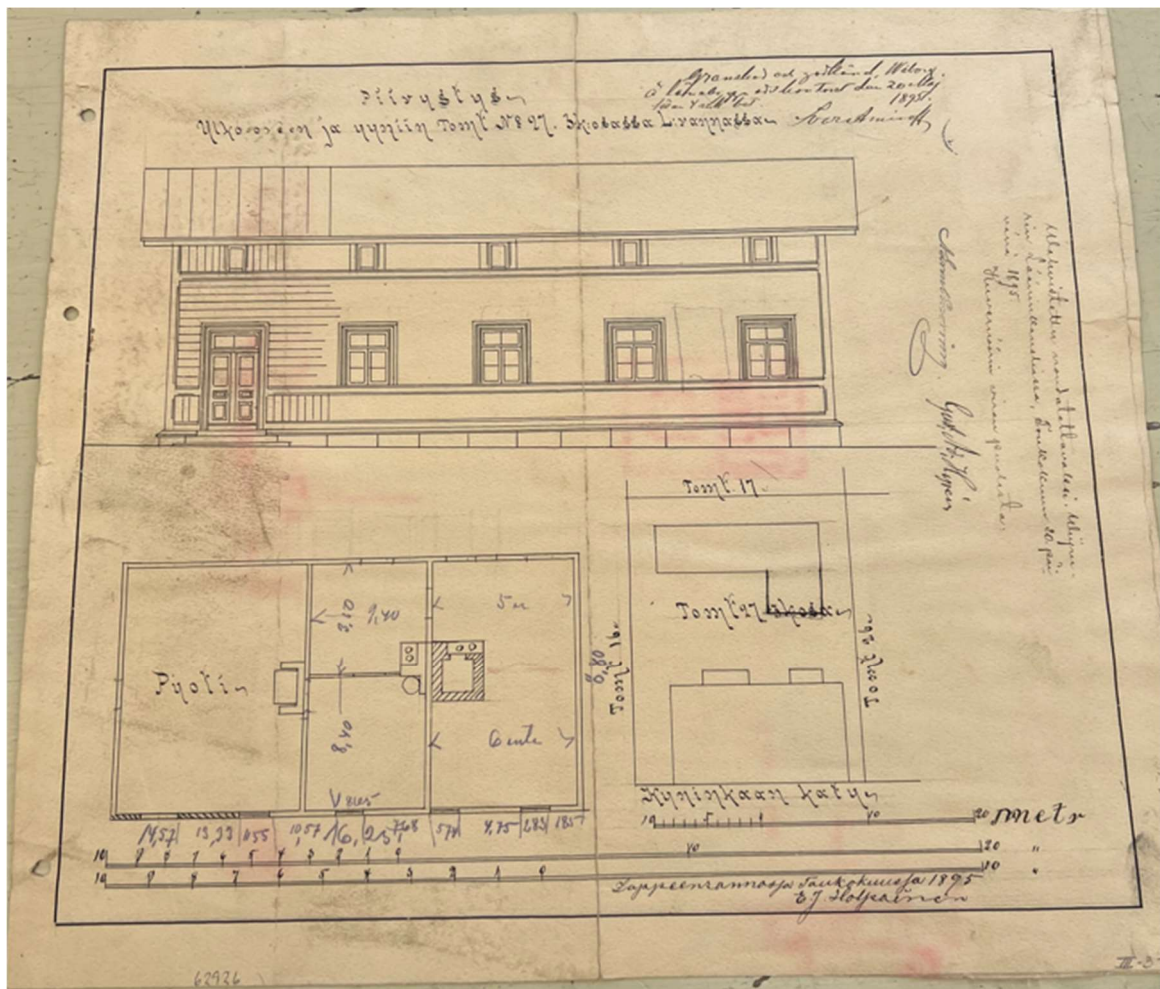
Lisäksi kuntotutkimuksella on epäsuora vaikutus rakennuksen energiatehokkuuteen. Kuntotutkimuksen avulla saadaan selville rakennuksen kunto ja mahdolliset puutteet, joilla on vaikutusta energiatehokkuuteen. Kuntotutkimuksen perusteella voidaan suunnitella ja tehdä päätöksiä toimenpiteistä, jolla parannettaisiin kiinteistön kokonaisenergiatehokkuutta.

3 Referenssikohde

3.1 Kohteen esittely

Opinnäytetyön kohteena toimi Lappeenrannassa sijaitseva Koulukatu 18 liikerakennus. Kohde on historiallisesti merkittävä kohde, sillä sen tausta ulottuu 1800-luvun loppupuolelle. Vuosien varrella rakennus on kokenut merkittäviä muutoksia. Rakennusta on muokattu sekä siihen on lisätty uusia rakennusosia.

Rakennus on alun perin rakennettu 1800-luvun loppupuolella. Vanhimpien piirustusten mukaan vuonna 1895, rakennus oli yksikerroksinen, satulakattoinen hirsirakennus.



Kuva 1. Piirustus kohteesta vuodelta 1895 (Lappeenrannan kaupunginarkisto)

Rakennus laajennettiin vuonna 1934 kaksi kerroksiseksi asuin- ja liikerakennukseksi ja tämän yhteydessä julkisivun ponttilautavuoraus rapattiin, mikä vaikutti huomattavasti rakennuksen ulkonäköön ja tyyliin.

Vuonna 1979 rakennukseen tehtiin pohjoisen suuntaan lisärakennus, joka sisälsi autotallin, sekä varastotiloja. Vuonna 1988 rakennuksen julkisivuille toteutettiin Isora Oy:n lisäeristerappausjärjestelmä parantamaan rakennuksen energiatehokkuutta, sekä käyttöikä.

Nykyään Koulukatu 18 toimii liikehuoneistona. Ulkoa päin katsottuna, rakennus näyttää olevan kohtalaisen hyvässä kunnossa. Toisaalta paikoittain julkisivurappauksessa on havaittavissa kulumia, sekä halkeiluja. Rakennus on ollut kylmänä joulukuun lopusta 2022 alkaen, sillä se tullaan purkamaan kesällä 2023.



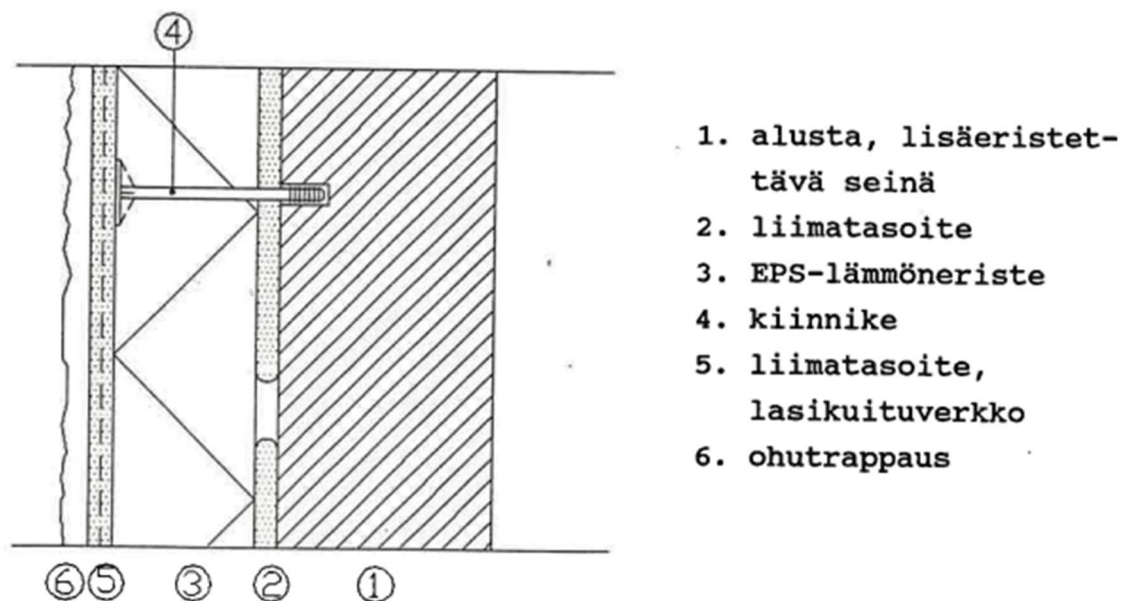
Kuva 2. Referenssikohde kuvattuna tammikuussa 2023

Tässä työssä keskityttiin pääsääntöisesti pelkästään julkisivujen lisäeristyksen ja lisärappauksen tutkimiseen. Kuvassa 2 näkee millaisessa, kunnossa julkisivu oli tammikuussa 2023. (Halonen, Teivas, Laine & Ala-Uotila 2021.)

3.2 Lisäeristysjärjestelmä

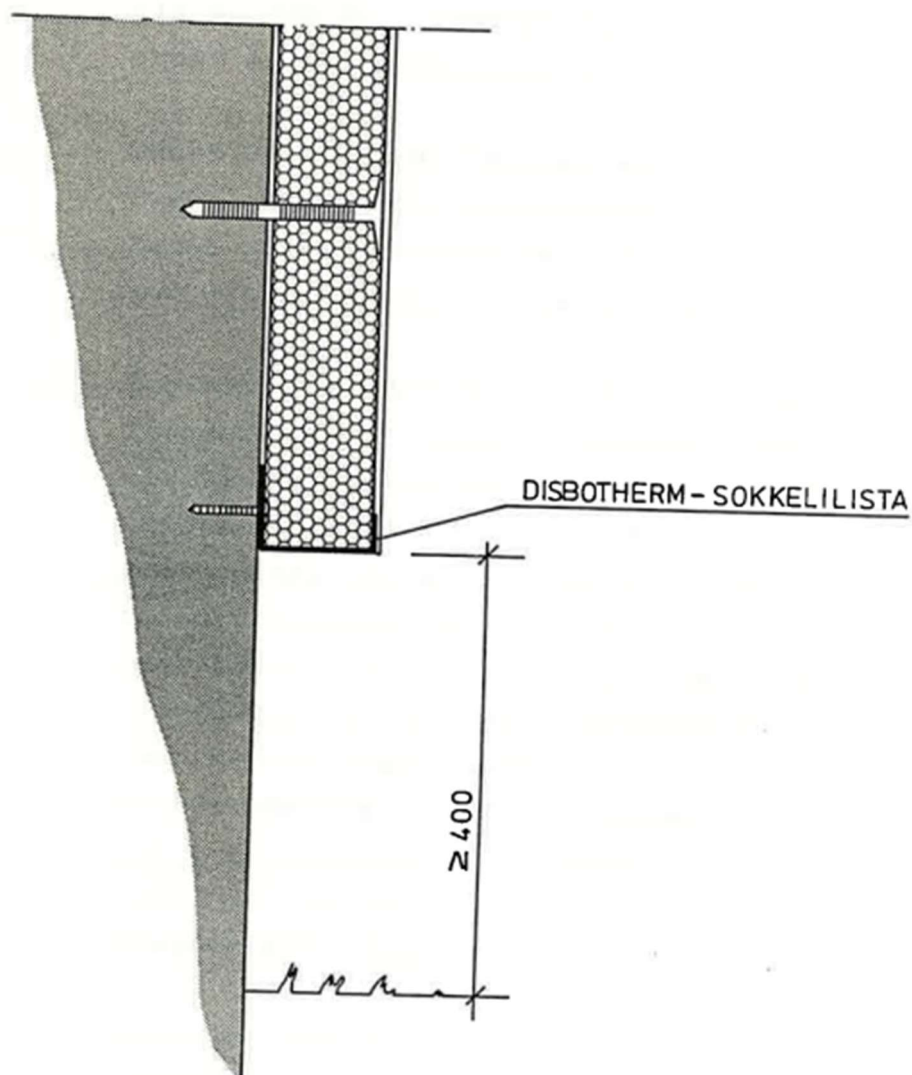
Kohteessa 1988 luvulla tehty Isora Oy:n eristerappausjärjestelmä tunnetaan myös nimellä Disbotherm-system 600, sekä Isora Oy:n julkisivujärjestelmä. Disbotherm-system 600 on lisälämmöneristysjärjestelmä, joka on pinnoitettu ohutrappauksella. Järjestelmä on pääsääntöisesti tarkoitettu ulkoseinien lisäeristykseen tiili-, kalkkihiekkakivi-, betoni, kevytbetoni- ja rappausalustoille.

Lämmöneristeenä toimii solupolystyreeni, EPS, levyinä, eristyspaksuus tavallisesti 80–120 mm. Lämmöneristyslevyjen kiinnitykseen käytetään akryylipohjaista liimatasoitetta ja mekaanisia kiinnikkeitä. Levyjen päälle tulee liimatasoitekerros, johon painetaan vahvikkeena käytetty lasikuituverkko. Pintakerrokseksi ruiskurapataan ohutrappaus. Tasoitteen ja rappauksen paksuun on yhteensä noin. 10 mm.



Kuva 3. Isoran eristerappausjärjestelmän rakenne (Vesterinen, J. 1991, 17.)

Lämmöneristelevyt kiinnitetään alustan akryylipohjaisella liimalla, johon lisätään sementtiä tai mineraalipohjaisella liimalla. Mekaanisia polypropeenimuovista valmistettuja kiinnikkeitä käytetään tartunnan varmistamiseksi 5–8 kpl/m², erityisesti silloin, jos alusta on epätasainen tai heikko. Lisäeristuksen alareuna tuetaan alumiiniprofiililla, jonka detalji on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. Disbotherm-lisäeristyksen sokkeliliitoksen detalji (Vesterinen, J. 1991, 75.)

Vahvisteena käytetty lasikuituverkko on alkalinkestävää. Rappausalusta tulee näin melko jäykäksi ja järjestelmää voidaan verrata rappaukseen kiinteällä alustalla. Tarkkaan ottaen tässä lisäeristysjärjestelmässä käytetään pintarappauksena ohutpinnoitetta, joka koostuu akryylisideaineesta, pigmenttiaineista, runkoaineesta (hiekkä) ja vedestä. Ohutpinnoite sitoutuu kuivumalla, veden poistuessa ja muodostaa maalimaisen kalvon. Pinnan karkeus määräytyy rappauslaastin runkoaineen suurimman raekoon mukaan, joka vaihtelee 2,5 mm ja 5 mm välillä. Vahvistekerroksen ja ohutrappauksen kiinnipysyvyys perustuu tartuntaan.

Eristerappauksen materiaalit

Rakenteessa on käytetty lämmöneristeenä solupolystyreeniä (EPS), vaikeasti syttyvää niin sanottua S-laatua. Seinälevyt SL-100 ovat puolipontattuja ja tehtaalla valmiiksi niin käsitelty, ettei eristelevyjen jälkikutistumista pääse tapahtumaan. EPS eli Expanded Polystyrene on paisutettua Polystyreeniä. EPS on kevyt, vahva ja hyvä lämmöneristävydeltään, jonka takia sitä käytetään paljon rakentamisessa.

Rakenteessa on käytetty liimatasoitteena Disbotherm-liima 609:ää. Disbotherm-liima 609 on akryylipohjainen liimatasoite, jossa on käytetty kvartssia runkoaineena. Liima on vesiohenteista ja siihen sekoitetaan sementtiä 30 paino- % ennen käyttöä. Lasikuituverkko on alkalinkestävää ja sen silmäkoko on 4 mm. Lasikuituverkkoa on käytetty rakenteessa vetolujuuden parantamiseksi. Lisäksi lasikuituverkko vähentää lämpölaajenuksesta aiheutuvia halkeiluja.

Pinnoitteena on käytetty orgaanista ohutrappausta (Caparol rappauslaasti 25), jonka sideaineena on akryyli. Rappauslaasti kuivuu ja kovettuu fysikaalisesti, veden haihtuessa. Rappauspinnoitekerros on sadetiivis, mutta läpäisee diffuusiokosteuden. Rappauslaasti on pigmentoitu ja sitä saa eri värisävyinä. Max. raekoko 2.5 mm. Muita vaihtoehtoja ovat Caparol rappauslaasti 20, raekoko < 2 mm ja Caparol rappauslaasti 50, raekoko < 5 mm. (Vesterinen, J. 1991, 21)



Kuva 5. Referenssikohteen avattu julkisivu

Kuvassa 5 on valokuva referenssikohteen avatusta julkisivusta. Kuvasta näkee miltä mekaaniset kiinnikkeet näyttävät. Mekaaniset kiinnikkeet ovat polypropeenimuovista valmistettuja kiinnitystulppia eristelevyjen kiinnittämiseen. Kiinnikkeet tulee järjestelmän ohjeiden mukaan ankkuroida vähintään 30 mm syvyyteen.

4 Referenssikohteen kuntotutkimus

4.1 Taustatiedot ja tutkimuksen kulku

Kohteena oli Koulukatu 18 sijaitseva liikerakennus, jonka moni paikallinen tuntee tänä päivänä ”Nillan talona”. Kuntotutkimuksen ja -arvion lähtötietoina toimivat käyttäjän kertomat tiedot, sekä käyttäjän antamat vanhat muutostyöpiirustukset. Kohteen kuntotutkimus kattaa ainoastaan lisäeristetyt julkisivut. Tulevaisuudessa rakennus tullaan purkamaan, jotta tilalle saadaan rakennettua uudiskohde. Kaaviossa 1 on kuvattu tämän kyseisen kuntotutkimuksen kulku vasemmalta oikealle.



Kaavio 1. Tutkimustyön kulkukaavio

Kyseisen kohteen julkisivun kunnan selvittäminen aloitettiin kuntoarviolla. Kohteen kuntoarvio toteutettiin suunnitelman mukaisesti helmikuussa 2023. Kuntoarvio toteutettiin pääosin aistinvaraisesti. Maaliskuussa 2023 kohteessa aloitettiin varsinainen kuntotutkimus. Tällöin kohteessa suoritettiin tarvittavat mittaukset sekä rakenneavaukset. Huhtikuussa 2023 aloitettiin laboratoriokokeiden suorittaminen. Laboratoriokokeet ja tulosten analysointi valmistui toukokuussa 2023. Raportointi suoritettiin loppuun kesällä 2023.

Tavoitteet ja menetelmät

Tavoitteena oli tutkia, kuinka hyvin kohteen EPS-ohuteristerappausjärjestelmä on toiminut kyseissä rakennuksessa kosteusteknisesti. Kohteessa suoritettiin kuntoarvio, joka tehtiin aistinvaraisesti. Julkisivut kierrettiin läpi ja riskit, vauriot, sekä muut oleelliset asiat rakenteen kunnan kannalta valokuvattiin. Ennen kuntoarviota kohteen vanhat suunnitelmat käytiin läpi, sekä kohteen historiatietoja kartoitettiin.

Kuntotutkimus tehtiin myöhemmin kuntoarvion jälkeen. Kuntotutkimuksessa käytettiin pohjatietoina kuntoarvion havaintoja, sekä käyttäjän antamia lähtötietoja. Kuntotutkimuksessa suoritettiin pintakosteusmittauksia rappauksen pinnasta, sekä eristerappauskerroksen takaa vanhasta ulkoseinän pinnasta. Kosteusmittauksien lisäksi

julkisivun eristerappauksesta otettiin koepaloja laboratorio tutkimuksia varten. Kohdassa 5 on käsitelty kohteen kuntotutkimuksen laboratorio tutkimuksen osuutta.

4.2 Ongelmat

Puutteellinen tieto nykyisistä rakenteista vaikuttivat kuntotutkimuksen laadintaan. Vanhoista piirustuksista ei löytynyt tarpeeksi tietoa mitä rakennetyyppejä missäkin on käytetty. Lähtötietojen perusteella rakennuksesta löytyy hirsirakennetta sekä kivirakennetta, mutta niitä ei osattu vanhojen piirustusten perusteella paikantaa tarkasti. Lähtötietoina olevasta rakennuslupapiirustuksesta ei saatu riittävästi tietoa irti, sillä lupapiirustus koski ainoastaan laajennettua osaa vuodelta 1979.

Kohteeseen ei saatu järjestettyä henkilönostinta, jonka takia näytepaloja ei saatu otettua kohteen julkisivusta suunnitellussa laajuudessa. Suunnitelmana oli, että näytepaloja olisi otettu laajalta alueelta läheltä vesikattoa, mutta kyseisien ongelmien takia näytepalat ovat otettu pääosin noin kahden metrin korkeudesta.

5 Laboratorio tutkimukset

5.1 Tavoitteet

Laboratorio tutkimusten tavoitteena oli selvittää EPS-ohuteristerappausjärjestelmän rappausten ja eristeen välisen liitoksen lujuus sekä tarkastella niiden kosteuspitoisuuksia. Lisäksi haluttiin tutkia, onko tapahtunut muutoksia eristeen takana tai onko rakenteessa havaittavissa muita vaurioita.

Vetokokeissa haluttiin saavuttaa eristeen ja rappausten välille murtuminen. Kun murto saavutetaan eristeen sisäpinnan ja rappausten väliin, saadaan näiden kahden materiaalin todellinen tartuntavetolujuuden arvo selville.

5.2 Menetelmät

Laboratoriossa referenssikohteen koepalat punnittiin, jonka jälkeen ne sijoitettiin kuivumaan uuniin. Kuivatuksen jälkeen koepalat sijoitettiin olosuhdekaappiin ja tilan suhteellista kosteutta seurattiin. Kuivatuksien jälkeen koepaloja punnittiin, jotta saatiin käsitys, kuinka paljon kosteutta on poistunut kyseisistä koepaloista.

Koepaloja tutkittiin silmämääräisesti, mahdollisten vaurioiden havaitsemiseksi. Lisäksi palojen koot mitattiin, sekä rappausten paksuutta tarkasteltiin.

Koepalojen rappausten ja eristeen välinen lujuus tutkittiin vetokokeilla. Vetokokeissa käytettiin Matertest vetokonetta, jossa on Scan Robot Oy:n valmistama Force Proof ohjelmisto. Ennen vetokokeita koepaloihin ajettiin kulmahiomakoneella 150 x 150 millimetrin kokoiset urat, jotka mitattiin sapluunaa käyttäen. Urituksen tarkoituksena oli saada repeämä tapahtumaan määrätyllä alalla, jotta kuormituskestävyys voitiin laskea. Urituksen jälkeen rappausten pinta putsattiin pölystä paineilmapuhaltimella. Uritetun alueen keskelle siveltiin Silikal RI/21 erikoisliima noin 2 millimetrin paksuinen kerros, johon kiinnitettiin teräslätkät vetokokeita varten. Kuvassa 6 esitetty koepala, johon on asennettu teräslätkä.



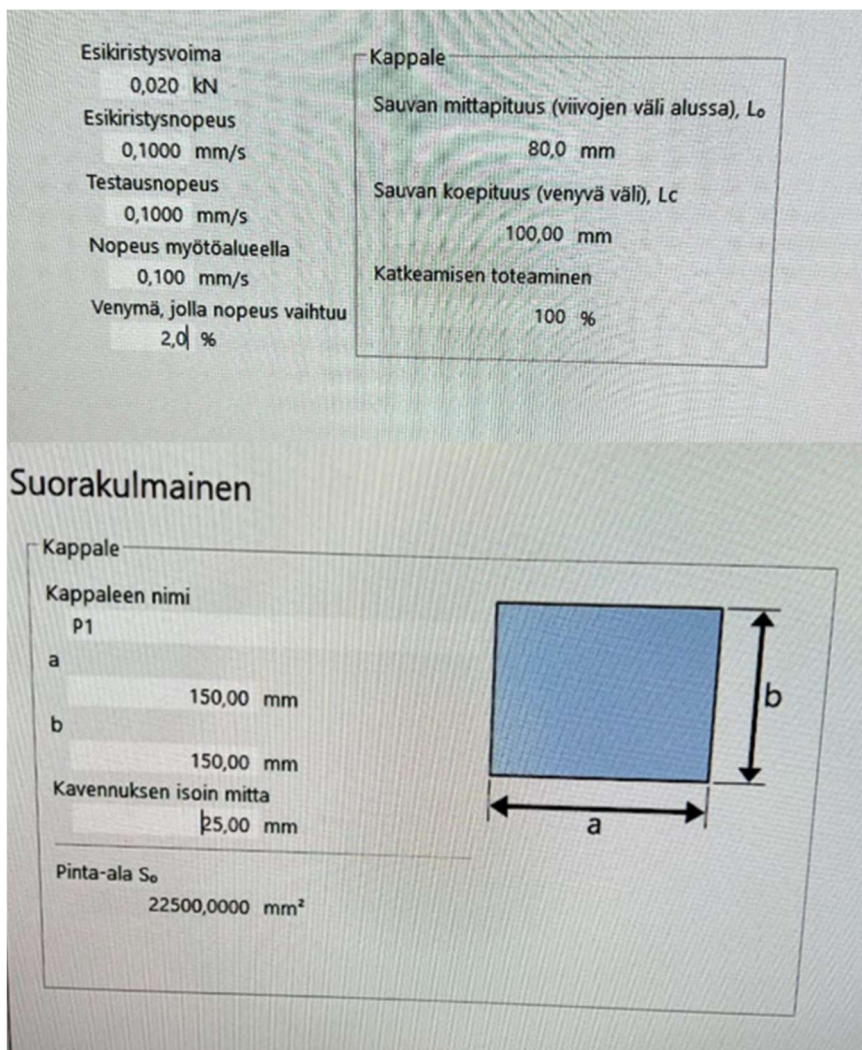
Kuva 6. Koepalaan liimattu teräslätkä

Vetokokeissa tarkasteltiin koepalojen liitosten murtokestävyyttä. Koepalat asetettiin koneeseen kiinni teräspaloilla kiilaten. kuvassa 7 on esitetty koepalojen kiinnitys vetokokeita varten. Vetokokeessa kone mittaa tartuntavetolujuuden vetämällä koepalaa teräslätkästä.



Kuva 7. Vetokokeen asettelu

Vetokokeet suoritettiin laboratoriossa 18.4.2023. Työssä käytettiin Materitest vetokonetta ja ohjelmistona Force Proof -ohjelmistoa. Vetokoneen ohjelmiston asetukset ovat esitetty kuvassa 8.



Kuva 8. Force proof –ohjelmiston asetukset

Koepaloissa tapahtunut repeämä tapahtui pääosin rappauksessa tai eristeessä. Kahdessa tapauksessa repeämä syntyi laskuituverkon kohdalla. Molemmat koepalat, jotka repesivät laskuituverkon kohdalla, olivat otettu julkisivun kastuneilta kohdilta. Toisen koepalan tausta oli betonia, jossa havaittiin runsaasti kosteutta. Toisen kappaleen takana oli puuseinä, joka on lahonnut. Tulosten perusteella tartuntalujuus näyttää olevan edelleen riittävä ja pinnan rappauskerros on pysyvästi kiinni eristeessä.

5.3 Ongelmat

Koepalat oli alun perin tarkoitettu kuivattamaan olosuhdekaapissa. Kaapin kuivatusominaisuus ei kuitenkaan toiminut odotusten mukaisesti, jonka seurauksena kaapin olosuhteet eivät kosteuden kannalta muuttuneet ollenkaan. Olosuhdekaapin ovet avattua huomasi, kuinka vettä oli tiivistynyt kaapin seinämille, sekä kaapin oveen. Koepalat siirrettiin uuniin kuivamaan, missä koepalat saatiin kuivatettua ja osa kosteudesta haihtumaan.

Kuntotutkimuksen ohella koepalat punnittiin ennen laatikoihin sulkemista. Tässä käytössä ollut keittiövaaka ei anna tarpeeksi tarkkaa mitta-arvoa. Myöhemmin laboratorioissa tehtävät mittaukset tehtiin eri vaa'alla, missä on erilainen mittatarkkuus kuin keittiövaa'assa. Näin ollen punnitustuloksissa on mittatarkkuudessa pientä heittoa.

Koekappaleiden kuivatus suoritettiin omatoimisesti. Kappaleiden kuivatuksesta olisi kannattanut tiedustella rakennejärjestelmän valmistajalta, jotta tulokset olisivat olleet tarkempia.

6 Tulokset

Kuntotutkimuksen yhteydessä todettiin julkisivujen olevan muutamaa ongelmakohtaa lukuun ottamatta, hyvässä kunnossa. Sadevesijärjestelmässä oli puutteita, jonka vuoksi rakennuksen sisäpihan julkisivulle oli aiheutunut merkittävän iso kosteusvaurio. Seinä oli kastunut kauttaaltaan, sekä lisäeristerappauksen takana havaittiin huomattavan suuria määriä kosteutta. Lisäksi muutamassa kohdassa havaittiin rappauksen halkeamia, mikä voi johtua rakenteiden liikehdinnästä. Yksi havaittu halkeama oli muodostunut rakennuksen ulkoseinän rungon liitoksen kohdalla, rakennusta on siltä kohdin aikanaan laajennettu.

Avauksien yhteydessä voitiin todeta, että lisäeristerappausjärjestelmän kiinnitys on pitänyt hyvin suurimmilta osin. Kastuneilta kohdilta palat irtosivat huomattavasti helpommin, verrattaessa kuiviin kohtiin.

Kuvassa 9 on esitetty avattujen seinärakenteiden pintakosteuksia avaamishetkellä. Koepala 1 kosteuspitoisuudessa on huomattavia eroja muihin koepaloihin johtuen kastuneesta seinärakenteesta. Koepala 7 takana olevaa rakenteen kosteutta ei mitattu, koska se voitiin todeta olevan kastunut lahovaurioiden perusteella

Koepalojen takaa seinän pinnasta mitatut suhteelliset kosteudet		Koepala 1				
Päivämäärä:	28.3.2023	1. Piste	2. Piste	3. Piste	4. Piste	Keskiarvo
Ilma:	puolipilvinen	125,9	146,8	137,9	123,4	133,5 RH %
Lämpötila	-0,5					
Suhteellinen kosteus:	91 %					
		Koepala 2				
		1. Piste	2. Piste	3. Piste	4. Piste	Keskiarvo
		13,1	12,5	13,2	13,2	13 RH %
		Koepala 3				
		1. Piste	2. Piste	3. Piste	4. Piste	Keskiarvo
		35,6	38,1	40,4	47,9	40,5 RH %
		Koepala 4				
		1. Piste	2. Piste	3. Piste	4. Piste	Keskiarvo
		47,2	48,6	48,3	50,6	48,675 RH %
		Koepala 5				
		1. Piste	2. Piste	3. Piste	4. Piste	Keskiarvo
		48	51	46,3	49	48,575 RH %
		Koepala 6				
		1. Piste	2. Piste	3. Piste	4. Piste	Keskiarvo
		43,7	42,7	43,9	43,5	43,45 RH %

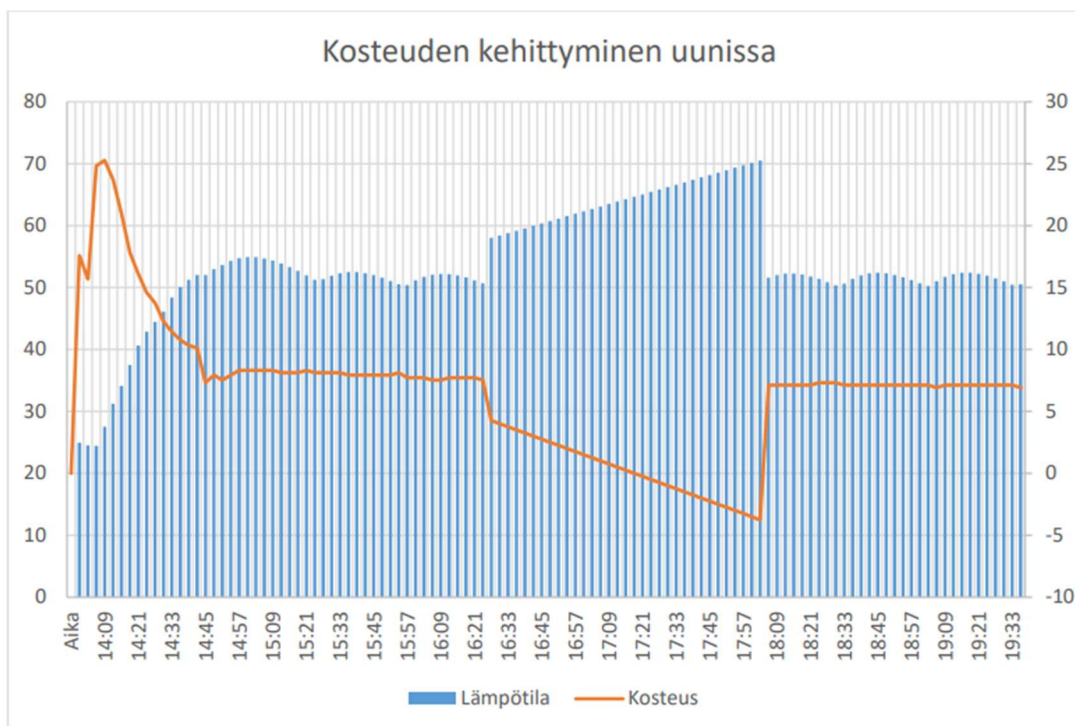
Mittauspisteiden sijainnit koepalojen takaa	
1	2
3	4

Kuva 9. Avattujen seinärakenteiden pintakosteudet

Laboratoriotutkimuksessa keskityttiin pääosin tarkastelemaan koepalojen rakennekerrosten liitosten kestävyyttä, sekä tarkasteltiin koepalojen kosteuspitoisuuksia.

Koepalat sijoitettiin laboratoriossa uuniin kuivumaan. Uunin olosuhdetta seurattiin TinyTag dataloggerien avulla. Tarkkaa koepalojen kosteuspitoisuutta ei voida määrittää, sillä

dataloggeri mittaa uunin olosuhdetta, eikä varsinaisia koepalojen kosteuspitoisuutta. Voidaan kuitenkin olettaa, että koepalojen kosteudenpitoisuuden arvot hakeutuvat samaan tilaan kuin uunissa vallitseva olosuhde.



Kuva 10. Kosteuden kehittyminen uunissa

Uniin asetettiin lämpötilaksi 50 C ja suhteellisen kosteuden arvo RH 0 %. Kuvasta 10 näkee lämpötilan, sekä kosteuden kehityksen. Uunin suhteellisen kosteuden arvot nousivat Noin kello 16.25–18.00 havaitaan uunin lämpötilan nousu, mikä johti kosteuden laskuun. Tämä johtuu todennäköisesti Dataloggerin mittausvirheestä tai uunissa on tapahtunut jostain syystä hetkellinen lämpötilan nousu.

Laboratoriotutkimusten aikana koepalojen painoja punnittiin ja raportoitiin. Koepalojen painon muutokset johtuvat pääosin kosteuden haihtumisesta. Suurimmat painon muutokset havaitaan kastuneissa koepaloissa. Koepala 1 painon muutos oli reilusti suurempi, kuin koepalan 7. Tämä johtuu siitä, että koepala 7 takana ollut puurakenne on todennäköisesti imenyt suuren osan vedestä. Koepala 1 takana oli betoniseinä, mikä ei materiaalina ime vettä yhtä paljon, kuin puu.

Koepalat punnittiin yhteensä kolme kertaa. Ensimmäinen punnitus tapahtui referenssikohteella 28.3.2023, koepalojen oton yhteydessä. Toinen punnitus suoritettiin laboratoriossa 31.3.2023 ennen koepalojen kuivatusta. Näiden päivien välillä koepaloja

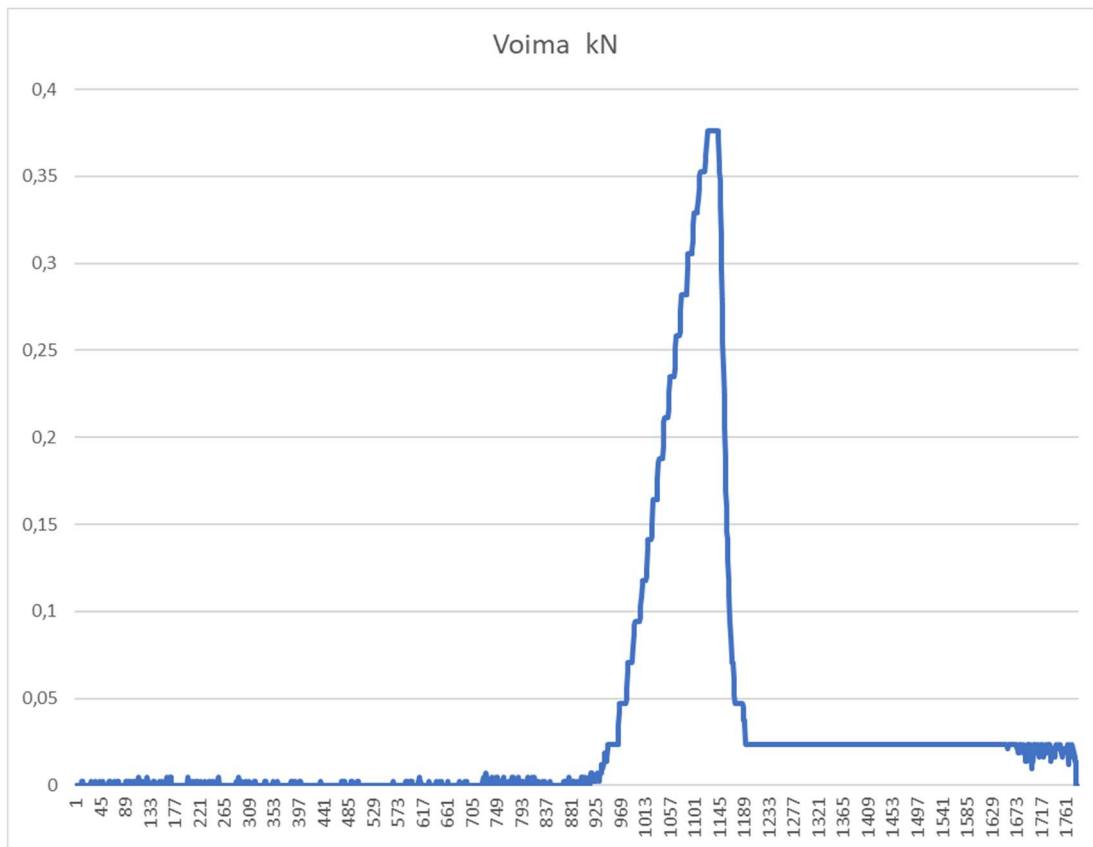
säilytettiin erillisissä tiiviissä muovilaatikoissa. Viimeiset punnitukset suoritettiin laboratoriossa 13.4.2023 kuivatusten jälkeen. Kuivatusten tulokset on esitetty taulukossa 2.

	28.3.2023	31.3.2023	13.4.2023	
Koepala	paino [g]	paino [g]	paino [g]	muutos %
1	1282	1277	921	28,16
2	727	713	711	2,20
3	989	999	996	-0,71
4	844	836	831	1,54
5	654	647	646	1,22
6	622	613	612	1,61
7	844	823	720	14,69

Taulukko 2. Koepalojen painon muutokset

Vetokokeissa tarkasteltiin koepalojen kestävyksiä. Kokeissa seurattiin vetovoiman suuruutta, sekä murtumisen sijaintia rakenteessa. Tavoitteena oli saada murto tapahtumaan eristeen ja rappauksen välissä, jotta todellinen rappauksen, sekä eristeen välinen vetokestävyys saadaan taltioitua. Heikoin vetokestävyys saatiin koepalan 1 vetokokeen yhteydessä. Koepala 1 oli otettu kastuneelta seinältä, jonka vuoksi rakenteen ominaisuudet olivat muita heikompia. Tämä heikko tulos ei kuvaa järjestelmän kestävyyttä.

Vetokokeissa käytetty Force Proof –ohjelmisto seuraa voiman kehittymistä ja luo graafin, joka esittää voiman suuruuden ajan hetkellä. Kuvassa 11 esitetyllä tavalla.



Kuva 11. Vetokokeissa käytetyn Forceproof –ohjelmiston luoma graafi

Laboratoriokokeiden tulosten yhteenveto esitetty taulukossa 3. Pääosin koepalojen murtovoiman kestävydet olivat lähellä samaa luokkaa. Suurin ero koepalojen välillä on koepalassa 1.

Koepala	Murtovoima [kN]	Murtopiste	Alkupaino [g]	Loppupaino [g]	Näytepalojen tausta	Huomioitavaa
1	0,376	Verkossa	1282	921	Betoni	tausta täysin kostea
2	0,7285	Rappauksessa	727	711	Puu	
3	0,7755	Rappauksessa	989	996	Betoni	
4	0,705	Rappauksessa	844	831	Betoni	
5	0,658	Eristeessä	654	646	Betoni	
6	0,6815	Eristeessä	622	612	Betoni	
7	0,752	Verkossa	844	720	Puu	Taustassa lahovaurio

Taulukko 3. Tulosten yhteenveto

Laboratoriokokeiden jälkeen kahden koepalan ominaisuuksia mitattiin Bewi Finland Oy:n toimesta yrityksen omissa tiloissa. Taulukossa 4 on esitetty mittausten tulokset.

Kohde	Tuote	Raaka-aine	Tuotantovuosi	Tiheys [kg/m ²]	Lämmönjohtavuus [W/m ² K]	Puristuslujuus [kPa]	Taivutusmurtolujuus [kPa]	Täyttikö EN ISO 11925-2 vaatimukset europaloluokkaan e:
Koulukatu 18 Lappeenranta	Ohutrapattu julkisivun lisäeriste	Sammuva	1988	17,8	0,0358	110,3	162,8	kyllä

Taulukko 4. Koepalojen mittaustulokset Bewi Finland Oy:n toimesta

Tulosten perusteella voidaan todeta, että eristeen tekniset ominaisuudet ovat pysyneet hyvin vuosien varrella. Lämmönjohtavuuden arvot ovat hyvät kuin uutenakin.

Näiden tehtyjen tutkimusten tulosten perusteella voidaan todeta, että kyseinen rakennejärjestelmä on toiminut hyvin. 40 vuoden jälkeen rakenteen lämmönjohtavuuden arvot ovat säilyneet samana.

7 Pohdinta

Opinnäytetyön aiheeksi syntyi kuntotutkimuspohjainen työ mielenkiintoisen aiheen takia. Työtä tehdessä päästiin käsiksi niin käytännön asioihin, sekä teoreettisiin aiheisiin.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia tilaajayrityksen valmistamaa EPS-ohuteristerappausjärjestelmän kuntoa referenssikohteessa ennen sen purkua. Työssä tutkitaan rakenteen teknisiä ominaisuuksia ja miten ne ovat säilyneet vuosien varrella. Tulokset saavutettiin käytännön kokeilla niin laboratoriossa, kuin paikan päällä mittalaitteilla.

Näiden tulosten perusteella voidaan todeta, että tutkitun rakennejärjestelmän tekniset ominaisuudet ovat säilyneet hyvin. Tutkimuksista saatujen tulosten arvot vastaavat lähes alkuperäisiä arvoja, jotka rakenteelle on laadittu.

Rakennukset pysyvät kunnossa kuin niitä ylläpidetään oikein. Tässäkin kohteessa voidaan todeta, että kyseinen rakenne on säilynyt kunnossa niiltä osin, missä ei ole ollut epänormaaleja ulkoisia kosteudenlähteitä.

Kyseisestä rakennejärjestelmästä ei huomaa ulkoa päin esimerkiksi sitä, onko rakenteen sisään kertynyt vettä, kun taas esimerkiksi puurakenteissa se voidaan huomata kupruina tai lahoamisena. Veden kertyminen rakenteen taakse aiheuttaa rappauksen kiinnityksen heikkenemistä, sekä muita materiaalien ominaisuuksien heikkenemisiä.

On tärkeää, että tämän kaltaisia tutkimustöitä teetetään. Kyseinen referenssikohte oli yksi ensimmäisiä kohteita, jossa on käytetty työssä esitettyä EPS-ohuteristerappausjärjestelmää. Tutkimalla järjestelmän ominaisuuksia ja kuntoa saadaan tulevaisuutta varten lisää tietoa, kuinka kyseiset rakenteet toimivat erilaisissa olosuhteissa. Kyseinen opinnäytetyön referenssikohte tullaan purkamaan uuden rakennus alta pois, mikä antaa loistavan tilaisuuden suorittaa rakenteiden avauksia, sekä tutkimuksia. Tämä olisi hyvä käytäntö myös muille toimijoille tuottaa tutkimustulosta erilaisista rakennejärjestelmistä.

Kuntotutkimusten tekeminen vanhoissa kohteissa voi osoittautua hankalaksi. Usein vanhoista rakennuksista ei välttämättä ole tallella dokumentteja olevista rakenteista tai tehdyistä muutostöistä. Nämä asiat ovat oleellista tietoa, kun aletaan arvioimaan rakennusten ja rakenteiden nykyistä kuntoa. Rakennusten ja rakenteiden kunnostaminen ja ylläpito on tärkeää suorittaa, jotta rakennuksen käyttöikä saadaan mahdollisimman pitkäksi. Myös on suotavaa pyrkiä pitämään vanhoja rakennuksia kunnossa niiden kulttuurihistoriallisen arvon vuoksi.

Lähteet

BEWI Group –kotisivut. Viitattu 13.11.2023 saatavissa <https://www.bewi.fi/rakentaminen/>

Dokumentit Lappeenrannan kaupungin arkistosta

Jackon Finland-kotisivut. Viitattu 6.9.2023 Saatavissa <http://www.jackon.fi>

Koskinen, A. 2010. Esimerkkilähteen nimi. Ornanet Koulutuksen e-kirjat. Turku: DatumPoint.

M.Halonen, E. Teivas, S. Laine & S. Ala-Uotila 2021. Koulukatu 16-18

Rakennushistoriaselvitys. Viitattu 1.9.2023 Saatavissa

<http://some.lappeenranta.fi/loader.aspx?id=90d942ce-1c2e-452f-9f8c-4bbc86d8d76a>

Lappeenrannan kaupunki. 2021. Lappeenrannan koulukatu 16- 18, Asemakaavan ja tonttijaoon muutos. Saatavissa <https://old.lappeenranta.fi/loader.aspx?id=e4ef1e80-ea39-4088-961f-428513a078e1>

Lemberg, A. 2019. Eristerappausjärjestelmien vauriomekanismit ja kuntotutkimusmenetelmät. Diplomityö. Tampereen yliopisto

RT 18-11061 Kiinteistön kuntoarvio. Kuntoluokan määräytyminen. Rakennustieto Oy. Tulostettu 29.8.2023.

RT 18-11085 Liike- ja palvelukiinteistön kuntoarvio. Rakennustieto Oy. Tulostettu 29.8.2023.

Vesterinen, J. 1991 Isora Oy:n eristerappausjärjestelmän kelpoisuustutkimus. Diplomityö. Tampereen teknillinen korkeakoulu

Liitteet

Liite 1. Kuntoarvio- ja kuntotutkimusraportti

Liite 2. Laboratorioraportti

Kuntoarvio- ja kuntotutkimusraportti



Koulukatu 18, 53100 Lappeenranta

Sisällys

1. Yleistä.....	4
1.1. Kuntoarvion tiedot.....	4
1.2. Kohteen tiedot	4
1.3. Korjaus- ja muutostyöhistoria.....	5
2. Kuntoarvio	6
2.1. Yleistä kuntoarviosta.....	6
2.2. Kuntoarvion havainnot.....	7
2.3. Yhteenveto	10
3. Kuntotarkastus.....	11
3.1. Yleistä kuntotarkastuksesta	11
3.2. Kuntotarkastuksen menetelmät.....	11
3.2.1. Pintakosteusmittari	11
3.2.2. Dataloggerit	12
3.2.3. Koepalojen otto.....	13
3.3. Kuntotarkastuksen havainnot.....	14
3.3.1. Kosteusmittaukset rappauksen pinnasta.....	14
3.3.2. Kosteusmittaukset vanhan seinän pinnasta	15
4. Yhteenveto	19
5. Yleistä.....	22
6. Menetelmät.....	23
6.1. Kuivatus.....	23
6.2. Vetokokeet	23
7. Koepalojen kuivatus.....	24
8. Vetokokeiden valmistelut	27
9. Vetokokeet.....	31
10. Tulokset.....	33
10.1. Koepala 1.....	33

10.2.	Koepala 2.....	35
10.3.	Koepala 3.....	37
10.4.	Koepala 4.....	39
10.5.	Koepala 5.....	41
10.6.	Koepala 6.....	43
10.7.	Koepala 7.....	45
11.	Yhteenveto	47

1. Yleistä

1.1. Kuntoarvion tiedot

Kuntoarvio-, sekä kuntotutkimus on tehty osana LAB-ammattikorkeakoululla tehtävää opinnäytetyötä. Tutkimus tarkoituksena oli selvittää lisäeristerappausten kunto julkisivujen osalta.

Kohde:	Koulukatu 18, 53100 Lappeenranta
Päivämäärä:	28.03.2023
Tilaaaja:	Jackon Finland Oy
Tutkijat:	Robert Rusanen, Opinnäytetyön tekijä Heikki Vehmas, Opinnäytetyö ohjaaja
Sää:	Puolipilvinen, -4 °C, 91 % RH

1.2. Kohteen tiedot

Kohde:	Liikerakennus
Rakennusvuosi:	1800-luvun loppupuolella
Kerroslukumäärä:	3
Kerrosala:	550 m ²
Runko:	Hirsi, Tiili, Betoni
Katto:	Peltikatto
Julkisivun pinnoite:	Rappauslaasti
Sadevesijärjestelmä:	On
lämmitys:	Rakennus ollut ilman lämmitystä noin 6 kk ajan

1.3. Korjaus- ja muutostyöhistoria

- 1931 Rakennusta on jatkettu
- 1934 Rakennettu toinen kerros, julkisivut rapattu
- 1947 rakennettu lisärakennus pihan puolelle
- 1950 ja 1970 liiketiloja uusittu
- 1974 Kadun puoleiset ikkunat muutettu suuriksi näyteikkunoiksi
- 1979 Laajennus
- 1980 Saunan rakentaminen kellariin
- 1988 Lisäeristysrappaus osittain julkisivuissa

2. Kuntoarvio

2.1. Yleistä kuntoarviosta

Kuntoarvio suoritettiin silmämääräisesti. Lähtötietoina oli kohteen omistajan kertomat tiedot, sekä vuoden 1979 rakennuslupapiirustukset. Rakennus on ollut kylmänä yli kuuden kuukauden ajan, koska rakennus tullaan purkamaan kesän 2023 aikana. Kuntoarvion tarkoituksena oli kartoittaa rakennuksen julkisivujen osalta kuntotutkimuksessa suoritettavat julkisivun avaukset. Kuntoarvio suoritettiin maasta käsin ja parvekkeilta. Tarkempi kuntoarvio vaatisi pääsyn katonrajaan.



Kuva 1. Yleiskuva kohteesta sisäpihan puolelta

2.2. Kuntoarvion havainnot



Kuva 2. Sisäpihalla rakennuksen sisänurkasta puuttuu syöksytörvi. Sadevedet kasteleht seiniän.



Kuva 3. Toisen kerroksen parveke. Rappauksessa halkeamia.



Kuva 4. Toisen kerroksen parvekkeelta. Kosteutta havaittavissa Rästään ja ulkoseinän rajassa. Yläosan rappauksessa havaittavissa kosteusjälkiä.



Kuva 5. Kadun puoleisen ikkunan ja räystäään välissä halkeama. Julkisivun rappauksessa kosteusjälkiä.

2.3. Yhteenveto

Julkisivussa havaittiin osittain rappauksen halkeilua. Räystäään ja ulkoseinän välissä havaittu merkkejä kosteudesta (vesikatto vioittunut). Räystäälusien ulkoverhouslaudoissa kosteuskulumaa, sekä rappaus tummunut seinän osalta. Räystäään alue olisi hyvä tutkia lähemmältä. Sisäpihan puoleisella vanhan rakennuksen, sekä 1970-luvun lisäsiiven kulmassa havaittiin kosteusvaurio. Sadevesijärjestelmän syöksytorvi ei ole paikoillaan, jonka vuoksi vesi on päässyt kastelemaan ulkoseinää.

Kuntoarvion tulosten perusteella havaittiin osittain kosteusjälkiä, sekä pakkasrapaamia julkisivussa. Arvion perusteella valittiin sijainnit, joista otetaan koepalat.

3. Kuntotarkastus

3.1. Yleistä kuntotarkastuksesta

Kuntotarkastuksessa tutkittiin rakennuksen julkisivun lisäeristerappauksen kuntoa. Julkisivun lisäeristerappaukseen pinnasta mitattiin kosteusmittarilla kosteusarvot. Julkisivusta otettiin yhteensä seitsemän kappaletta koepaloja. Koepalojen sijainnit ovat merkitty kuviin 8 ja 9. Kosteudet mitattiin kosteusmittarilla vanhan ulkoseinän pinnasta koepalojen takaa.

3.2. Kuntotarkastuksen menetelmät

3.2.1. Pintakosteusmittari

Kuntotarkastuksessa kosteuden mittaukset suoritettiin Hydromette RTU 600 kosteusmittarilla. Kosteusmittarissa käytettiin pintakosteusanturia Gann B 60. Mittatarkkuus asetuksilla on ± 2 yksikköä. Pintakosteusmittauksen arvot ovat suuntaa-antavia rakennuksen julkisivun kosteusrasituksen arvioinnissa.



kuva 6. Gann Hydromette RTU 600 – kosteusmittari



Kuva 7. Mittarin asetukset

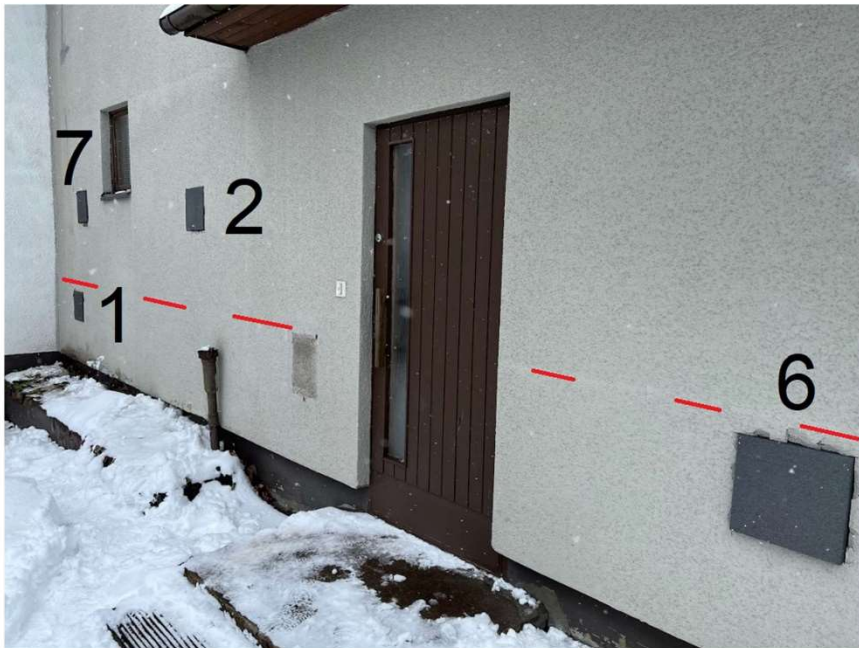
3.2.2. Dataloggerit

Koepalojen kosteuspitoisuuksien seuraamisessa käytettiin TinyTag TGP-4500 dataloggereita. Dataloggerit asetettiin tiiviisiin muovi-laatikoihin koepalojen yhteydessä.

3.2.3. Koepalojen otto

Julkisivun lisäeristerappauksesta otettiin yhteensä seitsemän kappaletta 30x30 cm koepaloja. Rappauslaastin pintaan ajettiin kulmahiomakoneella lovet ja eriste leikattiin vanhan ulkoseinän pintaan asti. Koepalat poistettiin varovasti sorkkarautaa käyttäen.

Koepalojen painot punnittiin kohteessa käyttäen keittiövaakaa. Koepalat laitettiin tiiviisiin muovilaatikoihin datalogereiden kanssa.



Kuva 8. Koepalojen 1, 2, 6 ja 7 sijainnit rakennuksen sisäpihalta. Sokkelin raja merkitty punaisella katkoviivalla.



Kuva 9. Koepalojen 3, 4 (Ilmalämpöpumpun oikealta puolelta) ja 5 (Seinän nurkalta) sijainnit rakennuksen toisesta kerroksesta itäiseltä parvekkeelta.

3.3. Kuntotarkastuksen havainnot

3.3.1. Kosteusmittaukset rappauksen pinnasta

Eristerappauksen pinnasta mitattiin suhteellinen kosteus käyttäen Hydromette RTU 600 kosteusmittaria, sekä Gann B 60 pintakosteusanturia. Julkisivua lähdettiin kiertämään alla olevan kuvan mukaisesti pisteestä A pisteeseen B. Mittauspisteet otettiin maan rajasta 0,5 m ja 1 m korkeudelta. Vaakasunnassa mittauspisteet sijaitsen 1 metrin välein.



Kuva 10. Pintakosteusmittauksen kierto rakennuksen sisäpihalla pisteestä A alkaen pisteeseen B.

Kohteen pintakosteudet, otettu rappauksen pinnasta. 0,5m ja 1m maan rajasta. Mitattu vaakatasossa 1m välein.

Korkeus	Piste A										Piste B
1m	37,6	34,2	32	11	10,5	10,7	8,9	10	17	14,4	22,2
0,5m	59,6	44	43	15	17,1	17,3	13,8	14	13	7,8	12,4

Taulukko 1. Suhteellisen kosteuden arvot mitattu pintakosteusmittarilla.

Pintakosteusmittauksen tulokset ovat pisteen A alueella huomattavasti korkeammat, kuin muualla. Pisteen A nurkasta neljän metrin kohdalla pintakosteudet alkavat olla samaa luokkaa kuin muualla mitatuissa pisteissä. Katolta tuleva sadevesi on päässyt kastelemaan seinää ensimmäisestä mittapisteestä A kolmen metrin matkalla vaakatasossa.

3.3.2. Kosteusmittaukset vanhan seinän pinnasta

Koepalojen irrotuksen jälkeen mitattiin pintakosteusmittarilla suhteellisen kosteuden arvot vanhan ulkoseinän ja lisäeristeen väliltä, ulkoseinän pinnasta. Kosteusmittauksien tuloksissa huomaa kastuneen seinän vaikutukset rakenteen kosteuspitoisuuteen. Koepala 7 kohdalla huomaa vanhan puupaneelijulkisivun lahonneen huomattavasti.

Koepalojen takaa seinän pinnasta mitatut suhteelliset kosteudet

Päivämäärä: 28.3.2023

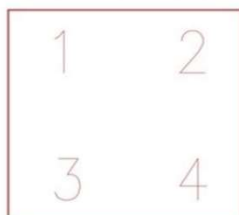
Ilma: puolipilvinen

Lämpötila -0,5

Suhteellinen 91 %

kosteus:

Mittauspisteiden sijainnit koepalojen takaa



Koepala 1

1. Piste	2. Piste	3. Piste	4. Piste	Keskiarvo	RH %
125,9	146,8	137,9	123,4	133,5	

Koepala 2

1. Piste	2. Piste	3. Piste	4. Piste	Keskiarvo	RH %
13,1	12,5	13,2	13,2	13	

Koepala 3

1. Piste	2. Piste	3. Piste	4. Piste	Keskiarvo	RH %
35,6	38,1	40,4	47,9	40,5	

Koepala 4

1. Piste	2. Piste	3. Piste	4. Piste	Keskiarvo	RH %
47,2	48,6	48,3	50,6	48,675	

Koepala 5

1. Piste	2. Piste	3. Piste	4. Piste	Keskiarvo	RH %
48	51	46,3	49	48,575	

Koepala 6

1. Piste	2. Piste	3. Piste	4. Piste	Keskiarvo	RH %
43,7	42,7	43,9	43,5	43,45	

Koepala 1



Koepala 2



Koepala 3



Koepala 4



Koepala 5



Koepala 6



Koepala 7



4. Yhteenveto

Julkisivun kunto oli muutamaa puutteellista kohtaa huomioimatta hyvä. Todennäköisesti julkisivua ei ole huollettu, sillä rakennus on menossa purkuun.

Julkisivun rappauksen, sekä EPS-eristeen välinen liitos oli hyvässä kunnossa. Rappaus on pysynyt eristeessä kiinni eikä ole lähtenyt irtoilemaan pois lukien muutamaa paikkaa missä havaittiin kosteusvaurioita. Nämäkin voitaisiin estää oikeaoppisella kunnossapidolla. Kosteissa paikoissa eristeen ja vanhan ulkoseinän välinen liitos oli heikompi, kuin kuivissa kohdissa. Mekaanisten kiinnikkeiden lisäksi, eristeen ja seinän välissä on käytetty rappauslaastia materiaalien väliseen kiinnitykseen.

Rakennuksen vesien johtamisessa oli puutteita. Sadevesijärjestelmässä puuttui osia, oletettavasti sadevesikouruja ei ole putsattu tarpeeksi usein, sekä katon ja julkisivun rajassa havaittiin silmämääräisesti kosteutta.

Vesikatkon rajassa julkisivulla havaittiin kosteuskertymää. Tätä tulisi tutkia tarkemmin syyn selvittämiseksi, oletettavasti vesikatossa on vuotokohtia.

Koepalojen 1 ja 7 seitsemän kohdalla havaittiin selviä vesivahinkoja. Koepala 1 takana oleva betoniseinä oli märkä. Koepalan 7 takaa kosteusmittauksia ei tehty, sillä sen takana oleva puupaneeliverhous pystyttiin silmämääräisesti toteamaan kastuneeksi ja lahonneeksi.

Laboratorioraportti

EPS-ohuteristerappausjärjestelmän kuntotutkimus



Sisällys

1	Yleistä.....	3
2	Menetelmät.....	4
2.1	Kuivatus.....	4
2.2	Vetokokeet	4
3	Koepalojen kuivatus.....	5
4	Vetokokeiden valmistelut	8
5	Vetokokeet.....	12
6	Tulokset.....	14
6.1	Koepala 1	14
6.2	Koepala 2	16
6.3	Koepala 3	18
6.4	Koepala 4	20
6.5	Koepala 5	22
6.6	Koepala 6	24
6.7	Koepala 7	26
7	Yhteenveto	28

1. Yleistä

Laboratorioissa tehtävien tutkimusten tarkoituksena oli selvittää Koulukatu 18 sijaitsevan rakennuksen julkisivun EPS-ohuteristerappausjärjestelmän eristeen, sekä rappauksen välinen tartunta, sekä tutkia kuinka paljon kyseiset kappaleet ovat imeneet vettä. Koepalat kerättiin kohteessa tehdyn kuntotutkimuksen yhteydessä julkisivun lisäeristerappauksesta.

Laboratoriossa koepalat vietiin olosuhdekaappiin kuivumaan. Koepalojen kuivatuksen tarkoituksena oli selvittää, kuinka paljon niihin on kertynyt vettä. Palat pidettiin kaapissa noin 4 vuorokautta. Kosteus ei kuitenkaan lähtenyt putoamaan, joten koepalat siirrettiin uuniin kuivumaan vuorokaudeksi, jolloin kosteutta saatiin haihtumaan.

Koepaloihin asennettiin teräksiset vetolätkät, joissa on kierretangot. Kierretankoihin asennetaan lenkit vetokokeita varten. Vetolätkät asennettiin koepalojen rappauksen pintaan keskelle.

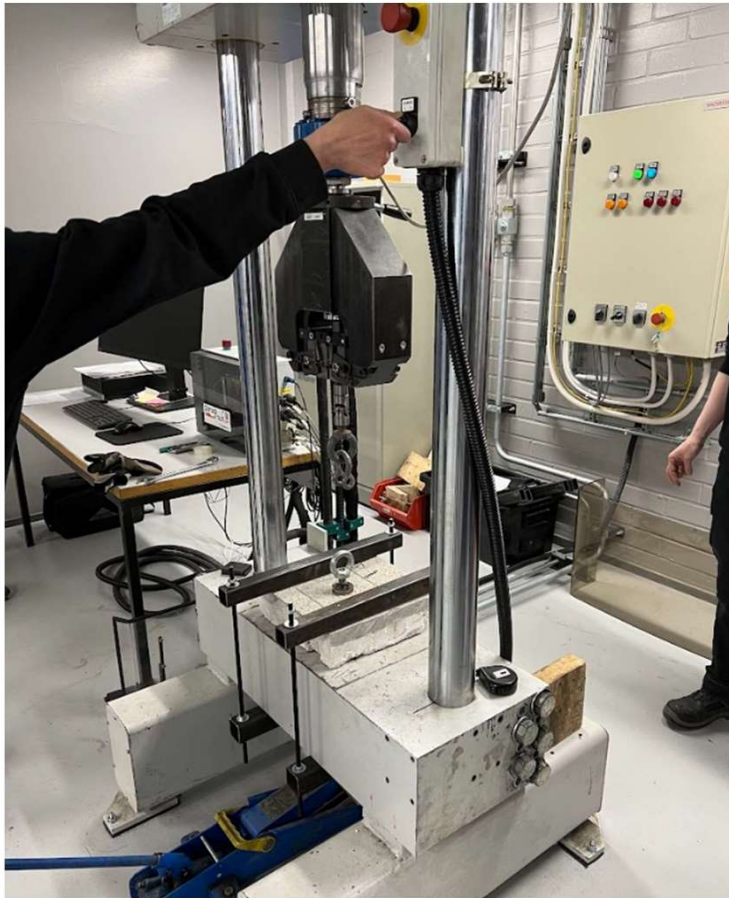
2. Menetelmät

2.1. Kuivatus

Koepalat kuivatettiin olosuhdekaapissa, sekä myöhemmin uunissa.

2.2. Vetokokeet

Vetokokeissa pyrittiin tarkastelemaan eristeen ja rappauksen välisen liitoksen lujuus. Testi suoritettiin käyttäen Matertest konetta ja Scan Robot Oy:n valmistamaa Force Proof ohjelmistolla.



Kuva 1. Matertest vetokone

3. Koepalojen kuivatus

Koepalat vietiin laboratorion olosuhdekaappiin kuivumaan 31.3.2023 kello 10.38. Olosuhdekaappiin asetettiin lämpötilaksi 40C ja RH 0 %.

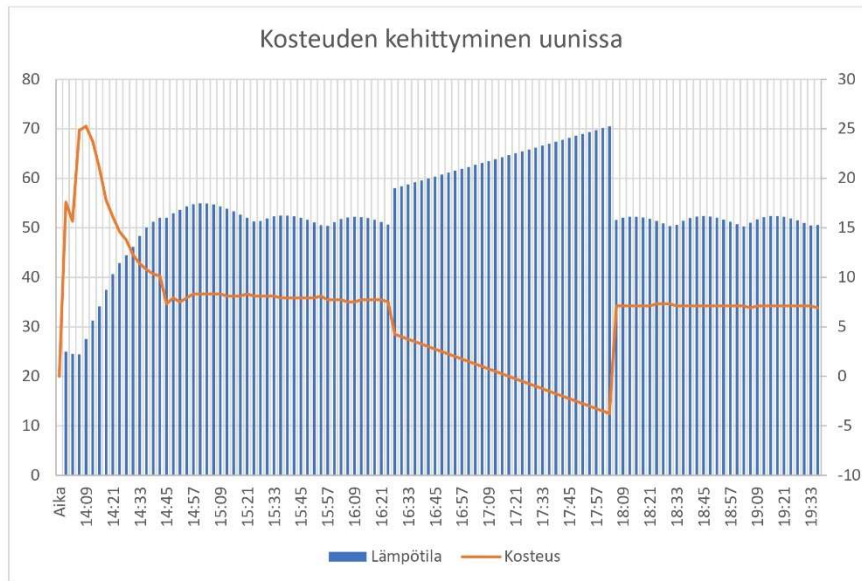
Maanantaina 3.4.2023 kello 12.00 havaittiin, että olosuhdekaappi oli edelleen hyvin kostea. Vettä on tiivistynyt kaapin seinille, sekä oveen. Lämpötilaa nostettu 40C → 50C.

Tiistaina 4.4.2023 kello 9.00 olosuhdekaapin tila tarkastettu ja RH 71 %. Koska olosuhdekaappi ei lähde kuivattamaan tilaa, päätettiin siirtää koepalat uuniin.

Tiistaina 4.4.2023 kello 14.00 koepalat siirrettiin uuniin. uunin mittariston lämpötilat alkavat 100 C, joten varsinaisen lämpötilan arvioiminen on haastavaa. Uunin lämpötila-asteikko asetettiin kuvan 1 mukaisesti. Uunissa ei ole kosteusmittausominaisuutta, joten uuniin sijoitettiin TinyTag dataloggeri kosteuden mittaamista varten.



Kuva 2. Uuniin asetettu lämpötila koepalojen kuivatukselle



Taulukko 1. Kosteuden kehittyminen uunissa.

Yllä olevasta taulukosta näkee uunin olosuhteiden muutoksen lämpötilan, sekä kosteuden suhteen. Kosteuspitoisuus ja lämpötila taltioitiin TinyTag dataloggerin avulla. Koska dataloggeri mittaa uunin olosuhteita, ei voida tarkkaan tietää, mitkä ovat koepalojen varsinaiset kosteusarvot. Voidaan olettaa, että koepalojen arvot hakeutuvat kuitenkin samaan tilaan kuin uunissa vallitseva olosuhde. Kosteuden laskettua noin 7 %, olosuhteessa ei havaittu enää varsinaisia kosteudenpitoisuuden muutoksia kahden päivän aikavälillä. Koepaloja pidettiin uunissa 6.4.2023 kello 14.06 sakka, jonka jälkeen uuni sammutettiin. Tässä vaiheessa uunissa vallitsi 7,5 % suhteellinen kosteus.

Kello 16.45 – 18.09 havaitaan uunin lämpötilan nousu, jonka seuraksena suhteellinen kosteus laski Dataloggerin mukaan -3 %. Todennäköisesti tässä kohtaa on tapahtunut mittalaitteessa joku virhe tai uunissa on hetkellisesti lämpötila noussut, jonka seurauksena mittaus on saanut kyseenalaisen tuloksen.

Koepalat punnittiin käyttäen keittiövaakaa kuntotarkastuksen yhteydessä 28.3.2023 kello 13.20. Toisen kerran koepalat punnittiin 31.3.2023 kello 10.30 ennen olosuhdekaappiin sijoittamista. Viimeisen kerran koepalat punnittiin 13.4.2023 kello 12.40 kuivatusten jälkeen. Mittaustulosten

tarkkuutta ei voida pitää varmana, koska ensimmäinen mittauskerta suoritettiin käyttäen eri vaakaa. 31.3 ja 13.4.

	28.3.2023	31.3.2023	13.4.2023	
Koepala	paino [g]	paino [g]	paino [g]	muutos %
1	1282	1277	921	28,16
2	727	713	711	2,20
3	989	999	996	-0,71
4	844	836	831	1,54
5	654	647	646	1,22
6	622	613	612	1,61
7	844	823	720	14,69

Taulukko 2. Koepalojen painojen kehitys.

Koepalojen painon muutos johtuu pääosin kosteuden haihtumisesta. Suurin painon muutos on tapahtunut koepalassa 1. Tämän selittää se, että koepala otettiin kastuneen seinän osuudelta sokkelin kohdalta. Koepala 7 on myös otettu kastuneen seinän osuudelta. Tässäkin havaitaan suurempia painon muutoksia kuin koepaloissa 2–6, muttei yhtä suuria kuin koepalassa 1. Tämä johtuneen siitä, että koepala 7 on otettu sokkelin yläpuolelta, ulkoseinän kohdalta. Vanhana ulkoseinärakenteena tässä kohtaan oli puupaneeliverhous, joka oli lahonnut. Vanha ulkoseinä on imenyt suurimmat vedet seinään, jonka vuoksi koepala ei ole yhtä kastunut kuin esimerkiksi koepala 1 on.

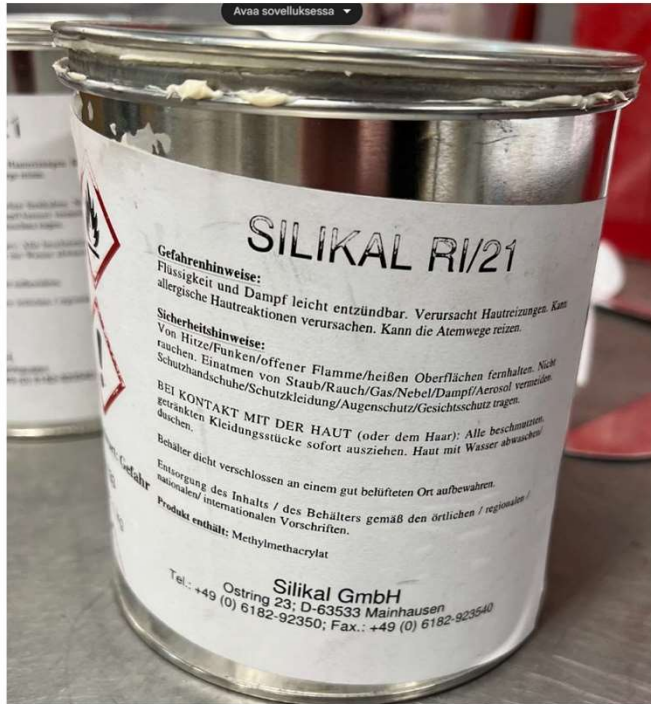
4. Vetokokeiden valmistelut

Koepalojen kuivatuksen jälkeen paloja alettiin valmistelemaan vetokokeita varten. Koepaloihin ajettiin 150 x 150 mm urat rappauksen pintaan, jotta rappaus irtoaisi tältä alueelta. Uritusta varten luotiin 150 x 150 mm kokoinen sapluuna, jotta urituksen koko pysyisi samana kaikissa koekappaleissa.



Kuva 3. Koepalojen urituksessa käytetty 150 x 150 mm sapluuna.

Urien ajamisen jälkeen liimattiin teräslätkät vetokokeita varten käyttäen Silikal RI/21 -Erikoisliimaa. Seokseen lisättiin kovetetta 2 % paino-osaa kohden. Sekoitus levitettiin alustalle noin 1-2 mm:n paksuisesti. Liiman annettiin kovettua yhden vuorokauden verran.



Kuva 4. Silikal RI/21 -Erikoisliima

Käyttöohjeiden mukaisesti liima-aine sekoitettiin Silikalin kovetejauheen kanssa. Kovetejauhetta lisättiin 5 % liima-aineen paino-osaa kohden. Liiman sekoitus tehtiin laboratoriossa sisätiloissa.

Käyttöaika liimaseokselle on yli 20 C tiloissa noin 5 minuuttia ja kovettumisaika noin 20 minuuttia. Tunnin päästä liiman vetolujuus saavuttaa arvon 20 N/mm².

SILIKAL® RI/21 -ERIKOISLIIMA

Erikoisliima vaativaan käyttöön

Silikal®RI/21 erikoisliima nopeasti kovettuva 2-komponenttinen metakryyli-pohjainen liima. Se kehitettiin erityisesti teräksen kiinnittämiseen betonialustaan. Soveltuu myös muiden pintojen liimaamiseen.

Käyttökohteet

- Betoni
- Luonnonkivi
- Muuraus
- Lattiapinnoite
- Teräs
- Laasti

Käyttöohje

Silikal®RI/21 liima-aine sekoitetaan hyvin maksimissaan 5 %:iin paino-osaa kovetejauhetta. Sekoitus levitetään alustalle 1 – 2 mm:n paksuisesti. Liimattava metalliosa tulee olla karhennettu sekä puhdistettu rasvasta ja pölystä.



Ominaisuudet

Koostumus	Levitettävä Tiksotrooppinen	
Tiheys +20°C:ssa	1,2 g/cm ³	
Viskositeetti +25°C:ssa	40 – 60 P	
Kovetteen lisäys	+ 0°C - +10°C +10°C - +20°C +20°C - +30°C	5 % paino-osaa 3 % paino-osaa 2 % paino-osaa

Tulokset

Lämpötila	Käyttöaika	Kovettumisaika	Vetolujuus 20 N/mm ²
-10°C	Noin 13 minuuttia	Noin 60 minuuttia	Noin 4 tunnin päästä
+0°C	Noin 9 minuuttia	Noin 45 minuuttia	Noin 2 tunnin päästä
+10°C	Noin 7 minuuttia	Noin 30 minuuttia	Noin 2 tunnin päästä
+20°C	Noin 5 minuuttia	Noin 20 minuuttia	Noin 1 tunnin päästä

Lisätiedot käyttöturvallisuustiedotteessa.

Kuva 5. Silikal RI/21 Käyttöohje

Ennen liimausta koepalojen rappauspinta putsattiin paineilmapuhaltimella, jotta pölyt saadaan pois ja teräslätkien metallipinnat puhdistettiin metallipintojen puhdistusaineella. Liimauksessa koepalojen keskelle levitettiin noin 2 mm paksu kerros liimaa kauttaaltaan alueelle, johon teräslätkä asennetaan.

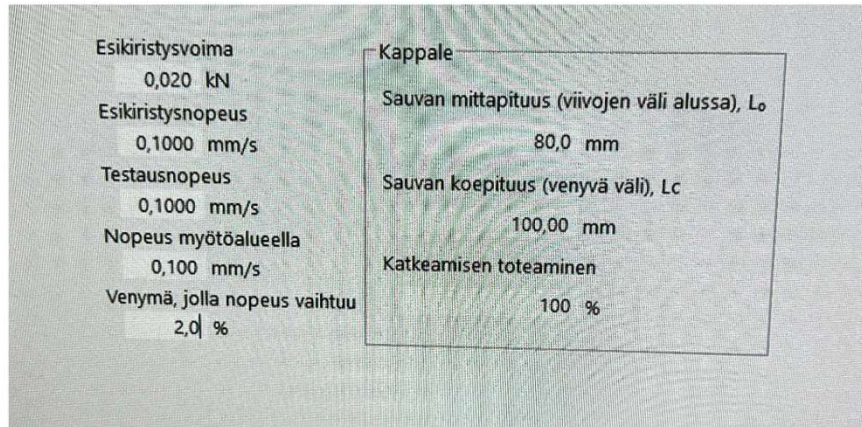


Kuva 6. Koepalaan liimattu teräslätkä

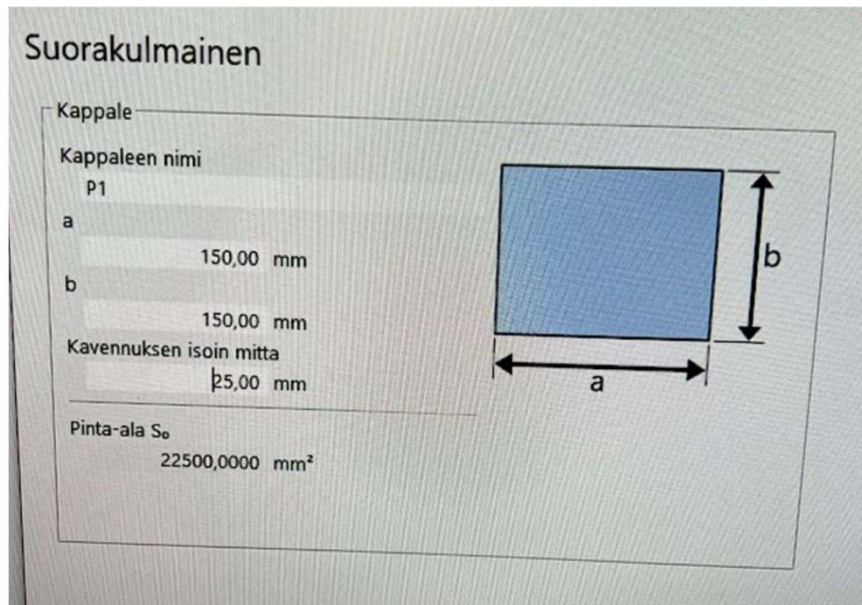
Vetokokeita varten koepaloihin liimattiin teräslätkät, jotka olivat halkaisijaltaan noin 50 mm leveät. Teräslätkiin on hitsattu kierretangot, johon kiinnitetään teräksinen lenkki varsinaista vetokoetta varten.

5. Vetokokeet

Vetokokeet suoritettiin laboratoriossa 18.4.2023. Työssä käytettiin Matertest vetokonetta. Tulokset kerättiin käyttäen Scan Robot Oy:n valmistamaa Force Proof -ohjelmistoa. Ohjelman vetokokeeseen asetettiin kuvien



Kuva 7. Force Proof ohjelmiston asetukset 1



Kuva 8. Force Proof ohjelmiston asetukset 2



Kuva 9. Vetokokeen asettelu

Vetokokeessa vedettiin kaikki 7 koekappaletta liitoksen murtumiseen asti. Tarkoituksena oli saada uritetun alueen rappauspinta irtoamaan eristeestä, jotta saataisiin tulokseksi kyseisen liitoksen vetolujuus.

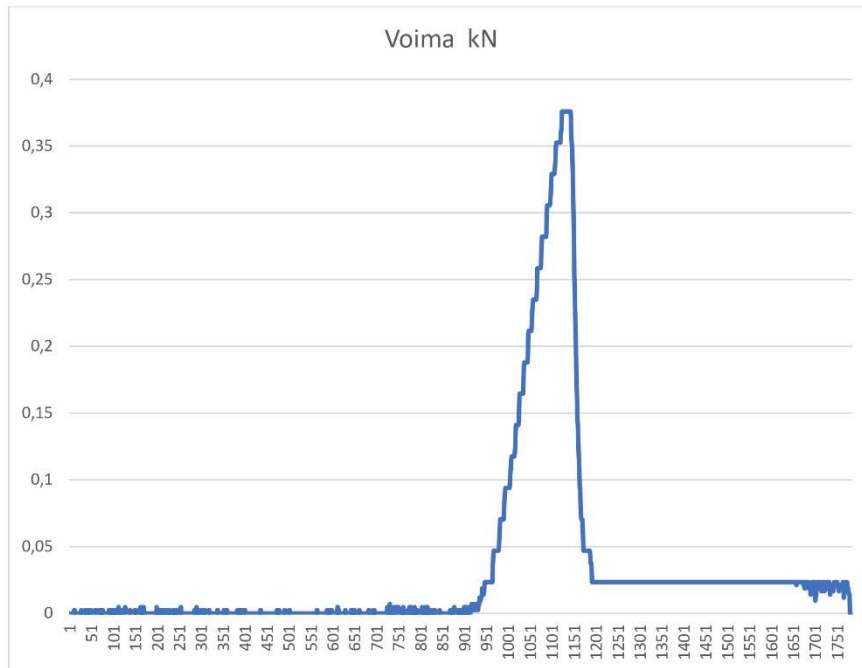
6. Tulokset

6.1. Koepala 1

Koepala 1 murtunut lasikuituverkon pinnasta. Maksimivoima kokeen aikana 0,376 kN.



Kuva 10. Koepala 1 vetokokeen tulos



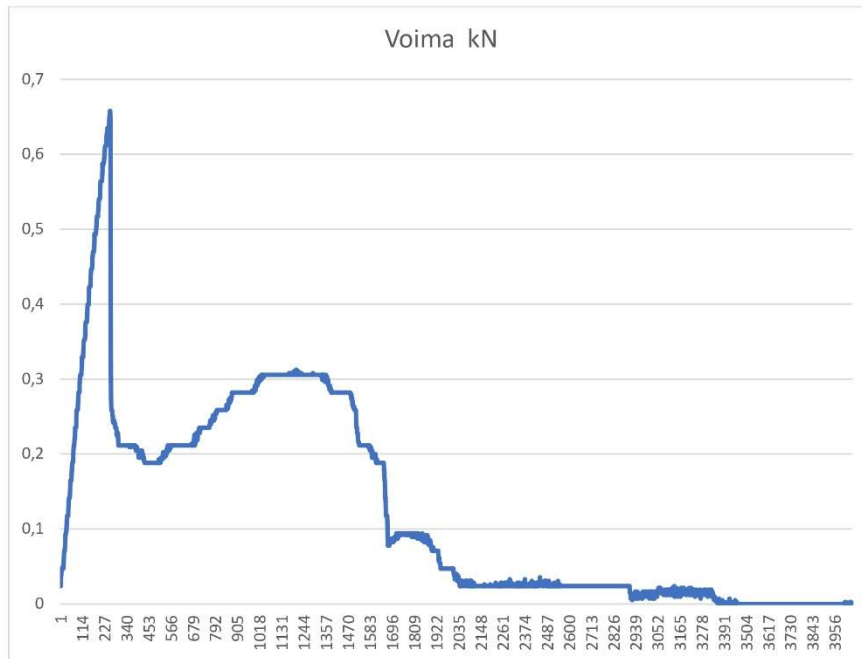
Kuva 11. Koepalan 1 voimakäyrä

6.2. Koepala 2

Koepala 2 murtunut rappauksen kohdalla. Maksimivoima kokeen aikana 0,7285 kN.



Kuva 12. Koepala 2 vetokokeen tulos



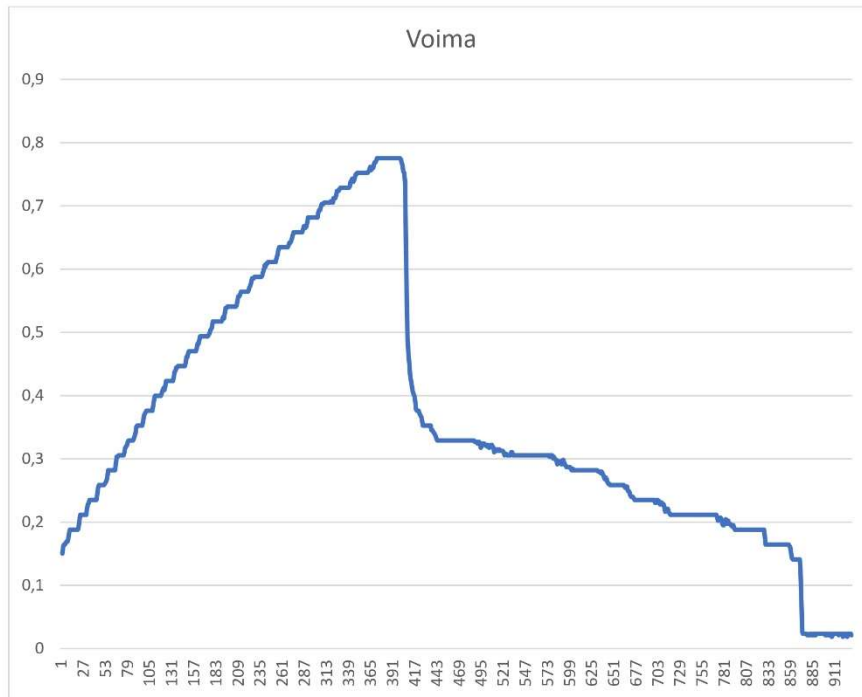
Kuva 13. Koepala 2 voimakäyrä

6.3. Koepala 3

Koepala 3 murtunut rappauksesta. Maksimivoima kokeen aikana 0,7755 kN



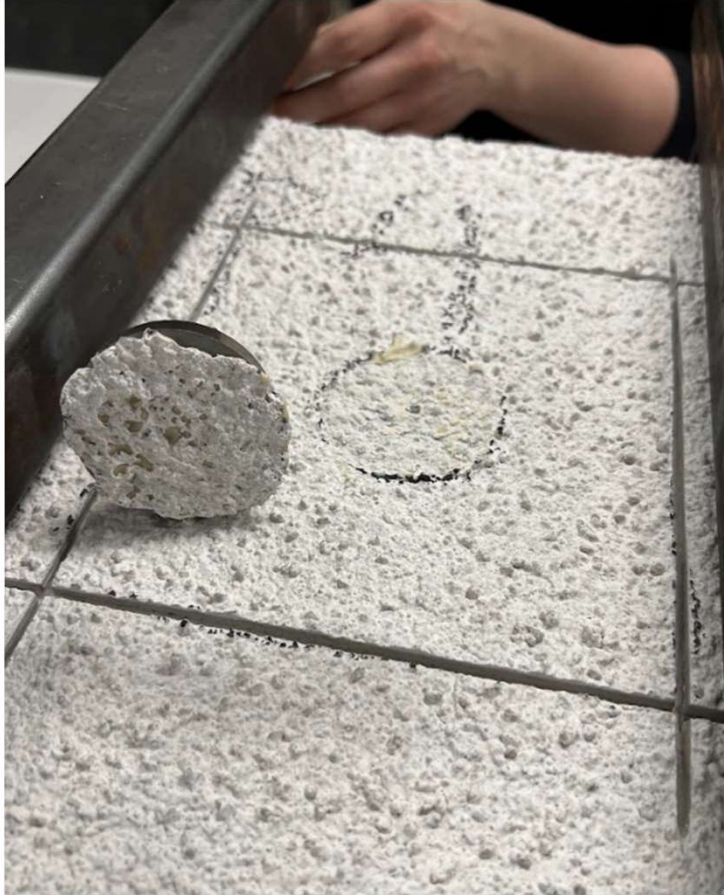
Kuva 14. Koepala 3 vetokokeen tulos



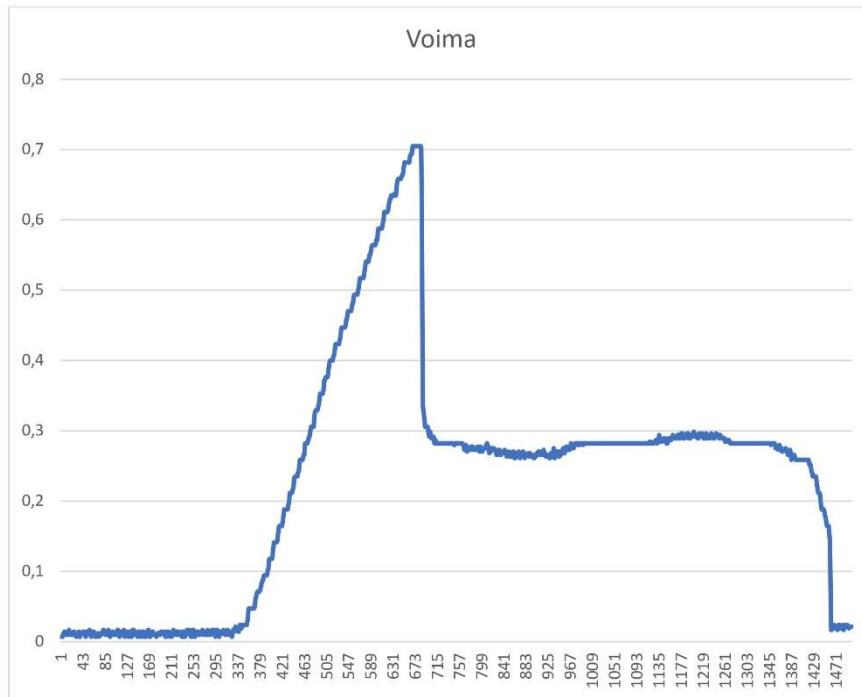
Kuva 15. Koepala 3 voimakäyrä

6.4. Koepala 4

Koepala 4 murtunut rappauksesta. Maksimivoima kokeen aikana 0,705 kN.



Kuva 15. Koepala 4 vetokokeen tulokset



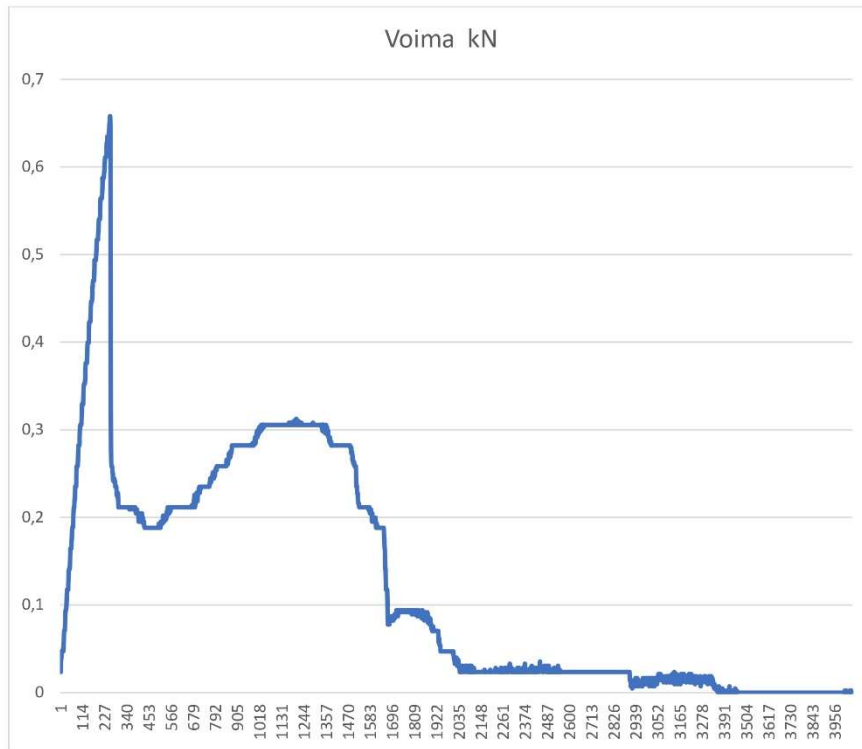
Kuva 16. Koepala 4 voimakäyrä

6.5. Koepala 5

Koepala 5 murtunut eristeestä. Maksimivoima kokeen aikana 0,658 kN.



Kuva 15. Koepala 5 vetokokeen tulokset



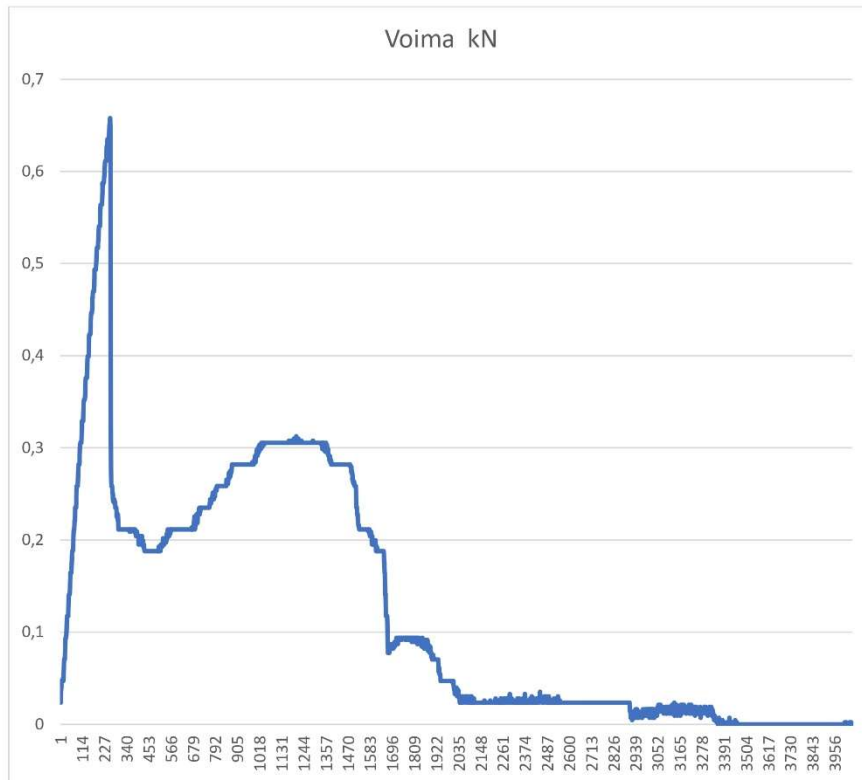
Kuva 16. Koepala 5 voimakäyrä

6.6. Koepala 6

Koepala 6 murtunut eristeestä. Maksivoima kokeen aikana 0,6815 kN.



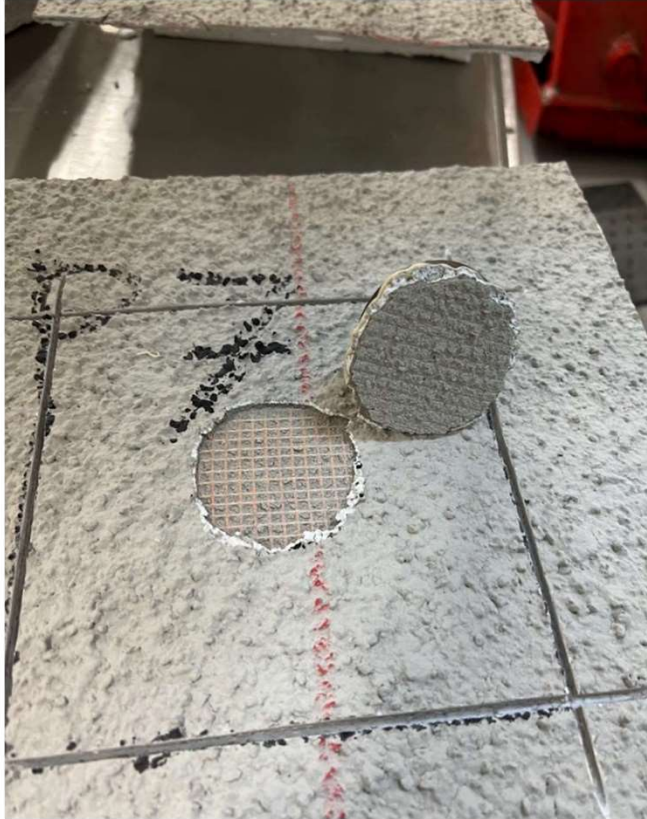
Kuva 17. Koepala 6 vetokokeen tulokset



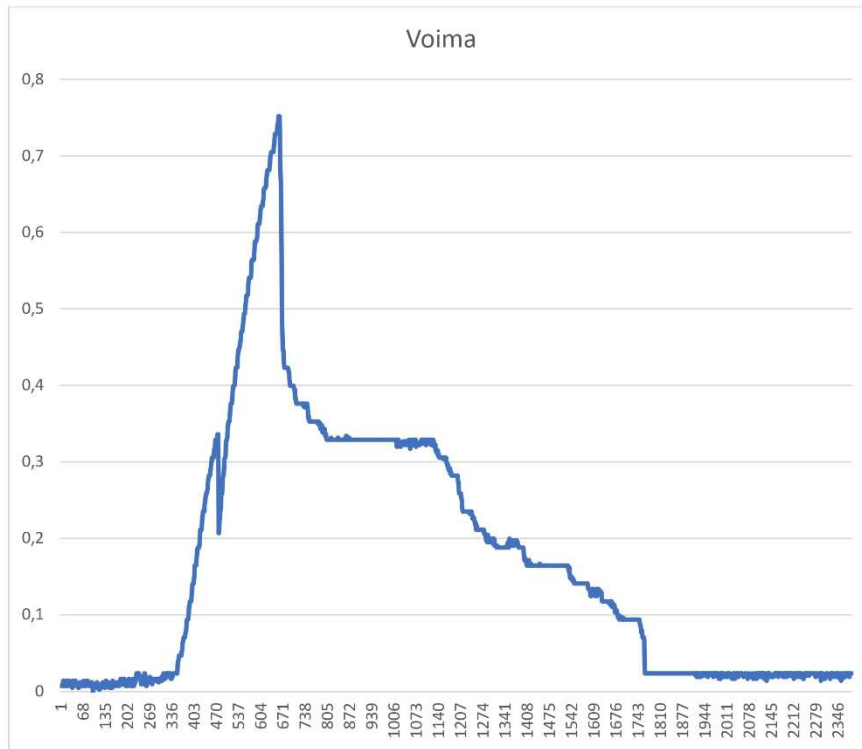
Kuva 18. Koepala 6 voimakäyrä

6.7. Koepala 7

Koepala 7 murtunut lasikuituverkon kohdalta. Maksimivoima kokeen aikana 0,752 kN.



Kuva 19. Koepala 7 vetokokeen tulokset



Kuva 20. Koepala 7 voimakäyrä

7. Yhteenveto

Vetokokeiden tarkoituksena oli tarkastella ohutrappauksen, sekä EPS-eristeen välinen tartunta. Vetokokeissa ainoastaan kaksi koepalaa murtui eristeen ja rappauksen välistä. Tuloksiin vaikutti koepalojen sijainnit alkuperäisellä rakennuksella. Koepala 1 kesti noin puolet vähemmän vetoa, verrattuna muihin koepalojen tuloksiin. Syynä todennäköisesti on se, että koepala 1 oli otettu kastuneelta julkisivulta. Koepalassa 1 oli myös runsaasti enemmän vettä verrattuna muihin koepaloihin. Koepalasta oli kuivatuksen yhteydessä haihtunut noin 361 g vettä. Veden haihtumisen yhteydessä materiaalin rakenteessa tapahtuvat muutokset vaikuttavat rakenteen ominaisuuksiin.