

Keraamisten laattojen ja kiinnityslaastin välis- ten tartuntavetojuuksien vertailu

LAB-ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK), Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
2021
Niko Ulvinen

Tiivistelmä

Tekijä(t) Ulvinen, Niko	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK Sivumäärä 30	Valmistumisaika 2021
Työn nimi Keraamisten laattojen ja kiinnityslaastin välisten tartuntavetolujuuksien vertailu		
Tutkinto Insinööri (AMK), Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka		
Ohjaavan opettajan nimi, titteli ja organisaatio Heikki Vehmas, lehtori, LAB-ammattikorkeakoulu		
Toimeksiantajan nimi, titteli ja organisaatio Jalon Uusimaa Oy		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tarkoitus oli vertailla eri testausmenetelmiä, joilla voidaan testata keraamisten laattojen ja kiinnityslaastin välistä tartuntavetolujuutta työmaaolosuhteissa. Työssä eri testausmenetelmiä vertailtiin tartuntavetokokeiden avulla. Työn taustalla on pohdinta eri testausmenetelmien luotettavuudesta. Opinnäytetyön tilaajana toimi Jalon Uusimaa Oy, joka tarjoaa uudis- ja korjausrakentamisen palveluita pääkaupunkiseudulla.</p> <p>Testaus aloitettiin tekemällä alustalaatat testilaatoituksia varten. Alustalaatoille rakennettiin muotit, minkä jälkeen ne valettiin betonilla. Betonin kovettua 14 vuorokautta yhdestä alustalaatasta mitattiin betonin suhteellinen kosteus. Kun kiinnityslaastivalmistajan ohjeiden mukainen kosteusarvo oli varmistettu, alustalaattoihin tehtiin testilaatoitukset. Sen jälkeen testilaatoituksista irrotettiin eri menetelmillä näytteitä, joiden pintaan liimattiin vetolevyt. Liimattuja vetolevyjä vedettiin vetokoelaitteella, kunnes näytteet murtuivat, minkä jälkeen murtoon tarvittavan voiman ja näytteen pinta-alan avulla laskettiin laatoille niiden tartuntavetolujuus. Lopuksi eri testausmenetelmillä saatuja tuloksia vertailtiin.</p> <p>Tehtyjen tartuntavetokokeiden perusteella vetokokeilla, jotka tehtiin sahaamalla tai poraamalla laatan keskeltä, saatiin suuremmat tulokset kuin vetokokeilla, jotka tehtiin koko laatalle. Työn tuloksia voidaan hyödyntää arvioitaessa eri testausmenetelmien luotettavuutta tartuntavetokokeissa.</p>		
Asiasanat laatoitus, tartuntavetolujuus, keraaminen laatta, kiinnityslaasti		

Abstract

Author(s) Ulvinen, Niko	Type of Publication Thesis, UAS	Published 2021
	Number of Pages 30	
Title of Publication Comparison of tensile adhesion strengths between ceramic tiles and cementitious tile adhesive		
Name of Degree Engineer (UAS), Civil and Construction Engineering		
Name, title and organization of the supervising teacher Heikki Vehmas, Lecturer, LAB University of Applied Sciences		
Name, title and organization of the client Jalon Uusimaa Oy		
Abstract <p>The purpose of the thesis was to compare different test methods for testing tensile adhesion strength between ceramic tiles and cementitious tile adhesive under site conditions. In the thesis, the different test methods were compared with the help of tensile tests. The thesis is based on speculation about reliability of the different test methods. The client of the thesis was Jalon Uusimaa Oy, which offers construction services in the Helsinki metropolitan area.</p> <p>Testing began with making base slabs for test tilings. First, molds were built for the base slabs and after that, they were cast with concrete. After the concrete was hardened for 14 days, relative humidity of the concrete was measured from one of the base slabs. After the humidity value according to tile adhesive manufacturer's instructions was confirmed, the test tiles were tiled to the base slabs. After that, samples were separated from the test tilings by different methods and tensile plates were glued on the samples. The glued tensile plates were pulled with a tensile testing machine until the samples broke. After that, the tensile adhesion strengths of the tiles were calculated with breaking forces and areas of the samples. Finally, the results measured by the different test methods were compared.</p> <p>According to the tensile tests performed, the tensile tests performed to the middle of ceramic tile gave bigger tensile adhesion strengths than the tensile tests performed to entire ceramic tile. The results of this work can be utilized when evaluating the reliability of the different test methods.</p>		
Keywords tiling, tensile adhesion strength, ceramic tile, cementitious tile adhesive		

Sisällys

1	Johdanto.....	4
2	Keraamiset laatat.....	5
2.1	Yleistä.....	5
2.2	Historia	6
2.3	Valmistus.....	6
2.4	Käyttö	7
2.5	Ominaisuudet	7
3	Kiinnityslaastit.....	9
3.1	Yleistä.....	9
3.2	Historia	10
3.3	Valmistus.....	10
3.4	Käyttö	11
3.5	Ominaisuudet	11
4	Testaustapa.....	12
4.1	Testaustapa ja työn toteutus.....	12
4.2	Olosuhteet	13
5	Testauksen kulku.....	14
5.1	Alustalaatat.....	14
5.2	Laatoitus ja saumaus.....	17
5.3	Tartuntavetokokeet.....	18
6	Tulokset ja johtopäätökset	22
6.1	Testiryhmä 0 (TR0).....	22
6.2	Testiryhmä 1 (TR1).....	22
6.3	Testiryhmä 2 (TR2).....	23
6.4	Testiryhmä 3 (TR3).....	24
6.5	Testiryhmä 4 (TR4).....	25
6.6	Johtopäätökset	26
7	Yhteenveto ja pohdinta	28
	Lähteet	29

Liitteet

Liite 1. Muottien välilevyt

Liite 2. Betonimassan resepti

Liite 3. Koekuutioiden puristuskokeiden tulokset

Liite 4. Porareiästä mitattu alustalaatan suhteellinen kosteus ja lämpötila

Liite 5. Kiinnityslaastivalmistajan ohjeavrot ja niiden täytyminen työssä

Liite 6. Hiottu alustalaatan pinta

Liite 7. Laatoitetut alustalaatat

Liite 8. Levitetty saumalaasti

Liite 9. Testiryhmän 2 näytteiden irrotus

Liite 10. Testiryhmän 3 näytteiden irrotus

Liite 11. Testiryhmän 4 näytteiden irrotus

Liite 12. Testiryhmän 2 näytteiden porauksissa käytetyt timanttikuppiterämallit

Liite 13. Vetolevyjen kiinnitys vetokoelaitteeseen

Liite 14. Vetokokeiden tulokset

Liite 15. Testiryhmän 0 murtumat

Liite 16. Testiryhmän 1 murtumat

Liite 17. Testiryhmän 2 murtumat

Liite 18. Testiryhmän 4 murtumat

Liite 19. Näytteiden murtotavat

Liite 20. LPC Flamingo 10x10 Grey -klinkkerilaattojen tuotetietokortti

Liite 21. Kiilto Lightfix -saneerauslaastin tuote-esite

Liite 22. Kiilto Saumalaasti -saumalaastin tuote-esite

Liite 23. Silikal RI/21 -erikoisliiman esite

Käsitteitä

Uudelleen dispergoituva polymeerijauhe

Polymeeriemulsio, joka on muunnettu useilla prosesseilla, kuten korkeilla lämpötiloilla ja paineilla, sumutuskuivauksella sekä pintakäsittelyllä jauhemaiseksi kestopuovihartsiksi, jota käytetään lisäämään kiinnityslaastin kiinteyttä, koheesiota ja joustavuutta.

1 Johdanto

Keraamisten laattojen ja kiinnityslaastin välinen tartunta on yksi tärkeimmistä asioista laatoituksissa. Riittävä tartunta takaa, että laatoitus kestää siihen kohdistuvat rasitukset. Laattojen tartuntaa voidaan testata tartuntavetokokeiden avulla. Tartuntavetokokeet kuuluvat työmaan laadunvarmistukseen, ja niitä tehdään tarvittaessa (Ratu 1215-S 2006, 12; Ratu 1200-S 2002, 19). Jos tartuntavetokokeet katsotaan tarpeellisiksi tehdä laatoille, niitä tehdään vähintään asiakirjoissa esitetty määrä tai niin monta, että voidaan varmistua testauksen onnistumisesta (Ratu 1215-S 2006, 12).

Opinnäytetyön tavoitteena on vertailla eri testausmenetelmiä, joilla voidaan testata keraamisten laattojen ja kiinnityslaastin välistä tartuntavetolujuutta työmaaolosuhteissa. Eri testausmenetelmiä vertaillaan työssä tartuntavetokokeiden avulla. Tartuntavetokokeita varten valetaan useita betonisia alustalaattoja, minkä jälkeen niiden päälle tehdään testilaatoituksia kiinnittämällä keraamiset laatat kiinnityslaastilla alustalaattojen pintaan. Laatoituksen jälkeen osa laatoituksista myös saumataan. Tämän jälkeen testilaatoitusten yksittäisille laatoille tehdään tartuntavetokokeita, joista saatujen tulosten perusteella lasketaan laatoille niiden tartuntavetolujuudet. Lopuksi eri menetelmillä saatuja tuloksia vertaillaan.

Opinnäytetyön on tilannut Jalon Uusimaa Oy, joka on Jalon Rakentajat Oy:n (alun perin JL-Rakentajat Oy) tytäryhtiö. Jalon Rakentajat Oy perustettiin vuonna 1986, ja myöhemmin Toivakka-yhtiöt ostivat yrityksen. (Siikonen 2021.) Yrityksen toiminta on laajentunut viimeisen 10 vuoden aikana Mikkelistä Kuopioon ja Joensuuhun sekä viimeisimpänä pääkaupunkiseudulle (Jalon.fi a). Tytäryhtiönä toimiva Jalon Uusimaa Oy perustettiin vuonna 2018, ja samalla JL-Rakentajat Oy:n nimi muutettiin Jalon Rakentajat Oy:ksi (Siikonen 2021).

Jalon Uusimaa Oy tarjoaa uudis- ja korjausrakentamisen palveluita pääkaupunkiseudulla. Jalon Rakentajat Oy toimii myös asuntotuotannon sekä kiinteistökehittämisen ja -sijoittamisen aloilla. (Jalon.fi a.)

Opinnäytetyön taustalla on pohdinta eri testausmenetelmien luotettavuudesta. Opinnäytetyön tilaaja on myös halunnut tietää, kuinka paljon näytteen sahaus tai poraus vaikuttaa keraamisen laatan kiinnipysyvyyteen.

Työ on rajattu koskemaan eri testausmenetelmien vertailua. Työssä käytetyt testausmenetelmät ovat valittu yleisesti käytettyjen testausmenetelmien sekä tilaajan toiveiden pohjalta. Työssä ei oteta kantaa, mikä on oikea tai absoluuttisesti tarkin menetelmä keraamisten laattojen ja kiinnityslaastin välisen tartuntavetolujuuden testaamiseen työmaaolosuhteissa.

2 Keraamiset laatat

2.1 Yleistä

Keraamiset laatat ovat eri valmistusmenetelmillä valmistettuja standardin SFS-EN 14411 mukaisia laattoja. Standardissa keraamiset laatat jaotellaan kahteen ryhmään: A-ryhmään ja B-ryhmään (taulukko 1). A-ryhmän laatat ovat märkäpuristettuja, ja B-ryhmän laatat ovat kuivapuristettuja. Muilla valmistusmenetelmillä valmistetut laatat kuuluvat ryhmään C. Keraamiset laatat jaotellaan standardissa valmistusmenetelmän lisäksi alaluokkiin laatan vedenimukyvyn mukaan. (RT 34-10997 2010, 2.)

Laattatyyppi	Ryhmä I		Ryhmä IIa	Ryhmä IIb	Ryhmä III
Vedenimukyky (E) %	$E < 0,5$	$0,5 \leq E \leq 3$	$3 < E \leq 6$	$6 < E \leq 10$	$E > 10$
Märkäpuristetut laatat, ryhmä A	Ryhmä Ala	Ryhmä Alb	Ryhmä Alla-1 Ryhmä Alla-2	Ryhmä Allb-1 Ryhmä Allb-2	Ryhmä Alll
Kuivapuristetut laatat, ryhmä B	Ryhmä Bla	Ryhmä Blb	Ryhmä Blla	Ryhmä Bllb	ryhmä Blll
Muu valmistustapa, ryhmä C		Ryhmä Cl	Ryhmä Clla	Ryhmä Cllb	Ryhmä Clll

Taulukko 1. Keraamisten laattojen jaottelu standardin SFS-EN 14411 mukaan (RT 34-10997 2010, 2)

Ryhmään A kuuluvia laattoja ovat märkäpuristetut klinkkeri- ja tiililaatat. Niitä käytetään seinien ja lattioiden laatoittamiseen sisä- ja ulkotiloissa. Ryhmään B kuuluvia laattoja ovat täysin sintraantuneet laatat eli porcellanatolaatat (Bla), kuivapuristetut klinkkerilaatat (Blb), lasitetut kuivapuristetut laatat (Blla ja Bllb), kaakelilaatat (Blll) ja kuivapuristetut tiililaatat. (RT 34-10997 2010, 2.)

Porcellanatolaatat ovat tiiviitä ja säänkestäviä lasitettuja tai lasittamattomia laattoja. Niiden vedenimukyky on alle 0,5 %. Porcellanatolaattoja käytetään tiloissa, joissa laatat joutuvat erityisen kovalle kulutukselle. (RT 34-10997 2010, 2.)

Kuivapuristetut klinkkerilaatat ovat pienen vedenimukyvyn omaavia laattoja, joita käytetään seinä- ja lattialaattoina sisätiloissa. Niitä voidaan käyttää myös uimahallien ja ulkotilojen laatoitukseen, mutta tällöin laattojen vedenimukyvyn on oltava alle 1 %. Perinteiset lattioiden klinkkerilaatat ovat lasittamattomia. (RT 34-10997 2010, 2.)

Lasitetut kuivapuristetut laatat ovat seinä- ja lattialaattoja, joita käytetään sisätiloissa. Ne eivät sovellu ulkokäyttöön, sillä laatat eivät kestä pakkasta. Laattojen vedenimukyky on 3–6 % (Blla) ja 6–10 % (Bllb). (RT 34-10997 2010, 2.)

Kaakelilaatat ovat laattoja, joiden vedenimukyky on yli 10 %. Niitä käytetään asuin-, majoi- tus-, toimisto- ja vastaavien rakennusten kuivien tilojen ja märkätilojen seinien

laatoittamiseen, mutta ne eivät sovellu ulkotiloihin, pakaste- ja kylmähuoneisiin eikä yleisiin märkätiloihin. Kylpylöissä, uimahalleissa ja märkätiloissa käytetään klinkkerilaattoja. (RT 34-10997 2010, 2.)

Kuivapuristettuja tiililaattoja ovat laatat, joiden raaka-aineena käytetään savijauhetta, jonka kosteuspitoisuus on 7–12 %. Laattojen vedenimukyky on alle 10 %. Kuivapuristettuja tiililaattoja käytetään sisä- ja ulkotiloissa valmistajien ohjeiden mukaisesti. (RT 34-10997 2010, 2.)

2.2 Historia

Keraamiset laatat kuuluvat vanhimpiin pintamateriaaleihin maailmassa. Keramiikka-sana juontaa juurensa kreikan sanasta ”keramos”, joka tarkoittaa savea. Keraamisia laattoja on löydetty jopa 3500 vuotta vanhoista egyptiläisistä haudoista. Niitä on löydetty myös esimerkiksi Italian Pompeijista ja Kreikan Olympiasta. (Syversen 2003, 6.)

Entisaikaan laatat olivat hieno ja kallis pintamateriaali, jota käyttivät vain rikkaat. Kun 1700-luvulla kehitettiin kaakeliuunit, kaakelien kysyntä ja tarjonta kasvoivat. Nykyään keramiikkaan kuuluvat myös posliini, fajanssi, terrakotta ja kivitavara sekä savesta valmistetut seinä- ja lattialaatat. Keramiikka on suosittua laatoituksissa, sillä se on helppohoitoinen, ympäristöystävällinen ja allergisoimaton pintamateriaali, joka varastoi tehokkaasti lämpöä. (Syversen 2003, 6–7.)

2.3 Valmistus

Keraamiset laatat valmistetaan pääasiallisesti savesta. Saven lisäksi valmistuksessa käytetään yleensä lisäaineita, kuten kvartsihiekkää, maasälpää ja kalsiittia. Lisätyillä aineilla voidaan vaikuttaa laattojen väriin polttovaiheessa. (Syversen 2003, 6.) Laattojen valmistuksessa lisäaineina voidaan käyttää myös talkkia, wollastoniittia ja dolomiittia (RT 34-10997 2010, 6).

Keraamiset laatat voidaan valmistaa monilla eri tavoilla. Yleensä laatat valmistetaan joko märkä- tai kuivapuristusmenetelmällä. Märkäpuristusmenetelmässä laatan valmistuksessa käytettävistä aineista valmistetaan notkea massa, minkä jälkeen se puristetaan valitun suukappaleen kautta tangoksi. Tangosta leikataan halutun kokoisia laattoja, jotka voidaan leikata vielä pienemmiksi tarvittaessa. Lopuksi laatat kuivataan. Kuivapuristusmenetelmässä kuivattua ja jauhettua savea vaivataan useita tunteja ennen kuivaamista. Jauhe kaadetaan lopulta muotteihin ja puristetaan haluttuun kokoon. Kuivapuristusmenetelmällä saadaan mitoiltaan tarkkoja laattoja. (Syversen 2003, 6–7.)

Kuivatuksen jälkeen keraamiset laatat voidaan lasittaa eri menetelmillä laattatyypistä riippuen. Laatta-aiho voidaan esimerkiksi lasittaa ja polttaa vain kerran, tai polttaa, lasittaa ja polttaa uudelleen. Lasitus tehdään joko ruiskuttamalla, lasitekalvolla tai muulla samantyyppisellä menetelmällä, ja siihen on mahdollista tehdä kuvioita tai muokata sen väriä ja sävyä lasituslinjalla. Lasitus suojaa laattoja kemialliselta rasitukselta sekä parantaa laattojen kestävyttä. (RT 34-10997 2010, 6.)

Mahdollisen lasituksen jälkeen keraamiset laatat poltetaan eri menetelmillä. Poltto tapahtuu pitkissä uuneissa, joiden lämpötila vaihtelee uunin eri kohdissa. Uunin keskellä lämpötila on korkein, mutta se laskee kohti uunin loppupäätä. Polttolämpötila ja polttoaika riippuvat laattatyypistä ja raaka-aineista. (RT 34-10997 2010, 6.) Märkäpuristusmenetelmällä valmistetut laatan poltetaan 1000–1400 asteessa noin 50 tuntia. Kuivapuristusmenetelmässä poltto tapahtuu 1000–1400 asteessa, ja polttoaika on noin kolme tuntia. (Syversen 2003, 7.) Polton jälkeen laattojen pinta, sävy, koko ja muoto tarkistetaan, minkä jälkeen ne lajitellaan tulosten perusteella eri lajitelmiin. (RT 34-10997 2010, 6.)

Valmiit laatat voidaan lopuksi käsitellä eri tavoin. Ne voidaan esimerkiksi leikata pieniksi mosaiikeiksi, reunasahata tai kiillottaa eri astein. Kun tarvittavat käsittelyt laatoille on tehty, ne pakataan, ja pakkauksiin merkitään tarvittavat tiedot, kuten valmistaja, tuotekoodi tai nimi, lajitelma, sävy ja kaliberi sekä käyttökohde. (RT 34-10997 2010, 6.)

2.4 Käyttö

Keraamisia laattoja käytetään sisä- ja ulkotiloissa. Sisätiloissa laattoja käytetään seinä- ja lattiapinnoissa. Ulkotiloissa käyttökohteita ovat esimerkiksi julkisivut ja muut ulkotilojen tasopinnot. Keraamisia laattoja voidaan käyttää myös uima-altaissa. (RT 34-10997 2010, 1.)

Kohteeseen laatat valitaan ominaisuuksien ja käyttötarkoitusten mukaan. Eri laattaryhmien (taulukko 1) keraamisia laattoja suositellaan käytettäväksi niille soveltuvissa tiloissa. Ryhmien Ala ja Bla laatat soveltuvat ulkotiloihin, ryhmien Alb ja Blb laatat soveltuvat osittain ulkotiloihin, sekä ryhmien Alla, BIIb, AIII ja BIII laatat soveltuvat sisätiloihin. (RT 34-10997 2010, 1–3.)

2.5 Ominaisuudet

Keraamisilla laatoilla on useita eri ominaisuuksia. Niiden ominaisuuksiin kuuluvat lujuus, kulutuksen kestävyys ja laatan kovuus, lämmönkestävyys, pakkasen kestävyys, vedenimukyky, liukkaus, sähkönjohtavuus sekä hygieenisuus. Laattojen ominaisuuksia ovat myös tartunta, mittatarkkuus ja kemiallinen kestävyys. (RT 34-10997 2010, 4–5.) Useimmat

ominaisuudet määritetään laatoille erillisten testausstandardien mukaisesti (SFS-EN 14411 2016, 11–12).

Keraamisten laattojen lujuus- ja kestävyysominaisuuksia ovat lujuus, kulutuksen kestävyys ja laatan kovuus, lämmönkestävyys, pakkasen kestävyys sekä vedenimukyky. Lujuus on tärkeä ominaisuus, jos laattoihin kohdistuu mekaanisia rasituksia, kuten pyörä-, piste- ja viivakuormia. Laattojen lujuuteen vaikuttaa muun muassa valmistuksessa käytetyn massan tiiviys. Lujuuden ohella keraamisten laattojen tärkeisiin ominaisuuksiin kuuluvat kulutuksen kestävyys ja laatan kovuus. Tiiviillä laatoilla on yleensä hyvä kulutuksen kestävyys, ja niihin ei jää pysyviä painaumuksia pistekuormituksista. Laattojen kestävyteen vaikuttaa myös niiden lämmönkestävyys. Lämpöliikkeiden takia laatan pintaan syntyy jännityksiä, jotka voivat aiheuttaa laattojen irtoamista etenkin, jos alustaan syntyy muodonmuutoksia samanaikaisesti. Yleensä keraamiset laatat kestävät äkillisiä lämpötilojen vaihteluita. Muita laattojen kestävyysominaisuuksia ovat pakkasenkestävyys ja vedenimukyky. Pakkasenkestävyys perustuu laattojen pieneen vedenimukykyyn, joka ilmoitetaan painoprosentteina. (RT 34-10997 2010, 4.)

Keraamisten laattojen käyttöturvallisuusominaisuuksiin kuuluvat liukkaus, sähkönjohtavuus ja hygieenisuus. Liukkaus korostuu laattojen ominaisuutena etenkin elintarviketeollisuuden, suurkeittiöiden, sairaaloiden, uima-altaiden, pesutilojen, liikennöityjen ulkotasojen sekä aula- ja eteistilojen pinnoissa. Liukkautta voidaan vähentää esimerkiksi kohokuvioinnilla, karhealla lasituksella tai lisäämällä valmistusvaiheessa massaan korundia ja piikarbidia. Laattojen sähkönjohtavuus on tärkeä ominaisuus etenkin tiloissa, joissa pintaverhouksien staattisen sähkön maadoittamiseen kiinnitetään erityistä huomiota. Sähkönjohtavuuteen vaikuttavat niiden ominaisuuksien lisäksi kiinnitys- ja saumausaineet sekä työtavat. Hygieenisuus kuuluu myös keraamisten laattojen tärkeisiin ominaisuuksiin. Laattoja voidaan helposti puhdistaa niiden kovuuden, tiiviiden ja mahdollisen lasituksen takia, joten keraamiset laatat sopivat tiloihin, joissa on korkeat puhtausvaatimukset. (RT 34-10997 2010, 4.)

Muita keraamisten laattojen ominaisuuksia ovat tartunta, mittatarkkuus ja kemiallinen kestävyys. Tartuntaominaisuus saavutetaan, jos laattojen taustapinta on riittävän hyvä tartuntaan. Laattojen kiinnityksessä käytetään standardin SFS-EN 12004 mukaisia riittävän tartunnan saavuttavia laasteja. Mittatarkkuusominaisuus käsittää laattojen sallitut mittapoikkeamat, jotka ovat käsitelty standardissa SFS-EN 14411. Keraamisille laatoille on ominaista myös kemiallinen kestävyys. Laatat kestävät yleensä tavallisia puhdistusaineita vahingoittumatta. (RT 34-10997 2010, 5.)

3 Kiinnityslaastit

3.1 Yleistä

Keraamisten laattojen kiinnityslaastit ovat standardin SFS-EN 12004 tyyppin C mukaisia sementtipohjaisia kiinnitysaineita. Kiinnitysaineet ovat standardissa luokiteltu sideainetyypin ja ominaisuuksien mukaan (taulukko 2). Sementtipohjaisilla kiinnityslaasteilla ominaisuuksia ovat normaali kiinnittyvyys, parannettu kiinnittyvyys, nopea lujuuden kehitys, valumattomuus, pidennetty avo aika ja muodonmuutoskyky. (SisäRYL 2013, 143–144.) Samalla kiinnityslaastilla voi olla myös useampia eri ominaisuuksia, jotka ovat ilmoitettu kiinnityslaastin nimikkeessä luokituksen mukaisilla merkinnöillä (SFS-EN 12004 2012, 18–20). Kiinnitysainneiden ominaisuudet vaikuttavat merkittävästi laattojen kiinnipysyvyyteen (Merikallio ym. 2007, 65).

Tyyppi		Luokka	
C	Sementtipohjainen kiinnityslaasti	C1	Normaali kiinnittyvyys
		C2	Parannettu kiinnittyvyys
		F	Nopea lujuuden kehitys
		T	Valumattomuus
		E	Pidennetty avo aika
		S1	Muodonmuutoskyky taipumalla 2,5...5 mm
		S2	Muodonmuutoskyky taipumalla > 5 mm
D	Dispersiopohjainen liima	D1	Normaali kiinnittyvyys
		D2	Parannettu kiinnittyvyys
		T	Valumattomuus
		E	Pidennetty avo aika
R	Reaktiohartsipohjainen, esim. epoksi- tai PU-liima	R1	Normaali kiinnittyvyys
		R2	Parannettu kiinnittyvyys
		T	Valumattomuus

Taulukko 2. Kiinnitysainneiden luokitus standardin SFS-EN 12004 mukaan (SisäRYL 2013, 144)

Sementtipohjainen kiinnityslaasti koostuu sideaineesta, runkoaineksesta ja kemiallisista seoksista. Sideaineen päätehtävä on muodostaa luja sidos taustaan ja laattaan (tarttuvuus) sekä sitoa runkoainekset yhteen (koheesio). Sideaineina nykyään käytetään suurimmaksi osaksi kolmea eri hydraulista sementtiä, joita ovat portlandsementti (PC), portland-potso- laanisementti (PPC) ja korkea-alumiinioksidisementti (HAC). Runkoaines toimii vahvikkeenä ja rakenteellisena komponenttina, joka lisää lujuutta kiinnityslaastiin. Se vaikuttaa pakkaustihyteen, taivutuslujuuteen ja kestävyys. Runkoaines voi koostua kvartsista, kalkkikivestä ja piioksidista. Kemialliset lisäaineet ovat ainesosia, jotka antavat nykyaikaisille kiinnityslaasteille niiden ainutlaatuisia ominaisuuksia. Tällaisten seosten pitoisuus on yleensä alle yksi prosentti. Vain uudelleen dispergoituvia polymeerejä lisätään suurempina pitoisuuksina. Kemiallisia lisäaineita ovat kiihdyttimet, vaahdonestoaineet, uudelleen

dispergoituvat polymeerijauheet, hidastimet ja vedenpidätysaineet. Nykyaikaiset kiinnitys-laastit voivat sisältää yli 15 komponenttia. (Felixberger 2008, 7–13.)

3.2 Historia

Sementtipohjaisten kiinnityslaastien historia alkoi muutama tuhatta vuotta sitten. Tuolloin roomalaiset ottivat käyttöön opus caementitiumin, modernin portlandsementin edeltäjän. Opus caementitiumin korkean puristuslujuuden vuoksi roomalaiset pystyivät pystyttämään valtavia vesijohtoja ja jättimäisiä rakennuksia, kuten Roomassa sijaitsevan Pantheonin, joka on halkaisijaltaan 43 metriä. Varhaisista ajoista 1950-luvulle asti sementtipohjaiset laastit valmistettiin sekoittamalla sementtiä, hiekkaa ja vettä sopivassa suhteessa käsin työmaalla. Työmaalla sekoitetun laastin laatu riippui raaka-aineiden laadusta ja oikeasta annossuhteesta, jota ei voitu hallita helposti. Kuitenkin 1950-luvulla kaksi suurta innovaatiota mullisti kiinnityslaastitekniikan ja laatoitustekniikan. (Felixberger 2008, 5.)

Ensimmäinen vallankumous oli niin sanottujen uudelleen dispergoituvien polymeerijauheiden kehittäminen. Polymeerejä lisätään sementtipohjaisiin kiinnityslaasteihin niiden elastisuuden ja kiinnittymisen parantamiseksi. Tämän tekniikan tulo mahdollisti polymeerimodifioitujen kiinnityslaastien käyttöön ottamisen rakentamisessa. Siitä lähtien työmaalla sekalaiset laastit korvattiin yhä useammin uudentyyppisillä valmiiksi sekoitetuilla laasteilla. Koska kuivaseoksisia kiinnityslaasteja valmistetaan teollisesti, raaka-aineiden laatua on helpompi ylläpitää ja monikomponenttisten seosten virheet voidaan välttää. Laatoitus valmiiksi sekoitetuilla ja valmiiksi pakatuilla kiinnityslaasteilla mahdollistaa korkean suorituskyvyn ja levitysturvallisuuden rakennustyömaalla. (Felixberger 2008, 5.)

Toinen harppaus 1950-luvulla oli laatoitusaluksien parantuminen. Nykyaikaisen levyrakentamisen takia alustat tasaantuivat. Siksi laattojen kiinnittämiseen käytetty paksulaastikiinnitys, joka oli välttämätön tasoittamaan epätasaiset laatoitusalustat, korvattiin ohutlaastikiinnityksellä. Tällöin neljän millimetrin kerros polymeerimodifioitua kiinnityslaastia oli riittävä 30 millimetriä paksun kiinnityslaastikerroksen sijasta. (Felixberger 2008, 5.)

3.3 Valmistus

Kiinnityslaastit valmistetaan laitoksissa, jotka koostuvat yksittäisten komponenttien säilytys-siiloista, tuotanto- ja annostelutiloista, sekoitusyksiköstä, automaattisesta pakkausyksiköstä ja varastorakennuksista, joihin säilötään valmiit tuotteet. Koska tämä tuotantoprosessi on automatisoitu ja tietokoneohjattu, valmistuksessa saavutetaan korkea käyttövarmuus kiinnityslaasteille. Nykyaikaisen tuotantolinjan kapasiteetti on yli 100 000 tonnia kiinnityslaastia vuodessa. (Felixberger 2008, 7.)

Työmaalla kiinnityslaasti valmistetaan sekoittamalla laastijauhe puhtaaseen veteen. Laastimassaa sekoitetaan, kunnes massa on tasainen. Sekoituksen jälkeen laastimassaa seisoitetaan yleensä noin 10–15 minuuttia, minkä jälkeen massa sekoitetaan kevyesti uudelleen.

3.4 Käyttö

Sementtipohjaisia kiinnityslaasteja käytetään keraamisten laattojen kiinnittämiseen. Kun käytetään muita laattatyyppejä, kiinnityslaasti valitaan laattojen tai laastin valmistajan ohjeiden mukaisesti. (SisäRYL 2013, 143.)

Käytettävä laasti valitaan käyttökohteen vaatimuksien mukaan (SisäRYL 2013, 143). Sen valinnassa otetaan huomioon esimerkiksi betonialustan ikä, mahdollinen alustan liikkuminen ja korjauskohteissa alustan pinta, kuten maali- ja tasoitepinta ja laatoitettu pinta. Laasti valitaan myös laastin valmistajan ohjeiden mukaisesti, ja sitä levitetään vähintään 3 millimetriä paksu kerros laatoitettavaan pintaan. (RT 34-10763 2001, 2.)

3.5 Ominaisuudet

Kiinnityssaineilla on monia eri ominaisuuksia. Niiden käyttöominaisuuksiin kuuluvat varastointiaika, kypsymisaika, käyttöaika, avoin aika, kostutuskyky, valuma ja korjausaika. Kovettuneiden kiinnityssaineiden ominaisuuksia ovat tartuntalujuus, muodonmuutoskyky ja taipuma. Kiinnityssaineilla on myös vaatimusten mukaisia ominaisuuksia, jotka testataan testausstandardien mukaisesti. (SFS-EN 12004 2012, 8–11.)

Normaalisti kovettuvan sementtipohjaisen kiinnityslaastin vaatimusten mukaisiin ominaisuuksiin kuuluvat vetotartuntalujuus, vetotartuntalujuus vesiupotuksen jälkeen, vetotartuntalujuus lämpövanhennuksen jälkeen, vetotartuntalujuus jäädytys-sulatussykliä jälkeen ja vetotartuntalujuus vähintään 20 minuutin avoin ajalla (SFS-EN 12004 2012, 10). Kun näistä neljä ensimmäistä on testattu, voidaan kiinnityslaasti merkitä CE-merkillä. Osa testeistä, tarkemmin vetotartuntalujuus lämpövanhennuksen jälkeen ja vetotartuntalujuus jäädytys-sulatussykliä jälkeen, voidaan kuitenkin jättää tekemättä. Tällöin tuloksen paikalle merkitään CE-merkinnässä lyhenne NPD (No Performance Determined). Merkinnän yhteyteen kirjoitetaan myös lause ”ei sovellu ulkokäyttöön”. (Merikallio ym. 2007, 65.)

4 Testaustapa

4.1 Testaustapa ja työn toteutus

Testaustavalla vertaillaan eri testausmenetelmiä. Eri menetelmillä tehdyt tartuntavetokokeet voivat vaikuttaa mittaustuloksiin, jolloin laatan todellista tartuntavetolujuutta ei välttämättä saada selvitettyä. Mittaustuloksiin voi vaikuttaa esimerkiksi näytteen irrotus laatoituksesta, sillä mahdollinen irrotuksesta syntyvä kitka ja värinä voivat heikentää laattojen tartuntavetolujuutta. Mittaustuloksiin voivat vaikuttaa myös alustalaatan tasaisuus, laatoitusvaiheen työtavat ja olosuhteet.

Tartuntavetokokeissa laatoituksesta irrotetaan eri tavoin poraamalla tai sahaamalla vetolevy kokoinen, alustabetoniin asti ulottuva näyte, johon vetolevy liimataan. Liimattua vetolevyä vedetään vetokoelaitteella, kunnes näyte murtuu. Lopuksi laatan ja kiinnityslaastin välinen tartuntavetolujuus lasketaan näytteen murtumisen aiheuttaman voiman ja näytteen pinta-alan avulla.

Tartuntavetokokeiden suunnittelu aloitettiin tutustumalla aiheen kirjallisuuteen. Ensimmäiseksi käytiin läpi keraamisten laattojen ja kiinnityksineiden standardit. Keraamisten laattojen testausstandardissa oli tarkasti esitetty, kuinka tartuntavetolujuus testataan laatoilta. Testausmenetelmä oli tarkoitettu valmistusprosessiin liittyvän tartuntavetolujuuden testaamiseen laatoilta, joten sitä käytettiin enemmänkin pohjana tämän työn tartuntavetokokeille. Samalla työn testaustapa määritettiin eri testausmenetelmien sekä työn tavoitteen pohjalta. Kun tapa oli määritetty, etsittiin ohjeita työn toteutusta varten ohjekorteista, kuten SisäRYL 2013:sta, RT- ja Ratu-korteista. Tavoitteena oli, että toteutus saadaan vastaamaan työmaaolosuhteissa tehtyä työtä mahdollisimman hyvin huomioiden työn tavoite. Toteutus pyrittiin tekemään myös niin, että työtavat eivät vaikuttaisi mittaustuloksiin.

Testaustavalla saadaan työssä vertailtua eri testausmenetelmiä. Vertailussa ovat neljä eri testausmenetelmää, joissa näytteet irrotetaan eri tavoin. Jokaisella testausmenetelmällä (taulukko 3) tehdään viisi tartuntavetokoetta, joiden tuloksista lasketaan keskiarvotulos. Jos jokin vetokoe epäonnistuu, sen tulosta ei oteta huomioon keskiarvoja laskettaessa. Kun keskiarvot ovat laskettu, niitä vertaillaan keskenään. Keskiarvoja verrataan myös kiinnityslaastivalmistajan ilmoittamaan tartuntavetolujuusarvoon, joka on $0,5 \text{ N/mm}^2$ (liite 21). Vertailussa apuna käytetään "vertailunäytteiden" (testiryhmä 0) tartuntavetolujuuksien keskiarvoa, sillä näytteen avulla saadaan oletettavasti luotettavia mittaustuloksia, koska niitä ei irroteta ollenkaan laatoituksesta.

Testiryhmä	Näytteen irrotustapa	Näytteen/vetolevyn koko	Tartuntavetokokeiden määrä
Testiryhmä 0 (TR0)	Ei irrotusta	Koko laatta (97 mm x 97 mm)	5 kpl
Testiryhmä 1 (TR1)	Sahaus laatan keskeltä	50 mm x 50 mm	5 kpl
Testiryhmä 2 (TR2)	Poraus laattaan uudella timanttikuppiterällä	Halkaisijaltaan 50 mm	5 kpl
Testiryhmä 3 (TR3)	Poraus laattaan tylsytetyllä timanttikuppiterällä	Halkaisijaltaan 50 mm	5 kpl
Testiryhmä 4 (TR4)	Sahaus laatan reunasaumoista	Koko laatta (97 mm x 97 mm)	5 kpl

Taulukko 3. Testiryhmät

Työn toteutuksessa testaukseen tehdään erilliset testilaatoitukset. Testilaatoituksia varten valetaan useita alustalaattoja, joihin keraamiset laatat kiinnitetään kiinnityslaastilla. Osa laatoituksista myös saumataan. Laatoituksen ja saumauksen jälkeen laatoista irrotetaan vetolevyjen kokoisia näytteitä taulukon 3 mukaisesti. Irrotuksen jälkeen näytteisiin liimataan vetolevyt, joita vedetään vetokoelaitteella. Lopuksi laitteesta saaduista tuloksista lasketaan näytteiden pinta-alojen avulla kunkin näytteen tartuntavetolujuus.

4.2 Olosuhteet

Testausvaiheessa tartuntavetokokeet tehdään ammattikorkeakoulun rakennuslaboratoriossa. Laboratoriossa olosuhteet ovat sisätiloihin verrattavissa, ja niitä ei muuteta testauksen aikana. Testausolosuhteet mitataan ja kirjataan ylös, kun tartuntavetokokeet tehdään laatoille.

Toteutusvaiheessa testilaatoitukset tehdään rakennuslaboratoriossa, jossa olosuhteet ovat sisätilojen kaltaiset. Niitä ei muuteta toteutuksen aikana. Kuitenkin ennen laatoitusta huolehditaan, että olosuhteet ovat kiinnityslaastivalmistajan ohjeiden mukaiset. Jotta ohjeiden mukaiset olosuhteet voidaan varmistaa, sisäilman lämpötila sekä alustalaattojen suhteellinen kosteus mitataan ennen laatoitustyötä.

5 Testauksen kulku

5.1 Alustalaatat

Testaus aloitettiin materiaalihankinnoilla. Aluksi muotteihin tulevat materiaalit hankittiin paikallisesta rautakaupasta. Rautakaupasta hankittiin 50 mm x 100 mm kokoista sahatavaraa, vaneria, ruuveja ja kuormalavoja. Kun materiaalit olivat hankittu ja siirretty laboratorioon, aloitettiin sahatavaran työstäminen. Laboratorion henkilökunta sahasi sahatavarat 80 millimetrin korkuisiksi ja asetti ne valmiiksi työpisteelle. Samalla henkilökunta myös teki työta-son kuormalavoista muottien rakentamista varten.

Seuraavaksi aloitettiin muottien rakentaminen. Aluksi sahatavarat sahattiin oikean pituisiksi sirkkelillä, minkä jälkeen jäljelle jäävistä pätkistä tehtiin muottien sisämittojen kokoisia välikappaleita helpottamaan asentamista. Tämän jälkeen muottien rakentaminen aloitettiin niiden laitojen kiinnittämällä toisiinsa. Laidat kiinnitettiin pitkillä ruuveilla muottien päistä, minkä jälkeen muotti piti kiinnittää ruuvipuristimilla työtasoon kiinni, sillä sahatavara oli käyristynyt kuivumisen takia niin paljon, että koko muotti vääntyi käyräksi. Kun laidat olivat rakennettu, laitoihin kiinnitettiin pohjavaneri vähän lyhyemmällä ruuveilla kuin laitojen kiinnityksessä, minkä jälkeen kahden pisimmän muotin päädyt teipattiin varmuuden vuoksi sisäpuolelta, sillä vanerit peittivät aukon juuri ja juuri. Lopuksi muotteihin kiinnitettiin laboratorion henkilökunnan tekemät peltiset välilevyt (liite 1), joiden avulla yksittäiset laatat saatiin tehtyä helposti. Välilevyt kiinnitettiin laitoihin nautoilla purkamisen helpottamiseksi. Muotteja rakennettiin yhteensä kolme kappaletta (kuva 1), joiden sisäpituus oli 3000 mm pitkillä muoteilla ja lyhyellä 2500 mm. Pitkien muottien sisäleveys oli 300 mm ja lyhyen 500 mm. Sisäkorkeus molemmilla muoteilla oli 80 mm. Muottien koko määräytyi alustalaattojen koon mukaan.



Kuva 1. Muotit

Kun muotit olivat valmiit, aloitettiin niiden valaminen betonilla. Ensimmäiseksi muotit kiinnitettiin ruuvipuristimilla hyvin työtasoon, sillä ne olivat edelleen hieman käyrät. Kiinnityksen jälkeen muotit öljyttiin sivelemällä muottiöljyä niiden sisäpintoihin, ja samalla alettiin valmistamaan betonimassaa, johon resepti (liite 2) saatiin koululta. Massa valmistettiin kahdessa erässä, ja siinä käytettiin sopivassa suhteessa runkoainesta, sementtiä ja vettä ilman lisäaineita, jotta saatiin sopivan notkea massa. Massan notkeusluokaksi mitattiin S2. Kun betonimassa oli valmis, se valettiin muotteihin ja täryytettiin. Betonivalun yhteydessä valettiin myös kaksi koekuutiota, joille tehtiin puristuskokeet 28 vuorokautta valun jälkeen. Molempien kuutioiden puristustestien tulokset ovat esitetty liitteessä 3. Lopuksi valupinta hierrettiin puuhierTIMellä, jotta saatiin sopivan karhea pinta laatoittamista varten (kuva 2). Hierron jälkeen betonin annettiin kuivua vähän aikaa, minkä jälkeen muottien päälle levitettiin muovinen pressu jälkihoidoksi. Kaksi päivää valun jälkeen muotit käytiin purkamassa ja valmiit alustalaatat siirrettiin lattialle kovettumaan vielä 12 päiväksi. Alustalaattojen annettiin kovetua yhteensä 14 päivää, sillä betonimassassa käytettiin rapid-sementtiä, jolla saatiin nopeasti tarvittava lujuus laatoille. Valmiiden alustalaattojen lujuusluokka oli C30/37. Kyseisellä lujuusluokalla laatoille saatiin hyvä vetolujuus tartuntavetokokeita varten, sillä testeissä haluttiin välttää mahdollinen näytteen murtuminen betonialustasta. Jotta tartuntavetokokeiden tulokset olisivat mahdollisimman hyvin vertailtavissa keskenään, täytyisi murtuminen tapahtua keraamisen laatan ja kiinnityslaastin välissä.



Kuva 2. Puuhierretty valupinta

Alustalaattoja tehtiin yhteensä 25 kappaletta, joista 20 on kooltaan 300 mm x 300 mm x 80 mm, ja loput viisi ovat kooltaan 500 mm x 500 mm x 80 mm. Laattojen koko määräytyi testaustavasta ja ammattikorkeakoulun vetokoelaitteen leveysrajoituksesta, joka oli 600

millimetriä. Pieniin alustalaattoihin oli tarkoitus kiinnittää yksittäisiä keraamisia laattoja, joihin myöhemmin tehtiin tartuntavetokokeita testiryhmien 1, 2 ja 3 mukaan. Suuriin laattoihin oli tarkoitus tehdä neliön muotoisia laatoituksia yhdeksästä keraamisesta laatasta, jotka myöhemmin saumattiin, ja laatoituksien keskimmaisille laatoille tehtiin tartuntavetokokeita testiryhmän 4 mukaan.

Kun alustalaatat olivat kovettuneet, mitattiin yhdestä isosta laatasta porareikämittauksella betonin suhteellinen kosteus. Mittaus tehtiin RT-kortin 14-10984 mukaisesti. Aluksi alustalaattaan porattiin iskuporakoneella 16 millimetriä syvä reikä, jonka syvyys määriteltiin RT-kortin mukaisesti. Iskuporakoneesta otettiin iskutoiminto pois käytöstä ja poraan laitettiin 18 millimetrin terä, jonka avulla saatiin sopivan kokoinen reikä mittapään holkille. Kun poraus oli tehty, reikä puhdistettiin imurilla ja reikään asennettiin holkki. Se tiivistettiin sinitarralla juuresta sekä päältä (kuva 3). Tämän jälkeen kosteuden annettiin tasoittua reiässä kolme vuorokautta, jonka jälkeen mittapää käytiin asentamassa holkkiin. Mittapään annettiin olla holkissa tunnin, ja lopuksi kosteusmittarilla mitattiin reiän suhteellinen kosteus sekä lämpötila, jotka kirjattiin mittauspöytäkirjaan. Porareiän suhteelliseksi kosteudeksi ja lämpötilaksi mitattiin 78,9 % ja 20,4°C (liite 4). Samalla mitattiin myös laboratorion suhteellinen kosteus ja lämpötila, jotka olivat 22,8 % ja 22,8°C. Mittaus tehtiin 15.4.2021 Wiiste SolidRH RD1 -rakennekosteusmittarilla ammattikorkeakoulun rakennuslaboratoriossa. Mittarissa kosteus- ja lämpötila-anturina käytettiin Wiiste SolidRH SHR -anturia. Mittauksen perusteella todettiin, että alustalaattojen suhteellinen kosteus ja sisäilman lämpötila olivat kiinnityslaastivalmistajan ohjeiden mukaiset (liite 5), joten laatoitustyö voitiin aloittaa.



Kuva 3. Tiivistetty mittapään holkki

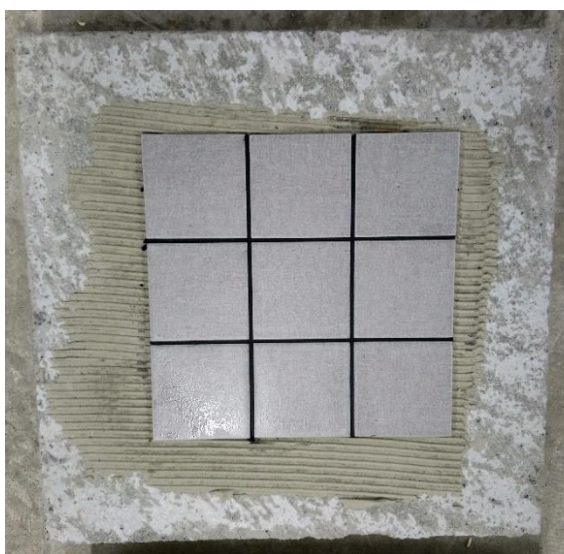
5.2 Laatoitus ja saumaus

Laatoitus aloitettiin alustalaattojen hiomisella. Laattojen pinnat hiottiin iskuporakoneeseen kiinnitetyllä laikalla, jonka avulla suurin osa sementtiliimasta saatiin poistettua betonipinnoista. Hiottu pinta on esitetty liitteessä 6. Sementtiliima voi heikentää kiinnityslaastin tartuntaa, joten sen poisto oli tärkeää ennen laatoitustyötä. Hiomisen jälkeen laatat imuroitiin sekä puhdistettiin sienellä ja vedellä, minkä jälkeen pintojen annettiin kuivua 18 tuntia. Kun pinnat olivat kuivuneet, laatoittamista varten hankittu ammattilaatoittaja totesi, että pintoja täytyi vielä hioa, joten hän hioi ja imuroi vielä kerran alustalaatat. Tämän jälkeen laatoittaja alkoi valmistella laatoitustyötä. Ensimmäiseksi hän valmisti kiinnityslaastin valmistajan ohjeiden mukaisesti ja varasi tarvittavat materiaalit laattojen viereen. Kun kiinnityslaasti oli valmis, laatoittaja alkoi laatoittamaan alustalaattoja. Laatoittaja levitti alustalaattoihin kerroksen kiinnityslaastia, jonka hän kampsasi tasaiseksi neljän millimetrin laastikammalla. Levityksessä käytettiin neljän millimetrin laastikampaa, sillä keraamisten laattojen ja kiinnityslaastin välinen tartunta oli tarkoitus saada tahallisesti normaalia heikommaksi, sillä näytteiden murtuminen betonialustasta haluttiin välttää. Kampauksen jälkeen laatoittaja paineli keraamiset laatat hyvin paikalleen. Kaikki alustalaatat laatoitettiin yksi kerrallaan, joten avoin aika oli alle 5 minuuttia, joka oli kiinnityslaastivalmistajan ohjeiden mukainen (liite 5). Suurien alustalaattojen testilaatoituksiin tehtiin myös 4 millimetrin kokoiset saumat, joiden koko määritettiin SisäRYL 2013:n mukaisesti. Laatoitetut alustalaatat ovat esitetty liitteessä 7. Laatoituksessa keraamisina laattoina käytettiin LPC Flamingo 10x10 Grey -klinkkerilaattoja, ja kiinnityslaastina käytettiin Kiilto Lightfix -saneerauslaastia (liitteet 20 ja 21). Lopuksi yksi laatta otettiin irti ja tarkistettiin sen peittävyys, joka on esitetty kuvassa 4. Peittävyys oli noin 70 %. Tarkistuksen jälkeen kiinnityslaastin annettiin kovettua 22 tuntia.



Kuva 4. Laatan peittävyys

Kun kiinnityslaasti oli kovettunut riittävästi, voitiin aloittaa testiryhmän 4 testilaatoitusten saumaus. Myös saumaustyön teki ammattilaatoittaja, joka hankittiin laatoitusvaiheeseen, jotta mahdolliset mittaustuloksiin vaikuttavat, työtavoista johtuvat virheet voitiin välttää. Ensimmäiseksi laatoittaja valmisti saumalaastin valmistajan ohjeiden mukaan. Saumalaastina käytettiin Kiillon Saumalaastia (liite 22). Kun saumalaasti oli valmis, hän levitti sen huolellisesti laatoitusten saumoihin (liite 8). Levityksen jälkeen saumalaastin annettiin kovettua 30 minuuttia, ja lopuksi laatoittaja puhdisti laatoitusten pinnat vedellä ja sienellä, minkä jälkeen pinnat olivat puhtaat ja valmiit tartuntavetokokeita varten (kuva 5). Puhdistuksen jälkeen valmiit testilaatoitukset jätettiin kovettumaan laboratorioon. Samalla alustalaattoihin merkittiin testiryhmien tunnuksia, jotka ovat esitetty taulukossa 3.



Kuva 5. Puhdistettu laattapinta

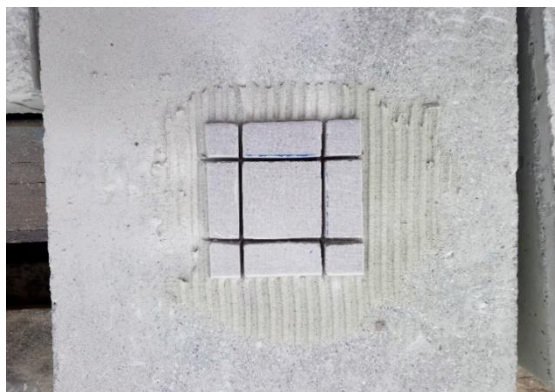
5.3 Tartuntavetokokeet

Tartuntavetokokeita varten osa timanttikuppiteristä piti aluksi tylsytää. Testiryhmän 3 mukaisia vetokokeita varten näytteet irrotettiin myöhemmin testauksessa laatoituksesta poraamalla tylsytetyillä kuppiterillä, joten uusia timanttikuppiteriä jouduttiin tylsyttämään sitä varten. Viisi uutta kuppiterää tylsytettiin poraamalla niillä yhden kerran teräslevyn pylväsporakoneella (kuva 6). Yksi poraus kesti 10 minuuttia, jonka jälkeen timanttikuppiterät olivat tylsyneet silmämääräisesti vähän. Kuppiterät tylsytettiin vakioidusti, jotta tylsytys ei vaikuttaisi mittaustuloksiin. Tylsytyksen jälkeen timanttikuppiterät laitettiin tartuntavetokokeita varten säilytykseen niin, etteivät ne menneet sekaisin uusien kuppiterien kanssa.



Kuva 6. Timanttikuppiterien tylsytys

Kun kuppiterät olivat tylsytetty, näytteet irrotettiin testilaatoituksista taulukon 3 mukaisesti. Irrotusta varten tarvittavat työvälineet, koneet ja terät varattiin testilaatoitusten työpisteelle, minkä jälkeen irrotettavat näytteet merkittiin laattoihin tussilla. Kun tarvittavat merkinnät olivat tehty, aloitettiin näytteiden irrotus. Ensimmäiseksi testiryhmän 1 testilaatoituksista irrotettiin 50 mm x 50 mm kokoiset näytteet sahaamalla kulmahiomakoneella laattojen keskeltä (kuva 7). Tämän jälkeen testiryhmien 2 ja 3 näytteet irrotettiin poraamalla laattojen keskelle 50 millimetrin kokoisilla, uusilla ja tylsytetyillä timanttikuppiterillä pylväsporakoneella (liite 9 ja 10), minkä jälkeen testiryhmän 4 näytteet irrotettiin sahaamalla kulmahiomakoneella testattavien laattojen reunasaumat auki (liite 11). Kaikki sahaukset ja poraukset tehtiin yli 10 millimetriä alustalaatan sisään. Testiryhmien 1, 2 ja 4 irrotukset onnistuivat, mutta testiryhmän 3 kaikki poraukset epäonnistuivat, sillä klinkkerilaatat irtosivat porauksen yhteydessä (liite 9). Lisäksi testiryhmässä 2 poraukset jouduttiin tekemään kahdella eri kuppiterämallilla (liite 12), sillä kaikkia teriä ei saatu yhdeltä valmistajalta. Lopuksi testilaatoitukset puhdistettiin vedellä ja sienellä.



Kuva 7. Testiryhmän 1 näytteiden irrotus

Näytteiden irrotuksen jälkeen laboratorion henkilökunnan työstämät vetolevyt voitiin liimata näytteiden päälle. Aluksi kaikki näytteiden pinnat puhdistettiin isopropanolia sisältävällä puhdistusspraylla ja sienellä, jotta liimausta haittaava rasva, lika ja pöly saatiin poistettua pinnoista. Samalla puhdistettiin myös vetolevyt, jotka olivat tarpeeksi karheat liimausta varten, joten niitä ei tarvinnut erikseen karhentaa. Kun testilaatoitusten ja vetolevyjen pinnat olivat puhtaat, voitiin aloittaa valmistamaan liimaamiseen käytettyä Silikal RI/21 -erikoisliimaa (liite 23) liimavalmistajan ohjeiden mukaisesti. Valmistuksessa kovetejauhetta mitattiin valmiiksi kaksi prosenttia liima-aineen painosta, minkä jälkeen se sekoitettiin liima-aineseen huolellisesti. Kun liima oli valmis, aloitettiin vetolevyjen liimaus näytteiden pintaan liimavalmistajan ohjeiden mukaan. Liima levitettiin yhden millimetrin paksuisesti vetolevyihin, jotka tämän jälkeen painettiin hyvin näytteiden pintaan (kuva 8) viiden minuutin sisällä sekoituksesta. Samalla ylimääräinen liima yritettiin poistaa vetolevyistä ja niiden vierestä mahdollisimman hyvin. Lopuksi liiman annettiin kovettua aikataulusyistä 22 tuntia ennen tartuntavetokokeita, vaikka riittävä vetolujuus liimalle olisi saatu jo tunnin kovettumisajalla.



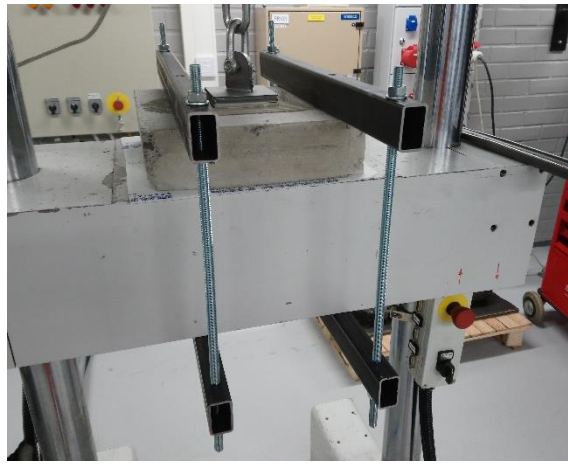
Kuva 8. Liimattu vetolevy

Kun liima oli kovettunut, aloitettiin tartuntavetokokeiden tekeminen. Aluksi testilaatoitukset siirrettiin vetokoelaitteen viereen valmiiksi. Siirrot tehtiin haarukkavaunulla, sillä varsinkin suuret alustalaatat olivat jo raskaita kantaa. Kun laatat olivat vetokoelaitteen vieressä, aloitettiin näytteiden testaaminen yksi testiryhmä kerrallaan. Testiryhmien testilaatoitukset nostettiin ammattikorkeakoulun Matertest 250 kN -vetokoelaitteeseen, minkä jälkeen ne kiinnitettiin neljällä RHS-putkella ja kierretangoilla laitteeseen kiinni (kuva 9), jotta laatoitukset eivät pääsisi liikkumaan vetokokeiden aikana. Samalla testilaatoituksiin liimatut vetolevyt kiinnitettiin vetokoelaitteeseen. Kiinnitys tehtiin kahden D-sakkelin avulla (liite 13), mikä mahdollisti vetojen keskittämisen vetolevyjen kohdalle. Kun testilaatoitukset ja vetolevyt olivat kunnolla kiinnitetty laitteeseen, mittaus käynnistettiin, ja vetokoelaitte alkoi vetää vetolevyjä pienellä nopeudella. Näytteiden murtuessa laitteen antamat murtovoimat ja

murtopinnat kirjattiin ylös mittauspöytäkirjaan. Samalla mitattiin työpisteen suhteellinen kosteus ja lämpötila, jotka olivat 37,5 % ja 21,4 °C. Testaukset ja mittaus tehtiin 25.5.2021 ammattikorkeakoulun rakennuslaboratoriossa. Kun kaikki laatat olivat testattu, testilaatitukset purettiin, jätteet vietiin keräysastioihin ja työpiste siivottiin. Lopuksi testiryhmien laatoille laskettiin kirjatusta murtovoimasta tartuntavetolujuus kaavalla 1:

$$A_s = L/A, \quad (1)$$

jossa A_s on tartuntavetolujuus yksikössä N/mm², L kokonaiskuorma yksikössä N ja A tartunta-alue yksikössä mm².



Kuva 9. Vetokoelaitteeseen kiinnitetty testilaatoitus

6 Tulokset ja johtopäätökset

6.1 Testiryhmä 0 (TR0)

Testiryhmästä 0 testattiin viisi klinkkerilaattaa, joista näytteitä ei irrotettu ollenkaan. Ryhmän vetokokeiden tuloksissa, jotka ovat esitetty taulukossa 4 ja liitteessä 14, esiintyi hajontaa tartuntavetolujuuksissa välillä 0,202–0,242 N/mm² (keskihajonta 0,017 N/mm²). Tartuntavetolujuuksien keskiarvoksi laskettiin 0,220 N/mm². Laskuissa ei otettu huomioon epäonnistuneiden testien tuloksia (yliviivattu taulukossa).

Näyte	Tartuntavetolujuus (N/mm ²)	Murtuma
1	0,202	75 % kiinnityslaastin ja laatan välinen, 25 % alustan ja kiinnityslaastin välinen
2	0,215	90 % kiinnityslaastin ja laatan välinen, 10 % kiinnityslaastin sisäinen
3	0,167	100 % laatan ja vetolevyn välinen
4	0,242	95 % kiinnityslaastin ja laatan välinen, 5 % kiinnityslaastin sisäinen
5	0,090	100 % laatan ja vetolevyn välinen

Taulukko 4. Testiryhmän 0 tulokset

Testiryhmässä 0 näytteet murtuivat vetokokeissa neljällä eri tavalla. Murtumat ovat esitetty taulukossa 4 sekä liitteissä 14 ja 15. Kaikki näytteiden mahdolliset murtotavat ovat esitetty liitteessä 19.

6.2 Testiryhmä 1 (TR1)

Testiryhmästä 1 testattiin viisi klinkkerilaattaa, joista näytteet irrotettiin sahaamalla. Ryhmän vetokokeiden tuloksissa, jotka ovat esitetty taulukossa 5 ja liitteessä 14, esiintyi hajontaa tartuntavetolujuuksissa välillä 0,207–0,529 N/mm² (keskihajonta 0,107 N/mm²). Tartuntavetolujuuksien keskiarvoksi laskettiin 0,381 N/mm².

Näyte	Tartuntavetolujuus (N/mm ²)	Murtuma
1	0,338	95 % kiinnityslaastin ja laatan välinen, 5 % kiinnityslaastin sisäinen
2	0,529	80 % kiinnityslaastin ja laatan välinen, 20 % alustan ja kiinnityslaastin välinen
3	0,441	90 % kiinnityslaastin ja laatan välinen, 10 % kiinnityslaastin sisäinen
4	0,392	95 % kiinnityslaastin ja laatan välinen, 5 % kiinnityslaastin sisäinen
5	0,207	95 % kiinnityslaastin ja laatan välinen, 5 % kiinnityslaastin sisäinen

Taulukko 5. Testiryhmän 1 tulokset

Testiryhmässä 1 näytteet murtuivat vetokokeissa kolmella eri tavalla. Murtumat ovat esitetty taulukossa 5 sekä liitteissä 14 ja 16. Kaikki näytteiden mahdolliset murtotavat ovat esitetty liitteessä 19.

6.3 Testiryhmä 2 (TR2)

Testiryhmästä 2 testattiin viisi klinkkerilaattaa, joista näytteet irrotettiin poraamalla uusilla timanttikuppiterillä. Ryhmän vetokokeiden tuloksissa, jotka ovat esitetty taulukossa 6 ja liitteessä 14, esiintyi hajontaa tartuntavetolujuuksissa välillä 0,089–0,547 N/mm² (keskihajonta 0,188 N/mm²). Tartuntavetolujuuksien keskiarvoksi laskettiin 0,384 N/mm². Laskuissa ei otettu huomioon epäonnistuneiden testien tuloksia (yliviivattu taulukossa).

Näyte	Tartuntavetolujuus (N/mm ²)	Murtuma
4	0,650	100 % laatan ja vetolevyn välinen

2	0,355	60 % kiinnityslaastin ja laatan välinen, 40 % kiinnityslaastin sisäinen
3	0,089	95 % kiinnityslaastin ja laatan välinen, 5 % kiinnityslaastin sisäinen
4	0,547	50 % kiinnityslaastin ja laatan välinen, 50 % kiinnityslaastin sisäinen
5	0,547	40 % kiinnityslaastin ja laatan välinen, 60 % alustan ja kiinnityslaastin välinen

Taulukko 6. Testiryhmän 2 tulokset

Testiryhmässä 2 näytteet murtuivat vetokokeissa neljällä eri tavalla. Murtumat ovat esitetty taulukossa 6 sekä liitteissä 14 ja 17. Kaikki näytteiden mahdolliset murtotavat ovat esitetty liitteessä 19.

6.4 Testiryhmä 3 (TR3)

Testiryhmästä 3 (näytteiden irrotus poraamalla tylsytetyillä timanttikuppiterillä) ei testattu yhtään klinkkerilaattaa, sillä ne irtosivat jo porausvaiheessa, minkä takia vetokokeita ei voitu tehdä. Testiryhmästä 3 ei saatu ollenkaan tuloksia (taulukko 7 ja liite 14).

Näyte	Tartuntavetolujuus (N/mm ²)	Murtuma
1	-	-
2	-	-
3	-	-
4	-	-
5	-	-

Taulukko 7. Testiryhmän 3 tulokset

Testiryhmässä 3 näytteet murtuivat porauksessa klinkkerilaatan ja kiinnityslaastin välistä. Sen perusteella voitiin jo porausvaiheessa arvioida, että tahallinen heikennys oli onnistunut. Kaikki näytteiden mahdolliset murtotavat ovat esitetty liitteessä 19.

6.5 Testiryhmä 4 (TR4)

Testiryhmästä 4 testattiin viisi klinkkerilaattaa, joista näytteet irrotettiin sahaamalla laattojen reunasaumat auki. Ryhmän vetokokeiden tuloksissa, jotka ovat esitetty taulukossa 8 ja liitteessä 14, esiintyi hajontaa tartuntavetolujuuksissa välillä 0,120–0,380 N/mm² (keskihajonta 0,094 N/mm²). Tartuntavetolujuuksien keskiarvoksi laskettiin 0,231 N/mm².

Näyte	Tartuntavetolujuus (N/mm ²)	Murtuma
1	0,145	95 % kiinnityslaastin ja laatan välinen, 5 % kiinnityslaastin sisäinen
2	0,275	90 % kiinnityslaastin ja laatan välinen, 10 % alustan ja kiinnityslaastin välinen
3	0,380	60 % kiinnityslaastin ja laatan välinen, 40 % alustan ja kiinnityslaastin välinen
4	0,235	50 % kiinnityslaastin ja laatan välinen, 50 % alustan ja kiinnityslaastin välinen
5	0,120	75 % kiinnityslaastin ja laatan välinen, 25 % alustan ja kiinnityslaastin välinen

Taulukko 8. Testiryhmän 4 tulokset

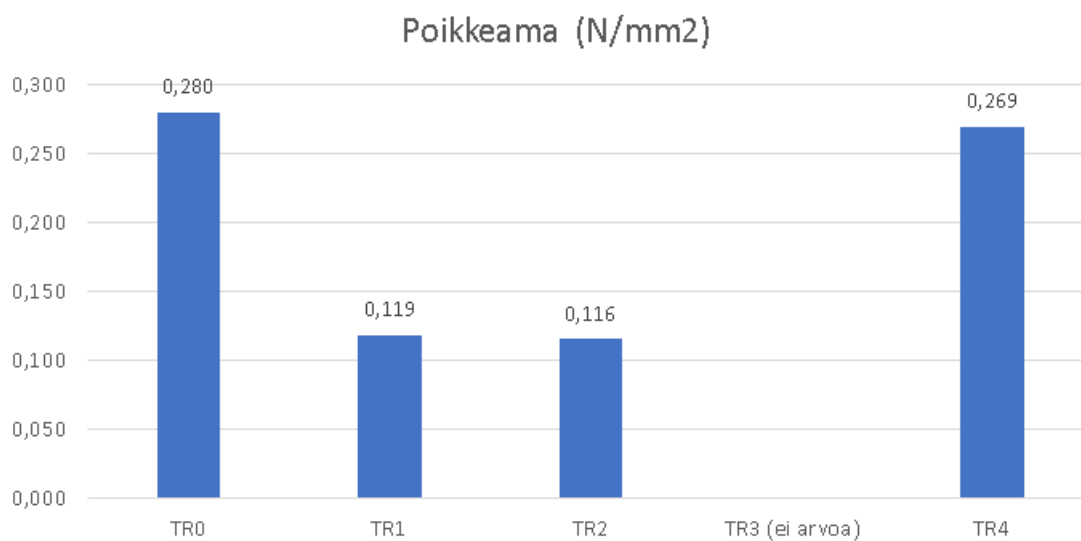
Testiryhmässä 4 näytteet murtuivat vetokokeissa kolmella eri tavalla. Murtumat ovat esitetty taulukossa 8 sekä liitteissä 14 ja 18. Kaikki näytteiden mahdolliset murtotavat ovat esitetty liitteessä 19.

6.6 Johtopäätökset

Kun kaikkien testiryhmien näytteille oli laskettu tartuntavetolujuus ja eri ryhmille tartuntavetolujuuksien keskiarvot sekä keskihajonnat, voitiin eri testiryhmiä alkaa vertailemaan keskenään. Aluksi eri testiryhmiä vertailtiin vain tartuntavetolujuuden perusteella. Vertailussa suurin keskitartuntavetolujuus saavutettiin testiryhmässä 2 ja toiseksi suurin testiryhmässä 1 (taulukko 9). Toiseksi pienin arvo saavutettiin testiryhmässä 4 ja pienin testiryhmässä 0. Testiryhmästä 3 ei saatu tehtyä yhtään tartuntavetokoetta, sillä klinkkerilaatat irtosivat jo porausvaiheessa, joten poraus tylsillä timanttikuppiterillä vaikutti eniten laattojen tartuntavetolujuuteen. Eri ryhmille tehtiin myös vertailua kiinnityslaastivalmistajan ilmoittamaan tartuntavetolujuusarvoon (kuvio 1).

Testiryhmä	Keskiarvotartuntavetolujuus (N/mm ²)	Keskihajonta (N/mm ²)
Testiryhmä 0 (TR0)	0,220	0,017
Testiryhmä 1 (TR1)	0,381	0,107
Testiryhmä 2 (TR2)	0,384	0,188
Testiryhmä 3 (TR3)	-	-
Testiryhmä 4 (TR4)	0,231	0,094

Taulukko 9. Eri testiryhmien keskiarvotartuntavetolujuudet ja keskiarvojen keskihajonnat



Kuvio 1. Eri testiryhmien keskiarvotartuntavetolujuuksien poikkeamat kiinnityslaastivalmistajan ilmoittamasta tartuntavetolujuusarvosta

Koska testiryhmien 0 ja 4 sekä testiryhmien 1 ja 2 välillä oli selkeää samankaltaisuutta keskiarvotartuntavetolujuuksissa, pääteltiin, että laatan eri kohdissa oli huomattavaa eroa tartuntavetolujuuksissa. Vaikka näytteen porauksella ja sahauksella laatan keskeltä saatiin suurimmat tartuntavetolujuudet, tulokset eivät kuvanneet koko laatan tartuntavetolujuutta, sillä vetokokeista, jotka tehtiin koko laatan kokoisilla vetolevyillä, tuli selkeästi pienemmät tartuntavetolujuudet kuin laatan keskeltä testattuna. Tämän perusteella todettiin, että vertailua voisi tehdä enemmänkin testiryhmien, joissa vetolevyjen koot ovat samankaltaiset, kesken kuin jokaisen testiryhmän kesken.

Testiryhmistä 0 ja 4 suurin keskiarvotartuntavetolujuus saavutettiin testiryhmässä 4. Vaikka testiryhmän 4 näytteet irrotettiin sahaamalla laattojen reunasaumoista, vetokokeissa tällä menetelmällä saatiin hieman suuremmat tulokset kuin testiryhmässä 0, jossa näytteitä ei irrotettu ollenkaan. Testiryhmistä 1 ja 2 suurin keskiarvotartuntavetolujuus saavutettiin testiryhmässä 2. Näytteiden porauksella uusilla timanttikuppiterillä saatiin hieman suurempi keskiarvotartuntavetolujuus laatoille kuin sahaamalla näytteet kulmahiomakoneella.

Tartuntavetokokeet eivät aivan onnistuneet toivotulla tavalla. Osa näytteistä murtui laatan ja liiman välistä, joten otanta jäi kahdessa testiryhmässä vaillinaiseksi. Testauksen otantaan vaikutti heikentävästi myös epäonnistumiset näytteiden irrotuksessa, jossa testiryhmän 3 kaikki klinkkerilaatat irtosivat porauksen yhteydessä. Irtoaminen johtui porauksessa käytetyistä timanttikuppiteristä, joita oli tylsytetty ehkä jopa liikaa. Terien tylsymistä oli vaikea arvioida. Silmämääräisesti kuppiterät olivat tylsyneet vain vähän, mutta porauksessa ero uusiin timanttikuppiteriin oli suuri.

7 Yhteenveto ja pohdinta

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli vertailla eri testausmenetelmiä, joilla voidaan testata keraamisten laattojen ja kiinnityslaastin välistä tartuntavetolujuutta työmaaolosuhteissa. Vertailu tehtiin tartuntavetokokeilla, joista saatuja tuloksia vertailtiin keskenään. Vertailussa olivat testausmenetelmät, joissa näytteet irrotettiin eri tavoin, kuten sahaamalla ja poraamalla laatoituksesta ennen vetokokeita.

Testaus aloitettiin tekemällä alustalaatat testilaatoituksia varten. Laatoille rakennettiin muotit sahatavarasta ja vanerista, minkä jälkeen muotit valettiin betonilla. Betonin annettiin kovettua 14 päivää, ja kovettumisen jälkeen yhdestä alustalaatasta mitattiin betonin suhteellinen kosteus. Kun laastivalmistajan ohjeiden mukainen kosteusarvo oli varmistettu, alustalaattoihin tehtiin testaustavan vaatimat testilaatoitukset. Tartuntavetokokeita varten myös osa timanttikuppiteristä tylsytettiin, ja näytteet irrotettiin laatoituksista eri menetelmillä. Irrotuksen jälkeen näytteiden pintaan liimattiin vetolevyt, ja liiman kovettuttua testilaatoituksille tehtiin vetokokeet. Tartuntavetokokeiden jälkeen vetokokeiden tulosten ja näytteiden pintaalojen avulla laskettiin testattujen laattojen tartuntavetolujuus. Lopuksi eri menetelmillä saatuja tuloksia vertailtiin.

Tehtyjen tartuntavetokokeiden perusteella vetokokeilla, jotka tehtiin sahaamalla tai poraamalla laatan keskeltä, saatiin suuremmat tulokset kuin vetokokeilla, jotka tehtiin koko laatalle. Tämän perusteella todettiin, että laatan keskeltä tehdystä vetokokeesta saatu tartuntavetolujuus ei välttämättä kuvaa koko laatan tartuntavetolujuutta, joten vertailua voisi tehdä enemmänkin testiryhmien, joissa vetolevyjen koot ovat samankaltaisia, kesken kuin jokaisen testiryhmän kesken. Näiden testiryhmien keskiarvotartuntavetolujuuksissa oli hieman eroja.

Kokonaisuudessaan työ onnistui hyvin. Eri testausmenetelmillä tehdyistä tartuntavetokokeista saatiin riittävästi tuloksia, vaikka vetokokeiden otanta jäi vajaaksi osassa testiryhmistä. Hyvin vertailtavien tulosten pohjalta oli helppo vertailla eri testausmenetelmiä.

Työn tuloksia voidaan hyödyntää arvioitaessa eri testausmenetelmien luotettavuutta tartuntavetokokeissa. Työn pohjalta voidaan myös suunnitella erilaisia jatkotutkimuksia.

Lähteet

Felixberger, J. 2008. Polymer-Modified Thin-Bed Tile Adhesives. Viitattu 19.4.2021. Saatavissa www.ipc.org.es/dms-static/b886c7fc-cbe4-48b3-96d5-b247a3e2b45b/Internet%20Paper%20-%20Dr.%20Felixberger.pdf

Jalon.fi. Jalon Etelä-Suomi. Viitattu 29.4.2021. Saatavissa <https://www.jalon.fi/etela-suomi>

Kiilto.fi a. Kiilto Lightfix -saneerauslaastin tuote-esite. Viitattu 22.5.2021. Saatavissa <https://pim.kiilto.com/kiilto-pim-api/api/pdf/download/82beeace-c968-4451-bc31-3324fde6f631>

Kiilto.fi b. Kiilto Saumalaasti -saumalaastin tuote-esite. Viitattu 22.5.2021. Saatavissa <https://pim.kiilto.com/kiilto-pim-api/api/pdf/download/7ee704b7-e6f0-42ac-87fb-f72261dedb9b>

Laattapiste.fi. LPC Flamingo 10x10 Grey -klinkkerilaattojen tuotetietokortti. Viitattu 22.5.2021. Saatavissa <https://www.laattapiste.fi/tuotteet/pintamateriaalit/keramiset-laatat-ja-luonnonkivet-/lpc-flamingo-lasitettu-klinkkeri-10x10-tasapintainen-matta-liimataplaar-killaa-30x40/19102284#dokumentit>

Merikallio, T., Niemi, S. & Komonen, J. 2007. Betonilattiarakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy.

Ratu 1200-S. 2002. Märkätilat. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS.

Ratu 1215-S. 2006. Työmaan laadunvarmistus, tarkastukset ja mittaukset. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS.

RT 34-10763. 2001. Keraamiset laatat, laatoitukset. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS.

RT 34-10997. 2010. Keraamiset laatat. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS.

Semtu.fi. Silikal RI/21 -erikoisliiman esite. Viitattu 22.5.2021. Saatavissa <https://www.semtu.fi/application/files/1415/7052/2903/Silikal-RI21-erikoisliima-esite.pdf>

SFS-EN 12004. 2012. Laattojen kiinnitysaineet. Vaatimukset, vaatimustenmukaisuuden arviointi, luokittelu ja merkintä. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN 14411. 2016. Ceramic tiles. Definition, classification, characteristics, assessment and verification of constancy of performance and marking. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

Siikonen, N. 2021. VS: Hankintoja opinnäytetyöhön. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: Ulvinen, N. Lähetetty 28.4.2021.

SisäRYL 2013. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset Talonrakennuksen sisätyöt.
Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS.

Syversen, F. 2003. Kaakelit ja klinkkerit. Helsinki: WSOY.

Liite 1. Muottien välilevyt



Liite 2. Betonimassan resepti

Komponentti	Määrä
Sementti, R	60 kg
Runkoaine #0–8 mm	78 kg
Runkoaine #8–16 mm	117 kg
Vesi	32,75 l

Liite 3. Koekuutioiden puristuskokeiden tulokset

Koekuutio	Murtovoima	Puristuslujuus
1	931,10 kN	41,38 N/mm ²
2	1073,00 kN	47,70 N/mm ²

Liite 4. Porareistä mitattu alustalaatan suhteellinen kosteus ja lämpötila



Liite 5. Kiinnityslaastivalmistajan ohjeavot ja niiden täytyminen työssä

Mitattava suure	Vaatus	Työssä mitattu
Alustan kosteus	Alle 90 % RH, betoni	78,9 %
Avoin aika	Maksimissaan 30 min	Alle 5 min
Käyttölämpötila	Minimissään +5 °C	+22,8 °C

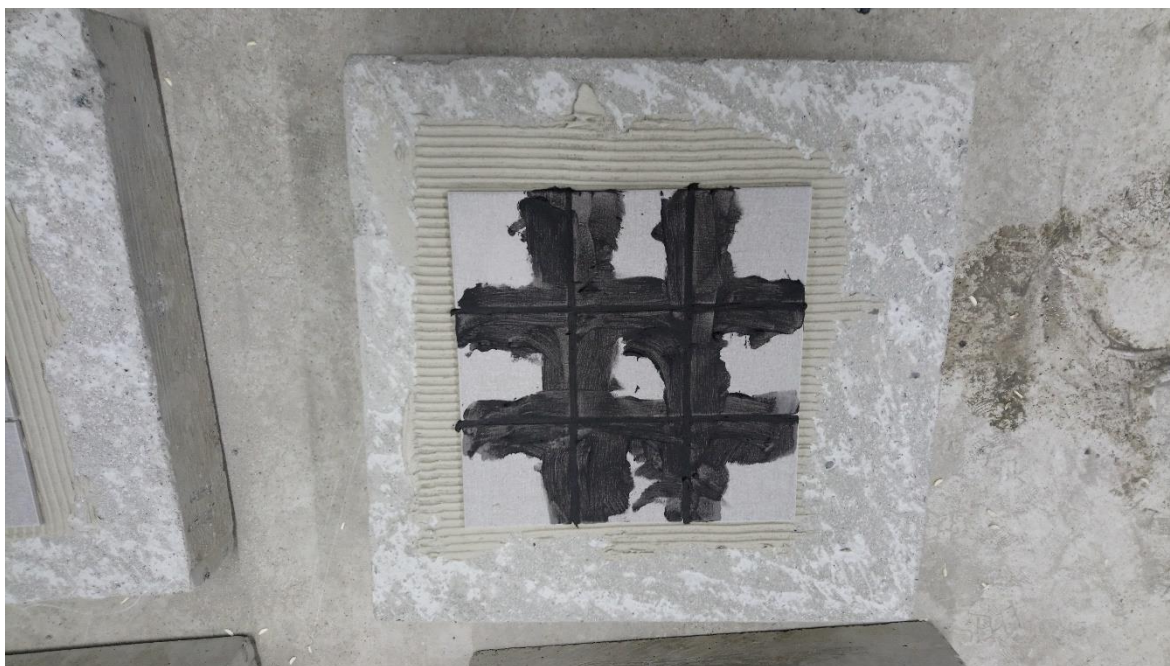
Liite 6. Hiottu alustalaatan pinta



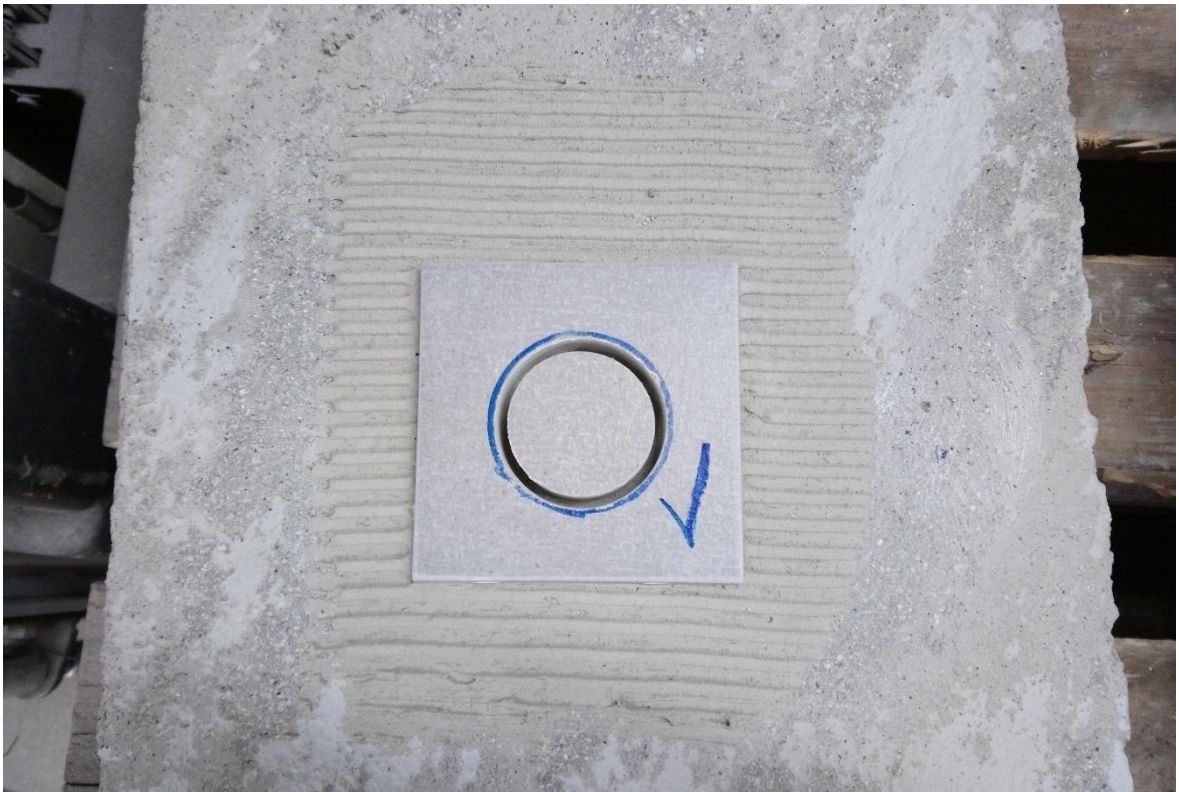
Liite 7. Laatoitetut alustalaatat



Liite 8. Levitetty saumalaasti



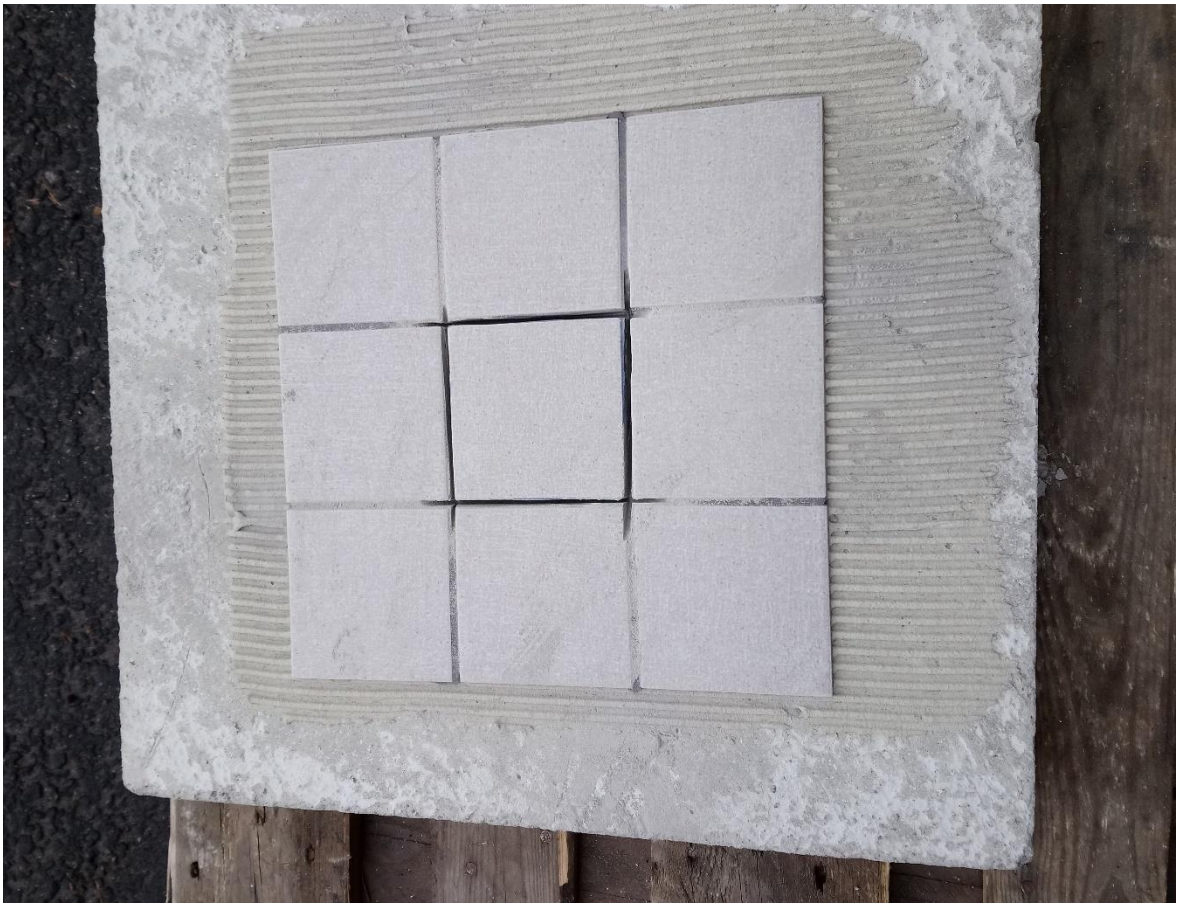
Liite 9. Testiryhmän 2 näytteiden irrotus



Liite 10. Testiryhmän 3 näytteiden irrotus



Liite 11. Testiryhmän 4 näytteiden irrotus



Liite 12. Testiryhmän 2 näytteiden porauksissa käytetyt timanttikuppiterämallit



Liite 13. Vetolevyjen kiinnitys vetokoelaitteeseen

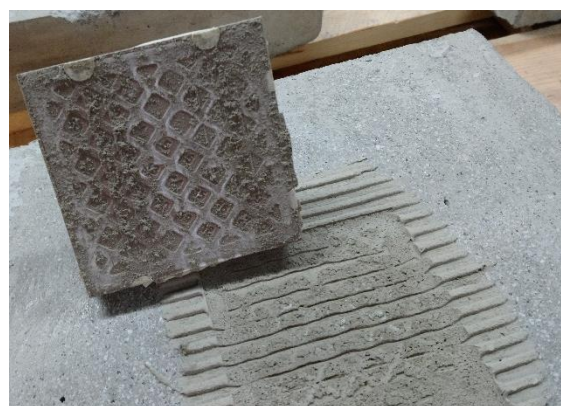


Liite 14. Vetokokeiden tulokset

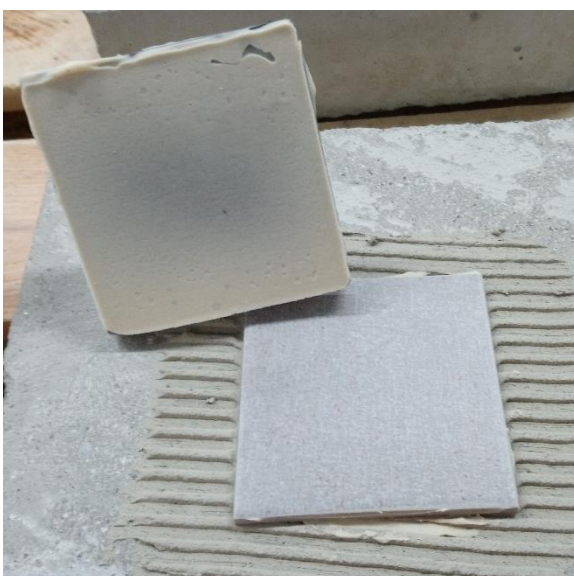
Testiryhmä ja näyte	L (N)	A (mm ²)	As (N/mm ²)	Murtuma
TR0.1	1903	9409	0,202	75 % kiinnityslaastin ja laatan välinen, 25 % alustan ja kiinnityslaastin välinen
TR0.2	2021	9409	0,215	90 % kiinnityslaastin ja laatan välinen, 10 % kiinnityslaastin sisäinen
TR0.3	1575	9409	0,167	100 % laatan ja vetolevyn välinen
TR0.4	2280	9409	0,242	95 % kiinnityslaastin ja laatan välinen, 5 % kiinnityslaastin sisäinen
TR0.5	846	9409	0,090	100 % laatan ja vetolevyn välinen
Keskiarvo	1725		0,220	
Keskihajonta	494,463		0,017	
TR1.1	846	2500	0,338	95 % kiinnityslaastin ja laatan välinen, 5 % kiinnityslaastin sisäinen
TR1.2	1269	2400	0,529	80 % kiinnityslaastin ja laatan välinen, 20 % alustan ja kiinnityslaastin välinen
TR1.3	1058	2400	0,441	90 % kiinnityslaastin ja laatan välinen, 10 % kiinnityslaastin sisäinen
TR1.4	940	2400	0,392	95 % kiinnityslaastin ja laatan välinen, 5 % kiinnityslaastin sisäinen
TR1.5	517	2500	0,207	95 % kiinnityslaastin ja laatan välinen, 5 % kiinnityslaastin sisäinen
Keskiarvo	926		0,381	
Keskihajonta	248,576		0,107	
TR2.1	1034	1590,43	0,650	100 % laatan ja vetolevyn välinen
TR2.2	564	1590,43	0,355	60 % kiinnityslaastin ja laatan välinen, 40 % kiinnityslaastin sisäinen
TR2.3	141	1590,43	0,089	95 % kiinnityslaastin ja laatan välinen, 5 % kiinnityslaastin sisäinen
TR2.4	870	1590,43	0,547	50 % kiinnityslaastin ja laatan välinen, 50 % kiinnityslaastin sisäinen
TR2.5	870	1590,43	0,547	40 % kiinnityslaastin ja laatan välinen, 60 % alustan ja kiinnityslaastin välinen
Keskiarvo	695,8		0,384	
Keskihajonta	316,305		0,188	
TR3.1	0	1590,43	0,000	
TR3.2	0	1590,43	0,000	
TR3.3	0	1590,43	0,000	
TR3.4	0	1590,43	0,000	
TR3.5	0	1590,43	0,000	
Keskiarvo	0		0,000	
Keskihajonta	0,000		0,000	
TR4.1	1363	9409	0,145	95 % kiinnityslaastin ja laatan välinen, 5 % kiinnityslaastin sisäinen
TR4.2	2585	9409	0,275	90 % kiinnityslaastin ja laatan välinen, 10 % alustan ja kiinnityslaastin välinen
TR4.3	3572	9409	0,380	60 % kiinnityslaastin ja laatan välinen, 40 % alustan ja kiinnityslaastin välinen
TR4.4	2209	9409	0,235	50 % kiinnityslaastin ja laatan välinen, 50 % alustan ja kiinnityslaastin välinen
TR4.5	1128	9409	0,120	75 % kiinnityslaastin ja laatan välinen, 25 % alustan ja kiinnityslaastin välinen
Keskiarvo	2171,4		0,231	
Keskihajonta	880,495		0,094	

Liite 15. Testiryhmän 0 murtumat

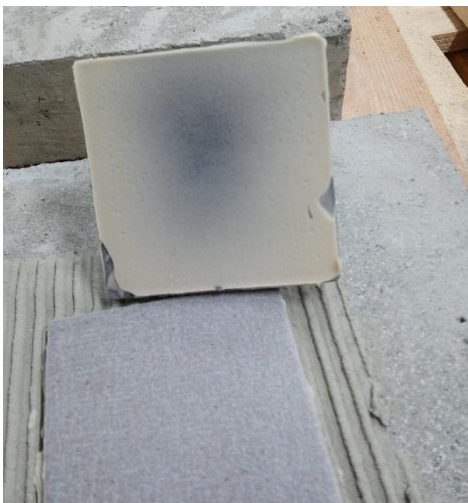
1. ja 2. näyte



3. ja 4. näyte



5. näyte



Liite 16. Testiryhmän 1 murtumat

1. ja 2. näyte



3. ja 4. näyte



5. näyte

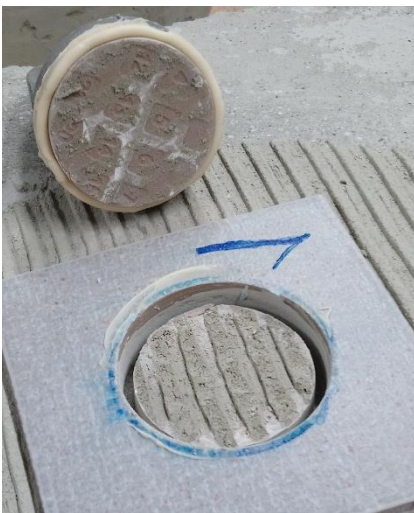


Liite 17. Testiryhmän 2 murtumat

1. ja 2. näyte



3. ja 4. näyte



5. näyte



Liite 18. Testiryhmän 4 murtumat

1. ja 2. näyte



3. ja 4. näyte

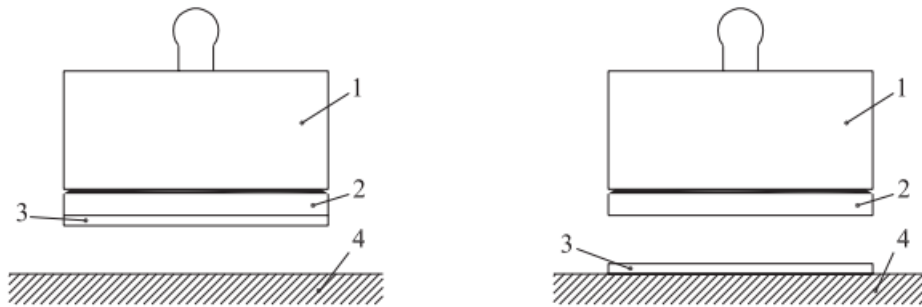


5. näyte



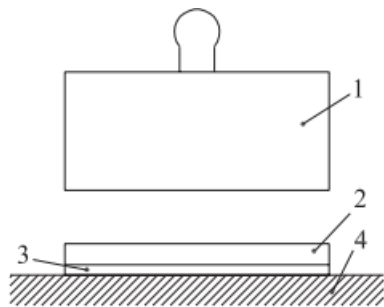
Liite 19. Näytteiden murtotavat (SFS-EN 12004 2012, 22)

Adheesiomurtumat:

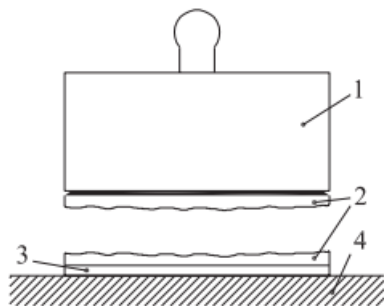
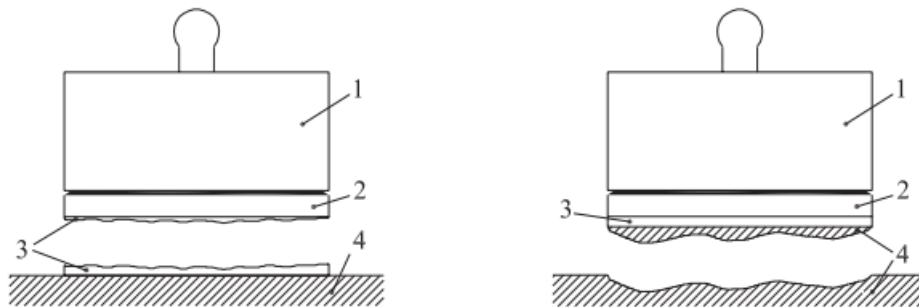


Selite

- | | |
|------------|-------------------------|
| 1 Vetolevy | 3 Kiinnitysaine |
| 2 Laatta | 4 Alusta (betonilaatta) |



Koheesiomurtumat:



Liite 20. LPC Flamingo 10x10 Grey -klinkkerilaattojen tuotetietokortti (Laattapiste.fi)

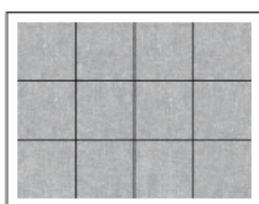


Tulostettu: lauantai 22. toukokuuta 2021 10.48

LPC Flamingo lasitettu klinkkeri 10X10 tasapintainen matta liimatäpläarkilla 30X40

Flamingo-laattojen pinnassa on eläväinen, epätasaisesti sävytetty pinta ja upeat värisävyt. Sarjan valesaumalaattoja voi käyttää niin kokonaisina seinäpintoina kuin tilaa rytmittävinä pysty- tai vaakalistoituksina. Tämän sarjan ehkä puhuttelevin ominaisuus on kuitenkin seinälaattojen kanssa samansävyiset klinkkerit, joilla kylpytilan kokonaisilmeestä tulee ainutlaatuisen yhtenevä.

Kuuluu sarjaan [LPC Flamingo](#).



PERUSTIEDOT

Nimi	LPC Flamingo lasitettu klinkkeri 10X10 Grey tasapintainen matta liimatäpläarkilla 30X40
Nimiketunnus	19102284
Saatavuus	Outlet-tuote
Sarja	LPC Flamingo
Hintaluokka	Budget
Takuuaika	5 vuotta
Käyttötarkoitus	Seinät, Lattiat
Pakkasenkestävä	Ei
Valmistustapa	Kuivapuristettu klinkkeri (SFS EN 14411, Bib)
Väri	Harmaa
Pinnanmuoto	Tasapintainen
Kiiltoaste	Matta
m ² /tik	1,56
kpl/tik	13
Minimi myyntierä	1,56
Varastopalkkausko	84,24
Varastoinnin oletuspakkau	EUR-Kuormalava

DOKUMENTIT

Suoritusasointimus (DoP)	https://www.laattapiste.fi/globalassets/inriver/resources/dop-keramiset_laatat-lpc.pdf
Tuotteen valintaohje	https://www.laattapiste.fi/globalassets/inriver/resources/tuotteen_valintaohje_opastemerkkien_selitykset_kovat_pintamateriaalit.pdf

ASENNUSOHJEET

TEKNISET TIEDOT

TUOTTEEN TIEDOT

Nimi	LPC Flamingo lasitettu klinkkeri 10X10 Grey tasapintainen matta liimatäpläarkilla 30X40
Nimiketunnus	19102284
Tuotetyyppi	Kovat pintamateriaalit
Valmistustapa	Kuivapuristettu klinkkeri (SFS EN 14411, Bib)
Laatan lasitus	Lasitettu
Laatan tyyppi	Laatta
Käyttötarkoitus	Seinät, Lattiat
Verkotus	Liimatäpläarkilla
Tuotemerkki	Laattapiste tuote

TUOTTEEN KOKO

Korkeus cm	10
Leveys cm	10
Syvyys/tuotepaksuus cm	0,6
Verkotetun arkin koko cm	30X40
Muoto	Neliö

PINTA

Väri	Harmaa
Väriin lisätiedot	Grey
Väri vaihtelu V1-V4	V2 Vähäinen
Kiiltoaste	Matta
Pinnanmuoto	Tasapintainen
Kuusi	Tekstiili

LAATAN PINNAN TEKNISET ARVOT

Kulutuksenkestävyys PEI	PEI 4
Liukkausluokka R9-R13 kengälle	R09
Liukkausluokka A, B, C jalalle	B

LAATAN RUNGON TEKNISET ARVOT

Pakkasenkestävä	Ei
-----------------	----



Tulostettu: lauantai 22. toukokuuta 2021 10:48

Asennusohje https://www.laattapiste.fi/globalassets/inriver/resources/asennusohje_poroellanato_ ja_klinkkeri-laattojen_tyostaminen_2020.pdf

SAUMAUUS
Saumaleveys vähintään mm 3

KÄYTTÖ- JA HOITO-OHJEET

Käyttö- ja hoito-ohje https://www.laattapiste.fi/globalassets/inriver/resources/kaytto-ja_hoito-ohje_klinkkeri.pdf

MITTAYKSIKKÖ

m ² /ltk	1,56
kp/ltk	13
Nettopaino kg	12,5

Liite 21. Kiilto LightFix -saneerauslaastin tuote-esite (Kiilto.fi a)

Päiväys 30.04.2021



SIMU 1/2

Kiilto LightFix Saneerauslaasti



Valumaton ja riittoisa kevyttäyteinen saneerauslaasti keraamisten laattojen ja erityisesti isojen seinälaattojen kiinnitykseen. Myös ulos. C1TES1.



- nopea, kevyt työstää, riittoisa
- keraamiset laatat, isot seinälaatat, sisustuskievet, kivet ja marmorit
- riittoisuus 1,5–2,2 kg/m²
- saumattavissa seinät 8 h, lattiat 12 h
- sisä- ja ulkotilat

KÄYTTÖALUE

Kiilto LightFix on valumaton ja riittoisa kevyttäyteinen saneerauslaasti keraamisten laattojen ja kivien, jotka eivät ole kosteusherkkää kiinnitykseen muovi-, maali-, kaakeli-, klinkkeri-, ja tavanomaisille kiviainespinnoille sekä Kiilto vedeneristellä tai Kiilto Kosteussululla käsitellyille pinnoille, kuten esim. kipsikartonkilevy. Laatoittaminen voidaan tehdä ilman laatoitusnarua. Soveltuu käytettäväksi sisä- ja ulkotiloissa. Ei suositella kohteisiin, jotka ovat jatkuvasti veden alla (esim. uima-altaat).

Laatoitettavien pintojen tulee olla puhtaat ja pölyttömät. Vesiliukoiset tasoitteet on poistettava. Kuivat ja imevät alustat on kostutettava (ei levyypintoja). Lattialämmitys on kytkettävä pois n. 1 vrk ennen laatoitusta. Muovi-, maali-, kaakeli- ja klinkkeripintoja laatoitettaessa huomioitavaa:

- pinnoite on riittävän kiinteä laatoituspohjaksi
- pinnoitteen tartunta alustaansa
- vaha, rasva ja lika pestään laatoitettavalta pinnalta Kiilto Maalarinpesulla ja huuhdotaan hyvin. Pinnan kuivuttua se tarvittaessa karhennetaan hiomapaperilla ja poistetaan hiontapöly.

KÄYTTÖOHJE

Laastijauhe sirotellaan hitaasti jatkuvasti sekoittaen viilleään, puhtaaseen veteen, kunnes muodostuu tasainen massa. Annetaan seistä 10–15 min, jonka jälkeen sekoitetaan vielä kerran kevyesti. Tämän jälkeen laasti levitetään laatoitettavalle pinnalle samalla voimakkaasti painaen ja kammataan auki niin suurelta alalta kerrallaan, kuin ehditään 15–20 min aikana laatoittaa. Laatat painetaan voimakkaasti alustaansa vasten ja naputetaan välittömästi hyvin kiinni. Niiden asentoa voi korjata 15 min ajan. Riittävän tartunnan varmistamiseksi irrotetun laatan tulee olla tartuntapinnaltaan lähes kokonaan laastin peittämä (seinälaatat 70–75 % ja lattialaatat 80–90 %). Ulkotiloissa laatoitettaessa tartuntapinnan tulee olla kokonaan laastin peittämä. Siksi laastin levityslastan hampaiden koko on aina valittava kiinnitettävän laatan koon ja

ALUSTAN KOSTEUS	- betoni < 90 % RH
AVOIN AIKA	yli 0,5 MPa / 30 min (EN1346)
KÄYTTÖLÄMPÖTILA	suositus +18–20 °C, minimi +5 °C
LUOKITUKSET JA SERTIFIKOINNIT	C1TES1 (EN12004), M1
MAX. RAEKOKO	0,5 mm
MUODONMUUTOSKYKY	yli 2,5 mm (EN12002)
PAKKASENKESTÄVYYS	Pakkasenkestävä
PALOLUOKKA	E
RIITTOISUUS	n. 2,2 kg/m ² levitettäessä normaalihammaisella lastalla (hammaskoko: lev. 6 mm, väli 6 mm, kork. 6 mm) n. 1,5 kg/m ² levitettäessä mosaiikkilastalla (hammaskoko: lev. 4 mm, väli 4 mm, kork. 4 mm)
SEKOITUSSUHDE	6,0 l vettä / 15 kg jauhetta (seinät) 7,0 l vettä / 15 kg jauhetta (lattiat)
TARTUNTALUJUUS	yli 0,5 MPa (EN 1348)
TYYPPI/SIDEAINE	Polymeeri-sementti-kevyttäyte / kvartsiperustainen jauhe
TYÖSKENTELYAIKA	käyttöaika veden lisäyksestä n. 3 tuntia
VALUMA	alle 0,5 mm (EN1308)
PAKKAUSKOOT	15 kg säkki
VARASTOINTI	Avaamattomana kuivassa tilassa 1 vuosi

Päiväys 30.04.2021



SIVU 2/2

tartuntapinnan mukaan.

Laastitahrat poistetaan tuoreeltaan vedellä ja kostealla rievulla. Kuivunut laasti voidaan poistaa vain mekaanisesti.

Saumaus Kiilto Saumalaastilla voidaan seinäpinnolla suorittaa 8 tunnin kuluttua laattojen kiinnittämisestä, lattioissa 12 tunnin kuluttua. Normaalin rasituksen laasti kestää noin viikon kuluttua laatoittamisesta. Alhainen lämpötila ja korkea ilmankosteus hidastavat laastin kovettumista ja kuivumista.

Elementti- ja levyseinien nurkat, seinä- ja lattialaatoituksen väliset saumat ja muut liikuntasaumot saumataan Kiilto Saniteettisilikonilla.

Useiden millimetrin epätasaisuuksien korjaamiseen soveltuvat parhaiten Kiilto seinä- ja lattiatasoitteet.

HAMMASLASTAT

9 mm | ~2,5 kg/m²



6 mm | ~2,2 kg/m²



4 mm | ~1,5 kg/m²



LISÄTIETOJA

Tässä tuote-esitteessä annetut tiedot perustuvat suorittamiimme testeihin sekä käytännön kokemukseemme. Annetut tekniset arvot on määritetty vakioituissa olosuhteissa. Mikäli paikalliset olosuhteet poikkeavat niistä, vaikuttaa se saavutettaviin arvoihin ja tuotteen toimivuuteen. Lopputulokseen vaikuttaa merkittävästi myös työn suoritustapa. Kiilto Oy vastaa siitä, että tuotteen laatu on laatujärjestelmämme mukainen. Emme voi vaikuttaa työn asialliseen suorittamiseen ja vallitseviin olosuhteisiin, emmekä näin ollen voi vastata lopputuloksesta. Tuotteen oikea käyttö edellyttää tutustumista työohjeeseen ja mahdolliseen menetelmäoppaaseen.

YMPÄRISTÖ JA TURVALLISUUS

Vältä tarpeetonta ihokosketusta ja altistumista tuoreen tuotteen kanssa, käytä suojakäsineitä. Tutustu tuotteen käyttöturvallisuustiedotteeseen. Tuotteen ja pakkauksen hävityksestä lisää nettisivuillamme.

Liite 22. Kiilto Saumalaasti -saumalaastin tuote-esite (Kiilto.fi b)

Päiväys 28.04.2021



SVU 1/2

Kiilto Saumalaasti



Vettähylykivä, CG2-luokiteltu saumalaasti kaakeli- ja klinkkerilaattojen saumaukseen seiniiin ja lattioihin. Myös ulos. Sauman leveys 1–6 mm. Sementtiseidaineinen.



- vettä- ja likaahlykivä saumalaasti seinä- ja lattialaattojen saumaukseen
- sauman leveys 1–6 mm
- sementtiseidaineinen, 20 värisävyä
- riittoisuus n. 1 kg/m² sauman ja laatan koosta riippuen

KÄYTTÖALUE

Kiilto Saumalaasti on vähäpäästöinen M1-luokiteltu saumalaasti laattojen, kaakelin ja klinkkerin sekä muiden keraamisten materiaalien saumaukseen. Sauman leveys 1–6 mm. Sauman syvyyden on oltava vähintään 3 mm.

KÄYTTÖOHJE

Saumaus voidaan aloittaa 5 h–3 vrk:n kuluttua laatoituksesta kiinnityslaastista ja alustasta riippuen.

Saumattaessa on alustan, laastin ja laattojen lämpötila oltava yli +5 °C. Lattialämmitys on kytkettävä pois n. 1 vrk ennen laatoitusta ja se voidaan kytkeä uudelleen päälle noin 1 viikko laatoituksen jälkeen. Saumauksen on annettava kuivua vähintään 1 vuorokausi ennen tilan käyttöön ottoa. Laasti ei sovellu kohteisiin, jotka ovat jatkuvasti veden alla (esim. uima-altaat).

Sekoitus: 10 kg Kiilto Saumalaastia sekoitetaan koneellisesti 3,0–3,2 litraan puhdasta, viileää vettä ja annetaan liueta 10–15 min, jonka jälkeen suoritetaan uusi sekoitus. Sekoitettu laasti on käytettävä 2–3 tunnin kuluessa.

Saumaus: Saumalaasti levitetään kumilastalla vinosti yli saumojen voimakkaasti painaen saumat täyteen. Annetaan saumojen kuivua, kunnes laasti ei enää tartu sormeen (seinälaatoilla tavallisesti 15–30 min, lattialaatoilla 30–60 min), jonka jälkeen suoritetaan puhdistus kostealla sienellä. Liian aikainen pesu tai runsas vedenkäyttö voivat aiheuttaa saumaan värieroja. Pesuvettä on vaihdettava riittävän usein, jolloin saadaan tasaisempi sauma ja vähennetään kalkkisaostumien muodostumista. Puhdistuksen yhteydessä saumat on helppo muotoilla ja tiivistää esim. puutikulla. Sauman kuivuttua tehdään loppupuhdistus kuivalla rievulla tai trasselilla. Loppupuhdistuksen jälkeen sauma tulee kastella puhtaalla vedellä (esim. sumuttamalla) 1–3 kertaa ensimmäisen vuorokauden aikana.

Liikuntasaumiat, eritavalla liikkuvien rakennusosien rajakohtat (esim.

ALUSTAN KOSTEUS	betoni < 90 % RH
KULUTUSKESTO	≤ 1000 mm ² (EN 13888)
KUTISTUMA	≤ 3 mm/m
KÄYTTÖLÄMPÖTILA	suositus: +18–20 °C, alin käyttölämpötila +5 °C
MAX. RAEKOKO	0,2 mm
PAKKASENKESTÄVYYS	syökyksen jälkeen puristuslujuus ≥ 15 MPa, taivutuslujuus ≥ 2,5 MPa (EN 13888)
PURISTUSLUJUUS	≥ 15 MPa (EN 13888)
RIITTOISUUS	0,5–1,5 kg/m ² sauman koosta riippuen
SAUMAN KOKO	sauman leveys 1–6 mm, sauman syvyyden on oltava vähintään 3 mm
SEKOITUSSUHDE	10 paino-osaa laastijauhetta / 3,0–3,2 paino-osaa puhdasta vettä (tarkista sekoitussuhde pakkauksesta)
TYYPPISEIDAINNE	Polymeeri-sementti-kalkkiviperustainen jauhe
TVÖSKENTELYAIKA	Käytösaika veden lisäyksestä 2–3 tuntia.
VEDENIMUKKY	< 2 g/30 min, < 5 g/240 min (EN 13888)
VÄRIT	useita värejä (ks. erillinen värikartta)
PAKKALUOKOIT	3 kg, 10 kg muoviasiat ja 20 kg säkki
VARASTOINTI	Avaamaton säkki kuivassa tilassa 1 vuosi, muoviasia 3 vuotta

Päiväys 28.04.2021



SIVU 2/2

nurkat ja läpiviennit) samoin kuin laatoituksen sekä muiden pintamateriaalien väliset saumat saumataan joustavalla Kilito Saniteettisilikonilla. Huom! Lasittamattomat laatat on hyvä kostuttaa ennen saumausta.

Huokoisilla laatoilla on saumalastin puhdistettavuus laatan pinnalta testattava etukäteen.

Vältä saumalaastivärisävyyttä, jotka poikkeavat oleellisesti itse laatoituksen väristä. Vuolukivien ja muiden huokoisten materiaalien saumauksessa tulee huomioida laatan valmistajan ohjeet.

Matalilla saumoilla (lasimosaiikki tai ns. valesaumallinen seinälaatta) voidaan Kilito Saumalaastia käyttää Kilito Strong Saumavahvisteella vahvistettuna, kunhan sauman leveys ja syvyys ovat vähintään 1 mm. Sauman sävyksi on valittava vaalea sävy, sillä tummilla sävyillä erityyiset saumat voivat erottua toisistaan. Valesaumallisia lattialaattoja ei suositella saumattavaksi, koska suurempi kulutus voi irrottaa laastin matalasta saumasta. Tarkemmat ohjeet löytyvät osoitteesta www.kilito.com.

LISÄTIETOJA

Saumalaasti on sementtisiideaineinen tuote. Sementtiä sisältävissä tuotteissa syntyy reaktiotuotteena vesiliukoisia suoloja (ns. alkali- ja kalkkihärmettä). Suolat voivat tietyissä olosuhteissa rikastua tuotteen pintaan muuttaen värisävyyttä vaaleaksi. Liian aikainen tai liian runsas vedenkäyttö saumauksen jälkeisessä pesussa altistavat erityisesti härmien muodostumiselle. Härmä on luonnollinen ilmiö, jonka syntymistä sementtipohjaisissa tuotteissa ei voida kokonaan estää. Esiintyessään se on vain ulkonäköhaitta, eikä vaikuta tuotteen kestävyYTEEN.

Happamat pesuaineet voivat vaurioittaa saumalaastin siideaineena käytettävää sementtiä. Niitä käytettäessä suositellaan perään tehtäväksi neutraalointipesu emäksisellä pesuaineella.

Värimallien valmistustekniikasta johtuen niiden ja valmiin sauman välillä voi esiintyä vähäisiä värieroja. Saman tilan laatoituksen saumaukseen tulee käyttää vain yhdestä valmistuserästä olevaa laastia.

Tässä tuote-esitteessä annetut tiedot perustuvat suorittamiimme testeihin sekä käytännön kokemukseemme. Annetut tekniset arvot on määritetty vakioituissa olosuhteissa. Mikäli paikalliset olosuhteet poikkeavat niistä, vaikuttaa se saavutettaviin arvoihin ja tuotteen toimivuuteen. Lopputulokseen vaikuttaa merkittävästi myös työn suoritustapa. Kilito Oy vastaa siitä, että tuotteen laatu on laatujärjestelmämme mukainen. Emme voi vaikuttaa työn asialliseen suorittamiseen ja vallitseviin olosuhteisiin, emmekä näin ollen voi vastata lopputuloksesta. Tuotteen oikea käyttö edellyttää tutustumista työohjeeseen ja mahdolliseen menetelmaoppaaseen.

YMPÄRISTÖ JA TURVALLISUUS

Vältä tarpeetonta ihokosketusta ja altistumista tuoreen tuotteen kanssa, käytä suojakäsineitä. Tutustu tuotteen käyttöturvallisuustiedotteeseen. Tuotteen ja pakkauksen hävityksestä lisää nettisivuillamme.

SILIKAL® RI/21 -ERIKOISLIIMA

Erikoisliima vaativaan käyttöön

Silikal®RI/21 erikoisliima nopeasti kovettava 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.

Tämän esitteen tiedot on ilmoitettu parhaan tietämyksen mukaan. Käyttäjä on kuitenkin itse vastuussa tuotteen soveltuvuudesta omaan käyttötarkoitukseensa ja käyttöolosuhteisiin. Muutokset mahdollisia.