

Kerttu Kaunisto

# LATTIATASOITTEIDEN JA -PINNOITTEIDEN YHTEENSOPIVUUS

Diplomityö  
Rakennetun ympäristön tiedekunta  
Tarkastaja: Professori Matti Pentti  
Tarkastaja: Tutkijatohtori Toni Pakkala  
Syyskuu 2021

# TIIVISTELMÄ

Kerttu Kaunisto: Lattiatasoitteiden ja -pinnoitteiden yhteensopivuus  
Diplomityö, 137 sivua, 125 liitesivua  
Tampereen yliopisto  
Rakennustekniikan diplomi-insinööri tutkinto-ohjelma  
Syyskuu 2021

---

Lattiapinnoitteita on käytetty jo pitkään teollisuudessa sekä toisarvoisissa tiloissa. Näissä tiloissa lattian ulkonäöllä ei ole ollut kovinkaan suurta merkitystä, vaan suunnittelussa on keskitytty lähinnä toiminnallisuuteen. Kuitenkin viime vuosina lattiapinnoitteet ovat alkaneet syrjäyttää muun muassa muovimattoja julkisessa rakentamisessa. Julkisissa tiloissa ei kuitenkaan selvitä enää samanlaisilla ulkonäkö- ja lujuusvaatimuksilla kuin aiemmin. Pinnoitteen alustan tulee olla huomattavasti tasaisempi ja sileämpi kuin esimerkiksi muovimaton alustan, sillä ohut pinnoite voi jopa korostaa alustassa olevia virheitä ja epätasaisuuksia. Tämän takia julkisissa tiloissa pinnoitteiden alla on alettu käyttää lattiatasoitteita.

Lattiatasoitteiden käyttö pinnoitteiden alla ei ole kuitenkaan sujunut aivan ongelmitta. Tasoitteet ovat saattaneet murtua pinnoitteen alla joko pinnoitteen kuivuessa tai käyttörasituksen seurauksena. Pinnoitteet eivät ole myöskään aina kyenneet muodostamaan riittävää tartuntaa tasoi-tealustaan, jolloin pinnoitteet irtoavat tasoitteen päältä. Joissain tapauksissa pinnoitteen pohjuste ei ole kyennyt kuivumaan normaalisti tasoitteen päällä. Joskus tasoitteen pinta on myös osoittautunut ilmakuplien takia hyvin reikäiseksi, mikä on hankaloittanut pinnoitustyötä ja lisännyt kustan-nuksia.

Tämän diplomityön tarkoituksena olikin selvittää näiden ongelmien syyt sekä keinot niiden välttämiseksi. Tässä diplomityössä tutustuttiin eritoten akryyli-, epoksi- ja polyuretaanipinnoitteiden sekä sementti- ja kalsiumsulfaattipohjaisten tasoitteiden käyttöön keskiraskaan kulutuksen tiloissa. Aluksi lähdettiin tutkimaan alalta löytyvää kirjallisuutta. Myös tasoi-te ja pinnoitevalmistajien ohjeisiin tutustuttiin sekä alan ammattilaisia haastateltiin. Lopuksi vielä kerättiin toteutuneista kohteista aineistoa ja tehtiin vetolujuuskokeita eri tasoitteiden ja akryylipinnoitteen välillä.

Tällä hetkellä tiedetään jo, minkä lujuisia tasoitteiden tulee olla, jotta ne menestyisivät pinnoit-teisen alustana. Keskiraskaaseen käyttörasitukseen joutuvan tasoitteen pinnan vetolujuuden tulee olla vähintään  $1,2-1,5 \text{ N/mm}^2$  riippuen pinnoitteesta ja tasoitteen puristuslujuuden tulee olla vähintään  $25 \text{ N/mm}^2$ . Kuitenkaan tieto tästä ei ole täysin välittynyt kaikille pinnoitteiden ja tasoi-teiden parissa työskenteleville eikä tasoi-tevalmistajilta vaadita tuotteensa pinnan vetolujuuden määrittämistä. Tämän takia olisikin hyvä, jos pinnoitettavaksi soveltuvilta tasoi-teilta vaadittaisiin pin-nan vetolujuuden määrittäminen CE-merkin saamiseksi, kuten kulutuspinnoiksi soveltuvilta tasoi-teilta vaaditaan kulutuksen keston määrittämistä.

Tasoi-tetyössä erityistä huolellisuutta noudattaen voidaan oikeilla tuotteilla saavuttaa erinomainen alusta pinnoitteelle. Työssä tulee kiinnittää erityisesti huomiota alustan huolelliseen pohjustamiseen, lisättävän veden määrään, tasoitteen levittämisen yhteydessä tehtävään pinnan vii-meistelyyn, olosuhteisiin työn ja kuivumisen aikana sekä tasoitteen riittävään lujittamiseen ennen pinnoitusta. Tässä diplomityössä selvitetttiinkin ensisijaisesti oikea työmenetelmä pinnoitettavien tasoi-tealattien tekemiseen.

Suurimpana ongelmana tällä hetkellä kuitenkin tuntuisi olevan tietämättömyys kemiallisesti yhteensopimattomista tuotteista. Sitä, mitkä tasoi-teiden monista lisäaineista eivät sovellu yhteen minkäkin pinnoitteen kanssa, ei tiedetä. Tämän takia tällä hetkellä joudutaan käytännössä tutki-maan tartuntavetokokein jokaisen tuotteen yhteensopivuus erikseen. Tästä johtuen tasoi-te tulee valita yhteistyössä valmistajan kanssa. Tehokkaampi tapa olisi selvittää ne tasoi-teiden komponentit, jotka eivät sovellu kunkin pinnoitteen kanssa yhteen. Tällöin pinnoitettavilta tasoi-teilta voitai-siin vaatia, että ne eivät sisällä yhteensopimattomia aineita, kuten tasoi-teilta vaaditaan kaseiini-tomuutta, tai yhteensopimattomien aineiden osuutta tasoi-teessa voitaisiin rajata.

Avainsanat: akryyli, epoksi, polyuretaani, lattiapinnoite, lattiatasoi-te, tartuntavetolujuus, pinnan vetolujuus, puristuslujuus, yhteensopivuus, tartunta, adheesio, koheesio, lisäaineet

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

# ABSTRACT

Kerttu Kaunisto: Compatibility between screeds and resin finishes  
Master of Science Thesis, 137 pages, 125 Appendix pages  
Tampere University  
Master's Degree Programme in Civil Engineering  
September 2021

---

There has been use for resin finishes in industrial floors as well as secondary space floors for a long time. The focus of the design falls upon functionality instead of appearance in these spaces. However, resin finishes have started to replace vinyl floor coverings in public construction in recent years. Similar requirements for appearance and strength can hence no longer be used in public buildings as in industrial buildings. The substrate of the resin finishes must be significantly smoother than for example the vinyl floor coverings substrate, because thin resin finishes may accent the variation of the substrate regularity. For that reason, screeds have been used under resin finishes in public buildings.

However, the use of screeds under resin finishes has not gone without problems. The screeds might break under the resin finish when the resin finish is drying or under duty. Sometimes adhesion between screed and resin finish has failed. In some cases, the primer of the resin finishes has not been able to dry normally on top of the screed. Also, in some cases the variation of the screed regularity has been great due to air bubbles.

The purpose of this thesis is to find out the reasons for these problems and the ways to avoid them. Additionally, the use of epoxy, acrylic and polyurethane resin as well as cementitious and calcium sulphate screeds under medium duty will be focused on. At first the literature in the field will be taken a closer look. The guidance of the screed and the resin finish manufacturer as well as the interview of the professional in the field will be familiarised. And finally, the data of realised projects and the results of the tests between screeds and acrylic resin will be analyzed.

It is known how strong the screed should be to thrive under resin finish. The screed which will be under medium duty should have 1,2-1,5 N/mm<sup>2</sup> surface tensile strength depends on the material of the resin finish. The screed should also have 25 N/mm<sup>2</sup> compression strength. However, the information of these requirements has not reached all people who work with screeds and resin finishes. In addition, screed manufacturers are not required to determine their screeds surface tensile strength. It would be better if screed manufacturers should determine the surface tensile strength of their coating suitable screeds to get a CE-mark, much like wearing screeds are required to determine wear resistance.

With the right products and careful work excellent substrate for resin finish can be achieved. Special attention should be paid to careful priming, amount of added water, surface finishing and conditions during screed laying. The screed should also have reached sufficient strength before coating. The correct working method for making screeded and coated floors was also researched on this thesis.

At the moment the biggest problem seems to be unawareness of the chemical incompatibility between screeds and resin finishes. It is not known which of the screeds' many additives are incompatible with different resin finish. For that reason, compatibility needs to be separately checked out for each product and hence the screed should be selected in cooperation with a manufacturer. A more effective way would be to identify the components of the screed which are not compatible with different resin finishes. In this case, the screeds which will be coated by resin finishes could be required to be free from incompatible additives, much like screeds are required to be casein-free, or the incompatible components ratio could be limited.

Keywords: acrylic resin, epoxy resin, polyurethane resin, resin finish, screed, tensile adhesion strength, surface tensile strength, compressive strength, compatible, bonding, adhesion, cohesion, additives

The originality of this thesis has been checked using the Turnitin OriginalityCheck service.

# ALKUSANAT

Tämä työ on tehty Sweco Rakennetekniikka Oy:lle ja Suomen Betonilattiyhdistys ry:lle. Haluankin kiittää teitä molempia diplomityöni aiheen kehittämistä ja tuesta, jota olen teiltä saanut työni aikana. Suuri kiitos myös diplomityöni ohjaajille ja tarkastajalle. Työni aikana haastattelin myös monia alan ammattilaisia, joilta sain paljon arvokasta tietoa. Kiitos teille kaikille ajastanne ja antoisista keskusteluistamme. Kiitos teille, joilta sain työhöni esimerkkikohteita ja kuvia. Kiitos myös Contesta Oy:lle, Nanten Oy:lle, Master Chemicals Oy:lle, Oy Sika Finland Ab:lle, Fescon Oy:lle, BestLevel Oy:lle ja Kiilto Oy:lle sekä Suomen Betonilattia ry:lle osallistumisestanne työni kokeellisen osuuden toteuttamiseen. Suuri kiitos myös perheelleni ja ystäväilleni tuesta ja kannustuksesta.

Tampereella, 08.08.2021

Kerttu Kaunisto



# SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO .....	1
1.1 Tutkimuksen tausta .....	1
1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset .....	1
1.3 Tutkimuksen toteutus .....	2
2. LATTIAPINNOITTEET JA TASOITTEET SEKÄ NIIDEN VAATIMUKSET .....	3
2.1 Lattiapinnoitteet ja niiden ominaisuudet .....	3
2.1.1 Epoksit .....	6
2.1.2 Polyuretaanit .....	7
2.1.3 Akryylit .....	8
2.2 Pinnoitteiden asettamat lujuus- ja kulutuskestävyysvaatimukset alustalleen .....	9
2.3 Käyttöra- sityksesta tulevat lujuusvaatimukset lattialle .....	10
2.4 Erityisesti tasoitteelle asetettuja vaatimuksia .....	11
2.5 Valmiin pinnan ulkonäköön ja toiminnallisuuteen vaikuttavia tekijöitä ..	12
2.6 Pinnoitettavan lattian pinnan puhtaus .....	13
2.7 Pinnoitettavan alustan kosteus .....	13
2.8 Lattiatasoi- tteet ja niiden koostumus .....	16
2.9 Lattiatasoi- tteille ilmoitettavat ominaisuudet .....	18
2.10 Lattiatasoi- tteiden ja betonin eroavaisuudet .....	22
2.11 Lattiatasoi- tteen valinta .....	23
2.12 Lattiatasoi- tteiden alustalleen asettamat vaatimukset .....	24
2.13 Lattian tasoi- tustyön suoritus ja reunaehdot .....	25
3. MATERIAALIVALMISTAJIEN VAATIMUKSET ALUSTALLE JA OHJEET KÄYTÖLLE .....	29
3.1 Akryylipinnoitteiden vaatimukset .....	29
3.2 Epoksi- pinnoitteiden vaatimukset .....	30
3.3 Polyuretaanipinnoitteiden vaatimukset .....	31
3.4 Lattiatasoi- tteiden vastaus .....	33
3.4.1 Tasoi- tteen alustan vaatimukset .....	34
3.4.2 Pohjustaminen eli primerointi .....	35
3.4.3 Vaatimukset ympäristöolosuhteille .....	36
3.4.4 Tasoi- temassan sekoittaminen ja asennus .....	36
3.4.5 Tasoi- tteen kuivumisolosuhteet .....	37
4. ALAN AMMATTILAISTEN NÄKEMYS .....	40
4.1 Yhteenveto haastattelututkimuksen tuloksista .....	41
4.1.1 Pinnoitettavien lattioiden tasoi- ttamisen syyt .....	41
4.1.2 Pinnoitettavien tasoi- tteiden vaatimukset .....	44
4.1.3 Tasoi- tteen alustan vaatimukset, esikäsittelyt sekä pohjustus .....	51

4.1.4	Pinnoitettavan lattian tasoitustyön suoritus.....	56
4.1.5	Tasoitetyön laadunvarmistus .....	62
4.1.6	Tasoitelattian pinnoitus ja erot betonialustaan.....	64
4.1.7	Tasoitteiden ja pinnoitteiden yhteydessä ilmenneet ongelmat.....	68
5.	TEHDYT TUTKIMUKSET PINNOITETTAVILLE LATTIATASOITTEILLE .....	78
5.1	Lähtötiedot, tutkimusmenetelmät ja mittausperiaatteet.....	78
5.1.1	Elintarviketuotantolaitos .....	78
5.1.2	Koulu .....	79
5.1.3	Hotelli.....	79
5.1.4	Tutkimuslaboratorio .....	79
5.1.5	Materiaalivalmistajan testit.....	79
5.2	Havainnot sekä tutkimusten ja mittauksien tulokset.....	81
5.2.1	Elintarviketuotantolaitos .....	82
5.2.2	Koulu .....	82
5.2.3	Hotelli.....	82
5.2.4	Tutkimuslaboratorio .....	82
5.2.5	Materiaalivalmistajan testit.....	83
5.3	Tulosten tulkinta ja johtopäätökset .....	87
5.3.1	Elintarviketuotantolaitos .....	87
5.3.2	Koulu .....	88
5.3.3	Hotelli.....	88
5.3.4	Tutkimuslaboratorio .....	89
5.3.5	Materiaalivalmistajan testit.....	90
6.	AKRYYLILLE JA TASOITTEELLE TEHDYT KOKEET .....	92
6.1	Tuotteet ja koekappaleet.....	92
6.2	Mittaus- ja määrittämenetelmät .....	94
6.3	Testauksen tulokset ja niiden tulkinta .....	96
6.3.1	Tutkittujen tasoitteiden soveltuvuus akryylillä pinnoitettavaksi.....	97
6.3.2	Tasoitteiden käyttötavan vaikutus yhteensopivuuteen.....	102
6.3.3	Tasoitteiden välillä tutkitut ominaisuudet.....	105
7.	YHTEENVETO JA JATKOTUTKIMUSTA VAATIVAT AIHEET .....	113
8.	LÄHDELUETTELO .....	138
	LIITE A: HAASTATTELUT .....	151
	LIITE B: TARTUNTAVETOKOKEIDEN TULOKSET .....	236

## KUVALUETTELO

<b>Kuva 1.</b>	<i>Pohjuste nostaa tasoitteen kuidut pystyyn, joten ne tulisi hioa verkolla pois pohjustamisen ja pinnoittamisen välissä, jottei pinnoitteesta tule "karvainen", kuten oikeanpuoleisessa kuvassa [78].</i>	45
<b>Kuva 2.</b>	<i>Koekappaleen tasoitustyö</i>	94
<b>Kuva 3.</b>	<i>Vetokokeen suoritus</i>	95
<b>Kuva 4.</b>	<i>Puristuslujuuden vaikutus tartuntavetolujuuteen.</i>	106
<b>Kuva 5.</b>	<i>Puristuslujuuden vaikutus murtotapaan.</i>	106
<b>Kuva 6.</b>	<i>Taivutusvetolujuuden vaikutus tartuntavetolujuuteen</i>	107
<b>Kuva 7.</b>	<i>Taivutusvetolujuuden vaikutus murtotapaan</i>	107
<b>Kuva 8.</b>	<i>Tasoitteen suurimman raekoon vaikutus tartuntavetolujuuteen</i>	109
<b>Kuva 9.</b>	<i>Tasoitteen suurimman raekoon vaikutus murtotapaan</i>	109
<b>Kuva 10.</b>	<i>Sideaineen vaikutus tartuntavetolujuuteen</i>	110
<b>Kuva 11.</b>	<i>Sideaineen vaikutus murtotapaan</i>	110
<b>Kuva 12.</b>	<i>Tasoitteen pinnan karheuden vaikutus tartuntavetolujuuteen</i>	111
<b>Kuva 13.</b>	<i>Tasoitteen pinnan karheuden vaikutus murtotapaan</i>	111
<b>Kuva 14.</b>	<i>Veden ja tasoitejauheen suhteen vaikutus tartuntavetolujuuteen</i>	112
<b>Kuva 15.</b>	<i>Veden ja tasoitejauheen suhteen vaikutus murtotapaan</i>	112

# LYHENTEET JA MERKINNÄT

A	Böhmen kulutuskestävyys
AR	BCA-kulutuskestävyys
AS	asfalttimastiksitasoite
ASTM	American Society for Testing and Materials
ATEX	direktiivi, joka koskee räjähdysvaarallisia alueita
B	tartuntalujuus
BS	British Standard
C	puristuslujuus
CA	kalsiumsulfaattitasoite
CAC	aluminaasstisementti
CE	Conformité Européenne
CEM I	portlandsementti
CEM II	portlandseossementti
CR	kemiallinen kestävyys
CT	sementtipohjainen tasoite
EHS	Environment, health and safety
EN	European Standard
ER	sähkönvastus
ESD	antistaattinen
F	taivutusvetolujuus
FeRFA	the Resin Flooring Association
HDI	1,6-heksametyyleeni-di-isosyanaatti
IC	kuutiosta mitattu tunkeumakovuus
ICRI	The International Concrete Repair Institute
IP	laatoista mitattu tunkeumakovuus
IPDI	isoforoni-di-isosyanaatti
IR	iskunkestävyys
M1	rakennusmateriaalien päästöluokitus
MA	magnesiittitasoite
MDI	metyleenidifenyli-di-isosyanaatti
MMA	metyylimetaakrylaatti
MP	keskikarkean hiekan läpäisyprosentti seulan 0,500 mm lävitse 30...70 %
OPC	portlandsementti
RAW	pyörivän tuolin pyörän kestävyys
RH	relative humidity
RWFC	pyörivän tuolin pyörän kestävyys, kun taso on päällystetty lattiapäällysteellä
SH	pinnan kovuus
SR	synteettinen hartsitasoite
URL	engl. Uniform Resource Locator, verkkosivun osoite
UV	ultravioletti
E	kimmokerroin

# 1. JOHDANTO

## 1.1 Tutkimuksen tausta

Lattiapinnoitteita on jo pitkään käytetty teollisuuskohteissa ja toisarvoisissa tiloissa parantamaan betonilattian ominaisuuksia. Suomessa onkin hyvä ja laaja ohjeistus siitä, kuinka pinnoite tulee asentaa ja suunnitella betonilattian pintamateriaaliksi. Myös pinnoitevalmistajat ovat antaneet omat vaatimuksensa pinnoitteen alustaksi tulevalle betonilattialle. Nykyään pinnoitteet ovat kuitenkin yleistyneet myös julkisten rakennusten lattian pintamateriaaleina. Julkisissa rakennuksissa kuten sairaaloissa, kouluissa, kauppakeskuksissa ja toimistoissa lattian ulkonäölle asetetaan korkeammat vaatimukset kuin teollisuudessa. Koska pinnoitteet ovat ohuita pintamateriaaleja, ne eivät kykene peittämään alustansa epätasaisuuksia vaan saattavat jopa korostaa niitä. Koska betonin pinta on kovin työlästä tehdä riittävän taseiseksi pinnoitteille, on lattia usein tasoitettu ennen pinnoitusta. Kun lähtee etsimään tietoa siitä, millainen tasoite soveltuisi parhaiten pinnoitteen alle huomaa pian, ettei tasoitevalintaan löydy selkeää ohjeistusta.

Suomessa ei siis tällä hetkellä ole juuri ohjeistusta siitä, kuinka suunnitella ja toteuttaa lattiarakenne, jossa tasoitteen päälle tulee pinnoite. Kuitenkin tällaisia rakenteita tehdään paljon juuri julkisten tilojen lattioihin, joiden pinnantasaisuudelle on asetettu korkeat vaatimukset. Aina lattiatasoitteen ja -pinnoitteen yhteensovittaminen ei ole sujunut ongelmitta, vaan rakenteita on jouduttu korjaamaan jo rakentamisvaiheessa.

## 1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset

Suomen Betonilattiyhdistys ry:llä on ollut jo useamman vuoden ajan tavoitteena tehdä ohjeistus lattiatasoitteiden ja -pinnoitteiden yhteensopivuudesta sekä suunnittelu- että toteutusvaiheen tueksi. Tämän diplomityön tavoitteena onkin aloittaa aiheen tutkiminen ja luoda ohjeistusta tilanteisiin, joissa keskiraskaan käytön alaiseen lattiaan asennetaan sekä pinnoite että tasoite. Jotta tavoitteeseen päästään on tunnistettava suunnittelussa ja toteutuksessa esiintyvät riskit ja niiden seuraukset sekä keinot näiden riskien välttämiseksi.

Tässä diplomityössä lattiapinnoitteilla tarkoitetaan vain epoksi- akryyli- ja polyuretaanipinnoitteita. Muut lattiapinnoitteet on rajattu tutkimuksen ulkopuolelle, sillä ne ovat harvinaisempia tai niiden alla ei juurikaan käytetä tasoitetta. Tutkimus on myös rajattu koskemaan vain korkeintaan keskisuureen rasitukseen joutuvia lattioita, eli esimerkiksi teollisuuden raskaasti kuormitetut lattiat jäivät pois, sillä niissä ei tavallisesti, pinnoitteen yhteydessä, käytetä tasoitetta. Tutkimuksesta on myös rajattu pois koko lattiarakenteen rakennusfysikaalinen toiminta. Tutkimus kohdistuu siis lähinnä tasoitteen ja pinnoitteen rajapintaan sekä tasoitteisiin.

### 1.3 Tutkimuksen toteutus

Tutkimuksessa tutustutaan aiheesta julkaistuun kirjallisuuteen ja artikkeleihin. Myös materiaalitoimittajien ohjeet käydään lävitse. Kirjallisuuslähteiden pohjalta käydään lävitse pinnoitteen tasoitteelle asettamia vaatimuksia sekä työvaiheita, joilla hyvä alusta saavutetaan pinnoitteelle. Näin saadaan tietoa siitä, kuinka lattiatasoitteiden ja -pinnoitteiden yhteiskäytössä esiintyvät riskit voidaan välttää.

Kirjallisuuslähteiden lisäksi tutkimuksessa käydään lävitse esimerkkikohteita, joissa lattiatasoitteen ja -pinnoitteen yhteensopivuutta on tutkittu. Näiden tutkimusten perusteella pyritään tunnistamaan riskejä ja niiden seurauksia, joita lattiatasoitteiden ja -pinnoitteiden yhteiskäytössä esiintyy. Tämän lisäksi tutkimusta varten tehtiin haastatteluja tasoite- ja pinnoitevalmistajille, urakoitsijoille sekä alan asiantuntijoille, sillä tutkimusta tasoitteiden ja pinnoitteiden yhteensopivuudesta ei juuri ole saatavilla. Haastattelujen avulla pyrittiin selvittämään lattiatasoitteiden ja -pinnoitteiden yhteiskäytössä esiintyviä riskejä, niiden seurauksia ja keinoja näiden riskien välttämiseen. Tutkimuksen aikana testattiin myös akryylipinnoitteen soveltuvuutta erilaisten lattiatasoitteiden pintamateriaaliksi vetokokein. Tällä testauksella pyrittiin selvittämään keinoja riskien välttämiseksi. Näiden kaikkien eri tutkimusmenetelmien perusteella luodaan ohjeistus tilanteisiin, joissa lattiapinnoitteen alle tulee tasoite.

## 2. LATTIAPINNOITTEET JA TASOITTEET SEKÄ NIIDEN VAATIMUKSET

Lattian kestävyys mekaanista rasitusta, lämpötilan ja kosteuden vaihteluja vastaan riippuu erityisesti koko lattiarakenteen yhteistoiminnasta. Koska pinnoitteiden kerrosvahvuus on usein hyvin pieni, tulee pinnoitteen alustan olla yhtä luja kuin pinnoittamattomassakin lattiassa, jotta se kestää käytöstä tulevan rasituksen. Alustan lujuusvaatimus voi käyttörasituksen lisäksi johtua myös pinnoitteen muodonmuutoksista. [76, s. 3] Tässä diplomityössä tutkitaan erityisesti betonialustan, lattiatasoitteen ja -pinnoitteen yhteistoimintaa.

### 2.1 Lattiapinnoitteet ja niiden ominaisuudet

Lattiapinnoitteilla ja -päällysteillä on selkeä ero. Lattiapäällysteet ovat tuotteita, jotka asennetaan valmiina tuotteina tai viimeistelyä vaille valmiina tuotteena lattian pintarakenteeksi. Lattiapäällysteen paksuus on yleensä ennalta määrätty tuotteen ominaisuus. Sen sijaan lattiapinnoitteiden paksuus voi vaihdella tietyissä rajoissa. Pinnoite on lattialle levitettävä pintakerros, joka saavuttaa lopulliset ominaisuuksensa vasta levittämisen yhteydessä tai sen jälkeen. [10, s. 38] Pinnoitteet voidaan vielä jakaa erilaisiin pohjusteisiin ja maaleihin, jotka ovat tavallisesti paksuudeltaan 50–250 µm, varsinaisiin pinnoitteisiin, joiden paksuus on 0,3–0,5 mm, massoihin, joiden paksuus on 1–4 mm, hiertomassoihin, joiden paksuus on yli 3 mm sekä pintalakkauksiin tai -maaluksiin. [50, s. 21] Lattian pinnoitustyössä on käytössä paljon kemikaaleja. Kuten kemikaaleilla yleensä niin myös pinnoitteilla on terveysvaikutuksia, joten niiltä tulee suojautua ja niitä tulee käsitellä asianmukaisesti. [1]

Lattiapinnoitteet eli polymeerimassat ovat pintakäsittelyaineita. Niille on ominaista, että ne levitetään lattialle eri viskositeetin omaavina massoina. Kun lattiapinnoite kovettuu, tarttuu se alustaansa ja muodostaa saumattoman lattiapinnan, joka kestää kovaakin kulutusta. Yksikomponenttiset tuotteet voivat kovettua joko fysikaalisesti tai kosteuden vaikutuksesta. Fysikaalisessa kovettumisessa massasta haihtuu liuotin, mikä seurauksena tuote kovettuu. Kosteus kovettuvalle tuotteelle kovettumiseen riittää ilmakosteus, joka reagoi tuotteen kanssa. Kaksikomponenttiset tuotteet kovettuvat puolestaan sideaineen reagoiessa kovetteen kanssa. [11, s. 9, 57–59]

Yleensä pinnoitteet sisältävät vähintään kaksi eri ainekerrosta, pohjusteen ja varsinaisen pinnoitteen. Tartuntaa parannetaan levittämällä alustaan pohjuste eli primeri, joka lisäksi estää alkuvaiheen huokosten ja kuplien muodostumisen sekä tasoaa alustan huokosia. [11, s. 9, 57–59] Pohjusteet ovat yleensä matalaviskositeetisempia kuin varsinainen pinnoite, joten ne kykenevät tunkeutumaan paremmin alustan pieniinkin huokosiin ja halkeamiin. [16, s. 19–20] Pohjusteet myös lujittavat alustansa pintakerroksia, jolloin alusta kestää paremmin siihen kohdistuvat rasitukset [50, s. 20]. Osa pohjusteista kykenee toimimaan niin sanottuna suoja-vyöhykkeenä pinnoitteelle. Pohjusteet voivat nimittäin estää kosteuden ja kosteuden mukana kulkevien suolojen siirtymisen pinnoitteeseen. [16, s. 19–20]

Lattiapinnoitteissa on vähintään kaksi toisistaan selkeästi erottuvaa faasia. Nestemäisempi on polymeeriä, joita yleensä käytetään pinnoitteiden sideaineena ja kiinteä aine on pinnoitteen runkoaine. Hierrettävissä massoissa on niin paljon jäykkää runkoainetta, että ne eivät ilman hierontaa kykene tasoittumaan. Itsestään siliävät massat tulee puolestaan levittää ja tasoittaa, jonka jälkeen ne nimensä mukaisesti siliävät itsestään. [11, s. 57–59]

Lattiapinnoitteiden sideaineet voidaan luokitella joko luonnon polymeereihin ja synteettisiin polymeereihin monomeerin alkuperän mukaan tai orgaanisiin ja epäorgaanisiin polymeereihin. Polymeerit koostuvat eripituisista ja myös haarautuneista makromolekyyleistä, jotka tarttuvat toisiinsa suhteellisen heikoilla vety- ja dipoliosidoksilla sekä dispersiivoimilla. Makromolekyylit voivat myös muodostaa välilleen vahvoja kovalenttisia sidoksia, minkä takia polymeeri silloittuu verkkomaiseksi rakenteeksi. Makromolekyylit koostuvat sadoista tai tuhansista monomeereistä, jotka kiinnittyvät toisiinsa kovalenttisin sidoksin. Monomeerit ovat polymeerin rakenteessa uudelleen toistuva atomiryhmä eli toistuva yksikkö. Makromolekyylit ovat pitkiä, joten niiden amorfiset ja järjestäytyneet kiteiset alueet vuorottelevat. Makromolekyyleillä on pienempiin molekyyleihin verrattuna monia hyviä ominaisuuksia, kuten kiinteä olomuoto, veteen liukenemattomuus, lujuus, taipuisuus, helppo työstettävyys sekä sitkeys, jotka ovatkin tyypillisiä pinnoitteille. Makromolekyyliden pituus sekä amorfisten ja kiteisten alueiden suhde periaatteessa määrittelee polymeerin ominaisuudet. Mitä pitempiä makromolekyylit ovat ja mitä enemmän niissä on kiteisiä alueita, sitä korkeampi on niiden pehmenemislämpötila, tiheys, jäykkyys ja kovuus. [11, s. 57–59] [21, s. 113–144]

Pinnoitteessa kiinteänä esiintyvä aine on polymeerimassan runkoaine. Pinnoitteissa oleva runkoaine on yleensä kvartsihiekkää, joka on värjäämätöntä tai vär-



jättyä. [16, s. 7] Tämän lisäksi lasi- ja rautakiillehiukkasia sekä kuituja, lasikuitumattoja, [16, s. 7] luonnonhiekkaa tai muita kulutusta kestäviä mineraaleja, kuten korundia [5], voidaan käyttää pinnoitteen runkoaineena. Side- ja runkoaineiden lisäksi pinnoitteet sisältävät pigmenttejä, jotka antavat väriä ja peittävyttä sekä voivat suojata alustaansa korroosiolta. Pigmentit erottavatkin lakan maalista ja pinnoitteesta, sillä lakat eivät sisällä pigmenttejä. Muita yleisiä aineita, joita pinnoitteet voivat myös sisältää ovat ohenteet, liuottimet sekä erilaiset lisäaineet ja täyteaineet, joilla saadaan räätälöityä polymeerin halutut ominaisuudet. Pinnoitteiden kovettumisreaktio saadaan aikaan kovettajan avulla, joka on usein orgaaninen peroksidi. [11, s. 57–59] [21, s. 113–144]

Pinnoitusjärjestelmälle annetaan pintakäsittely-yhdistelmä työselityksissä ja piirustuksissa. Pintakäsittely-yhdistelmään merkitään standardin tunnus, pintakäsittely-yhdistelmän etuliite, numero, sideainetyypin tunnus, kuivakalvon nimellispaksuus, alustatyyppi, alustan esikäsittelyaste sekä johtavuusluokka. Pinnoitusjärjestelmälle määritellään myös rasitusluokka, joka määrää muun muassa kunnossapitovälin. [20, s. 3–6]

Eri rasitustiloihin soveltuvat erilaiset pinnoitteet. Keskisuuren rasituksen alaiseksi joutuvaan lattiaan suositellaan käytettäväksi muun muassa epoksi- ja polyuretaanihartsista valmistettuja liuotteettomia maaleja, lakkoja ja pinnoitteita, jotka levitetään telalla. Näiden pinnoitteiden kerrospaksuus on tyypillisesti 100–500 µm. Myös itsesiliäviä muovimassat, joissa on kvartsi- tai luonnonhiekkatäyte soveltuvat keskiraskaisiin tiloihin. Näiden pinnoitteiden tyypillinen kerrospaksuus on 1,0–4,0 mm ja ne levitetään lastalla sekä tasoitetaan piikkitelalla. Samanlaista levitystapaa käytetään myös sementtipolymeerimassoissa, jotka myös soveltuvat keskiraskaaseen käyttöön. Sementtipolymeerimassojen tyypillinen kerrospaksuus on yli millimetrin. Pieniin rasituksiin puolestaan soveltuvat ohuemman kerrospaksuuden omaavat pinnoitteet, joita ovat imeytyvät tuotteet kuten lakat ja ohennettavat maalit. Puolestaan suuriin rasituksiin joutuvaan lattiaan soveltuvat hierrettävät muovimassat, joiden kerrospaksuus on yli 3 mm. [10, s. 39]

Tässä diplomityössä käsitellään pinnoitteista ainoastaan epoksit, akryylit ja polyuretaanit. Muut pinnoitteet on jätetty diplomityön ulkopuolelle, sillä niiden kanssa ei yleensä käytetä tasoitetta tai niitä ei käytetä yleensä kohteissa, joissa pinnan esteettisillä ominaisuuksilla olisi suuri merkitys. Tämän takia seuraavaksi käsitellään ainoastaan epokseja, polyuretaaneja ja akryyleja.

### 2.1.1 Epoksit

Epoksi on kertamuovi, jota ei voi muokata enää asennuksensa jälkeen. Epoksi keksittiin jo 1930- luvulla, ja sitä on käytetty etenkin teollisuuslattioissa kestävyytensä ja tarttuvuutensa ansiosta. Epoksien hyvinä ominaisuuksina pidetään erinomaista tartuntaa, hyvää kemiallista, kulutuksen sekä lämmön kestoja, muokattavuutta eri käyttötarkoituksiin, työajan säädettävyyttä sekä kostean alustan kestoja. Sen sijaan huonoja epoksin ominaisuuksia ovat allergia ihokontaktissa, huono (UV)-säteilyn kesto, kovettimien syövyttävyyden, huono kovettumiskyky viilleissä olosuhteissa ja hauraus. [47, s. 30–31] Epoksien lämpölaajenemiskerroin on noin kolme kertaa betonin suuruinen, joten suuret lämpöshokit, joita tulee esimerkiksi höyrypuhdistuksesta, aiheuttavat suuria jännityksiä epoksinnoitteen ja betonin rajapintaan. Tämän vuoksi epoksinnoite saattaa irrota alustastaan, jos siihen kohdistuu suuria lämpötilan vaihteluita. [94, s. 4–8]

Epoksit voidaan luokitella kahdella eri tavalla. Yksi tapa on luokitella ne niissä käytettävän epoksinhartsityypin mukaan. Pitkään käytössä ollut bisfenoli A on suurimolekyylisenä epoksina jäykkä. Sen sijaan uudempi bisfenoli F omaa matalan viskositeetin pienimolekyylisyytensä ansiosta. Epokseissa käytettävä hartsin kostuu bisfenoli A- tai F:stä tai niiden seoksesta ja epikloorihydriinistä. Epoksit voidaan myös luokitella liuottimen mukaan. Epokseja on vesiohenteisia, liuotinohenteisia ja liuotteettomia. Vesiohenteiset epoksit päästävät vesihöyryn kulkemaan lävitseen. Vesiohenteisille epokseille on myös ominaista niiden voimakas kutistuminen. Liuotinohenteisia epokseja sen sijaan käytetään pääasiassa lakkana, pohjusteena tai hierrettävän epoksin pintalakkana. Liuotin ohenteiset epoksit ovat tiiviitä, joten ne eivät päästä lävitseen vesihöyryä, ja niillä on hyvät tartuntaominaisuudet. Liuotteettomilla epokseilla on myös hyvät tartunta ominaisuudet. Ne kestävät kohtalaisesti kemikaalirasitusta ja mekaanista rasitusta. Pääsääntöisesti massamaisilla epokseilla on hyvä hankaavan mekaanisen rasituksen kestävyys sekä hierrettävillä epokseilla on erittäin hyvä mekaanisen rasituksen kestävyys. Hierrettävät epoksit kestävät myös lämpöshokkeja, kunhan pinnoitteen paksuus on riittävä. Hierrettävien epoksien kemikaalien kestävyys riippuu pitkälti pintalakan ominaisuuksista. [11, s. 25–26]

Lattiaepoksin valmistajat lisäävät hartsin erilaisia lisäaineita, muun muassa ilmanpoistajaa, pintajännityksen alentajaa, väripigmenttiä sekä ohennetta. Lisäksi epokseissa käytettäviä täyteaineita ovat kalsiumkarbonaatti, talkki ja kvartsihiekkä. Näin saadaan valmistettua ominaisuuksiltaan erilaisia epokseja, jotka sopivat eri kohteisiin. [47, s. 38]

Epoksin kovettaja koostuu amiineista. Esimerkiksi betonipinnoille tarkoitetuissa epokseissa käytetään yleensä kovettimena polyamideja, alifaattisia amiineja, amiiniadduketuja, sykloalifaattisia amiineja, amidoamiineja sekä polyoxypropyleeni-amiineja [16, s.8]. Kovetinaineeseen lisätään usein reaktion kiihdyttäjää ja bentsyylialkoholia. Bentsyylialkoholi höyrystyy yli + 30 °C lämpötilassa. Tämän takia sitä yleensä markkinoidaan liuotinainevapaana tuotteena. Bentsyylialkoholi ei ole liuotin, mutta se kuitenkin haihtuu ajan myötä pinnoitteesta. Haihtumisen seurauksena pinnoitteen lujuus, kulutuskestävyys ja vedenkestävyys alenevat sekä pinnoite saattaa halkeilla tai kuroutua. Sen sijaan reaktiivinen ohenne ei haihtu vaan jää osaksi lattiapinnoitetta, jolloin päästöt madaltuvat. Kuitenkin osa reaktiivisista ohenteista voi heikentää pinnoitteen kestävyyttä. Epoksit muodostavat tartunnan alustaansa kovettumisensa aikana. Kun kovetin ja hartsit reagoivat keskenään muodostavat ne hydroksyyliä, jonka avulla epoksi tarttuu alustaansa. Hydroksyylin määrä riippuu voimakkaasti hartsin ja kovettimen seossuhteista. [47, s. 30–32, 38] [16, s. 7–8]

### 2.1.2 Polyuretaanit

Pääsääntöisesti polyuretaanit soveltuvat elastisuutensa ansiosta myös joustaville alustoille. Elastisina pinnoitteina polyuretaanit kestävät myös pieniä halkeamia, joita ne kykenevät siloittamaan. Poikkeaman tähän ominaisuuteen tuovat yhdistelmäpolyuretaanit, joilla elastisuutta ei juurikaan ole. Polyuretaanit kestävät hyvin kulutusta, iskuja ja kemikaaleja sekä muodostavat vesitiiviin pinnan. Osa polyuretaaneista on herkkiä auringon UV-säteilylle. UV-säteily voi aiheuttaa esimerkiksi värisävyn muutoksia polyuretanipinnoitteessa. [11, s.26]

Yksikomponenttiset polymeerit ovat tyypillisesti lakkoja ja maaleja, jotka kosteuskovettuvat. Kovettimena yksikomponenttisissä polyuretaaneissa käytetään isoforeeni-di-isosyanaattia (IPDI) [32, s. 27]. Kaksikomponenttisiä polyuretaaneja on kahdenlaisia. Niistä toisessa käytetään metyleeni-difenyylidi-isosyanaattia (MDI) tai 1,6-heksametyyleeni-di-isosyanaattia (HDI) ja polyolia ja toisessa latenttia kovettinta. Vaikka latentin kovettimen aktivoi kosteus, niin silti se on erityisen herkkä työnaikaiselle kosteudelle. [11, s. 26] Isosyanaatti on puolestaan erittäin reaktiivista ainetta, joten sen reagoiminen muiden aineiden kanssa on estettävää. Reaktiivisuutensa takia isosyanaatti tulee esimerkiksi sekoittaa erikseen puhtaalla väliaineistöllä ennen pinnoittamista. Isosyanaatti voi olla alifaattista tai aromaattista. Aromaattisesta isosyanaatista tehdyt polyuretanipinnoitukset kellastuvat ja lii- tuuntuvat valon vaikutuksesta toisin kuin alifaattisesta isosyanaatista koostuvat polyuretanipinnoitukset. [16, s. 8]

Kostealla alustalla polyuretaani reagoi välittömästi pinnassa olevan kosteuden kanssa, jolloin se ei kykene tunkeutumaan betonin huokosiin. Tämän takia polyuretaanin tartunta kosteaan alustaan jää heikoksi. Polyuretaanin pohjusteena käytetäänkin yleensä epoksipohjaista pohjustetta, jolla on hyvä tartunta ja joka ei reagoi kosteuden kanssa sekä kestää hyvin alkalisuutta. Epoksipinnoitteeseen verrattuna polyuretaanilla on heikompi kulutuksenkestävyys. [47, s. 44] Toisaalta polyuretaanien raaka-ainevalikoima on suurempi, joten niiden ominaisuuksia on helppo muokata. Tämän lisäksi polyuretaanipinnoitteet kestävät yleensä UV-säteilyä paremmin ja ovat elastisempia kuin epoksipinnoitteet. [32, s. 26] Polyuretaanin kovettumisreaktio on melkoisen hidas ja kovettuakseen polyuretaanipinnoite vaatii lämpimät olosuhteet. Polyuretaanipinnoitteita käytettäessä tulisi asentajan käyttää kemikaalisuodattimilla varustettua naamaria tai raitisilmanaamaria. [47, s. 44] Polyuretaaneissa käytetty isosyanaatti voi aiheuttaa ihmiselle allergiaa ja jopa astman. [1]

### 2.1.3 Akryylit

Akryylipinnoitetta on alettu käyttää 70-luvulla elintarviketeollisuudessa sen nopean kovettumisen, päästöttömyyden sekä hygieenisyyden ansiosta [47, s. 42]. Akryyleissa kovettimina käytetään peroksideja. Muita komponentteja akryyleissa ovat tyydyttymätön akryylihartsi, jossa on kaksoissidoksia sekä metyyylimetaakrylaattimonomeeri (MMA). Yleensä akryyliä käytetään hierrettävänä massana. Markkinoilta on myös saatavilla ohuita telattavia akryylipinnoitteita ja itsesiliäviä akryylipinnoitteita. [11, s. 26–27]

Akryyleille yhteisiä ominaisuuksia ovat hyvä tartunta alustaan, mekaanisenrasituksen kestävyys sekä iskunkestävyys. Ne kovettuvat nopeasti, mikäli ilmanvaihto on riittävä, ja niitä voidaan käyttää myös alhaisissa lämpötiloissa. Osalla akryyleistä on myös hyvä lämmönsietokyky. Akryylipinnoite ei kuitenkaan kestä kovinkaan hyvin aromaattisia ja kloorattuja liuottimia. [11, s. 26–27] Tosin muita kemikaaleja ja UV-säteilyä akryyli kestää hyvin. Akryylin huonoina ominaisuuksina pidetään 6–7 % kutistumaa ja sen kovettimen aiheuttamaa riippuvuutta asentajalle. Akryyliä asentaessa tulee käyttää antistaattisia (ESD) työvaatteita ja kenkiä, suojalaseja ja ruskeilla suodattimilla varustettua hengityssuojainta, joka suojaa myrkyllisiltä kaasuilta. Tämän lisäksi akryylin käsittely-ympäristön tulee olla räjähdysuojattu (ATEX). [47, s. 42–43]

## 2.2 Pinnoitteiden asettamat lujuus- ja kulutuskestävyysvaatimukset alustalleen

Pääsääntöisesti Suomessa yleiset pinnoitusohjeet on annettu tilanteisiin, joissa pinnoitteen alustana on betoni, jonka sideaine on rakennesementti. Tilanteisiin, joissa pinnoitteen alla on tasoite, ei juurikaan ole erillistä ohjeistusta saatavilla vaan tällaiset tilanteet tulisi käsitellä erikseen materiaalikohtaisesti. Yleisesti voidaan sanoa, että alustan tulee täyttää pinnoitustyön, pinnoitemateriaalin ja tilan käytön asettamat vaatimukset. Jotkin vaatimukset voivat olla samoja eri alustamateriaaleilla ja toiset taas ovat materiaalikohtaisia.

Pinnoitteen alustan yhtenä vaatimuksena on riittävän lujan ja kovan alustan tarjoaminen. Yleensä tämä vaatimus täyttyy helposti betonilla. [12] Suomessa riittävänä pinnoitettavan lattiabetoni lujuusluokkana pidetään C25/30. Lattiabetonia ei tulisi valita liian lujaksi, sillä korkealujuusbetoneita pinnoittaessa on törmätty ongelmiin pinnoitteen tartunnan kanssa. Koska pinnoitteet kuivuessaan tarttuvat lujasti kiinni alustaan, niin alustalta vaaditaan hyvää pinnan kohtisuoraa vetolujuutta. [10, s. 42–43] Esimerkiksi epoksit kutistuvat kuivuessaan ja voivat jopa repiä itsensä irti alustastaan [32, s. 9]. Yleensä pinnoitteen tartuntalujuus on betonin vetolujuutta suurempi. Tasoitteita ei suositellakaan käytettäväksi pinnoitteiden alla, osittain heikon vetolujuutensa takia. [10, s. 42–43] Myös erilaiset pinnoitteen ja alustan lämpölaajenemiskertoimet vaativat alustalta vetolujuutta. Pinnoitevalmistajat antavatkin tuotteilleen enimmäispaksuuksia ja korkeimpia käyttölämpötiloja, joissa tuotetta saa käyttää, jotta lämpölaajenemisesta ei aiheutuisi ongelmia. [16, s. 5] Pinnoitetyypin lisäksi lujuusvaatimuksia asettaa lattiaan kohdistuva rasitus. [10, s. 42–43]

(FeRFA) on antanut omat suosituksensa alustan lujuuksista. Sen mukaan alustan lujuuden tulisi olla myös vähintään  $25 \text{ N/mm}^2$ , mutta tämä voidaan alittaa, mikäli betoni- tai tasoitepinnan vetolujuus on yli  $1,5 \text{ N/mm}^2$  [15, s. 13]. Toisaalta Iso-Britannian standardissa BS 8204-1 pinnoitettavan lattian betoniksi esitetään vähintään C35-luokan betonia, jossa on vähintään  $300 \text{ kg/m}^2$  sementtiä. Tasoitteelta kuitenkin vaaditaan vain  $25 \text{ N/mm}^2$  lujuutta ja  $1,5 \text{ N/mm}^2$  pinnan vetolujuutta. [12] Suomessa pinnoitteen tartuntalujuuden vähimmäisarvo riippuu pinnoitteen ominaisuuksista. Halkeamia silloittavilla pinnoitteilla tulee tartuntalujuuden minimissään olla yli  $0,8 \text{ N/mm}^2$  ja muilla pinnoitteilla yli  $1,5 \text{ N/mm}^2$ . Pinnoitevalmistajat voivat toki antaa näistä poikkeavia arvoja, joita tulee noudattaa. [10, s. 45] Ominaisuuksiin perustuva tartuntalujuusvaatimus on järkevä, sillä siten ei rakenteita ylimitoiteta ja tasoitevalinta voidaan tehdä useamman tuotteen väliltä.

Ennen pinnoitusta tasoitelattian laadunvaihtelut tulisi selvittää terävällä esineellä tasoitteen pintaa raaputtaen. Mikäli heikkoja kohtia löytyy, voidaan lujuus varmistaa vetokokeella. Betonialustan pinnan vetolujuus eli tartuntalujuus voidaan määrittää standardin SFS 5446 [82] mukaan. [10, s. 45] Tasoitteen tartuntalujuus voidaan puolestaan määrittää standardin SFS-EN 13892-8 [90] mukaan. Pinnoitteen tartuntalujuudesta voidaan varmistua standardin SFS-EN 1542 mukaan tehdyllä kokeella [10, s. 45]. Tämän lisäksi lattian lujuus voidaan testata helposti käyttäen kimmovasaraa [15, s. 13].

Kulutuskestävyysvaatimus pinnoitteen alustalle voidaan asettaa samaksi kuin pinnoittamattomalle betonialustalle. Tällä pyritään varmistamaan se, että alustan pinnalla on riittävä lujuus pinnoitettavissa lattioissa. [11, s. 43] Kulutuskestävyysluokkia on neljä. Ensimmäisiin kahteen kuuluvat erittäin raskaan ja raskaan teollisuuden lattiat. Kolmas luokka koskee keskimääräiseen kulutukseen joutuvia lattioita ja neljäs kevyesti liikennöityjä lattioita. Keskiraskaaseen kulutukseen joutuvalta lattialta vaaditaan Böhme-luokituksen kulutuskestävyydestin arvoa A12. By45 esittää myös työmenetelmiä, joilla kulutuskestävyysluokat voidaan saavuttaa. Nämä menetelmät ovat kuitenkin määritelty ainoastaan betonille. [10, s. 23] Koska tasoitteiden kulutuskestävyys ilmoitetaan ainoastaan kulutuspinnaksi soveltuville tasoitteille, niin tasoitteiden kohdalla kulutuskestävyysvaatimus rajaisi monia tuotteita pois. Tasoitteiden kulutuksenkestävyyden määrittämiseen on myös kolme eri tapaa, joista Böhme on yksi. Tämän takia kulutuskestävyyttä on hankala vaatia pinnoitettavilta tasoitteilta. Kuitenkin, jos tasoitteen Böhme-kulutuskestävyys on ilmoitettu, niin tulisi sen täyttää vaatimukset.

### **2.3 Käyttörasituksesta tulevat lujuusvaatimukset lattialle**

Koska erilaisilla tiloilla on erilaiset käyttötarkoitukset, joutuvat niiden lattiat erilaisen rasituksen kohteeksi. Tilankäyttötarkoituksesta koituvat rasitukset tulee ottaa koko lattiarakennetta suunniteltaessa huomioon. Tämän takia tilankäyttötarkoitus vaikuttaa myös lattiatasoitteen ja -pinnoitteen valintaan. Lattiatasoite ja -pinnoite tulisikin aina valita tapauskohtaisesti, jotta saavutettaisiin kestävä lopputulos.

Lattiaan kohdistuvat rasitukset jaetaan kolmeen luokkaan, jotka ovat pienet rasitukset, keskisuuret rasitukset ja suuret rasitukset. Rasitukset koostuvat pääasiallisesti lattian käytöstä tulevasta mekaanisesta kuormituksesta, joka kohdistuu lattian pintakerrokseen. Tämän takia rasitukset määräytyvät käyttötilan mukaan. Pienen rasituksen käyttötiloja ovat asuintilat sekä niihin verrattavat tilat. Keskisuuren

rasituksen käyttötiloja ovat koulut, liiketilat sairaalat ja toimistot. Suuren rasituksen käyttötiloja ovat erikoistilat, liikennetilat, teollisuustilat ja varastotilat. [10, s. 40–41]

Käytöstä aiheutuvat pienet rasitukset vaativat alustalta vähintään  $0,2\text{--}0,6\text{ N/mm}^2$  vetolujuutta, keskiuuret rasitukset vaativat vähintään  $1,2\text{ N/mm}^2$  [10, s. 43] tai  $1,5\text{ N/mm}^2$  [28, s. 9] vetolujuutta ja suuret rasitukset vähintään  $2\text{ N/mm}^2$  [10, s. 43] tai  $2,5\text{ N/mm}^2$  [28, s. 9] vetolujuutta. Mikäli keskiuuri rasitus aiheutuu pyöräliikenteestä, joka on kevyttä toimistokäyttöä suurempaa, ei tasoitteen käyttöä enää suositella. Kun suuret rasitukset ovat kyseessä, tasoitteen käyttöä tulisi erityisesti välttää. Jos tasoitetta kuitenkin halutaan käyttää, niin tulee valita sellainen erikoistasoite, joka täyttää rasituksesta tulevan vetolujuusvaatimuksen. [10, s. 43]

## 2.4 Erityisesti tasoitteelle asetettuja vaatimuksia

Koska tasoite on ohut rakennekerros heti pinnoitteen alla, on sille asetettu aivan omia vaatimuksia, jotta lattiarakenne toimisi. Tasoitekerroksen tulee olla kauttaaltaan kiinni betonialustassaan, mikäli lattia aiotaan pinnoittaa. Tartunnan voi helposti todeta koputuskokeen avulla. Mikäli tasoitteesta löytyy kopo kohta ei sitä voida sellaisenaan pinnoittaa. [10, s. 45] Hyvällä tartunnalla kyetään myös estämään tasoitteen käyristyminen ja siitä sekä kuormituksen yhteisvaikutuksesta johdettavat halkeamat [8, s. 21]. Pinnoitettavan tasoitteen tulee olla betonialustassaan kiinni eikä esimerkiksi toimia kelluvana rakenteena [12].

Iso-Britannian standardissa BS 8204-1 ohjeistaa, että sementtipohjaisen tasoitteen tulisi olla myös polymeerimodifioitua. Myös tasoitteen yhteensopivuus pinnoitteen kanssa tulisi aina varmistaa. Joissain tapauksissa pinnoitteen tyyppi tai paksuus voi asettaa tasoitteelle erilaisia vaatimuksia. Näistä vaatimuksista saa lisätietoja pinnoitevalmistajilta. [12]

Yleensä pinnoitteet ovat hyvin alkalinkestäviä, sillä ne on suunniteltu asennettavaksi betonin päälle. Kuitenkin alkalit voivat reagoida joidenkin pinnoitteiden kanssa. Esimerkiksi alkydit eivät yleensä siedä korkeaa emäksisyyttä. [16, s. 5] Tämän takia voi olla perusteltua käyttää matala-alkalista tasoitetta. Matala-alkalisten tuotteiden käytössä on myös se etu, että muutkin pintamateriaalit yleensä sopivat niiden päälle, jos lattian pintamateriaalia halutaan tulevaisuudessa vaihtaa.

## 2.5 Valmiin pinnan ulkonäköön ja toiminnallisuuteen vaikuttavia tekijöitä

Lujuusvaatimusten lisäksi pinnoitteen alustalle asetetaan säännöllisyysvaatimuksia. Useinkaan betonialustan normaalilla viimeistelyllä ei saavuteta riittävän tasaista ja sileää alustaa pinnoitteelle. Jotta riittävän hyvä alusta saataisiin betonilla aikaan, tulee valun pinta viimeistellä erityistekniikalla. Jos pinnoite ja tilan käyttötarkoitus sallivat säännöllisen epätasaisuuden, korkeita tasaisuusvaatimuksia ei ole tarpeen ottaa käyttöön. [12] Kuitenkin julkisissa tiloissa vaaditaan usein sileää lattiapintaa ulkonäkösyistä.

Koska polymeeripinnoitteet ovat suhteellisen ohuita lattian pintamateriaaleja, jotka myötäilevät alustaansa, niille asetetut suoruus- ja tasaisuusvaatimukset ovat myös pinnoitteen alusmateriaalin vaatimuksia. Käyttötarkoitus määrittelee yleensä lattian pinnan suoruus- ja tasaisuusvaatimukset. Suoruusluokkaa valittaessa tulisi tarkoin pohtia parantaako se lattian käytettävyyttä, sillä yleensä suurempi lattia tarkoittaa lisää kustannuksia. [10, s. 47] Lattian vaakasuoruusvaatimuksia on neljä eri luokkaa A<sub>0</sub>, A, B ja C, joista A<sub>0</sub> on vaativin. Suoruusvaatimukset on esitetty julkaisussa by45 [7]. Lattiaa arvioitaessa on 95 % tuloksista täytettävä vaatimus ja jäljelle jäävän viiden prosentin on täytettävä seuraavan luokan vaatimus. Lattian tasaisuutta voidaan myös arvioida samoja luokkia käyttäen. [10, s. 19–21] Tämän lisäksi julkaisussa SisäRYL 2013 on esitetty kolme luokkaa tasoitetun lattian tasaisuudelle [74, s. 117]. Nämä suoruus- ja tasaisuusvaatimukset perustuvat kuitenkin lähinnä lattian toiminnallisuuteen eivätkä ulkonäköön, joten niitä käyttämällä ei välttämättä saada riittävän hyvää lopputulosta julkisten rakennusten lattioihin.

Ohuen kerrospaksuuden takia myös pinnoitettavan pinnan karheus ja sileyys näkyvät pinnoitteen läpi. Tämän takia itsesiliävien polymeeripinnoitteiden ja sitä ohuempien pinnoitteiden kohdalla betonin pinta tulisi hiota. Paksujen pinnoitteiden kohdalla alustan karheus on todettu eduksi, sillä silloin massa tarttuu alustaansa paremmin. Pinnan sileyttä tarkastellaan silmämääräisesti sekä käsin tunnustelemalla. Yleisimmät poikkeamat pinnan sileydessä löytyvät lattian ja pystyrakenteen rajan läheisyydestä. [11, s. 35–36] The International Concrete Repair Institute (ICRI) on kehittänyt luokituksen pinnoitettavien betonilattioiden pinnan profiilille. Profiililuokkia eli CSP-luokkia on yhteensä yhdeksän. Vertailukappaleet on käsitelty joko happopeittaamalla, hiomalla, sinkoamalla, jyrsimällä tai hakkaamalla. ICRI antaa suosituksia eri pinnoitteiden alustan esikäsittelystä. [16, s. 18] Kuitenkaan tätä luokitusta ei voida suoraan käyttää tasoitteille, sillä tasoitteiden pinnat yleensä vain hiotaan eikä niihin käytetä järeämpiä käsittelyjä. Tasoitteen pinnan ei



myöskään haluta yleensä olevan kovin elävä, vaan ennemmin vain hieman karhea. Osa tasoitteista myös kiillottuu entistä sileämmäksi hiottaessa. Tämän takia olisi hyvä, jos myös tasoitteille saataisiin oma karheusluokitus, joka ottaisi huomioon tasoitteiden ominaisuudet ja käytetyt käsittelymenetelmät.

Käyttörasituksista tulevien lujuusvaatimusten lisäksi lattialta voidaan vaatia pyörärasituksen kestoja. Pyörärasituksen kestoja voidaan tutkia erikseen laboratoriossa toimistopyörille standardin SFS-EN 425 [91] mukaan ja teollisuuspyörille standardin SFS 3939 [81] mukaan. Toimistopyöräkoetta soveltuu ainoastaan pinnoitteen testaamiseen. Sen sijaan teollisuuspyöräkoetta voidaan tutkia betonin, tasoitteen ja pinnoitteen yhteistoimintaa. Pieniin ja keskisuuriin rasituksiin tarkoitetuilla latioilla riittää yleensä vetolujuusvaatimuksen täyttyminen, mutta toimistopyöräkoetta voidaan toteuttaa erikoistapauksissa. Sen sijaan suurten rasitusten alaisuuteen joutuville latioille on suositeltavaa toteuttaa teollisuuspyöräkoetta. [10, s. 45–46]

## 2.6 Pinnoitettavan lattian pinnan puhtaus

Jotta pinnoitustyö voidaan suorittaa, tulee alustan olla vapaa irtonaisesta, pinnassa kiinni olevasta sekä pintaan imeytyneestä liasta ja haitallisista aineista, jotka heikentävät tartuntaa. Alustan puhtaudella on nimenomaan suuri merkitys polymeripinnoitteen tartuntaan. Pinnassa oleva sementtiliiman ja hydratoitumattoman sementin sekä jälkihoitoaineiden voidaan ajatella olevan samanlainen ongelma kuin likaisuus pinnoitteen tartunnan kannalta. [11, s. 36] Riittävä alustan puhtaus voidaan todeta tummalla pyyhkeellä. Mikäli pyyhkeeseen jää paljon kiinni vaaleaa jauhetta, niin pinnoite ei välttämättä kykene tarttumaan alustaansa riittävän hyvin. Mikäli alustassa epäillään olevan öljyä tai rasvaa, niin alustalle voidaan kaataa vettä. Mikäli vesi jää lammikoiksi eikä leviä tasaisesti, niin alustassa saattaa olla tartuntaa heikentäviä aineita. [16, s. 18]

## 2.7 Pinnoitettavan alustan kosteus

Pinnoitteen tartuntaan vaikuttaa ratkaisevasti myös alustan kosteus. Lattian kosteuspitoisuus olisikin tarkistettava mittaamalla ennen pinnoitusta. Riittävän alhaisen kosteuspitoisuuden toteamiseen ei sovellu pintakosteusmittari, vaan mittaus tulee tehdä joko porareistä tai betonista otetusta näytepalasta suhteellisen kosteuden mittaamiseen tarkoitettulla kalibroidulla laitteella SisäRYL 2013 [74] ja RT 14-10984 [73] mukaan. Tarkempia ohjeita kosteusmittaukseen antavat julkaisut

”Betonirakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen” sekä ”Betonirakenteiden päällystäminen ohjeet” [11, s. 29–30, 36]

Lattioista mitataan kosteuspitoisuuksia muun muassa sen takia, että tiedetään voiko lattian pinnoittaa. Kosteusmittauksella varmistutaan siltä, ettei pinnoite joudu alttiiksi liian suurelle kosteusrasitukselle. Tämän lisäksi kosteusmittauksella voidaan arvioida rakenteen kuivumiskutistuman kehittymistä. Pinnoitteet eivät juuri kestä suura alustan kutistumia, vaan saattavat irrota kuivumiskutistumasta tulevien tartuntavetolujuutta suurempien vetojännityksien seurauksena. [11, s. 29] [41, s. 426] Tämän takia pinnoitteen muodonmuutoskyvyn tulee olla suurempi kuin kuivumiskutistuma pinnoittamisen jälkeen. Alustan kuivumiskutistuma on erityisesti vesiohenteisten epoksinpinnoitteiden ongelma, sillä ne sallivat alusrakenteen kuivumisen diffuusiolla lävitseen. [28, s. 25, 75]

Yleensä pinnoitteet vaativat, että alusta on kuiva, vaikka pinnoitteet ja niiden pohjusteet pääsääntöisesti tarttuvat hyvin kiinni myös kosteaan alustaan. Pinnoitteet ja niiden pohjusteet muodostavat kuitenkin yleensä tiiviin kalvon, jonka lävitse rakenne ei pääse enää kuivumaan. Rakenteen sisään suljettu kosteus voikin aiheuttaa myöhemmin ongelmia. Suurimmalle osalle pinnoiteta riittää, että alustan kosteus ei ole kapillaarisella alueella eli kosteus on alle 97 % ja että alustan pinta on kuiva. [28, s. 75] Pinnoitteen tulee keretä kiinnittyä alustaansa ja lujittua ennen kuin alustan kosteuspitoisuus nousee. Korkean kosteuspitoisuuden omaavilla pinnoitteilla alustan kosteuspitoisuus ei useinkaan ole kriittinen tekijä pinnoituksen kannalta. Sen sijaan erityisen kosteuserkkien pinnoitteiden kohdalla tulisi kosteuspitoisuusmittaus suorittaa arvostelumittaussyvyydeltä. Arvostelumittaussyvyydeltä saadun kosteuspitoisuuden arvon tulee alittaa epätarkkuudet mukaan lukien pinnoitteen kriittinen kosteusarvo. [11, s. 30]

Alalla on testattu betonialustan kosteuden vaikutusta pinnoitteen tartuntaan, sillä on pitkään ollut käsitys, että kosteus vaikuttaa heikentävästi pinnoitteen kiinnipysyvyyteen. Tutkimuksen mukaan polyuretaanien tartunta heikkenee, jos alustan kosteus kasvaa. Sen sijaan epoksinpinnoitteiden tartunta jopa parani kosteuden kasvaessa. Saatujen tulosten perusteella kosteuden vaikutusta tartuntaa pidettiin uskottua pienempänä. Pinnoitteiden alustaltaan vaatimissa kosteusraja-arvoissa on myös liian paljon varmuutta. Tästä voi olla peräti haittaa, sillä työssä saattaa huomio kiinnittyä liiaksi kosteusraja-arvojen täyttämiseen eikä onnistumisen kannalta oikeasti tärkeisiin työvaiheisiin. Suurempana tartuntaan vaikuttavana tekijänä pidetäänkin työn suoritusta. Alustan alhaisella kosteuspitoisuudella saadaan kuitenkin parannettua lattian onnistumisen kokonaisvarmuutta. Tämän takia varsinkin

laajalle alalle pinnoitusta tehtäessä tulisi kosteusarvojen olla tuotteen vaatimusten mukaiset. Toisaalta pienet paikkakorjaukset voivat onnistua kosteammallekin alustalle, jos muut työvaiheet tehdään huolella. Tutkimuksessa huomattiin myös, että ohennettu ja alhaisen viskositeetin omaava pohjuste kykenee tunkeutumaan paremmin kuivaan betoniin. Saatujen tulosten perusteella suositeltiin, että pinnoitteiden vesihöyrynläpäisevyys tulisi huomioida kosteuden arviointisyvyyttä valittaessa ja kosteusraja-arvoja annettaessa. Vesihöyryä läpäisevien ja kosteutta kestävien pinnoitteiden kohdalla alustan kosteutta ei välttämättä tarvitsisi mitata. Tällaisilla pinnoitteilla pinnoitettavuuskosteus saavutetaan, kun alustassa ei ole irtonaista vettä ja betonin pinta on vaalea. [77]

Epoksinpinnoitteet sietävät yleensä hyvin kosteutta. Alustan kosteus ei kuitenkaan saisi, suurinta osaa tuotteita käytettäessä, olla yli 97 %, sillä silloin kosteus liikkuu rakenteessa kapillaarisesti. Kapillaarinen kosteus voi aiheuttaa pinnoitteeseen osmoottisten kuplien muodostumisen. Yleensä osmoottiset kuplat johtuvat maaperästä nousevasta kosteudesta. [28, s. 75]

Suuri osa polyuretaanipinnoitteista on herkkiä kosteudelle. Polyuretaanipinnoitteiden alle muodostuu herkemmin osmoottisia kuplia ja ne vaativatkin alustaltaan peräti alle 90 % suhteellista kosteutta. Sementtipolymeeripinnoitteet tekevät tähän kuitenkin poikkeuksen ja vaativat kosteaa alustaa, jotta pinnoitus onnistuisi. [28, s. 75] Mikäli polyuretaanipinnoitteen alla käytetään epoksinpohjaista kostean pinnanpohjustetta, niin polyuretaanipinnoite voidaan asentaa tämän päälle, vaikka alustan kosteus olisi korkeampi. Pohjuste estää kosteuden siirtymisen tällöin alustasta pinnoitteeseen. Kuitenkin tulee huomioida, että rakenteesta pitää kosteuden päästä poistumaan tässä tapauksessa toista reittiä.

Betonilattian tasoittaminen lisää lattian kosteuspitoisuutta, sillä tasoitemassa sisältää vettä. Tasoitetta käytettäessä lattian kosteuspitoisuus tulisi mitata vasta tasoittamisen jälkeen. [11, s. 30] Tasoitteen alle jäävän betonin kuivumiskutistumasta tulee olla suurin osa tapahtunut ennen tasoitusta [12]. Tasoitteet ovat yleensä nopeasti kuivuvia ja kovettuvia tuotteita. Kuivumisaikaan vaikuttaa kuitenkin merkittävästi tasoitteen ominaisuudet, kuivumisolosuhteet ja -ympäristö. Esimerkiksi ympäröivän ilman ja tasoitealustan kosteus sekä lämpötila ja tasoitekerroksen paksuus ja tasoitteen ominaisuudet vaikuttavat kaikki tasoitteen kuivumisaikaan. Suurin osa tasoitteista kuivuu 1–5 vrk:ssa, mutta markkinoilla on myös pikatasoiteita, jotka voivat kuivua jopa muutamassa tunnissa sekä paksuja massoja, joiden kuivuminen voi kestää useamman viikon ajan. Tämän lisäksi alusbetonin ominaisuuksilla on vaikutusta. Suuren kosteuspitoisuuden omaavaa alustaa tasoite ei juuri

kastele. Toisaalta todella matalan kosteusarvon omaavaa alustaa tasoitettaessa ei tasoite välttämättä nosta rakenteen kosteutta yli raja-arvon. Myös alhaisella vesisementtisuuhteella saavutettu tiivis betonialusta ei ime kosteutta tasoitteesta niin paljon kuin kovin huokoinen betoni. [28, s. 43–44]

## 2.8 Lattiatasoitteet ja niiden koostumus

Tasoite on tarkoitettu rakennusosien tasoittamiseen [75, s.2]. Tasoitekerroksen käytölle voi olla useampia eri syitä. Tasoitteella voidaan esimerkiksi nostaa lattian pinta haluttuun tasoon, tehdä sopiva alusta halutulle pintamateriaalille tai tasoite voi itsessään toimia kulutuspinna. [15, s. 21]

Lattiatasoitteita on saatavilla pumpattavina tai käsin levitettävänä tuotteina. Käsin levitettävät tasoitteet ovat joko hienotasoitteita, yleistasoitteita tai oikaisutasoitteita. Hienotasoitteiden kerrospaksuus on 0–5 mm ja niitä käytetään yleensä pienten tai keskisuurten rasiusten tiloissa. Yleistasoitteiden kerrospaksuus on 1–30 mm ja niitä käytetään yleensä keskisuuren rasiuksen tiloissa kuten oikaisutasoitteitakin. Oikaisutasoitteiden kerrospaksuus on suurin käsin levitettävistä tasoitteista, peräti 3–50 mm. Pumpputasoitteiden kerrospaksuus on myös 3–50 mm ja niitä käytetään yleensä pienten tai keskisuurten rasiusten tiloissa. [28, s. 42]

Koska tuotevalmistajat hakevat tasoitteelleen patentteja, niin yleensä tuotteiden tarkat reseptit ovat salaisia. Tästä syystä tasoitevalmistajat ovat itse vastuussa tuotteensa valmistuksesta, tyypistä, laadusta, seossuhteista ja raaka-aineiden sekoituksesta. [9, s. 5] Tämän takia tasoitteiden tarkasta kemiallisesta koostumuksesta ei ole paljoa tietoa, joten tasoitteiden ja pinnoitteiden kemiallisesta yhteensopivuudesta ei voida juuri tehdä päätelmiä ennen kokeiden tekemistä.

Tasoitteet ovat joko valmistasoitteita tai kuivatasoitteita. Valmistasoitteita voi käyttää sellaisenaan, mutta kuivatasoitteisiin tulee lisätä vesi. [75, s. 2] Tasoitteet koostuvat sideaineesta, runkoaineesta, lisäaineista, seosaineista ja vedestä. Tasoitteet voidaan jaotella niissä käytettyjen sideaineiden perusteella: sementti (CT), kalsiumsulfaatti (CA), magnesiitti (MA), asfaltti-mastiksi (AS) ja synteettiset hartsit (SR). [85, s. 7–8] Tyypillisesti pumpattavissa itsesiliävissä tasoitteissa käytetään sideaineena joko sementtiä tai kalsiumsulfaattia [9, s. 5]. Tässä diplomityössä käsitellään lähinnä sementtipohjaisia lattiatasoitteita, sillä ne ovat yleisimmin käytössä. Myös kipsipohjaisiamassoja eli kalsiumsulfaattitasoitteita tutkitaan.

Sementtipohjaiset tasoitteet koostuvat joko betonista, jonka kiviaines on hyvin pieni tai polymeerimodifioidusta sementistä [15, s. 21]. Sementtipohjaisten tasoitteiden sideaineena käytettävä sementti on usein portlandsementtiä (CEM I), (CEM I 32,5 R), seossementtiä, portlandmasuunikuonasementtiä (CEM II / A-S), (CEM II / B-S), portlandlentotuhkasementtiä (CEM II / A-V) (CEM II / B-V) tai portlandkalkikivisementtiä (CEM II / A-L), (CEM II / A-LL), sulfaatin kestävää portlandsementtiä tai kalsiumaluminaattisementtiä. Tasoitevalmistajat ovat kehittäneet myös eri sementtien seoksia sekä omia sementtejä, joilla saavutetaan tuotteen nopea kuivuminen ja kovettuminen. [8, s. 9] Perinteisestä portlandsementistä (OPC) valmistetuilla tasoitteilla on korkeampi pH-arvo kuin aluminaattisementillä (CAC) kiihdytetyillä tasoitteilla [30]. Aluminaattisementin lujuudenkehitys tapahtuu portlandsementtiä huomattavasti nopeammin, joten sitä käytetään yleensä nopeasti kovettuvissa tuotteissa. [48]

Kalsiumsulfaattitasoitteet ovat yleensä pumppaamalla asennettavia tuotteita. Yleensä kipsitasoitteet myös ovat itsestään siliäviä ja vaativat vähemmän työstöä kuin sementtipohjaiset tasoitteet. Kipsitasoitteita ei voida käyttää itsessään kuluuspintana vaan niiden päälle tulee aina asentaa pintamateriaali. Ennen pintamateriaalin asennusta kipsitasoitteen pinta tulee kuitenkin aina käsitellä. Kipsitasoitteet eivät sovellu varsinkaan kosteiden sementtipohjaisten tuotteiden päälle. Mikäli kipsitasoite pääsee kostumaan kerran kuivuttuaan, niin se menettää lujuutensa toisin kuin sementtipohjainen tasoite. Kalsiumsulfaattipohjaiset tasoitteet eivät kuitenkaan kutistu yleensä yhtä paljon kuin sementtipohjaiset tasoitteet. Kipsitasoitteiden minimipaksuudet ovat kuitenkin yleensä huomattavasti suuremmat kuin sementtipohjaisten tasoitteiden. Yleensä ajatellaan, etteivät kipsipohjaiset tasoitteet sovellu käytettäväksi lattiapinnoitteiden kanssa. Mikäli kipsitasoite kuitenkin halutaan pinnoittaa, niin tulee valmistajaan olla yhteydessä. [14, s. 4, 6–7]

Sementtipohjaisen tasoitteen kiviainekset seulotaan usein 0/4 mm seulalla. Tasoitteissa suositetaan hienoainepitoisuuden raja-arvoluokkaa 1 sekä 0,500 mm seulan läpäisy massaprosenttia, joka on lähellä (MP):tä eli 20...66 m-%. Mikäli tasoite asennetaan pumppaamalla, niin työ on tehokkainta, kun vähintään 15 m-% kiviaineksestä läpäisee seulan 0,250 mm. Käytetyn kiviaineksen tulee olla standardin SFS-EN 13139 + AC [84] mukaista. [8, s. 10, 27]

Tasoitteissa käytetään paljon erilaisia lisäaineita. Tasoitteissa käytettävät lisäaineet eivät saa vaikuttaa tasoitemassan lujuuteen heikentävästi. Lisäaineet eivät myöskään saa muodostaa haitallisia aineita muiden ainesosien kanssa tai aiheuttaa korroosioriskiä. Jos useampaa lisäainetta aiotaan käyttää samassa tuotteessa,

tulee niiden yhteensopivuus varmistaa. [8, s. 11] Koska betonissa käytettävän notkistimen on havaittu heikentävän pinnoitteen tartuntaa [50, s. 10], niin mikäli tasoitteissa käytetään samanlaisia notkistimia, niiden vaikutus tartuntaan olisi myös syytä tutkia. Tasoitteisiin lisätään usein vaahdon esto- ja poistoaineita. Estoaineet estävät vaahdon muodostumista ja poistoaineet poistavat tuotteen sekoituksessa tulleen ilman massasta. Vaahdonestoaineista piöllyjen on havaittu haittaavan tasoitteen päälle asennettavan pinnoitteen tartunnan muodostumista. [13, s. 199–202] Tasoitteiden ominaisuuksia parannetaan monilla muillakin lisäaineilla, joita tässä ei mainittu. Koska tasoitteiden reseptit ovat salaisia, pinnoitteiden kanssa yhteensopimattomien tuotteiden löytäminen on hankalaa.

Lattiatasoitteisiin voidaan myös lisätä kuituja tai teräsverkkoja. Niiden tarkoitus on hallita halkeamien muodostumista tasoitteeseen. Metallikuitujen tulee olla alkalien kestäviä, jos tasoite on sementtipohjaista [9, s. 5], ja niitä ei voida käyttää yhdessä kipsitasoitteiden kanssa [14, s. 4]. Myös polymeerikuituja voidaan käyttää tasoitteissa. Muovikuitujen tarkoitus on ainoastaan halkeilun hallinta ja niitä ei käytetä rakenteellisiin tarkoituksiin. [14, s. 6] Itsestäänsiliävien, pumpattavien tasoitteiden kanssa voidaan käyttää myös alkalinkestäviä lasikuituverkkoja, jotka asennetaan alustalle ennen tasoittamista [14, s. 6].

## 2.9 Lattiatasoitteille ilmoitettavat ominaisuudet

Harmonisoidussa tuotestandardissa SFS-EN 13813 [85] on käyty lävitse sisätilojen lattiarakenteissa käytettävien ei rakenteellisten tasoitteiden testattavat ominaisuudet. Erilaisia testattavia ominaisuuksia on 15 kappaletta. Se mikä ominaisuus on kunkin tasoitteen kohdalla velvollista, valinnaista tai tarpeetonta testata, riippuu käytetystä sideaineesta. Eri ominaisuudet, joita tasoitteista voidaan testata ovat puristuslujuus (C), taivutusvetolujuus (F), Böhmen kulutuskestävyys (A), BCA-kulutuskestävyys (AR), pyörivän tuolin pyörän kestävyys (RWA), pinnan kovuus (SH), tunkeumakovuus (IC) tai (IP), pyörivän tuolin pyörän kestävyys, kun taso on päällystetty lattiapäällysteellä (RWFC), sitoutumisaika, kutistuma ja painuma, leviämä, pH-arvo, kimmokerroin (E), iskunkestävyys (IR) sekä tartuntalujuus (B). [85, s. 8]

Sementtipohjaisille tasoitteille tulee ilmoittaa tuotteen puristuslujuus ja taivutusvetolujuus. Mikäli sementtipohjainen tasoite on tarkoitettu kulutuspinnaksi, tulee sille ilmoittaa myös Böhmen kulutuskestävyys tai BCA-kulutuskestävyys tai pyörivän tuolin pyörän kestävyys. Tunkeumakovuutta ei ole sementtipohjaiselle tasoitteelle

tarpeen ilmoittaa ja muut ominaisuudet valmistaja voi ilmoittaa halutessaan. [85, s. 8]

Myös kalsiumsulfaattipohjaiselle tasoitteelle tulee puristus- ja taivutusvetolujuus ilmoittaa. Näiden lisäksi valmistaja on myös velvollinen ilmoittamaan tuotteensa pH-arvon. Kalsiumsulfaattipohjaisille tasoitteille ei ole tarpeen ilmoittaa tunkeumakovuutta tai iskunkestävyyttä, mutta muut ominaisuudet voi valmistaja halutessaan ilmoittaa. [85, s. 8]

Lattiatasoitevalmistajan tulee ilmoittaa nimikkeessä ainakin velvoittavien ominaisuuksien luokka tai tyyppi. Nimikkeessä voidaan mainita, jos lattiatasoitteen valmistuksessa on käytetty kovia runkoaineita, polymeerejä tai kuituja. Esimerkiksi polymeerimodifioidun sementtipohjaisen tasoitteen, jonka puristuslujuus on 50 N/mm<sup>2</sup>, taivutusvetolujuus on 15 N/mm<sup>2</sup> ja tartuntalujuus on 2 N/mm<sup>2</sup> nimike on EN 13813 Polymer-modified CT-C50-F15-B2. [85, s. 8]

Koska työmaaolosuhteet eivät vastaa laboratorio-olosuhteita, niin työmaalla ei välttämättä saavuteta samoja ominaisuuksien arvoja kuin laboratoriossa. Tähän vaikuttaa muun muassa sekoitustapa ja välineistö, tiivistystapa sekä kovettumisolosuhteet. [85, s. 8] Työmaalla tasoitteen alusta saattaa myös olla hyvin epätasainen, jolloin tasoitekerroksen paksuus vaihtelee eri kohdissa. Tasoitteen lujuusluokat voidaan saavuttaa ainoastaan riittävillä kerrospaksuuksilla [30].

Tasoitteiden puristuslujuusluokat ilmoitetaan kirjaimella C, joka tulee sanasata Compression, sekä lukuarvolla. Esimerkiksi C50-luokan tasoitteen puristuslujuus on 50 N/mm<sup>2</sup>. Eri puristuslujuusluokat lattiatasoitteille ovat C5, C7, C12, C16, C20, C25, C30, C35, C40, C50, C60, C70 ja C80. Sementtipohjaisten, kalsiumsulfaatti- ja magnesiittitasoitteiden valmistajat ovat velvollisia ilmoittamaan tuotteensa puristuslujuuden. [85, s. 9]

Tasoitteen taivutusvetolujuusluokat ilmoitetaan kirjaimella F, joka tulee sanasta Flexural, sekä lukuarvolla. Esimerkiksi F6- luokan tasoitteen taivutusvetolujuus on 6 N/mm<sup>2</sup>. Eri taivutusvetolujuusluokat lattiatasoitteille ovat F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F10, F15, F20, F30, F40 ja F50. Sementtipohjaisten, kalsiumsulfaatti- ja magnesiittitasoitteiden valmistajat ovat velvollisia ilmoittamaan tuotteensa taivutusvetolujuuden. [85, s. 9]

Sekä puristuslujuuden, että taivutusvetolujuuden arvot määritellään standardissa SFS-EN 13892-2 [86]. Nämä arvot mitataan 28 päivän ikäisestä tasoitteesta. Mikäli tasoitemassa kuitenkin saavuttaa kaikki ilmoitettavat ominaisuutensa aikaisem-

min, niin testit voidaan tehdä myös aikaisemmin. Nopeammalla aikataululla säävutettävistä ominaisuuksista voidaan laittaa merkintä tuotteen nimikkeeseen. [86, s. 5–6] Sellaisten tasoitteiden alkulujuus kehittyy yleensä nopeimmin, joiden ominaislujuudet ovat suuret ja jotka ovat nopeasti reagoivia [30]. Useinkaan työmaalla tasoitteita ei asenneta 28 päivää ennen pinnoitusta. Tämän takia tasoitteen lujuus saattaa olla huomattavasti alhaisempi kuin mitä suunnitelmat edellyttävät. Mikäli tasoitteen lujuusominaisuuksia valittaessa määräävimpänä tekijänä on ollut pinnoitteen kuivuessaan aiheuttamat rasiukset, niin tästä voi ilmetä ongelmia. Ongelmia voi esiintyä myös, jos heti pinnoituksen jälkeen lattiaa aletaan kuormittaa raskeasti siten, että tasoite ei ole vielä kehittänyt lujuuttaan 28 päivän tasolle.

Tasoitteen kulutuskestävyyden määrittämiseksi on kolme erilaista tapaa. Sementtipohjaisilla tasoitteilla kulutuskestävyys ilmoitetaan, jos tasoite on tarkoitettu kuluuspinnaksi. Tätä varten materiaalivalmistaja valitsee kolmesta testaustavasta yhden. Synteettisten hartsitasoitteiden kulutuskestävyys mitataan joko BCA-kulutuskestävyydestillä [88] tai pyörivän tuolin pyörän kulutuskestävyydestillä [89]. Böhmen [87] kulutuskestävyyttä merkitään kirjaimella A, joka tulee sanasta Abrasion, sekä lukuarvolla. Esimerkiksi A12-luokan tasoitteen kuluneen materiaalin määrä on  $12 \text{ cm}^3 / 50 \text{ cm}^2$ . Eri Böhmen kulutuskestävyysluokat ovat A22, A15, A12, A9, A6, A3 ja A1,5. BCA-kulutuskestävyyttä merkitään kirjaimilla AR, jotka tulevat sanoista Abrasion Resistance, sekä lukuarvosta. Esimerkiksi AR1-luokan tasoitteen kuluman maksimisyvyys on  $100 \mu\text{m}$ . Eri BCA-kulutuskestävyysluokkia ovat AR6, AR4, AR2, AR1 ja AR0,5. Pyörivän tuolin pyörän kulutuskestävyyttä merkitään kirjaimilla RWA, jotka tulevat sanoista Rolling Wheel Abrasion. Esimerkiksi RWA10-luokan tasoitteen kuluneen materiaalin määrä kokeessa on  $10 \text{ cm}^3$ . Eri pyörivän tuolin pyörän kulutuskestävyys luokat ovat RWA300, RWA100, RWA20, RWA10 ja RWA1. [85, s. 9–10]

Tasoitteen tartuntalujuus ilmoitetaan kirjaimella B, joka tulee sanasta Bond, sekä lukuarvolla. Esimerkiksi B1,0-luokan tasoitteen tartuntalujuus on  $1,0 \text{ N/mm}^2$ . Eri tartuntalujuusluokat ovat B0,2, B0,5, B1,0, B1,5 ja B2,0. Tasoitteen tartuntalujuus tulee ilmoittaa vain hartsipohjaisille tasoitteille. Sen sijaan sementtipohjaisten, kalsiumsulfaatti- ja magnesiittitasoitteiden tartuntalujuuden ilmoitus on vapaaehtoinen. [85, s. 12] Tämä johtunee siitä, että hartsipohjaisen tasoitteen tartuntalujuus on yleensä suurempi kuin muiden tasoitteiden. Testaus tulee suorittaa standardin SFS-EN 13892-8 [90] mukaisesti. Samaa menetelmää voidaan käyttää myös tasoitteen pinnan vetolujuuden määrittämiseksi [15, s. 13].



Lattiatasoihteille voi valmistaja ilmoittaa myös erityisominaisuuksia. Tällaisia erityisominaisuuksia ovat sähkövastus (ER), kemiallinen kestävyys (CR), palokäyttäytyminen, korroosiota aiheuttavien aineiden vapautuminen tai tasoihteiden aiheuttama korrosio, vesihöyryn läpäisevyys, lämmönvastus, veden läpäisevyys, askelääneristävyyden äänen absorptio ja muut ominaisuudet. [85, s. 12–13] Erityisominaisuuksista kemiallinen kestävyys on pinnoitteen ja tasoihteen yhteistoiminnan kannalta merkittävin ominaisuus.

Valmiin tasoihteen ominaisuuksia voidaan tutkia erilaisin menetelmin. Tasoihteen kosteutta voidaan tutkia näytepala- tai porareikämenetelmällä [73, s. 1–2]. Mikäli pinnoite vaatii alustaltaan kosteuden osalta ainoastaan pinnan kuivuutta, niin kosteusmittaus voidaan suorittaa pintakosteudenosoittimella [28, s. 33, 81]. Koska osa tasoihteista sitoo kemiallisesti suurimman osan niihin lisätystä kosteudesta, niin suhteellisen kosteuden mittaus näistä tasoihteista ei ole mielekäästä. Tällaiset tasoihteet ovat usein nopeasti pinnoitettavissa, vaikka niiden suhteellinen kosteus olisikin korkea. Markkinoilta kuitenkin löytyy kalsiumkarbidiin perustuva kosteudenmittausmenetelmä, niin kutsuttu CM-testi eli karbidimenetelmä, joka ei mittaa tasoihteeseen sitoutuneen kosteuden määrää. Tämän takia testi soveltuukin hyvin osalle tasoihteista. [14, s. 10] Kosteusmittauksena tämä testi ei ole kuitenkaan Suomessa hyväksytty menetelmä ja sen epätarkkuus tulee muistaa.

Myös tasoihteen lujuusominaisuuksia voidaan tutkia. Tasoihteen puristuslujuutta voidaan tutkia muun muassa kimmovasaralla [83]. Standardissa SFS 5446 [82] esitetään betonin ja sen alustan välisen vetolujuuden ja betonin vetolujuuden määrittämiseksi menetelmä, jota voidaan soveltaa myös tasoihteille. Mikäli tällä menetelmällä tutkitaan tasoihteen ja betonin välistä tartuntavetolujuutta, niin näytteenotto tekee reiän tasoihteeseen, joka tulee paikata. Tasoihteen tartuntaa alustaan voidaan myös testata karkeasti vasaroimalla [9, s. 18]. Jos kopoja kohtia löytyy, niin tasoihte on näistä kohdista irti alustastaan [9, s. 18]. Sekä tasoihteen pinnan vetolujuutta että tasoihteen tartuntalujuutta alustaansa voidaan tutkia standardin SFS-EN 13892-8 [90] mukaisella menetelmällä [15, s. 13]. Tämäkin menetelmä tosin rikkoo tasoihteen pinnan, joten se tulee paikata ennen pinnoitusta. Mikäli tasoihte on jo keretty pinnoittamaan ja tasoihteen ja pinnoitteen välinen tartuntalujuus halutaan selvittää, voidaan se tehdä standardin SFS-EN ISO 4624 [93] mukaan. Standardin mukainen testi mittaa pinnoitteen irrottamiseen tai murtamiseen vaadittavaa alustaansa kohtisuoraa olevaa minimivetojännitystä. Saatuun tulokseen ei vaikuta ainoastaan pinnoitteen ominaisuudet vaan myös esimerkiksi alusta ja olosuhteet. [93, s. 5] Useille tartuntavetolujuuskokeille on yhteistä se, että niitä varten hiottuun

koealueeseen porataan rengasmaisen ura, joka vastaa vetonastan kokoa. Tämän jälkeen uran keskelle jääneen sylinterin päähän liimataan vetonasta. Kun liima on kuivunut, vetokoe voidaan suorittaa vetolaitteella. Vetolaitteen kuormitusta kasvatetaan ja laite antaa murtumahetkellä vaikuttaneen voiman arvon newtoneina. Kun tämä arvo jaetaan vetonastan pohjan pinta-alalla, saadaan tartuntavetolujuuden arvo. [52, 90] Tartuntavetolujuuskokeiden lisäksi maalipinnoitteiden irtoamiskestävyyttä voidaan myös arvioida standardin SFS-EN ISO 2409 [92] mukaisella hilaristikkokokeella, mutta tämä menetelmä ei varsinaisesti ole tartunnan määrittäminen [92, s. 8]. Myös tasoitteen kulutuskestävyyttä on mahdollista tutkia erilaisin menetelmin. Ohuthie- ja pintahietutkimuksissa selvitetään näytteen laatu ja mahdollisen vaurioitumisen syyt. Yleensä tutkittavana näytteenä on betoni, mutta menetelmää voidaan soveltaa käytettäväksi myös tasoitteiden tutkimiseen. [101, s. 90]

## 2.10 Lattiatasoitteiden ja betonin eroavaisuudet

Vaikka betoni ja tasoite pääasiassa koostuvat samoista raaka-ainesta, sementistä, vedestä ja kivistä, niin ovat ne kuitenkin eri tuotteita. Suurimpana erona on runkoaineen raekoon suuruus. Lattiatasoitteita käytetään myös huomattavasti ohuempina kerroksina kuin betonia ja yleensä lattiatasoiitteet eivät vaikuta lattiarakenteen kuormienkantavuuteen, toisin kuin betoni. Betonin ja tasoitteen päätehtävät ovat myös erilaiset. Betonin päätehtävä on olla osana kantavaa rakennetta ja tasoitteen päätehtävä on yleensä saada aikaan täysin tasainen lattia [9, s. 5].

Pinnoitevalmistajat eivät yleensä anna erillisiä vaatimuksia tasoitealustalle, vaan ainoastaan betonialustalle. Pinnoitteiden betonille asetettu puristuslujuusvaatimus on suuruusluokkaa C25-C30 ja pinnan vetolujuusvaatimus on suuruusluokkaa 1,5 N/mm<sup>2</sup>. Betonille asetettuja vaatimuksia ei kuitenkaan voida suoraan asettaa koskemaan tasoitteita, sillä tasoitteiden runkoaineen raekoko on pääsääntöisesti pienempää ja tasoitteita käytetään paljon ohuempina kerrospaksuuksina. [30]

Lattiatasoiitteet ja betonit käsittelevät kulutuskestävyyttä hieman eri tavalla. Tasoitteen kulutuksen kestävyys voidaan mitata kolmella eri tavalla, Böhme-menetelmällä [87], BCA-menetelmällä [88] tai pyörivän tuolin pyörän kulutuskestävyyssmenetelmällä [89]. Sen sijaan betonin kulutuskestävyys ilmoitetaan yleensä Böhme-menetelmän tuloksena [10, s. 22–23]. Tämän lisäksi betonilattian kulutuskestävyys voidaan mitata teräspyöräkokeella [7, s. 408]. Kulutuskestävyyssmittaukset eivät ole täysin vertailukelpoisia, joten BCA-menetelmän tai pyörivän tuolin pyörän kulutuskestävyyssmenetelmän tuloksille ei ole määritelty kulutuskestävyysluokkia.

## 2.11 Lattiatasoitteen valinta

Jotta voidaan valita kohteeseen sopiva lattiatasoite, tulee suunnittelijan ja työmaan olla tiiviisti yhteydessä tasoitevalmistajaan. Tasoitteen ominaisuuksien tulee olla sellaiset, että se sopii käyttötarkoitukseensa, mutta myös sellaiset, että se voidaan työmaalla asentaa mahdollisimman helposti. [9, s. 3] Yleensä tasoitteita, jotka koostuvat pelkästä sementistä, vedestä ja runkoaineesta ei suositella käytettäväksi pinnoitteiden kanssa. Myöskään kalsiumsulfaattitasoitteet eivät yleensä sovellu pinnoitettaviksi. Kuitenkin markkinoilla on modifioituja erikoistasoitteita, joita voidaan käyttää pinnoitteiden kanssa. [14, s. 3–4]

Kun tehdään valintaa eri tasoitelaatujen välillä, niin tulee huomioida tasoitteen yhteensopivuus pintamateriaalin kanssa. Yhteensopivuus tulisi tarkistaa tasoitevalmistajalta. Tasoitemassaa ja tasoittamistapaa valittaessa tulee ottaa huomioon vaatimukset alustan vaakasuoruudesta ja kaltevuudesta, lattian kuormituksen suuruus ja tasoitteen lujuusominaisuudet sekä valmiin pinnan tasaisuusvaatimukset. [74, s. 115–117] Tasoitetta valittaessa tulee tietää, millaiseen käyttörasitukseen tasoite joutuu. Erityisesti lattian liikennemäärät, -tyyppi ja liikennöinti tiheys vaikuttavat tasoitteen valintaan. Muutkin hyötykuormat tulee huomioida tasoitetta valittaessa. On myös tiedettävä, onko tasoite täysin kuivassa tilassa vai esimerkiksi koko ajan kosteusrasitukselle alttiina. Mahdolliset lattian pintamateriaalitkin asettavat vaatimuksia allaan olevalle tasoitteelle. [9, s. 3] Pintamateriaali voi asettaa vaatimuksia erityisesti tasoitteen pinnan lujuudelle ja tasaisuudelle [74, s. 115–117].

Lattian rakenne asettaa muutenkin rajoituksia valittavalle tasoitteelle. Joskus halutaan, että tasoitteen ja sen alustan välillä on tartunta. Toisinaan tartuntaa ei tarvita. Joskus myös tasoite asennetaan kelluvana eristelevyjien päälle siten, että se ei ole kosketuksissa muihin rakennesein, kuten seiniin tai putkiin. Tasoitekerroksen alustan iällä, luonteella, lujuudella, viimeistelyllä ja materiaalilla on vaikutusta tasoitteen valintaan. Tämän lisäksi tulisi tietää, onko rakenteessa kosteussulkuja. Tasoitekerroksen paksuus myös sulkee pois useita tuotteita. Mikäli tasoitteen alustaan on sen aikaisemman käytön aikana päätynyt tartuntaa heikentäviä aineita, tulee niistä tietää, jotta tasoite ja sen pohjuste sekä työmenetelmät voidaan valita oikein. Joskus tasoitteen alusta vaatii erityisen esikäsitteilyn, joka voi vaikuttaa tasoitteen valintaan. Mikäli tasoite itsessään jää kulutuspinnaksi, niin tasoitteelle tulee voida antaa kulutuskestävyysvaatimukset sekä vaatimukset liukastumisestosta. Työmaa asettaa myös aikatauluvaatimuksia tasoittamiselle, joten tasoitteen tulee kuivua ja lujittua riittävän nopeasti. [9, s. 3]

Jos tasoitetta joudutaan käyttämään, niin valitaan yleensä sementtipohjainen tasoite, mikäli halutaan tehdä ohut tasoitekerros tai käyttökohde on teollisuuden kulutuspinna tai pinnoitettava tasoite tai jos nopea kuivumisaika on tarpeen. Kipsitasoitetta käytetään yleensä, jos haluttu tasoitekerros on paksumpi, kun tasoite ei ole kiinni alustassaan tai on kelluva tai kun aikatauluun sopii pitempi kuivumisaika ennen pintamateriaalin asentamista. Mikäli lattia on maata vasten valettu tai siinä on vielä runsaasti rakennekosteutta, niin tasoitteelle tulee varmistaa normaalin kuivumisen mahdollistavat olosuhteet. Mikäli jo kuivuneeseen tasoitteeseen on mahdollista päästä kosteutta, niin tulee tasoitteeksi ja pohjusteeksi valittava sellaiset tuotteet, jotka kestävät kosteusrasitusta. Esimerkiksi yleensä kipsitasoitteet ja nopeasti kuivuvat sementtitasoitteet eivät sovellu kosteisiin olosuhteisiin. [9, s. 5]

## 2.12 Lattiatasoitteiden alustalleen asettamat vaatimukset

Betonin laatuluokka muuttuu, jos pinnoitettava lattia päätetään tasoittaa. Esimerkiksi maksimissaan keskiraskaaseen kulutukseen joutuvan lattian laatuluokka olisi A-4-30, jos tasoitetta ei käytettäisi. Kun tasoitetta käytetään, niin betonin laatuluokka on C-4-30. Laatuluokan kirjan tarkoittaa tasaisuusvaatimusta, ensimmäinen numero kulutuskestävyysvaatimusta ja viimeinen numero betonin vaadittua lujuutta. [47, s. 12-13]

Alustan olosuhteet tulee tarkistaa ennen tasoitustyöhön ryhtymistä. Yleisten ohjeiden mukaan ilman ja alustan lämpötilan tulee olla + 10-25 °C ja alustan tulee olla ehdottomasti sula. Kohteen lämmitys tulisikin laittaa päälle vähintään viikkoa ennen tasoitustöitä. [23, s. 5, 12] Koska alustan halkeilu aiheuttaa halkeaman myös tasoitteeseen, niin alustan tulee olla riittävästi kuivumiskutistunut ennen tasoitteen asennusta [9, s. 5]. Alustan suhteellisen kosteuden tulisikin olla alle 95 %. [23, s. 5, 12]

Alustassa ei myöskään saa olla tartuntaa heikentäviä epäpuhtauksia kuten pölyä, irtonaista likaa, sementtiliimaa tai rasvaa. [23, s. 5, 12] Mikäli esimerkiksi rasvaa tai öljyä ei saada mekaanisesti poistettua alustasta, niin tulee niiden poistamiseksi käyttää rasvan- tai öljynpoistoaineita valmistajan ohjeen mukaan. Riittävä vaikutusaika, ennen alustan huolellista putsamista rasvan- tai öljynpoistoaineista, on tärkeä hyvän lopputuloksen kannalta. [14, s. 12] Sementtiliiman poistamiseksi suositeltavin tapa olisi sinkopuhdistus, sillä siten saadaan aikaan paras tartuntapinta tasoitteelle. Sen sijaan jyrä tekee betonin pintaan säröjä, joten lujuus näissä kohdissa on alhainen, vaikka tartuntapinta-ala onkin suuri. Timanttihionnalla saa-

daan aikaan melko sileä pinta, joka ei tartunnan kannalta ole paras. Timanttihionalla saadaan kuitenkin heikko sementtiliima poistettua, joten sitäkin voidaan käyttää. [27, s. 26–28]

Tämän lisäksi tulee tarkistaa lattian korkoasema. Lattiassa tulee olla suunnitellut kaltevuudet tai sen tulee olla vaakasuora. Mikäli lattiassa ovat epätasaisuudet ovat niin suuria, etteivät ne ole tasoitevalmistajan ilmoittamien rajojen sisällä, niin lattia tulee näiltä osin oikaista ennen tasoitusta. Jotta oikeaan korkoon päästään hallitusti ja tasoitemassan paksuutta voidaan seurata työn aikana, niin voidaan esimerkiksi piirtää korkomerkit ennen tasoitustyön alkua. [74, s. 116]

Jottei tasoitemassa pääse kulkeutumaan hallitsemattomasti, niin liittyvät rakenteet ja aukot tulee suojata tai tiivistää, mikäli käytetään pumpattavaa tai itsestään siliävää massaa. Tasoitevalmistaja saattaa antaa yleisistä ohjeista poikkeavia vaatimuksia alustalle, joita tulee noudattaa. [74, s.116]

## 2.13 Lattian tasoitustyön suoritus ja reunaehdot

Pintamateriaalin ja alustan väliseen tartuntalujuuteen vaikuttaa suuresti tasoitteen laadun lisäksi myös tasoitustyön laatu. Alusbetonin pinnan laadulla on myös huomattava merkitys. Yleensä tasoitteen kanssa tulee käyttää valmistajan omaa pohjustetta, sillä tartuntalujuus voi heiketä huomattavasti eri valmistajien tuotteita sekoitettaessa. [28, s. 42]

Ennen työhön ryhtymistä tulisi pitää tasoitustyön aloituspalaveri sekä suunnitella ja aikatauluttaa työ. Työhön liittyvät riskit tulisi tunnistaa ja niihin tulisi varautua. Työntekijät tulisi perehdyttää työhön, työmaahan ja työskentelyolosuhteisiin. Tämän lisäksi työntekijöillä tulisi olla riittävä suojavarustus työtä varten. Tasoitustyössä käytetään kypärää, huomiovaatetusta, hanskoja, suojajalkineita ja silmäsuojat sekä kuulosuojaimia, mikäli melutaso niitä edellyttää ja hengityssuojainta pölyävissä työvaiheissa. Jotta tasoitetyö onnistuisi helposti, tulisi kohteessa olla vesikatto, ikkunat ja ovet asennettuina sekä suljettuina ennen työhön ryhtymistä. Urakoitsijan kanssa tulisi tehdä työkohteen vastaanottokatselmus ennen työhön ryhtymistä. Työkohteeseen tulisi järjestää vesi, sähkö, valaistus ja jätteiden keräys. Työhön tarvittava kalusto ja työvälineet sekä materiaalit tulisi tarkistaa ennen työn aloitusta. [23, s. 4–5, 10–12]

Lattiatasoitteita ei tulisi enää käyttää valmistajan esittämän varastointiajan jälkeen. Myöskään kosteuden kanssa tekemisissä ollutta tasoitetta ei tulisi käyttää. Jos tasoitemassaa ei olla säilytetty valmistajan ilmoittamissa varastointiolosuhteissa, niin

tasoitteelle ei ole voimassa enää takuuta. Tasoitemassa olisikin syytä tilata siten, että sen varastointiaika työmaalla olisi mahdollisimman lyhyt. [74, s. 116]

Ensimmäinen osakohde tehdään mallityöksi, joka tarkastetaan katselmuksella. Mikäli katselmuksessa huomataan laadullisia puutteita, ne tulee korjata ennen seuraavaan osakohteeseen siirtymistä. Tasoitustyön laatua verrataan aina mallityöhön työn edetessä. [23, s. 12]

Jotta tasoiheen ja alustan välille saadaan muodostettua luotettava tartunta, tulee alusta pohjustaa valmistajan ohjeen mukaan. Yleensä pohjustuskäsittely tehdään joko ruiskuttamalla tai harjaamalla vähintään yhdestä kolmeen tuntiin ennen tasoihustyön aloittamista. Imeville alustoille pohjustuskäsittely tehdään kahteen kertaan. [23, s. 5] Pohjusteen tehtävänä on estää alustassa olevan ilman siirtyminen tasoihitemassaan ja tasoihteessa olevan kosteuden siirtyminen alustaan. Näin tasoihitemassan pinnasta ei tule reikäinen ja tasoiheen työaika sekä työstettävyyden pysyvät hyvinä eikä tasoihte pääse kuivumaan liian nopeasti. Yleensä epoksi pohjaiset pohjusteet kykenevät muodostamaan paremman tartunnan tasoiheen ja betonin välille kuin polymeeridispersiot. Osa epoksi pohjaisista pohjusteista toimii myös kosteudensulkuna. [9, s. 7, 14]

Työssä tulisi käyttää ammattitaitoista henkilöstä ja työhön tarkoitettuja työvälineitä. Työ tulee suorittaa tasoihtevalmistajan ohjeen mukaan, mutta yleisiä ohjeita on myös annettu tasoihustyöstä. Työssä tulee noudattaa valmistajan antamia sekoitusohjeita esimerkiksi sekoitussuhteen ja -ajan osalta. [74, s. 117] Sekoittaessa tulee pitää huoli siitä, ettei massaan pääse muodostumaan ilmakuplia. Ainesosat tulee lisätä valmistajan määräämässä järjestyksessä. [9, s. 16] Lisättävän veden tulee olla puhdasta eikä siinä saa olla tasoihteelle haitallisia aineita. Juomavettä voidaan yleensä käyttää. [8, s. 11] Massasta tulee saada aikaan homogeeninen velli, jossa ei ole kokkareita. Sekoitusajan tulee olla riittävän pitkä, jotta kaikki tasoiheen ainesosat kerkeävät aktivoitumaan. [9, s. 16]

Tämän lisäksi muitakin käyttöohjeita tulee noudattaa muun muassa käyttöaikaa ja -lämpötilaa. Suureen osaan tasoihitemassoista voidaan lisätä maksimissaan + 30 °C vettä ja valmiin massan lämpötilan tulee olla välillä + 5–20 °C. [74, s. 117] Ennen tasoiheen levittämistä tulee sen leviämä testata, mikäli tasoihtevalmistaja on antanut leviämälle arvon. Leviämäkuvion halkaisijan tulee olla valmistajan antamien rajojen sisäpuolella.

Kun lattiatasoitus suoritetaan pumppaamalla, tulee sekoitustapa varmistaa tasoitteen valmistajalta. Lattiatasoitetta tulee sekoittaa vähintään 30 sekunnin ajan. Käytettävän veden minimilämpötilan tulee olla + 10 °C. Kylmissä olosuhteissa voidaan käyttää lämmintä vettä, jonka lämpötila on kuitenkin maksimissaan + 40 °C. [23, s. 6] Erityisesti käytettäessä polymeerimodifioituja tuotteita tai nopeasti kuivuvia tuotteita, lisättävän veden määrä tulee olla juuri oikea, jottei tasoitteen ominaisuudet kärsisi [14, s. 13]. Pumpulta tuleva tasoite asennetaan lattialle 30–40 cm leveinä kaistoina. Jotta kaistat valuisivat varmasti yhteen, tulee tasoitemassaa käsitellä esimerkiksi teräslastalla. [23, s. 6] Pinnan käsittely myös parantaa tasoitteen leviävyyttä rikkomalla sen pintajännityksen ja poistaa massassa olevia ilmakuplia. Ohuille tasoitekerroksille soveltuu käytettäväksi piikkitelä, hammaslasta tai pieni ”hevonen”, eli putki. Paksumpien tasoitekerroksien käsittelyyn käytetään yleensä isompaa ”hevosta”. Pumppauksesta pidetään pumppauspöytäkirjaa työn aikana. Pumppauspöytäkirjaan merkitään tasoitteen toimitustiedot, tasoitteen saapumisaikankohta työmaalle, leviämätestin ajankohdat, lisätyn veden määrä sekä leviämätestien tulokset. Tasoitteen leviämätesti tulee suorittaa aina kun työ aloitetaan, taukojen jälkeen, tasoitteen eränumeron vaihduttua ja jos leviämässä havaitaan muutoksia. Leviämätestejä tulisi tehdä muutenkin työn aikana. Tyypillisesti hyvä tahti leviämätesteille on 30 minuutin välein. [9, s. 16]

Käsin sekoitettavat ja itsestään siliävät tasoitteet sekoitetaan porakoneeseen kiinnitetyllä vispilällä tasoitevalmistajan ohjeen mukaan. Kun tasoitemassa on sekoitettu hyvin, kaadetaan se yhtäjaksoisesti lattialle 30–40 cm leveinä kaistoina. Tasoitustyötä tulee jatkaa keskeytyksettä, kunnes yhtenäinen tasoitettava alue on kokonaan valmis. [23, s. 6–7]

Käsin tasoitettavat lattiatasoitteet sekoitetaan kuten käsin sekoitettavat ja itsestään siliävät tasoitemassatkin. Ennen levitystä tulee massan antaa seisoa hetken aikaa, jotta siinä olevat sideaineet kerkeävät liueta massaansa. Tasoitemassan levitykseen käytetään teräslastaa ja työtä jatketaan keskeytyksettä, kunnes yhtenäinen tasoitettava alue on saatu valmiiksi. Käsin levitettävät massat ovat erityisen herkkiä vedolle, joten kuivumisen ajaksi tulisi sulkea avonaiset ovet ja ikkunaukot. [23, s. 7]

Tasoitteita voidaan jälkihoitaa joko levittämällä tasoitteen päälle muovi tai ruiskuttamalla siihen jälkihoitoainetta. Mikäli jälkihoito on tarpeellista, niin suunnittelija määrittelee, kumpaa jälkihoitomenetelmää käytetään. Suunnittelijan tulee määrittellä myös, miten ja milloin mahdollinen jälkihoitoaine tulee poistaa. Tämä johtuu

siitä, että jälkihoitoaineet saattavat haitata pinnoitteiden tartuntaa alustaansa. [14, s. 8]

Työn päätyttyä tulee kalusto puhdistaa heti. Rakenteelliset liikuntasumat sahataan tasoitteeseen, kun se kestää kävelyn. Tasoitteeseen kohdistuva veto tulee estää vuorokaudeksi tasoitteen levittämisestä. [23, s. 8, 12] Osalle sementtipohjaisista tasoitteista riittää vain kuuden tunnin ajanjakso levittämisen jälkeen, jossa olosuhteet eivät ole liian kuivattavat. Ilman suhteellinen kosteus ei saisi laskea tänä aikaa alle 50 %, jotta liian aikaiselta ja nopealta kuivumiselta vältytään. Myös voimakasta auringonpaahdetta tulee välttää. Liian nopea kuivuminen on haitallista, koska tasoite ei kerkeä muodostamaan riittävää lujuutta, joka kykenee vastustamaan tasoitteen kutistumishalkeamien muodostumista. [14, s. 7, 12–13, 17]

Tasoitteen kuivumisolosuhteita tulisi parantaa sen jälkeen, kun tasoite on saavuttanut riittävän lujuuden. Lämmin ilma ja alhainen ilmankosteus tarjoavat parhaat kuivumisolosuhteet tasoitteille. Kun kalsiumsulfaattitasoitteiden pinnasta poistetaan kipsiliimakerros, niin niiden kuivuminen myös nopeutuu. Mikäli tasoitteen pinnassa on pieniä epätasaisuuksia, jotka eivät täytä vaatimuksia, niin voidaan ne hioa pois tai käyttää tarkoitukseen sopivaa tasoitusainetta. [14, s. 12–13, 17] Hionnan aikana pölyn leviäminen tulee estää. Ahtaat kulmat ja seinänvierustat, joihin lattiahiomakone ei mahdu, tulee myös hioa esimerkiksi käsin hiomakivellä. Hionnan jälkeen lattia tulee puhdistaa huolellisesti imuroimalla. Kun työ on valmis tasoitteen tasaisuus, lujuus ja mittatarkkuus tarkastetaan sillä menetelmällä, joka aloituspalaverissa on sovittu. Lopuksi urakoitsija luovuttaa valmiin työn rakennuttajalle. [23, s. 8, 12]



### 3. MATERIAALIVALMISTAJIEN VAATIMUKSET ALUSTALLE JA OHJEET KÄYTÖLLE

Materiaalivalmistajien nettisivuilla on yleensä järjestelmäkohtaiset esitteet sekä eri tuotteiden tekniset tiedot erillisinä esitteinä. Näissä esitteissä yleensä esitetään muun muassa tuotteen käyttöalueet, ominaisuudet, työohjeet ja alustan vaatimukset. Usein tuotteen CE-merkki (Conformité Européenne) liitetään tuotetietojen osaksi. Koska tähän diplomityöhön valikoitui keskiraskaaseen käyttörasitukseen joutuvat lattiat, niin tarkasteluun otettiin tällaisiin kohteisiin suositeltuja pinnoitteita. Tarkasteluun mukaan otetut tasoitteet valitaan pinnoitteiden asettamien vaatimusten ja materiaalivalmistajien antamien suositusten mukaan. Valmistajien ohjeisiin perehtymällä pyritään selvittämään kuinka hyvin valmistajat ovat huomioineet betonialustan vaihtumisen tasoitealustaksi ja antavatko he poikkeavia ohjeita työmenetelmiin, kun tasoitteen päälle tulee pinnoite.

#### 3.1 Akryylipinnoitteiden vaatimukset

Eri valmistajat antavat sivuillaan eri vaatimuksia alustalle. Osa valmistajista ilmoittaa osan vaatimuksista vain pinnoitteen pohjusteen tuote-esitteessä ja osalla vaatimukset on esitetty jo järjestelmäkortissa. Kaikki pinnoitevalmistajat eivät anna nettisivuillaan kaikkien tuotteidensa alustan lujuusvaatimuksia. Sen sijaan alustan kuivuudelle asetetut vaatimukset on yleensä annettu. Yleensä alustan kosteuden tulee olla alle 95 % RH [105][110][111][112][113][114][115][136][157][158], mutta osa vaatii alle 92 % RH tai alle 4 paino-%:n kosteutta [137]. Alustan puristuslujuusvaatimus oli yleensä 25 N/mm<sup>2</sup> tai C25/C30 [105][110][111][112][113][114][115][136][157][158]. Vain harva akryylivalmistaja antoi alustalle pinnan vetolujuusvaatimuksia. Vaatimukset olivat kuitenkin hyvin linjassa yleisten ohjeiden kanssa eli 1,5 N/mm<sup>2</sup> [110][144], mikäli niitä annettiin. Tämän lisäksi osa valmistajista antoi kulutuskestävyysvaatimuksia alustalle. Mikäli kulutuskestävyysvaatimuksia annettiin, tuli alustan kulutuskestävyyden olla luokkaa kolme [112][157][158], mikä vastaa A12 kulutuskestävyyttä. Osalla valmistajista on eritelty vaatimukset alustan mukaan. Joillain vaatimukset on annettu esimerkiksi erikseen puualustoille ja vanhoille sekä uusille betonialustoille. Toiset taas ilmoittavat vaatimuksensa vain betonille. Osalla samat vaatimukset koskevat betoni- ja tasoitealustoja tai betonialustoja ja muita sementtipohjaisia alustoja. Varsinaisesti tasoitteille ei anneta omia vaatimuksia.

Osa akryylivalmistajista suosittelee, että kohteessa tehtäisiin pohjusteen kovettumis- ja tartuntatesti. Erityisesti tätä on suositeltu kohteisiin, joissa on erikoisempi alusta. [137] Tällaisen testin tekemisellä voidaan varmistua siitä, että tuotteet toimivat kemiallisesti yhdessä.

Alustalle asetetaan yleensä myös vaatimuksia, jotka eivät ole numeerisia, vaan niiden tarkastamisen on yleensä aistinvaraista. Akryylivalmistajien ohjeiden mukaan alustan tulee olla rakenteellisesti kestävä, kuiva, puhdas ja vapaa tartuntaa heikentävistä aineista, kuten rasvasta, öljystä, irtoliasta, maalista tai muusta sellaisista [138]. Vastaavat vaatimukset löytyvät käytännössä jokaiselta toimittajalta. Tämän lisäksi osa akryylivalmistajista edellyttää, ettei alustasta saa nousta kosteutta tai paineellista pohjavettä [105]. Vanhalle betonialustalle suositellaan myös huonokuntoisen betonin poistamista [158].

Akryylivalmistajat antavat myös ohjeita, kuinka pinnan esikäsitteily tulisi suorittaa. Sementtiliiman ja kovettumattoman sementin poistamiseen suositellaan usein pintahiontaa tai sinkopuhdistusta, ja alustan epäpuhtaudet tulisi poistaa huolellisella imuroinnilla [157]. Tämän lisäksi alustassa olevat kolot ja halkeamat tulisi täyttää akryylisideaineesta ja täyteaineesta tehdyllä massalla ennen pinnoitusta [158].

### 3.2 Epoksinnoitteiden vaatimukset

Myös epoksinnoitteiden valmistajat antavat nettisivuillaan hieman eri muodoissa olevia vaatimuksia alustalle ja vaatimukset löytyvät eri paikoista valmistajakohtaisesti. Jotkin valmistajat varoittavat, että matala lämpötila ja korkea ilman suhteellinen kosteus kasvattavat pinnoitteen hikoilu-, kirjavoitumis- sekä kuplimisriskiä [173]. Osalle vaatimuksista jotkin valmistajat ovat määritelleet testausmenetelmän. Esimerkiksi alustan kosteuspitoisuus tulisi mitata joko valmistajan omalla kosteusmittarilla, CM-mittauksella tai uunikuivausmenetelmällä [173]. Tasoitteille harvemmin annetaan omia vaatimuksia, vaan tasoite tulisi voida valita betonin vaatimusten mukaan. Tämän lisäksi alustalta vaaditaan usein puhtautta, kuivuutta ja vapautta epäpuhtauksista, kuten liasta, öljystä, rasvasta, vanhoista pinnoitteista ja pintakäsittelyaineista. Alustasta ei myöskään tulisi nousta kosteutta [173] eikä alustassa olevissa huokosissa tulisi olla vettä [140] riippuen tuotteesta. Alustan kosteuden raja-arvot olivat hyvin tuotekohtaisia. Mikäli työskentelylämpötilan alhaisin arvo oli annettu, vaihteli se tuotteiden välillä + 10–+ 15 °C:n tai alhaisin lämpötila oli ilmoitettu kastepisteen mukaan [106][122][123][124][140][141][157][159][162][167][168][173][174][175][176]. Lattian pinnassa oleva heikko betoni tulisi poistaa ennen pinnoitusta ja kaikki alustan

rakkulat, huokokset ja muut poikkeamat tulisi avata sekä täyttää tai korjata sopivalla tuotteella [174].

Epoksivalmistajat antavat myös ohjeistuksia siitä, kuinka alustan esikäsitteily tulisi suorittaa. Esimerkiksi korkeat kohdat voidaan jyrsiä ja pöly sekä irtonainen aines poistaa harjalla tai imurilla [173]. Osa pinnoitteista vaatii tehokkaampaa pölyn poistoa, joten siihen tarkoitukseen on suositeltu teollisuusimuria [157]. Sementtiliiman ja mahdollisesti kovettumattoman sementin poistamiseen pidetään toimivana keinona pintahiontaa, sinkopuhdistusta, hiekkapuhallusta, suolahappopeittausta tai jysintää tuotteen mukaan [157][174][168]. Esikäsitteily tulisi suorittaa siten, että betonin kiviaines tulisi näkyviin [167]. Jysintää tai sinkopuhdistusta suositellaan kovaan mekaaniseen, kemialliseen tai kuumavesirasitukseen joutuville lattioille, ja pintahionta on riittävä esikäsitteily, jos lattiaan kohdistuu vain lievä rasitus [167]. Happopeittausta tulisi käyttää ainoastaan kohteissa, joissa mekaanisen esikäsitteilyn suoritus ei onnistu, ja sitä tulisi erityisesti välttää teollisuuden massalattioissa [167]. Lattiassa mahdollisesti olevien halkeamien aukaisemiseen voidaan käyttää kulmahiomakonetta [168]. Mikäli vanha lattia on kovin likainen, tulisi se pestä tarkoitukseen soveltuvalla pesuaineella [167]. Osa valmistajista suosittelee, että tasoitteen ja pinnoitteen yhteensopivuus tulisi tarkistaa tasoitevalmistajalta ja tasoitteen pinta tulisi hioa auki ennen pinnoitusta [122].

Suurin osa puristuslujuutta vaativista epoksinpinnoitteista vaatia alustaltaan 25 N/mm<sup>2</sup> tai C25/C30 lujuutta. Osa pinnoitteista vaatii C30/C37 tai peräti C35/C45 lujuutta [123]. Osa tuotteista oli antanut myös tartuntavetolujuusvaatimuksen alustalleen. Suurin osa epoksinpinnoitteista vaatii 1,5 N/mm<sup>2</sup> [140][141][173][174][175][176] tartuntavetolujuutta, mutta osalle riitti paikallisesti 1,0 N/mm<sup>2</sup> tartuntavetolujuus, kunhan tartuntavetolujuuden keskiarvo oli yli 1,5 N/mm<sup>2</sup> [123][124]. Osa epoksinpinnoitteista vaatii myös alustalta kulutuskestävyysluokan kolme vaatimusten täyttämistä [157][159][162][168].

### 3.3 Polyuretaanipinnoitteiden vaatimukset

Myös polyuretaanipinnoitteiden valmistajien nettisivuilta löytyy vaatimuksia alustalle. Vaatimukset löytyvät, joko tuotteiden teknisistä tiedoista tai järjestelmän esitteestä. Jotkin valmistajat varoittavat, että matala lämpötila ja korkea ilman suhteellinen kosteus kasvattavat pinnoitteen hikoilu- ja kirjavoitumisriskiä [177]. Osalle vaatimuksista, jotkin valmistajat ovat määritelleet testausmenetelmän. Esimerkiksi alustan kosteuspitoisuus tulisi mitata joko valmistajan omalla kosteusmittarilla,

CM-mittauksella tai uunikuivausmenetelmällä [181]. Alustan vetolujuus tulisi puolestaan mitata, jollain hyväksytyllä vetokoelaitteella, kuten esimerkiksi Herion, siten, että kuormitus on 100 N/s [118]. Osa valmistajista suosittelee tekemään koeealueen, mikäli alustan lujuutta epäillään [177]. Suurin osa valmistajista ei anna erillisiä vaatimuksia tasoitteelle, vaan tasoite tulisi valita betonin vaatimusten mukaan.

Numeeristen vaatimusten lisäksi materiaalitoimittajat vaativat alustalta rakenteellista kestävyyttä, kuivuutta, puhtautta tartuntaa heikentävistä aineista, kuten öljystä, rasvasta, ruosteesta, kumijäljistä, maalista ja muista epäpuhtauksista [118][125][177]. Tämän lisäksi jotkin materiaalitoimittajat vaativat, että kolot, halkeamat ja muut pinnan virheet tulisi tasoittaa tai korjata ja alustan tulisi olla karheudeltaan  $>0,4$  mm [139]. Alustaan ei myöskään saisi nousta kosteutta American Society for Testing and Materials (ASTM) mukaan [181].

Alustan esikäsittelymenetelmäksi suositellaan timanttihiontaa, suolahappopeittoa, hiekka- tai sinkopuhallusta [139][169]. Lattiassa mahdollisesti olevien halkeamien aukaisemiseen voidaan käyttää kulmahiomakonetta [169]. Mikäli alusta joudutaan tasoittamaan, tasoitteen soveltuvuus tulisi varmistaa tasoitevalmistajalta ja tasoitteen pinta tulisi hioa [157]. Esikäsittelyn jälkeen alustasta tulee poistaa kaikki tartuntaa heikentävä irtonainen aines ja pöly huolellisesti imuroimalla [160].

Alustan kosteusvaatimukset olivat hyvin tuotekohtaisia [107][108][109][116][117][118][119][120][121][125][139][157][160][161][169][177][178][179][180][181]. Osa polyuretaanipinnoitteista kesti peräti RH 97 % suhteellisen kosteuden, mutta suuri osa polyuretaanipinnoitteista vaati alle RH 75 % suhteellista kosteutta. Ero selittyy usein sillä, että alusta pohjustetaan kostealle alustalle soveltuvalla epoksipohjusteella, joka estää kosteuden siirtymisen alustasta polyuretaanipinnoitteeseen. Alustan kosteusvaatimuksia ilmoitettiin myös jäännösprosentteina monessa tapauksessa. Muutaman pinnoitteen kohdalla oli huomionnut tasoitteen käyttö alustana. Tällaiset pinnoitteet saattoivat rajoittaa tasoitteen kerrospaksuutta ja ikää [139]. Ne myös antoivat vaaditut lujuusarvot tasoitteiden lujuusluokissa [139][157] sekä saattoivat vaatia polymeerimodifioitujen tasoitteiden käyttöä [139]. Yleensä polyuretaanipinnoitteet vaativat alustaltaan 25 N/mm<sup>2</sup> tai C25/C30 puristuslujuutta. Kuitenkin osa tuotteista vaati tätä lujempia arvoja [125]. Mikäli tasoitteille oli annettu omat puristuslujuusvaatimukset, niin C30 tasoitteen katsottiin soveltuvan pinnoitteen alustaksi [157][139]. Vaikka polyuretaanipinnoitteet ovat usein elastisia ja halkeamia silloittavia pinnoitteita, niin silti tartuntavetolujuusvaatimus oli 1,5 N/mm<sup>2</sup> eikä 1,2 N/mm<sup>2</sup>. Mikäli tasoitteelta vaadittiin tartutusvetolujuutta, tuli sen olla joko F4 [139] tai F7 [157] luokkaa.

### 3.4 Lattiatasoitteiden vastaus

Suurta osaa pinnoitteista voidaan käyttää lattian pienimuotoiseen tasoitukseen, kun niihin lisätään täyteaineita. Pinnoitteet, joita voidaan käyttää tasoittamiseen täyttävät standardin SFS-EN 13813 [85] synteettisen hartsitasoitteen vaatimukset. Tällaiset tasoitteet pääsääntöisesti täyttävät pinnoitteiden asettamat vaatimukset ja ovat itsessään samanlaista materiaalia kuin pinnoitteet, joten niiden tarkastelu ei olisi mielekäästä. Sen vuoksi tarkastelu keskittyy sementtipohjaisiin lattiatasoitteisiin ja kipsimassoihin, jotka ovat yleisesti käytössä olevia lattian tasoitustuotteita.

Markkinoilta löytyy paljon tuotteita, joita valmistajat suosittelevat pinnoitettujen lattioiden alle tai tuotteita, joiden puristuslujuus on vähintään 25 N/mm<sup>2</sup> ja joiden pinnan vetolujuus on vähintään 1,5 N/mm<sup>2</sup>, mikäli se on ilmoitettu [4][97][98][99][105][126][127][128][130][131][132][135][142][143][144][145][146][147][148][149][150][151][152][153][154][155][156][163][164][165][166][170][171][172]. Nämä arvot ovat kuitenkin yleensä annettu 28 vuorokauden ikäiselle tasoitteelle, joka on valettu ja kuivunut optimiolosuhteissa. Myös veden ja jauheen seossuhteet on yleensä tarkasti mitattu koekappaleita valmistettaessa. Tämän takia työmaalla ei välttämättä saavuteta valmistajan ilmoittamia lujuusarvoja, sillä olosuhteita ei voida hallita samoin kuin laboratoriossa sekä veden ja tasoitejauheen seossuhteessa tehdään usein virheitä.

Osa valmistajista, ilmoitti tasoitteelleen vähintään kaksi minimipaksuutta. Yksi syy tähän oli se, että tasoite ei saavuta standardin SFS-EN 13813 [85] mukaan annettuja lujuusarvoja, mikäli tasoitetta on liian ohuesti [155]. Yleensä minimipaksuus pinnoitettaville tasoitteille on kolme millimetriä [156]. Toinen syy useamman minimipaksuuden antamiselle voi olla, että tasoitteeseen voidaan lisätä hiekkaa, jolloin minimikerrospaksuus kasvaa [104].

Suuri osa tasoitevalmistajista ilmoittaa vain standardissa SFS-EN 13813 [85] vaaditut puristuslujuus- ja taivutusvetolujuusarvot, jotka vaaditaan CE-merkin saamiseen. Kulutuskestävyysarvot annettiin vain lähinnä tasoitteille, joita voidaan käyttää myös kulutuspintana. Tämän lisäksi, valmistajasta tai tuotteesta riippuen, joillekin tasoitteille ilmoitettiin erilaisia vetolujuusarvoja.

Kun lattiatasoitevalmistajat antavat aikoja, joiden jälkeen tasoite voidaan pinnoittaa, tulee lukijan olla tarkkana. Lattiatasoitevalmistajat saattavat antaa pinnoitettavuusaikoja, vaikka todellisuudessa he saattavatkin tarkoittaa päällystettävyyssai-koja. Yleensä tämä ilmenee siten, että samassa lauseessa puhutaan pinnoitteesta

ja esimerkiksi laminaatista. Tällöin ei voi olla aivan varma siitä, että tasoitteen lujuus olisi kehittynyt riittävälle tasolle, sillä päällystysajat annetaan usein vain tasoitteen kuivumisen perusteella. Tuotteen nimikkeen puristuslujuus- ja taivutusvetolujuusarvot mitataan yleensä vasta 28 päivän ikäisestä tasoitteesta. Osa valmistajista on kuitenkin testannut tuotteidensa lujuuden kehitystä eri ikäisiltä tasoitteilta [126]. Testit kuitenkin tehdään pääsääntöisesti laboratorioissa, joten työmaasuhteissa ei välttämättä päästä samoihin lujuusarvoihin samassa ajassa.

Osalla tasoitevalmistajilta löytyy selkeät suositukset siitä, mitä heidän tuotteistaan tulisi käyttää missäkin tilanteessa. Esimerkiksi betonia suositellaan käytettäväksi, kun tasoitekerroksen kerrosvahvuus on yli 20 mm. Tämän lisäksi pinnoitettavaksi soveltuvat tasoitteet on luokiteltu eri vetolujuusvaatimusten ja rasiusten alle, ja niille on ilmoitettu pinnoitettavuus ajat + 20 °C lämpötilassa eri kerrosvahvuuksilla. Soveltuville tasoitteille on myös annettu kerrospaksuusrajat. [4] Tasoitteen tuotekortissa on usein maininta siitä, että tasoitteen ja pinnoitteen yhteensopivuus tulisi vielä tarkistaa tasoitevalmistajan teknisestä neuvonnasta [130]. Joskus tasoitevalmistajat rajaavat soveltuvat pinnoitteet tarkasti. Esimerkiksi epoksimaaleilta voidaan vaatia, että ne ovat vesiohenteisia ja liuotinaineettomia. Liuotinaineettomuutta on myös saatettu vaatia akryylimaaliilta. Osa tasoite- ja pinnoitevalmistajista on tehnyt yhteistyötä ja selvittänyt tuotteistaan sellaiset, jotka sopivat yhteen. Silloin valmistajat voivat suositella toistensa tuotteita ja yhteensopivuus on taattu. [146]

Osaan tuotteista suositellaan lisättäväksi erillisiä lisäaineita, jotta riittävä vetolujuus saavutettaisiin [128]. Pinnoitteen kannalta tärkeimpiä ominaisuuksia, joita lisäaineella saadaan parannettua ovat lujuus, tartunta, vähäinen halkeilu, kulumisen esto ja vesimäärän vähennys [182].

Lattiatasoitteen varastoinnissa on tärkeää noudattaa valmistajan ohjeita. Oikein varastoituina tuotteet säilyvät valmistajan lupaaman ajan [142]. Tasoitteet tulisi suojata sateelta ja maasta nousevalta kosteudelta [184].

### 3.4.1 Tasoitteen alustan vaatimukset

Tasoitevalmistajien tuotekorteista löytyy pitkälti samat alustan puhtausvaatimukset kuin mitä alan yleisissäkin ohjeissa on annettu [126][142][153][166]. Suuri osa tasoitteista vaatii kuivan alustan, mutta osalle tasoitteista soveltuu myös kostea, pintakuiva alusta. Osa tasoitevalmistajista antaa alustalle jäännöskosteusarvon, joka tulisi alittaa. [132][166] Suurin osa tasoitteista ei toimi, jos alustasta nousee kapillaarista kosteutta [135].

Myös alustan lämpötilavaatimukset ovat yleisiä. Alustanlämpötilan tulisi olla suurella osalla tuotteita välillä +10–+ 25 °C [153]. Osa valmistajista suosittelee, että lattialämmitys tulisi kytkeä pois vuorokautta ennen tasoitusta [165].

Tasoitteen alustalle annetaan usein myös vetolujuusarvoja, jotka alustan tulee ylittää [184]. Myös halkeilleen alustan katsotaan olevan huono pohja tasoitteelle [153]. Alustassa olevat reiät tulisi tukkia, jottei tasoitemassa pääse valumaan niitä pitkin ei-toivottuihin paikkoihin. Osa valmistajista vaatii myös, että tasoitteen tartunta pystyrakenteisiin ja metalliin tulee estää, varsinkin kun on kyseessä paksumpi tasoitekerros. Jotkin tasoitevalmistajat antavat tasoitettavalle alueelle maksimileveyden, [146] jottei tuote kerkeä kuivumaan liiksi ennen seuraavan tasoiterintaman asennusta.

Työmaalla tulisi varata pumpattavia lattiatasoitteita varten kantavat ajoreitit ja riittävän suuri työtila ja tasoitteen varastointitila. Pumppaustyötä varten tulee olla saatavilla sähköä sekä vettä riittävällä vedenpaineella. Pumppauskalusto tulisi voida myös pestä paikan päällä, joten pesulle on varattava sopiva alue. [184]

### 3.4.2 Pohjustaminen eli primerointi

Suurin osa tasoitteista vaatii myös pohjusteen ennen tasoittamista. Pohjuste voidaan levittää joko ruiskuttamalla, jonka jälkeen se harjataan, harjaamalla, pensselillä tai telaamalla [133][171]. Usein pohjusteen levitykseen suositellaan nimenomaan harjaamista, jotta pohjuste leviäisi alustan jokaiselle pinnalle helposti. Pohjuste tulisi levittää siten, ettei se muodosta lätäköitä alustalle. [165]

Pohjusteen tulisi antaa kuivua riittävästi, jotta se kykenisi muodostamaan kunnollisen kalvon alustan päälle. Usein suositellaan, että pohjuste asennettaisiin tasoitusta edeltävänä päivänä. Mikäli pohjusteen kuivuminen kestää huomattavasti kauemmin kuin tuote-esite antaa olettaa, voi syy olla liian kosteassa alustassa tai korkeassa ilman suhteellisessa kosteudessa. [130][171]

Tasoitevalmistaja saattaa suositella erilaisia pohjusteita eri alustoille [130][166]. Esimerkiksi alustan materiaali, tiiveys tai sileys voivat vaikuttaa pohjusteen valintaan [126]. Usein huokoisemmille ja karheille alustoille soveltuu vesiohenteinen dispersio, jonka pohjuste-vesisuhde kasvaa alustan tiiveyden kasvaessa [133]. Alustan imevyys tulee myös ottaa huomioon pohjustamisessa. Usein vanhat betonialustat ovat kuivia ja imevät hyvin pohjustetta. Tämän takia vesiohenteinen pohjuste voidaan asentaa alustaan kahteen kertaan, ensin laimeammalla ja sitten väkevämmällä seossuhteella. Kuiville lattioille voidaan käyttää myös hierrettävää lattiatasoitteesta tehtyä slurryä. [171][184] Sileälle ja tiiviille pinnalle, kuten elementin

pinnalla, soveltuu paremmin kaksikomponenttinen epoksipohjainen pohjuste, jolla saadaan aikaan hyvä tartuntasilta. Kaksikomponenttiset pohjusteet saattavat jopa asettaa alustalleen vetolujuusvaatimuksia. [129][134] Joidenkin tuotteiden pohjustukseksi riittää pelkkä vesi [154].

### 3.4.3 Vaatimukset ympäristöolosuhteille

Jotta tasoittamistyö tulisi onnistumaan, niin ympäristöolosuhteiden tulee olla kunnossa. Usein työskentelyajalle annetaan minimilämpötilavaatimus. Sallittu ympäristön minimilämpötila voi esimerkiksi olla yli + 5 °C [130] ja säiliöpumppaus tulisi tehdä yli - 25 °C lämpötilassa [184]. Toiset tuotevalmistajat antavat lämpötilavälin, jossa voidaan tasoittaa. Esimerkiksi tasoittamiseen soveltuva lämpötila voi olla + 10–+25 °C. Liian alhaisissa lämpötiloissa tehty tasoitus hidastaa massan sitoutumista, minkä seurauksena massa voi erottua, jolloin tasoitepinnasta voi tulla epätasainen.

Jotkin valmistajat antavat maksimiarvoja ilman suhteelliselle kosteudelle tasoitus-työn ajaksi [184]. Varsinkin ohuena kerroksena käytetty tasoite tulisi suojata vedolta, suoralta auringonpaisteelta, tuulelta ja muilta kuivattavilta olosuhteilta, jottei massa kuivuisi liian nopeasti [126][153]. Jottei vetoa pääse syntymään, tasoitevalmistajat saattavat ohjeistaa, että kohteessa tulee olla ovet, ikkunat ja vesikatto asennettuna ennen tasoitusta. Yleisohjeena on, että vetoa ei saisi olla tasoitettavassa kohteessa myöskään ensimmäisen vuorokauden aikana tasoittamisesta. [146] Mikäli olosuhteita ei saada järjestettyä riittävän hyväksi, voidaan jotkin tasoitteet suojata suojapeitteillä heti, kun tasoitteen päällä voi kävellä, jottei tasoite halkeilisi ja irtoilisi [135]. Tasoitettava tila tulisi olla myös suojassa sateelta [156].

### 3.4.4 Tasoitemassan sekoittaminen ja asennus

Valmistajat antavat myös työskentelyohjeet tasoitemassan tekemiseen ja levittämiseen. Tasoitteille on annettu yleensä tarkat vesi-tasoitejauhe-seossuhteet, joita tulisi noudattaa. Liiallisen veden käyttö heikentää tasoitteen lujuusominaisuuksia ja tasoite voi erottua sekä kuivuu pitempään. Oikean vesimäärän voi tarkistaa tasoitteen valmistajan leviämälautasella, juoksevuusmitalla tai virtausrengastestillä. Massan leviämää verrataan valmistajan antamaan leviämään. [142][156][171]

Sekoittaminen tapahtuu puhtaassa sangossa [126][130][163][166]. Tasoitejauhe tulisi lisätä veteen samalla voimakkaasti sekoittaen, jolloin saadaan aikaiseksi paa-kuton [126][163][165][166], hyvin leviävä [126], notkea [153] ja sileä massa. Sekoittamiseen voidaan käyttää esimerkiksi porakonevispilää [171]. Osa valmistajista



antaa ohjeellisen sekoitusajan, joka voi olla esimerkiksi kahdesta kolmeen minuuttia [171]. Sekoittaminen suositellaan tehtävän koneellisesti [165][166]. Joskus sekoittamiselle on myös annettu kierrosnopeussuositus, esimerkiksi 600 RPM [163]. Osan tasoitteista tulee antaa seisoa muutaman minuutin sekoittamisen jälkeen, jonka jälkeen ne sekoitetaan vielä uudelleen ennen levittämistä [153][163].

Mikäli tasoite levitetään pumppaamalla, voi valmistaja antaa pumppausnopeudelle suosituksia, joita tulisi noudattaa. Mikäli pumpattavaa tasoitetta halutaan jatkaa hiekalla, niin valmistaja voi antaa vaatimuksen, jonka mukaan pumppauksen alussa pumpataan hieman suureen vesimäärään sekoitettua tasoitetta, jonka jälkeen hiekka ja vesimäärä voidaan säätää oikeaksi. Myös kaluston seisottamisen ja puhdistamisen aikarajoja tulee noudattaa, jottei tasoite kovetu liikaa pumppauskalustoon ja paakkuunnu. [126]

Valmistajat suosittelevat käytettäväksi puhdasta vettä [163]. Tuotteen mukaan käytettävän veden suosituslämpötila voi vaihdella. Yleensä liian kuumaa vettä pidetään huonona, sillä se nopeuttaa tasoitteen kuivumista [153], lyhentää työaikaa [126][130] ja voi aiheuttaa halkeamia [153]. Useat tuotteet suosittelevatkin viileän tai kylmän veden käyttöä [130][163][165][166]. Myös sekoitetulle tasoitemassalle saatetaan antaa väli [153], jonka sisällä massan lämpötilan on oltava, tai matalin sallittu lämpötila [171].

Tasoitevalmistajat antavat tuotteilleen myös työskentelyajat, joita tulisi noudattaa. Työaika riippuu lämpötilasta, alustan kosteudesta ja huokoisuudesta. [153] Tasoitteen harjanteiden välttäminen onnistuu, jos pidetään kiinni työajasta [165].

Osa itsestään siliävistä massoista ei vaadi hammaslastalla levittämistä muualla kuin nurkissa ja epätasaisilla alustoilla [153]. Toiset itsestään siliävät massat puolestaan vaativat hammaslasta- tai piikkiteläkäsittelyä koko alueella tai teräslastalla levittämistä [99][156][166]. Kipsimassoja tasoitetaan harjan tai lastan avulla, jolloin pinnasta saadaan suora ja massassa olevat ilmakuplat poistettua [142]. Mikäli tasoitekerroksia joudutaan tekemään kaksi, tulee ensimmäisen kerroksen pinta pohjustaa. Toisen tasoitekerroksen tulee olla ohuempi kuin ensimmäisen. [163] Tasoitteeseen on tehtävä rakenteelliset liikuntasaumot, ja jotkin tasoitteet saattavat vaatia ylimääräisiä liikuntasauvoja [142].

### **3.4.5 Tasoitteen kuivumisolosuhteet**

Osa valmistajista antaa ohjeita hyvien kuivumisolosuhteiden järjestämiseen. Yleensä tasoitevalmistajat eivät esitä tasoitteelle minkäänlaista jälkihoitoa. Tämä

kuitenkin edellyttää sitä, että tuotevalmistajan ohjeita noudatetaan. Esimerkiksi veto tulee estää yhden vuorokauden ajan tasoittamisesta. [103]

Pumppaustyön jälkeen on tilaan järjestettävä riittävä ilmanvaihto. Ilman suhteelliselle kosteudelle ja lämpötilalle on saatettu antaa optimiarvoja. Useille tasoitteille hyvät kuivumisolosuhteet on taattu, kun ilman suhteellinen kosteus on alle 50 % ja lämpötila on yli 20 °C. Esimerkiksi kesällä tai syksyllä voi olla hankalaa saavuttaa riittävän alhaista ilman suhteellista kosteutta, sillä ulkoilma on luonnostaan hyvin kosteaa näinä vuodenaikoina. Ilman suhteellisen kosteuden ollessa yli 70 %, lattiatasoiheen kuivuminen ja lujuuden kehitys hidastuvat. Todella korkeissa kosteuspitoisuuksissa kosteus voi jopa siirtyä ilmasta tasoitteeseen, jolloin tasoite kostuu entisestään. Eri työvaiheet voivat myös nostaa ilman suhteellista kosteutta. Tällaisia töitä ovat esimerkiksi seinien ja katon tasoitustyöt. Ilman suhteellista kosteutta saadaan laskettua, kun pidetään sisäilma ulkoilmaa lämpimämpänä ja huolehditaan ilmanvaihdesta. Mikäli rakennus on tiivistetty, kondenssikuvaimen käytöllä saadaan ilman suhteellista kosteutta alennettua. [165][171][184]

Joidenkin tasoitteiden kuivumista voidaan nopeuttaa hiomalla tasoitteen pinnasta korkeamman vesihöyryvastuksen omaava pinta pois [184]. Joskus tasoitevalmistajat suosittelvat hiomismenetelmiä, esimerkiksi verkkohiontaa tai karheuden 80 paperia [97]. Hionnalla saadaan myös poistettua pintaan nousseet epäpuhtaudet [165].

Osa tasoitteista kuivuu osittain kemiallisen kovettumisreaktion seurauksena. Kemiallisessa kuivumisessa tasoite sitoo suuren osan siihen lisätystä vedestä. Tämän takia tasoitteesta ei tarvitse haihduttaa kovin paljon kosteutta ennen pinnoittamista. Ennen tasoitusta on kuitenkin varmistuttava siitä, että alustan kosteus on riittävän alhainen. Koska kosteutta ei kemiallisesti kuivuvasta tasoitteesta juuri haihdu ilmaan, niin muidenkin rakenteiden kuivuminen onnistuu helpommin. [34]

Jotkin valmistajat suosittelvat tasoitteen pinnoittamista heti, kun tasoite on kuivunut, jottei pinta halkeilisi tai tasoitteeseen tulisi kopoja kohtia [165][171][184]. Tasoitteet suositellaankin pinnoitettavan esimerkiksi kolmen kuukauden [184] tai kolmen päivän [171] kuluessa asennuksesta, tuotteen mukaan. Mikäli tämä ei ole mahdollista, voidaan tasoitteen pintaan asentaa esimerkiksi jälkihoitoaine heti tasoitteen levittämisen jälkeen [171][184]. Mikäli kuivumisolosuhteet ovat heikot tai tasoitemassassa on käytetty reilusti vettä, jälkihoitoaine voidaan jättää laittamatta [184].

Osa valmistajista suosittelee, ettei vesikiertoista lattialämmitystä laitettaisi päälle ennen kuin tasoituksesta on kulunut riittävä pitkä aika, esimerkiksi seitsemän vuorokautta. Tällöinkin lattialämmityksen lämpötilalle on annettu raja-arvo, esimerkiksi + 20 °C tai viisi astetta vuorokaudessa käyttölämpötilaan saakka, tuotteen mukaan. Korkeammat lämpötilat voivat aiheuttaa tasoitteen lujuusominaisuuksien heikkenemistä ja halkeilua. Kun tasoite on pinnoitettu, niin lämpötilaa voidaan kasvattaa. [165][171][184]

Ennen pinnoitusta tulee tarkistaa koko lattiarakenteen kosteus [156]. Osa tasoitevalmistajista suosittelee joidenkin tuotteidensa kohdalla pinnan hiontaa karkealla paperilla tai hiekkapuhallusta, mikäli tasoite aiotaan pinnoittaa [151]. Kipsitasoitteet ja massat tulee hioa aina ennen pinnoitusta, jotta niistä saataisiin poistettua heikko kipsiliima [142]. Mikäli alusta on liian epätasainen, voidaan sitä oikaista tarkoitukseen sopivalla tuotteella ennen pinnoitusta [184].

## 4. ALAN AMMATTILAISTEN NÄKEMYS

Osana tutkimusta haastateltiin tasoitevalmistajia, pinnoitevalmistajia, urakoitsijoita ja muita asiantuntijoita. Yhteensä haastateltavia oli 23. Haastatteluilla pyrittiin selvittämään alalla pitkään olleiden ammattilaisten näkemykset tasoitteiden käytöstä pinnoitteiden alla ja löytämään mahdolliset aiemmin tunnistamattomat yhteiskäyttöön liittyvät ongelmat sekä riskit ja ratkaisut niihin. Ensimmäiset kaksi haastattelu toteutettiin koehaastatteluina, joiden pohjalta haastattelukysymyksiä vielä muokattiin. Tämän jälkeen haasteltaville esitettiin yhtenäiset kysymykset, heidän erityisosaamisestaan riippumatta. Näin pyrittiin saamaan eri osapuolten näkemys samasta työstä. Koronaviruspandemian takia haastattelut jouduttiin toteuttamaan puhelimitse, vaikka alkuperäinen tarkoitus oli tavata kaikki haastateltavat kasvotusten. Muutama haastateltava myös vastasi osin tai kokonaan sähköpostitse. Haastatteluista tehdyt muistiinpanot, haastateltavat ja tiedot heidän osaamisalueistaan löytyvät diplomityön liitteestä A.

Haastattelut toteutettiin teemahaastatteluna. Teemahaastattelu sijoittuu haastattelumuotona avoimen haastattelun ja lomakehaastattelun väliin. Yleensä teemahaastattelut nauhoitetaan, jotta kommunikaatio haastateltavan ja haastattelijan välillä olisi sujuvaa. [19] Haastattelua varten laaditut kysymykset lähetettiin etukäteen haastateltaville sähköpostitse. Tämän jälkeen haastattelu toteutettiin puhelimitse ja haastateltavat saivat vastata omin sanoin haastattelukysymyksiin. Haastattelut myös nauhoitettiin haastateltavien luvalla.

Haastattelujen ensimmäisenä teemana oli pinnoitettavien lattioiden tasoittamisen syyt. Tällä teemalla pyrittiin selvittämään, miksi tasoitteita käytetään pinnoitteiden alla, vaikka suositeltavaa olisi tehdä pinnoitus suoraan betonialustalle. Haastattelun toisena teemana oli tasoitteiden vaatimukset, jos niiden päälle asennetaan pinnoite. Tällä kysymyksellä pyrittiin selvittämään ovatko tällä hetkellä tasoitteille asetetut vaatimukset oikeasuhtaisia alan ammattilaisen mielestä, ja onko tietoa vaatimuksista saatavilla riittävästi. Myös sitä kenen rakennushankkeessa tulisi vaatimukset asettaa tasoitteelle selvitettiin tämän teeman alla. Kolmantena teemana oli tasoitealusta ja sen vaatimukset sekä esikäsittelyt ennen tasoitusta. Tästä teemasta oli luonteva siirtyä neljänteen teemaan, joka käsitteli tasoitustyömenetelmiä. Tällä teemalla selvitettiin työmenetelmät, joilla voidaan saavuttaa mahdollisimman hyvä tasoitealusta pinnoitteen alle sekä menetelmät, jotka voivat tehdä tasoitteesta

kelvottoman alustan pinnoitteelle. Viidennessä teemassa käsiteltiin pinnoitettavalle tasoitustyölle tehtävää laadunvarmistusta. Kuudennessa teemassa käsiteltiin pinnoitustyötä ja sen toteuttamista tasoitteen päälle. Seitsemännessä teemassa keskityttiin havaittuihin ongelmiin tasoitteiden ja pinnoitteiden yhteiskäytössä sekä keinoihin ongelmien korjaamiseksi. Lopuksi haastateltaville annettiin vielä mahdollisuus kertoa aihepiiriin liittyen muita havaintojaan.

## 4.1 Yhteenveto haastattelututkimuksen tuloksista

Seuraavaksi tutustutaan haastattelujen tuloksiin. Vaikka tutkimuksessa haastateltiin vain 23:a henkilöä, niin vastauksien sisällöistä löytyi monessa kohtaa yhtäläisyyksiä. Tämän takia otantaa voitaneen pitää riittävänä. Haastattelujen perusteella voisi sanoa, että turhaan tasoitteita ei tulisi käyttää pinnoitettavissa latioissa. Joissakin tilanteissa tasoitteen käyttö on kuitenkin suositeltavaa. Tasoitteet ovat kehittyneet viime vuosina ja osa niistä soveltuu pinnoitettavaksi. Kuitenkin monta asiaa voi mennä pieleen tasoitteen valinnassa, työn suorituksessa ja tuotteiden kemiallisessa yhteensovittamisessa. Tasoitetta käytettäessä tulisikin kaikilla osapuolilla olla selkeä käsitys siitä, mitä onnistuneeseen lopputulokseen pääseminen vaatii.

### 4.1.1 Pinnoitettavien lattioiden tasoittamisen syyt

Yleisesti tasoittamisen syynä pidettiin sitä, ettei betonilattian pinta täyty pinnoitteen sille asettamia laatuvaatimuksia [18][20][46][51][100][186]. Tasoitteella haetaan suoraa ja sileää alustaa pinnoitteelle, jolla saadaan aikaan visuaalisesti erinomainen lopputulos [35][52][79][96][102].

Yhtenä tasoittamisen syynä pidettiin sitä, että pinnoitteilta vaaditaan joissain tapauksissa esteettisesti hyvää lopputulosta. Pinnoitteet ovat osin syrjäyttäneet aiemmin paljon käytetyn mattopäällysteen julkisrakentamisessa [31][100]. Syy tähän on pääasiassa ollut muovimatoista tulevat sekundaariset päästöt, jotka syntyvät, kun muovimatoissa olevat pehmentimet tai mattojen liimat pääsevät reagoimaan alkalisen kosteuden kanssa [42][100]. Ongelma ei koske ainoastaan muovimattoja vaan myös esimerkiksi parketin ja laminaatin alushuopia. Vaikka betoni tasoitettaisiinkin matala-alkalisella tasoitteella riittävän paksultti, niin ongelmia voi esiintyä, jos alustan kosteus on suuri. [51] Vaikka pintamateriaali on muuttunut, niin lopputuloksen ulkonäkövaatimukset eivät ole muuttuneet [31]. Betonialusta kelpaa teollisuuden kohteisiin, mutta esimerkiksi kouluihin, päiväkoteihin ja sairaaloihin halutaan esteettisesti huomattavasti parempi lopputulos, joka saavutetaan tasoitteilla [79]. Jotta ohuilla pinnoitteilla saavutettaisiin samanlainen lopputulos

kuin mattopäälysteillä, joudutaan lattia usein tasoittamaan [31]. Mikäli muovimattoa halutaan kuitenkin käyttää ongelmallisissa paikoissa, voidaan sen alustaksi asentaa kemiallisesti kestävä pinnoite [96].

Suurin osa haastateltavista oli sitä mieltä, että pinnoitteet ovat kemiallisesti hyvin kestäviä eivätkä reagoi alustan alkalisen kosteuden kanssa [18][20][24][31][35][37][39][42][46][51][95][96][100][102][185][186]. Joskus suunnitelmassa on kuitenkin määritelty matala-alkalinen tasoite pinnoitteen alle, vaikka se ei ole tarpeen [24]. Epoksi ja akryyli kestävät molemmat hyvin alkalista kosteutta ja polyuretaanipinnoitteet pohjustetaan epoksipohjaisella pohjusteella, joka suojaa pinnoitetta alkalisuudelta [95]. Osan mielestä matala-alkalista tasoitetta voidaan pitää hyvänä suojana kohteissa, joihin tulee hengittämätön epoksipinnoite. Sen sijaan hengittävä polyuretaanipinnoite ei alkalisuojaa vaatisi. [17] Osa haastateltavista ei halunnut poissulkea sitä mahdollisuutta, että jokin pinnoite ei kestä alustan alkalisuutta. Tällaisista tilanteista heillä ei kuitenkaan ollut kokemusta [22][29][39][52].

Saneeraamista pidettiin yhtenä tasoittamisen syynä [31]. Vanhoissa lattioissa voi olla jo valmiiksi pahoja rapaumia, koloja tai kuoppia, jotka tulisi korjata ennen pinnoitusta [22]. Lisäksi lattian vanhoja pintamateriaaleja poistettaessa voi alustasta tulla hyvinkin epätasainen [37]. Pintamateriaalin alta saattaa myös löytyä hyvin heikkoa betonia tai tasoitetta, joka ei kestäisi itsessään pinnoittamista tai käyttöra-  
situsta. Vanha tasoite voi tämän lisäksi olla myös kopoa [22]. Vanhat heikot ja irtonaiset kerrokset tulisikin poistaa huolellisesti, esimerkiksi jyrsimällä, ja alusta tasoittaa riittävän lujalla tasoitteella ennen pinnoitusta. Rakenteeseen ei saisi jäädä heikkoja kerroksia. [35][39][96] Heikot alustat voivat johtua esimerkiksi siitä, että useimmat pintamateriaalit eivät vaadi alustaltaan niin paljon kuin pinnoitteet. Näin ollen alustaa ei ole ollut aikoinaan tarpeen tehdä pinnoitteille sopiviksi, joten pintamateriaalin vaihto johtaa tasoittamistarpeeseen. Joskus vain heikko tasoitekerros poistetaan ja pinnoitus tehdään suoraan betonin päälle, sillä rakenteeseen ei saa jäädä heikkoja tai kopoja kerroksia [37][96][100]. Toisinaan lattiasta ei löydy riittävän lujaa betonia lainkaan. Heikkoja betonialustoja voidaan lujittaa riittävän paksulla tasoitekerroksella, jolloin lattia kestää pinnoitteesta ja käytöstä tulevat rasitukset [42][186]. Myös käyttötarkoituksen muuttuessa ja esimerkiksi tasaisuusvaatimuksen kasvaessa tai seinälinjojen siirtyessä, myös lattia joudutaan yleensä tasoittamaan. [22][46] Tasoitteilla voidaan myös tehdä kaatokorjauksia ja niihin voidaan upottaa lattialämmitys [185].

Kaikissa haastatteluissa tasoittamistarpeen syyksi nousi jollakin tavoin alustan epätasaisuus, jota ohuilla pinnoitteilla ei voi korjata. Kaikki alustan epätasaisuudet näkyvät ohuen, alustaansa myötäisevän pinnoitteen lävitse [24][37][51][52][95][102]. Epätasaisuus saattaa myös haitata lattian käyttöä [24].

Yleensä betonilattian pinnan viimeistelyyn epäonnistumisen syynä pidettiin kiirettä [46]. Myös betonialustan kiviaineen maksimiraekolla on merkitystä siihen, minkä laatuinen betonipinta saadaan aikaan [95]. Betonialustan pinnan epätasaisuus, hammastus, aaltoilu tai kaltevuus voivat johtua erilaisista valu- ja työvirheistä [20][52][37] tai huonoista valuolosuhteista [29]. Mikäli lattia on valettu ilman sääsuojaa, on sen pinta voinut vaurioitua myös vesisateen seurauksena [37]. Tämän lisäksi sementtiliiman poistamisen jälkeen betonin pinta voi olla todella huokoinen [102]. Joskus valutyössä on saattanut käydä myös korkovirhe, jolloin lattianpintaa on ollut tarve nostaa tasoitteella [46]. Tasoitetta tai pintabetonia käytetään myös ontelolaattaelementtien päällä [185].

Joskus riittävän tasaisen ja suoran lattiapinnan aikaansaaminen betonivalulla on voitu kokea myös turhan haasteelliseksi erityisesti laajoilla alueilla. Tasoittamisen on koettu olevan helpompi tapa tasaisen ja suoran pinnan aikaansaamiseksi. [38] Mikäli lattia tasoitetaan, ei alustan epätasaisuuksia tarvitse myöskään hioa pois [42]. Osa haastateltavista korosti sitä, että betonivalullakin voidaan saada aikaan hyvä tasainen alusta ja siihen tulisi pyrkiäkin, mutta näin ei kuitenkaan usein tapahdu [24][37][95][186].

Joskus myös kuitubetonin käyttöä pidettiin tasoittamisen syynä. Mikäli kuitubetonilattioiden valu on epäonnistunut, voi lattian pinnassa olla paljon kuituja pystyssä. Kuidut joudutaan joko katkaisemaan tai tasoittamaan piiloon. [17][18][31][96][186] Varsinaisesti kuitubetonin käyttö ei aiheuta tasoittamistarvetta, jos se onnistuu hyvin [24][46][185].

Metallikuidut pystytään usein katkaisemaan metallileikkureilla ja osa metallikuiduista irtoaa jo hionnan yhteydessä. Hionta kuitenkin nostaa metallikuituja yleensä lisää pystyyn. [24][42] Mikäli lattia pohjustetaan ennen hiontaa, lujittaa se metallikuitujen juurta, jolloin ne katkeavat helposti timanttihiomakoneella [52]. Vaikka pystyyn nousseet kuidut katkaistaisiin, niin niiden kohdalle pinnoitteeseen saattaa jäädä kohoumia [42]. Tämän lisäksi katkaistut metallikuidut voivat ruostua ja ruoste saattaa aiheuttaa ajan saatossa ongelmia [95].

Osa haastateltavista oli sitä mieltä, että notkeat muovikuidut eivät hionnan vaikutuksesta juuri katkea [52]. Toisten mielestä hionnallakin voidaan muovikuidut

saada katkeamaan [24]. Joissain tapauksissa muovikuituja on poltettu lattian pinnasta. Polttaminen ei kuitenkaan ole suositeltava tapa poistaa pinnassa olevia kuituja. [18][24][37] Yleensä pohjusteen levityksen yhteydessä kuidut nousevat ennistä pahemmin pystyyn [18].

Osa haastateltavista oli sitä mieltä, ettei kuitubetonilattian ja teräsbetonilattian välillä ole merkittävää eroa pinnoitteen kannalta, pinnassa olevat kuidut tulee vain katkaista [100]. Kuitenkin, jos kuitubetonivalu onnistuu hyvin, niin alustaan tulee todennäköisesti vähemmän halkeamia kuin teräsbetonilattiaan, mikä sopii hyvin pinnoitettavalle lattialle [29]. Toisaalta kuitubetonin pinnassa on yleensä enemmän reikäisyyttä, joten sitä joudutaan kittaamaan ja pohjustamaan enemmän [46]. Osa haastateltavista ei käyttäisi lainkaan varsinkaan ohutkuituja sisältävää betonia tai tasoitetta, jos lattia aiotaan pinnoittaa [37].

Useat haastateltavat nostivat myös esille taloudelliset syyt tasoittamiselle. Kun alusta on sileä ja tasainen, pinnoite voidaan levittää kaikkialle yhtä paksuna kerroksena, jolloin sen menekki jää mahdollisimman pieneksi. Alustaa voidaan tasoittaa myös pinnoitteella, mutta se on huomattavasti kalliimpaa kuin sementti- tai kipsitasoiteella tasoittaminen. [17][24][29][37][39][51][52][96] Mikäli pinnoitetta asennetaan eri paikkoihin eri paksuisina kerroksina, voi se käyttäytyä eri tavalla, jolloin ongelmia voi esiintyä [29]. Pinnoitteilla tasoittamisen etuna on kuitenkin niiden nopea kuivuminen myös paksuina kerroksina käytettyinä [52]. Toisaalta tasoitteistakin löytyy nopeasti fysikaalisesti tai kemiallisesti kuivuvia tuotteita [51][96].

Betoni on usein myös huokoisempi alusta, joten se imee huomattavasti paljon enemmän pinnoitetta tai pohjustetta itseensä kuin tiivis tasoitealusta [95]. Pinnoitetta voi kulua jopa kaksinkertainen määrä, jos alustana on huokoinen betoni [51] ja kolminkertainen määrä, jos alustana on maakosteabetoni [52]. Osa haastatelluun osallistuneista näki asian hieman eri tavalla. Tasoittamista pidettiin myös riskialttiina lisäkustannuksena, jota tulisi välttää. [37][186]

#### **4.1.2 Pinnoitettavien tasoitteiden vaatimukset**

Koska lattia tasoitetaan yleensä epätasaisuuden takia, tulee tasoitteella saavuttaa vaadittu tasaisuus [17][38][39][51]. Näin pinnoitteen kulutusta saadaan vähennettyä [35]. Tasaisilla alustoilla voidaan esimerkiksi trukilla ajaa turvallisesti ja lopputulos on myös esteettisesti kaunis [51][102]. Tasoitemassa tulisi myös valita siten, että sitä voidaan käyttää vain tuotteelle ilmoitettujen soveltuvien paksuuksien rajoissa [20][42].



Osa haastateltavasti nosti esille, ettei kaikki tasoitteelle asetetut vaatimukset välttämättä ole tarpeen. Joskus materiaalivalmistajat saattavat esittää minipaksuusvaatimuksia, jotta saisivat myytyä tuotettaan enemmän [42]. Vaatimusten esittämiselle voi olla syynä myös oman selustan turvaaminen ongelmatilanteissa [42].

Kaikkia tasoitteita ei suositeltu pinnoitettaviksi. Osa haastateltavista oli sitä mieltä, ettei pinnoitettavissa lattioissa voi käyttää kipsipohjaisia tasoitteita vaan ainoastaan sementtipohjaisia tasoitteita [102]. Osan mielestä kipsipohjaiset tasoitteet olisivat kuitenkin paras vaihtoehto heikon betonin päälle, sillä kipsitasoite ei kutistu yhtä paljon kuin sementtipohjainen tasoite. Kosteisiin tiloihin kipsitasoitteita ei kuitenkaan tulisi asentaa, sillä se menettää ominaisuutensa kostuessaan. [17][40] Kosteutta kestävämmien tasoitteiden kanssa ei välttämättä voida käyttää myöskään vesiohenteisia pinnoitteita [51].

Hieno- tai mattotasoitteita ei suositeltu pinnoitettavaksi, sillä ne ovat liian heikkoja [39]. Hienotasoitteet myös sisältävät yleensä paljon liima-ainetta. Paljon liima-ainetta sisältävät tasoitteet koetaan hankaliksi, sillä ne tekevät pintaansa kalvon. Liimasta muodostuva tiivis kalvo estää pinnoitteen imeytymisen ja tartunnan alustaan. [96]

Joidenkin mielestä kuitua sisältävät tasoitteet eivät myöskään sovellu pinnoitteen alle. Tämä johtuu siitä, että kuidut voivat nousta tasoitteen pinnassa pystyyn esimerkiksi hionnan seurauksena. Tällöin kuidut voivat näkyä pinnoitteen lävitse. [37]



**Kuva 1.** Pohjuste nostaa tasoitteen kuidut pystyyn, joten ne tulisi hioa verkolla pois pohjustamisen ja pinnoittamisen välissä, jottei pinnoitteesta tule ”karvainen”, kuten oikeanpuoleisessa kuvassa [78]

Suurin osa haastateltavista oli sitä mieltä, että tasoitteella tulee olla riittävän suuret lujuusominaisuudet, jotta se voidaan pinnoittaa onnistuneesti [17][18][20][31][35][37][38][40][42][46][51][52][95][100][102][185][186]. Osan mielestä pinnoitettavan tasoitteen lujuusominaisuudet tulisi olla betonin kanssa sa-

maa luokkaa [46]. Korkeat lujuusvaatimukset johtuvat siitä, etteivät ohuet pinnoitteet kykene jakamaan niille tulevia kuormia suuremmalle alueelle, vaan rasitus tulee suoraan tasoitteelle, jolloin tasoitteen tulee olla riittävän kestävä [22][51][96]. Jotta riittävät lujuusominaisuudet saavutettaisiin, on tasoitteen kerrospaksuuden oltava riittävä [38][39][42][52][95][100][102][185]. Usein vähimmäispaksuutena esitettiin kolmea millimetriä [39][185] tai kahta millimetriä [39][102]. Vaikka laboratoriotesteissä tasoite saavuttaa hyvät lujuusarvot, niin työmaalla on paljon muuttuvia tekijöitä, joiden takia tasoitteelle ilmoitettuja lujuusarvoja ei saavuteta [52]. Haastatteluissa nousi myös esiin 28 vuorokauden lujuudenkehitysaika, joka tulisi ottaa huomioon lattiaa pinnoitettaessa ja kuormitettaessa. Usein pinnoitus saateen tehdä hyvinkin nopeasti tasoittamisen jälkeen. [52] Osa haastateltavista suosittelikin, että tasoitteen tulisi olla hieman lujempaa laatua kuin, vaaditaan, sillä siten voidaan varmistaa riittävän lujuuden saavuttaminen [38]. Osa suositteli käytettäväksi nopeita ja paksuja korjausmassoja, sillä ne yleensä täyttävät vaaditut lujuusarvot [52].

Tilan käyttörasituksen koettiin vaikuttavan tasoitteen valintaan [22][24][29][37][38][39][46][51][52][79][95][96][100][102][185]. Osa haastateltavista ei suositellut kovaan rasitukseen joutuville lattioille tasoitusta ollenkaan [37][46], sillä useampi tartuntapinta on riski [24][42] ja kovassa rasituksessa saattaa tasoite irrota alustastaan [22]. Osa haastateltavista epäili, ettei tasoitteiden ominaisuudet riittäisi raskaan teollisuuden tiloissa, mutta eivät täysin sulkeneet pois tasoittamisen mahdollisuutta [29][185]. Kovaan käyttörasitukseen joutuvalta tasoitteelta vaadittiin muun muassa suurempaa puristuslujuutta [52], pinnan vetolujuutta [38][79][100] ja kulutuksen kestoa [52]. Käyttörasituksen lisäksi valittu pinnoite vaikuttaa siihen, millainen tasoite sen alle soveltuu. Yleensä akryylipinnoitteet vaativat suurimmat lujuusarvot alustaltaan [17][18][52][96]. Sen sijaan polyuretaanipinnoitteet menestyvät myös hieman heikomman tasoitteen päällä [17][18][52][96], joten tasoitteen vähimmäislujuusvaatimukset asetetaan yleensä juuri polyuretaanipinnoitteen mukaan.

Pinnoitettavan tasoitteen puristuslujuusvaatimuksen tarpeellisuudesta oltiin kahta mieltä. Toisten mielestä vain tasoitteita, joilla on hyvä puristuslujuus, voidaan käyttää pinnoitteiden alla [39][46]. Siitä kuinka suuri puristuslujuus pinnoitettavalla tasoitteella tulisi olla, ei oltu täysin yksimielisiä. Suurin osa piti joko C25 [79][186] tai C30 [37][46][95] luokan tasoitteita riittävinä. Osa myös kertoi käyttävänsä mieluummin aina C35 luokan tasoitetta, vaikka C30 luokan tasoitekin riittäisi [37]. Ta-

soitteen lujuuteen viitattiin myös kovuusluokalla. Riittävänä kovuusluokkana pidettiin 30–32 [22]. Tasoitevalmistajat saattoivat olla kuitenkin sitä mieltä, ettei tasoitteelta tarvita samansuuruisia puristuslujuus arvoja kuin betonilta, sillä tasoitteen kestävyys tulee taivutusvetolujuuden kautta [35][51]. Ainoastaan staattisen kuormituksen alle joutuvalta tasoitteelta voidaan vaatia puristuslujuutta [20][35]. Tasoitteen taivutuslujuutta [35], tartuntavetolujuutta [20][39], vetolujuutta [39][96] ja pinnan kovuuksia [51] pidettiin huomattavasti tärkeämpinä tasoitteen ominaisuuksina kuin puristuslujuutta. Tasoitteen taivutusvetolujuus kertookin parhaiten siitä, voidaanko tasoite pinnoittaa. Hyvän taivutusvetolujuuden omaava tasoite kestää hyvin muun muassa pyörärasituksesta tulevaa dynaamista kuormitusta sekä alustan liikkeitä. [35]

Kovaan käyttörasitukseen joutuvalta tasoitteelta vaadittiin suurempaa puristuslujuutta ja kovuuksia kuin vain suhteellisen kevyeen pyörärasitukseen joutuvalta tasoitteelta [38][79]. Osa piti C25/30 tasoitetta riittävän lujana kestäväksi teollisuudesta tulevan rasituksen [52]. Keskisuureen rasitukseen joutuviin tiloissa tasoitteita ja polyuretaanipinnoitetta käytetään paljon yhdessä. Tällaisiin tiloihin kohdistuu pääsääntöisesti vain jalankulkurasitus, jonka hyvä laatuinen tasoite kestää. [24][37][96] Yleensä polyuretaanilla pinnoitettuihin, keskiraskaan käytön tiloihin soveltuu C25 [24] [38] tasoite, mutta jos rasitus on vähänkään kovempi, niin tasoituksen tulisi olla vähintään C30-luokkaa [24]. Keskisuuren rasituksen tiloissa esimerkiksi toimistotuolit saattavat aiheuttaa suuriakin rasituksia alustalle, jolloin heikoimmat tasoitteet voivat murtua pinnoitteen alla [52].

Haastateltavat olivat pääsääntöisesti yhtä mieltä siitä, että tasoitteelta vaaditaan jonkinlaista vetolujuutta, jotta se kestäisi pinnoitteen alla. Osa haastateltavista puhui vain vetolujuudesta, mutta toiset puhuivat tartuntavetolujuudesta, sisäisestä lujuudesta tai pinnan vetolujuudesta. Vetolujuusvaatimus johtuu siitä, että pinnoitteet kutistuvat kovettuessaan ja aiheuttavat alustalleen rasituksia [29][100]. Jotta kutistuma voitaisiin ottaa vastaan, tulee tasoitteen pinnan vetolujuuden olla riittävä. Pinnoitteen kutistuman suuruus on suoraan verrannollinen pinnoitekerroksen paksuuteen, joten mitä paksumpi pinnoite on sitä suuremmat rasitukset se aiheuttaa alustalleen [95]. Myös pinnoitteen kovaa tartuntalujuutta alustaan pidettiin syynä sille, miksi tasoitteelta vaaditaan suurta pinnan vetolujuutta [22]. Ilman alustan riittävää vetolujuutta pinnoite irtoaisi [29] tai murtuisi [52]. Mikäli pinnoitteelle asetetaan vetolujuusvaatimus, tulee tasoitteenkin täyttää sama vaatimus, sillä pinnoite on ohut kerros eikä itsessään pysty ottamaan koko kuormaa vastaan. Yleensä pinnan ve-

tolujuusvaatimuksia asetetaan tasoitteelle, jotta lattian pitkäaikaiskestävyysvaatimus täyttyisi. [95] Osa haastateltavista antoi lujuusarvoja, joita pinnoitettavaksi tarkoitetun tasoitteen tulee täyttää. Esimerkiksi tasoitteen pinnan vetolujuuden tulisi olla vähintään  $\geq 1,2 \text{ N/mm}^2$  [29] tai  $\geq 1,5 \text{ N/mm}^2$  [186] ja vetolujuuden [79][100] sekä tartuntalujuuden vähintään  $\geq 1,5 \text{ N/mm}^2$  [24][95].  $1,5 \text{ N/mm}^2$  pidettiin muutenkin alustan minimivetolujuutena pinnoitettavissa lattioissa, joissa käytetään epoksia tai polyuretaania [39]. Osan mielestä tasoitteen pinnan vetolujuuden tulisi olla samaa luokkaa kuin betoninkin eli noin  $2,5 \text{ N/mm}^2$  [46].

Lattian käyttörasituksen koettiin vaikuttavan tasoitteen vähimmäisvetolujuusvaatimukseen. Kovaan käyttörasitukseen joutuvalta tasoitteelta vaaditaan vähintään  $2 \text{ N/mm}^2$  pinnan vetolujuutta [38][79][100]. Sen sijaan tasoitteen pinnan vetolujuuden tulisi olla vähintään  $1,2\text{--}1,5 \text{ N/mm}^2$ , riippuen pinnoitteesta, jos lattia joutuu keskisuureen rasitukseen [38]. Elastiset pinnoitteet eivät vaadi tasoitteelta niin suurta tartuntaa, sillä ne eivät aiheuta kuivuessaan suuria jännityksiä. Mikäli pinnoite aiheuttaa kovia jännityksiä kuivuessaan ja lattian rasitus on suurta voi tasoitteen tarttuvuusvaatimus olla kolmen newtonin luokkaa. Tällainen tartunta voidaan saavuttaa ainoastaan erikoistuotteilla, sillä yleensä tasoitteiden tartunta on maksimissaan vain puolet tästä. [22]

Haastatteluissa korostettiin sitä, että eri materiaalien välisen tartunnan tulee olla kunnossa. Tasoitteen ja pinnoitteen välinen adheesio eli tartunta tulee olla hyvä, jotta lattia toimisi [39]. Tartunnan laatu korostuu erityisesti ohuilla pinnoitteilla [51]. Koska tasoitteet ovat tiiviimpiä kuin betoni, pinnoite ei kykene tarttumaan tasoitteeseen yhtä hyvin [46]. Tartuntasilta ei ulotu yhtä syväälle kuin betonissa, sillä pinnoitteen pohjuste ei kykene tunkeutumaan tiiviiseen tasoitteeseen. Tasoitteepinta ei saa olla aivan kiiltävä, jotta riittävä tartunta voisi muodostua, sillä kiiltävä pinta on usein hyvin tiivis [39]. Kiiltävä pinta voi johtua tasoitteessa runsaasti olevasta liima-aineesta tai tällaisen tasoitteen hionnasta. Jotta riittävä tartunta saadaan aikaan, voidaan tasoitteelta vaatia karheutta ja sen sileyttä voidaan rajoittaa [42]. Yleensä betonilattioiden kohdalla riittävä karheus määritellään lattian esikäsitteilytoimenpiteen mukaan [42]. Karheutta mitataan lattiasta yleensä aistinvaraisesti [42]. Hyvän tartunnan aikaansaamiseen vaikuttaa myös oleellisesti alustan puhtaus. Lika tekee heikon laakerikerroksen tasoitteen ja pinnoitteen väliin ja pinnoite repeää irti tasoitteesta tästä heikoimmasta kohdasta. Pinnoitteen ja tasoitteen välisen tartunnan lisäksi tulee hyvä tartuntalujuus olla myös tasoitteen ja kantavan rakenteen välillä. Riittävästä tartunnasta eri kerrosten välillä voidaan varmistua vetokokeen avulla. [29] [38]

Osan mielestä tasoitteen tulisi saavuttaa riittävä kulutuksenkestävyys [46], mikäli se pinnoitetaan ohuilla pinnoitteilla [22][51]. Kulutuskestävyyttä valittaessa tulee ottaa huomioon tilan käyttöärasitus [52]. Teollisuuskohteissa lattian kulutuskestävyyden tulee kuulua vähintään luokkaan kolme [52]. Tasoitevalmistajan ei tarvitse ilmoittaa tuotteensa kulutuskestävyyttä, jos tuotetta ei ole tarkoitettu itsessään lattian kulutuspinnaaksi, mutta kulutuskestävyyden arvo toki kertoo tasoitteen ominaisuuksista [20].

Osa haastateltavista oli sitä mieltä, ettei pinnoitteiden välillä ole sellaisia eroja, joiden takia lattiatasoite ei soveltuisi tiettyjen pinnoitteiden alle [42][102][186]. Kunnan vain oikeat materiaalit valitaan oikeaan paikkaan, niin rakenteesta tulee toimiva [17][20][38][51][95]. Yleensä kuitenkin akryylipinnoitetta pidettiin haastavampana ja polyuretaanipinnoitteita helpompana tuotteena tasoitteen käytön kannalta [17][18][52][96].

Osa haastateltavista ei käyttäisikään tasoitetta ollenkaan, jos lattia pinnoitetaan akryyliillä [18][31][37][39][96], sillä kuivuessaan akryyli aiheuttaa alustalleen niin suuret rasitukset, ettei tasoitteella niihin pystytä vastaamaan [18][37][39][79][100]. Jos tasoitetta joudutaan kuitenkin käyttämään akryylin alla, niin sen lujuuden tulisi olla ehdottomasti C30-C35 [37]. Toinen syy, miksi tasoite ei sovellu akryylipinnoitteen alle on se, että akryylipinnoite ei kykene tarttumaan riittävästi tiiviiseen ja siileään tasoitteeseen. Akryylipinnoitteen nopeaa kuivumista pidettiin myös huonona ominaisuutena tasoitteen kannalta. Nopean kuivumisensa takia akryyli vaatii alustaltaan huomattavasti suurempia lujuusominaisuuksia kuin esimerkiksi hitaasti kuivuva polyuretaani [24][52]. Tämän lisäksi suurtalouskeittiöissä, joka on akryylipinnoitteen pääasiallinen käyttökohde, kiehuva vettä joutuu usein lattialle, mistä aiheutuva lämpöshokki voi saada tasoitteen irtoamaan alustastaan [31]. Akryylipinnoitteiden alle tulevalta tasoitteelta vaaditaankin usein vähintään 2 N/mm<sup>2</sup>:n vetolujuutta [52]. Akryyliä pidettiin myös riskialttiina sen pinnan kovuuden ja joustamattomuuden takia [22]. Tämän lisäksi akryylipinnoite ei ole kemiallisesti yhteensopiva kaikkien tasoitteiden kanssa. Akryylissä oleva metakrylaatti saattaa reagoida tasoitteen liima-aineksen kanssa, jolloin tasoitteen lujuus romahtaa [96].

Myös paksut hiertoepokset koettiin ongelmallisiksi, sillä ne aiheuttavat kuivuessaan ja kutistuessaan alustalleen samanlaiset suuret rasitukset kuin akryylikin, eikä tasoitteiden vetolujuus ja tartunta alustaan riitä niihin vastaamaan [18][24][79][100]. Paksuja hiertopinnoitteita käytetään kuitenkin yleensä teollisuudessa, joten alustan vetolujuuden tulisi olla muutenkin vähintään 2 N/mm<sup>2</sup> ja alustan tulisi olla myös kova [100]. Paksumpana kerroksena asennettu korkealujuuksinen epoksi kykenee

kuitenkin jakamaan käyttörasituksesta tulevia kuormia paremmin, eikä tasoite rasitu käytössä yhtä paljon kuin ohuemmalla kerroksella [51][96].

Polyuretaanipinnoitetta pidettiin parhaiten tasoitteen kanssa yhteensopivana. Yleensä tasoite, joka soveltuu epoksinpinnoitteen alle, soveltuu myös polyuretaanipinnoitteen alle [185]. Epoksinpinnoitteella on suurempi koheesio eli sisäinen lujuus kuin polyuretaanilla, joten polyuretaani sopii paremmin tasoitteen päälle [46]. Mikäli käyttörasitus on maksimissaan keskisuurta ja käytetään elastista ja kuormaa jakavaa polyuretaanipinnoitetta, niin lattian puristuslujuudeksi riittää C20 ja vetolujuudeksi 1,2 N/mm<sup>2</sup> [52]. Toisten mielessä polyuretaania käytettäessä puristuslujuuden alarajan tulisi olla C25 ja pinnan vetolujuuden alarajan 1,5 N/mm<sup>2</sup> [24]. Kuitenkin polyuretaanisementti tekee muista polyuretaaneista poikkeuksen ja vaatii alustaltaan sen verran paljon, ettei sen alle tasoitus sovellu [24].

Osa haastateltavista nosti esille myös alustan kosteuden [18][29][39][95][100][102][185]. Alustan kosteus tulisi todeta ennen pinnoittamista. Riittävän alhainen kosteus on tärkeää erityisesti polyuretaanipinnoitteiden kohdalla. [29][39] Pelkkä tasoitekerroksen kuivuminen ei riitä, vaan myös alla olevan kantavan betonirakenteen tulee olla kuivunut ja lujittunut [18]. Alustasta ei myöskään saisi nousta kosteutta, sillä osa tasoitteista ei kestä kosteusrasitusta [95]. Osa haastateltavista oli sitä mieltä, että tasoitteen tulisi olla itsestään kuivuva, jotta aikataulu ei kärsisi [35][37], eli tasoitteen tulisi olla nopeasti pinnoitettava [51]. Nopeasti pinnoitettavissa tuotteissa on enemmän nopeasti sitoutuvia aineita, joten tuote myös kasvattaa lujuutta nopeammin, jolloin pinnoitus on mahdollista hyvin nopealla aikataululla [51].

Jos suunnitelmissa mainitaan jokin tasoite tai vastaava, niin vastaavan tasoitteen ominaisuudet tulisi määritellä tuotteen CE-merkin mukaan. CE-merkki kertoo mil-laiseen käyttötarkoitukseen ja rasitukseen tuote soveltuu sekä sen mitä muita ominaisuuksia tuotteella on. Suunnitelmissa oleva maininta ”Soveltuvalla tasoitteella” on liian laaja ilmaus ja ei kerro mitään tasoitteen vaadituista ominaisuuksista. [102]

Haastattelujen aikana kävi ilmi, että pinnoitettavan tasoitteen vaatimusten määrittely vaatii erityisosaamista, joka puuttuu monelta. Tämän takia tasoitteiden vaatimukset esitetään yleensä puutteellisesti eikä kukaan halua ottaa vastuuta tasoitteen ja pinnoitteen yhteensopivuudesta. Suuren osan mielestä tasoitteen valinta on teknistä asiantuntemusta vaativaa työtä, joten se kuuluisi rakennesuunnittelijalle [17][18][22][37][39][51][95][100][102][185][186], mikäli hän siihen kykenee

[96]. Näin saataisiin tasoitteen erityisvaatimukset huomioitua heti rakennushankkeen alkuvaiheessa [31][96].

Rakennesuunnittelija ei välttämättä ole paras henkilö määrittelemään tasoitteelle asetettavia vaatimuksia. Tämä johtuu siitä, että rakennesuunnittelijoilla ei aina ole riittävää tietotaitoa valita kohteeseen sopivaa tasoitetta eikä rakennesuunnittelijalta voida olettaa aivan kakkien materiaalien täyttä hallitsemistakaan [22][39][42]. Paras tieto materiaalien yhteensopivuudesta onkin yleensä materiaalityöntekijöillä ja heiltä tulisi varmistaa tuotteiden yhteensopivuus [18][40][46][100]. Tämän takia rakennesuunnittelijan tulisi tehdä yhteistyötä materiaalivalmistajien ja urakoitsijoiden kanssa, jotta voitaisiin saavuttaa paras mahdollinen lopputulos [38][42]. Usein riittää, että rakennesuunnittelija antaa tasoitteelle rasiustilan [35][39], jolloin materiaalityöntekijät voivat valita kohteeseen parhaiten sopivat tuotteet [35].

Suuri osa haastateltavista oli myös sitä mieltä, että pinnoitevalmistajan tulisi määrittellä tasoitteelle asetetut vaatimukset [17][24][39][79]. Tämän jälkeen tasoi- ja pinnoitevalmistajat voivat yhdessä etsiä pinnoitteen alle sopivan tasoitteen. Pinnoitteen vaatimusten ja tasoitteen lujuuksien tulee vain täsmätä. [100] Vaikka suunnittelijat kysyisivät neuvoa sopivan tasoitteen valintaan esimerkiksi pinnoiteurakoitsijalta, niin pinnoiteurakoitsija ei kuitenkaan voi ottaa vastuuta tasoi- ja pinnoitevalinnasta [37].

Joskus myös arkkitehdin valinnat voivat vaikuttaa siihen millainen tasoi- ja pinnoite kohteeseen voidaan valita. Arkkitehdin vaatimuksilla ei kuitenkaan usein koettu olevan suoraan vaikutusta tasoitteen valintaan [20][37][46]. Mikäli kohteeseen kuitenkin halutaan läpikuultava pinnoite, niin arkkitehdin näkemykset vaikuttavat silloin suoraan tasoitteen valintaan [18][35][95][185]. Koska kohteen pääsuunnittelijana toimiva arkkitehti valitsee kohteeseen pinnoitteen tilaajan toiveiden perusteella, vaikuttaa tämä valinta myös epäsuorasti tasoitteen valintaan [29][31][39][42][51][95][100][102][186]. Arkkitehti voi myös vaatia tasoi- ja pinnoiteelta erityisvaatimuksia ja asettaa lopputuloksen ulkonäölle vaatimuksia, jotka voivat ajaa tasoitteen käyttämiseen [17][38]. Esimerkiksi arkkitehdin lattialle asettamat korkeat suoruusvaatimukset saavutetaan helpoiten tasoi- ja pinnoiteella [96].

#### **4.1.3 Tasoitteen alustan vaatimukset, esikäsittelyt sekä pohjustus**

Jotta koko pinnoitettu ja tasoitettu lattiarakenne toimisi hyvin yhdessä, niin myös rakenteen pohjimmaisten kerrosten on oltava kunnossa. Kapilaarikatkokerroksen

tulisi olla toimiva ja alusbetonin riittävän luja, jotta lattia onnistuisi. Eniten onnistumiseen nähtiin kuitenkin vaikuttavan tasoitteen tartunta alustaan ja pohjustuksen onnistuminen.

Haastatteluissa nousi esille alustan kemiallinen yhteensopivuus tasoitteen kanssa. Sementtipohjaisen tasoitteen alustaksi kipsitasoite ei suoraan sovellu. Tämä johtuu siitä, että kipsitasoite voi reagoida sementtitasoitteen veden ja aluminaatin kanssa, jolloin alusta saattaa rikkoutua. Mikäli kipsitasoite kuitenkin halutaan säilyttää, voidaan se pohjustaa epoksipohjusteella. Epoksipohjuste tekee tasoitteiden väliin tiiviin pinnan, jonka läpi reaktiota ei pääse tapahtumaan. [51]

Muutama haastateltava antoi tasoitteen alustan geometrialle joitain reunaehtoja. Tasoitettavan betonialustan tulee olla muun muassa riittävän suora [31][38][22], jottei tasoitetta jouduta käyttämään tarpeettoman paksuina kerroksina [31]. Lattiaan tulevat kaadot tulisi tehdä ensisijaisesti betonilla [18]. Kaltevat alustat voivat kuitenkin aiheuttaa ongelmia tasoitustyön suorituksessa [96]. Liian korkeat kohdat tulee hioa pois, jottei tasoitetta jouduta asentamaan liian ohuina kerrospaksuuksina. Suoruus voidaan tarkastaa esimerkiksi laserkeilauksen avulla, mikäli kohteen vaativuus sitä edellyttää. [42] Lattiassa olevat vauriot ja kolot tulee myös paikata ennen tasoitteen asentamista [95] esimerkiksi akryylillä. Tasoite voi valua rei'istä, jolloin sen pinta jäisi epätasaiseksi [17]. Valuva tasoite voi aiheuttaa myös sotkua.

Koska ohut tasoite ei kestä rakenteiden liikkeitä, on tasoitteeseenkin tehtävä rakenteelliset liikuntasaumot [35]. Tasoitteen vähäisen kutistumisen takia ylimääräisiä liikuntasauvoja yleensä ei kuitenkaan tarvitse tehdä [35]. Yleensä betoni kuivumiskutistuu kuitenkin enemmän kuin tasoite, jolloin tasoitteeseen voidaan joutua tekemään myös ylimääräisiä liikuntasauvoja. Tuotteita valittaessa tulee myös huomioida, että hienommat tasoitteet kutistuvat enemmän kuin karkeammat tasoitteet. Tasoitteen kuivumisen aikana tulisi myös seurata etenkin teräviä kulmia. Teräviä kulmia on esimerkiksi pilarien juurissa. Kulmien kohdalla joko tasoitteeseen tai sen alla olevaan betoniin voi tulla hiushalkeamia. Jos alla oleva betoni halkeilee, näkyy se yleensä myös tasoitteen murtumisena. [39]

Haastateltavat antoivat myös tasoitteen alustan kosteudelle vaateita. Alustan tulee olla riittävästi kuivunut ennen tasoitusta [17][18][31][38][42][95][102][185][186], jottei kosteus aiheuttaisi liiallista rasiutusta pinnoitteelle [35]. Alustan kosteus vaikuttaa myös tasoitteen kuivumis- ja lujittumisaikaan [31]. Koska tasoittamisen jälkeen betonialusta ei pääse enää kuivumaan yhtä hyvin ylöspäin kuin ennen taso-



tusta, betonialustan kuivumisesta ennen tasoitusta tulee varmistua [17]. Tasoitteesta myös siirtyy kosteutta betoniin, ja paksun tasoitekerroksen takia kuivuminen hidastuu [42]. Betonin suhteelliseksi kosteudeksi ennen tasoitusta suositeltiin muun muassa  $< 90\%$  [17][31] tai  $< 85\%$  [102]. Sekä tasoitteet että pinnoitteet asettavat alustan kosteudelle vaatimuksia, joten niiden molempien vaatimuksiin tulisi tutustua ennen tasoittamisen aloitusta [42][186]. Alustaan ei myöskään saa kulkeutua kosteutta esimerkiksi huonosti toteutetun kapillaarikatkon takia [95].

Tasoitteen alustan lämpötilan nähtiin myös vaikuttavan työn onnistumiseen. Alustan lämpötila tuleekin tarkistaa ennen tasoittamisen aloittamista [31][42]. Alustan lämpötila vaikuttaa tasoitteen kuivumis- ja lujittumisaikaan [31]. Liian korkeassa lämpötilassa tasoitteen lujuudenkehitys ei tapahdu normaalisti ja tasoite jää heikoksi. Lisäksi tasoitteen halkeiluriski kasvaa. Lattialämmityksen lämpötilaa tulisikin alentaa tasoittamisen ajaksi. [42] Alusta ei saa myöskään olla liian matalassa lämpötilassa [51]. Alustan alhaisimpana lämpötilana pidettiin  $+ 10\text{ °C}$ :ta [51][95][96] tai  $+ 15\text{ °C}$ :ta [17]. Hieman korkeampaa lämpötilaa suositellaan, sillä alhaisissa lämpötiloissa tasoitteen pinta saattaa jäädä reikäiseksi [17]. Kemialliset reaktiot voivat myös tapahtua eri lailla eri lämpötiloissa, joten lämpötilan tulisi olla tuotteen ohjeen mukainen [17]. Alustan lämpötilaa voidaan tarkkailla lämpökameralla, jolloin mahdolliset lämpötilapoikkeamat voidaan havaita [42].

Jos betonialusta tasoitetaan, niin tasoitteen alle jäävälle betonillekin tulisi asettaa vaatimuksia, jotta alusta täyttää kokonaisuudessaan pinnoitteen vaatimukset [42]. Rakenteeseen ei saisi jäädä heikkoa kerrosta myöskään tasoitteen alle, joten alle jäävän betoninkin lujuuden tulee olla riittävä [18][29][42][51][52][95][96][102][186]. Betonin pinnan tulee olla sellainen, että haluttu tartuntavetolujuus voidaan saavuttaa [20][40]. Seuraavalla kerroksella ei alle jäävää heikkoa betonia voida parantaa [52]. Tasoitteen alustan liian heikkoa lujuutta pidettiin pääasiassa korjausrakentamisessa esiintyvänä ongelmana [96]. Myös vanhan betonin lujuuden tulisi olla yli  $0,5\text{ MN/m}^2$ , jotta tasoittaminen onnistuisi helposti [51]. Jos betonin lujuus alittaa tämän arvon, niin betonia joudutaan lujittamaan joko epoksilla [51][96][102], epoksilla ja hiekalla [96] tai lasikuituverkolla ja tasoitteella [51]. Todella heikot alueet tulisi kuitenkin uusia [51].

Betonin pinnassa olevalla sementtiliimakerroksella koettiin olevan suuri vaikutus tasoitteen kiinni pysymiseen. Betonin pinnassa oleva heikko sementtiliimakerros tulisikin poistaa [18][20][29][31][39][40][79][95][100][102][186], jotta tasoite tarttuisi alustaan [17][24][35][37][46][52][96][185]. Pinnan hiontaa pidettiin riittävänä käsittelynä, jos sementtiliima saadaan vain siten poistettua

[17][22][31][37][42][96][186]. Timanttihionta onkin melko yleinen tapa poistaa sementtiliima ja epäpuhtaudet sekä tasoittaa korkoeroja [18][24][29][42][46][52][79][95][96][100][186]. Kuitenkin suositeltavampana tapana pidettiin sinkopuhallusta [18][24][31][42][52][79][95][96][100][186], hiekkapuhallusta [186] tai happopeittoa [31]. Jyrsintääkin suositeltiin [24][37][42][96][100][186] erityisesti vanhan heikon betonin poistoon [52], mutta osa piti sitä huonona tapana, sillä se tekee betonin pintaan halkeamia [29]. Tämän takia jyrsityn pinnan sinkopuhallusta suositeltiin [29]. Osan mielestä sementtiliimaa ei saada poistettua riittävän tehokkaasti paperihionnalla tai kuparilaikalla [24]. Toisten mielestä paperihionta tai kuparilaikkakin riittäisi, jos betoni ei ole kerennyt kovettumaan täysin tai on alle C25/30 lujuusluokkaa, jolloin sementtiliima irtoaa helpommin [96]. Sementtiliiman poiston yhteydessä tulisi myös alustan muut heikot kohdat poistaa [20][22][52][96][100][185] ja betonin kiviaineksen pitäisi tulla esiin [22][24][52][96][102][185]. Erityisesti betonin teräshierron koettiin nostattavan sementtiliimaa runsaasti betonin pintaan [20].

Sementtiliiman poistomenetelmää valittaessa tulisi miettiä myös sitä, kuinka karhea pinta tasoitteelle tarvitaan [42] ja kuinka syväälle epäpuhtaudet ovat imeytyneet [18]. Mitä karkeampi jälki jää, sitä suurempi on tasoitteen tartuntapinta-ala ja sitä kautta myös tartunta alustaan [96]. Kaikki eivät pinnanhiointaa vaatineet joka alustalle. Esimerkiksi ontelolaattojen yläpintaa ei hiota, vaan tartunta hoidetaan pohjusteen avulla [51]. Kuitenkin betonin pinnassa olevat tartuntaa haittaavat epäpuhtaudet tulisi poistaa huolellisesti [17][20][24][31][35][37][38][39][42][52][79][95][185][186]. Yleensä tämä onnistuu sementtiliiman poiston yhteydessä [31][35][37][96][186]. Öljyt ja rasvat ovat kuitenkin haasteellisia ja niiden takia saatetaan joutua jyrsimään lattiaa tai käyttämään erikoispohjusteita [186]. Jotta hionnasta tuleva pöly ja muu irtonainen aines saadaan poistettua, niin alusta imuroidaan huolellisesti [17][20][24][29][39]. Pöly tulisi saada poistettua myös betonin huokosista. Laajoilla alueilla voidaan käyttää teollisuusimuria, jolla imuroidaan ristiin. Kapeammassa paikoissa imurin suulake tai paineilma on suosittelun tapa. [29]

Betonin pinta tulisi pohjustaa ennen tasoitteen asentamista [18][22][24][31][35][37][39][51][52][100][102][185] lähes kaikkia tasoitteita käytettäessä [29][42][46][95][96][186]. Joillekin käsin levitettäville tasoitteille riittää pelkkä alustan kostutus eikä erillistä pohjustusta tarvita [95]. Pelkkä kostutus ei kuitenkaan estä huokosrakkuloiden muodostumista [186]. Pohjustus tulee tehdä, sillä ainakin osa [186] pohjusteista parantaa tasoitteen tartuntaa alustaan

[24][31][39][42][51][95][100], sillä tasoitteen liima-aineet tarttuvat hyvin pohjusteeseen [96]. Pohjusteen avulla tasoitteen tartunta alustaan voi olla jopa  $> 3 \text{ MN/m}^2$ , mutta ilman pohjustetta tartunta voi jäädä  $1 \text{ MN/m}^2$  paikkeille [51].

Tärkeämpänä pohjusteen ominaisuutena pidettiin kuitenkin sitä, että pohjuste kylästä betonin huokoset siten, etteivät ne kykene enää imemään tasoitteessa olevaa kosteutta [20][24][31][35][42][51][95][96][100][102][186] ja liima-ainetta [100]. Tämä helpottaa tasoitteen levittämistyötä ja leviämistä [20][51][102][186] sekä estää tasoitteen liian nopean ja epätasaisen kuivumisen alaspäin [39][102][186]. Veden imeytymisen surauksena tasoitteen hydrataatio ei voisi tapahtua loppuun asti, sillä siihen tarvittavaa vettä ei ole saatavilla [29][39][42][96][186]. Tällöin tasoite jää heikoksi ja pölyväksi [29][39][96][186]. Toinen ongelma kosteuden imeytymisessä betonin huokosiin on huokosissa olevan ilman siirtyminen tasoitteeseen, jolloin tasoitteen pinnasta tulee rakkulainen [17][20][24][29][31][35][39][42][51][95][96][100][102][136].

Pohjuste myös sitoo alustaan vielä imuroinnin jälkeen jäänyttä likaa ja pölyä [20][22][31][51][95] niin, etteivät pääse nousemaan tasoitteen pintaan [31][35]. Osa haastateltavista oli sitä mieltä, ettei pohjusteen tehtäviin kuulu sitoa pölyä, vaan pölyn poisto tulisi tehdä täysin imuroimalla [39].

Monille tasoitteille on markkinoilla vaihtoehtoisia pohjusteita, joiden valinnassa tulee olla huolellinen [20][22][42]. Yleensä pohjuste on vesiohenteinen dispersio [46][96][102]. Kevyimmät pohjustekäsittelyt tehdään juuri veteen ohennetulla keinohartsidispersiolla [20]. Kosteille alustoille tulisi kuitenkin valita epoksipohjainen pohjuste [20][102]. Epoksipohjusteilla saatetaan hakea myös luotettavuutta korjaushankkeissa, sillä ne vahvistavat hieman alustaansa [20][102]. Epoksipohjuste sopii myös kohtiin, joissa alustassa on tartuntaa haittaavaa öljyä. [186] Koska tasoitteen hyvä tartunta on tärkeää, niin voidaan sitä parantaa pohjusteen pintaan asennettavalla sirotteella [20].

Pohjusteen asentamistavaksi suositeltiin harjausta [17][24][95], sillä siten pohjuste saadaan tunkeutumaan betonin huokosiin, jolloin tiiveys ja tartunta varmistetaan parhaiten [17]. Puolikova harja soveltuu levitykseen parhaiten, mutta katuharjallakin saadaan riittävän hyvä lopputulos aikaiseksi [17]. Esimerkiksi pohjustetta teelaamalla ei saada aikaan yhtä hyvää lopputulosta, sillä telalla pohjuste jää vain betonin korkeimpiin kohtiin eikä tunkeudu esimerkiksi ongelmallisiin huokosiin [17]. Mikäli alusta on todella huokoinen, niin pohjuste voidaan asentaa kahteen kertaan

[17][20][24][95]. Ensin asennetaan ohuempi pohjustekerros, joka tunkeutuu syvälle betoniin ja vielä tämän päälle asennetaan paksumpi pohjuste [17][24]. Kuitenkin paras tapa levittää pohjuste olisi kerralla harjaamalla oikealla suhteella ohennettuna [17]. Jottei tasoitteen pintaan tulisi reikiä [17], tulee pohjusteen antaa kuivua riittävän kauan ennen tasoitteen asentamista [17][95]. Kosteaa pohjuste saattaa alkaa vaahtoutua tasoitustyön aikana ja lisätä siten vielä entisestään reikäisyyttä. Kylmissä olosuhteissa pohjuste kuivuu huomattavasti hitaammin. Suositeltavaa olisi tehdä pohjustaminen tasoitteen pumppausta edeltävänä päivänä. [17]

#### 4.1.4 Pinnoitettavan lattian tasoitustyön suoritus

Haastateltavat kokivat, että tasoitetyöhön huolellisella valmistautumisella voidaan ongelmilta välttyä ja saada aikaan hyvä lopputulos. Työtä valmistellessa tulisi käydä lävitse kaikki mahdolliset asiat, jotka voivat johtaa tasoitetyön epäonnistumiseen. Jotta epäonnistumisilta vältytään, tulee työ suunnitella siten, että virheiden mahdollisuus minimoidaan. [42] Ennen työtä tulisi myös perehtyä kaikkiin ohjeisiin, joita tasoitetyöstä on saatavilla ja niissä annettuja ohjeita tulisi noudattaa [42][95]. Erityisesti tuotekohtaisiin ohjeisiin tulisi tutustua [24].

Työalue tulisi valmistella sellaiseksi, että tasoitus voidaan suorittaa. Alue tulisi rauhoittaa ja esimerkiksi muista töistä tulevan pölyn kulkeutuminen puhdistetulle alustalle estää [38]. Myös sadesuoja tarvitaan, jottei sateessa tasoite vaurioituisi [51][38][42]. Alustan liikkumattomuuden koettiin myös olevan tärkeä ominaisuus, jotta suunniteltuun lujuteen päästäisiin. Holvilla ei saisi olla voimakkaasti täriseviä laitteita tasoittamisen ja tasoitteen lujittumisen aikana [38][96][29]. Tärisyvät laitteet häiritsevät tasoitteen hydratoitumisreaktiota [29][38]. Hydratoitumisen aikana tasoitteella ei vielä ole paljoakaan lujuutta, joten hydrataatiossa muodostuneet piikkimäiset rakenneosat saattavat rikkoutua värinän vaikutuksesta [29][42]. Värinän takia tasoitteen lujuus jääkin suunniteltua heikommaksi [29] ja tasoitteen pintaan saattaa muodostua aaltoilua tai tasoite voi jopa irrota alustasataan [96]. Värinä voi saada aikaan myös karkearakeisen tasoitteen erottumista [20] ja saada tasoitemassan leviämään herkemmin [42]. Tärisävissä paikoissa olisikin syytä käyttää nopeasti kovettuvia tuotteita. Tärisyvät laitteet ovat pääasiassa vain teollisuuden korjauskohteiden ongelma. [42]

Tasoitteiden varastointiajat nähtiin yhtenä vaikuttavana tekijänä tasoitetyön onnistumiselle. Tasoitteen varastointiajat määräytyvät kemikaalilainsäädännön mukaan [20] ja ne tulisi käyttää varastointiaikojen sisällä

[18][20][29][38][39][40][42][51][52][102][185]. Valmistajan antaman varastointiajan jälkeen tuotteella ei ole enää takuuta [102]. Tuore tasoitemassa on muutenkin lujempaa ja sen reaktiivisuus on parempi [39]. Hyvissä olosuhteissa tasoitemassat säilyvät puolesta vuodesta vuoteen [35]. Tasoitteet menettävät kuitenkin ominaisuuksiaan ajan kuluessa, jolloin pitkään varastoitua tasoitetta käytettäessä lopputulos ei välttämättä ole halutunlainen [20][42].

Varastointiaikaan vaikuttaa myös ympäröivän ilman kosteus ja tasoitesäkin laatu. Koska paperi-muovi-paperi-säkit eivät ole täysin hermeettisiä, niin kosteus pääsee ajan saatossa reagoimaan tasoitejauheen kanssa [20][51]. Täysmuoviset säkit pitävät tasoitemassan parempana kosteissa olosuhteissa ja lisäksi ne ovat kierrätettäviä [39]. Riippumatta tasoitesäkin materiaalista, tulisi sitä käsitellä niin, ettei siihen tulisi vaurioita, ja kauan auki olleessa säkeissä olevaa tasoitetta ei tulisi käyttää [20].

Tasoitetta varastoitaessa koettiin erityisesti kosteuden vaikuttavan tasoitteen ominaisuuksiin, mutta myös varastointilämpötilalla on vaikutuksensa tasoitteeseen. Tasoitteiden varastointiolosuhteet tulisikin olla hallitut [18][22][38]. Tasoitejauheen käyttölämpötilan tulisi olla lähellä huoneen lämpötilaa [31]. Tämä tulisi huomioida erityisesti kesän hellejaksoilla ja talven pakkasilla [31]. Osa tasoitteista ei kestä varastointia pakkasessa ja niiden jäätyminen tulisi estää [42][186]. Toisaalta jauhetuotteita ei pidetty herkkinä lämpötilan suhteen [20]. Mikäli massaa joudutaan varastoimaan pitkään ja lämpötilat vaihtelevat varastoinnin aikana, niin tasoitteeseen voi tiivistyä kosteutta [17][40][95]. Tasoitejauhe ei saisi altistua kosteudelle ennen sekoittamista [17][24][35][38][39][40][51][52][96][102][185][186]. Mikäli kosteutta pääsee tasoitemassaan, niin siihen muodostuu paakkuja [22][39][51][95][102][186]. Paakut heikentävät tasoitteen ulkonäköä ja lisäävät materiaalihukkaa [95]. Pumpattaessa osa tasoitteessa olevista paakuista rikkoutuu, mutta massa jää kuitenkin pienempiä kokkareita [17]. Tasoitteen jäätymisellä ja kostumisella on myös lujutta heikentävä vaikutus [186]. Mikäli tasoitemassa tuodaan työmaalle pumppuautolla, niin kuljetusmatkan ei tulisi olla liian pitkä. Pitkän matkan aikana tasoite saattaa keretä vanhenemaan, jolloin siitä tulee käyttökelvontonta. [38]

Tasoitetyön ympäristöolosuhteilla nähtiin olevan suuri vaikutus työn lopputuloksen laatuun tasoitetyön tekemisen ja tasoitteen kuivumisen aikana. Kuten alustankin lämpötila ja kosteus vaikuttaa tasoitteen kuivumis- ja lujittumisaikaan, niin myös ilman suhteellisella kosteudella ja lämpötilalla on niihin merkittävä vaikutus [18][31][35][39][51][96]. Lämpötilan [17][18][24][38][46] ja kosteuden [17][18] tulisi

olla hallittuina koko tasoitustyön ajan. Kylmissä olosuhteissa tasoitemassa saattaa jäädä jähmeäksi [100] eikä se siloitu kunnolla [17]. Korkeissa lämpötiloissa tasoitteen levitysaika puolestaan lyhenee [39][96].

Talvella yleinen ongelma on kuuma sisäilma, jonka kosteuspitoisuus on todella alhainen. Alhaisissa kosteuspitoisuuksissa tasoitteen kuivuminen voi olla liian nopeaa. [42] Kuivattavissa olosuhteissa tasoitteen pintaan voi muodostua muun muassa rakkuloita [22] tai tasoitteen pinta voi halkeilla [22][102] ja jäädä heikoksi [102]. Tasoitteen tulisikin pysyä pintakosteana [18]. Toisaalta taas liika kosteus hidastaa kuivumista, joten kuivempi ilma olisi parempi vaihtoehto [18][46]. Esimerkiksi kuumana kesäpäivänä ilman suhteellinen kosteus voi olla niin suuri, että se lisää kosteutta vanhaan rakenteeseen [39].

Tasoite ei saisi myöskään altistua suoralle auringonvalolle [42][51]. Auringonvalolle alttiissa paikassa tasoitteeseen voi tulla lujuuden alenemista. Tämä johtuu siitä, että auringonpaahde saa tasoitteessa olevan kosteuden haihtumaan, jolloin se ei pääse osallistumaan kemiallisiin reaktioihin. [42] Tuore tasoitemassa ei myöskään saa altistua vedolle [18][29][96], sillä veto haihduttaa runsaasti kosteutta tasoitteen pinnasta [102]. Minivaatimuksena voidaan pitää vedon poistamista sulkemalla ovi- ja ikkunaukot [29]. Vedon vaikutuksesta tasoitteen pinta kuivuu nopeammin kuin muu rakenne, jolloin siihen voi tulla halkeilua [18]. Mikäli ulkona on erilaiset olosuhteet lämpötilan tai tuulen suhteen kuin sisällä, niin tasoitteessa voi esiintyä ongelmia oviaukkojen kohdalla, joihin ulkoilman olosuhteet pääsevät vaikuttamaan [42].

Osa haastateltavista antoi myös suosituslämpötiloja ja ilman suhteellisen kosteuden arvoja tasoitustyön ajaksi. Esimerkiksi tasoitetyön optimilämpötilana pidettiin + 20 °C [18][35]. Alle + 10 °C lämpötilassa tasoitteen kuivuminen ja lujuudenkehitys häiriintyy [35], joten työtä ei saisi tehdä sen alapuolella [102]. Osa oli sitä mieltä, että + 20 °C on tasoitetyön maksimilämpötila [96].

Haastateltavat pitivät myös tasoitemassaan lisättävän veden lämpötilaa ja puhautta tärkeinä, jotta voidaan päästä laadukkaaseen lopputulokseen. Tasoitemassaan lisättävän veden lämpötila ei saa olla liian korkea [51]. Liian kuumaa vettä käytettäessä tasoitemassa ei toimi enää suunnitellulla tavalla, joten kuumalla vedellä ei voida kompensoida esimerkiksi alustan kylmyyttä [96]. Kuumempaa vettä käytettäessä tasoitemassan työaika myös lyhenee [17]. Kuitenkin valmiiksi sekoitetun massan lämpötilan tulee olla yli + 10 °C [51].

Haastateltavat olivat sitä mieltä, että liiallinen veden käyttö tasoitemassassa johtaa tasoitteen lujuusominaisuuksien heikkenemiseen. Koska tasoitteiden lujuusominaisuudet kärsivät hyvin herkästi ylimääräisen veden lisäyksestä, tulee valmistajan ohjeiden mukaisia vesimääriä noudattaa hyvin tarkasti [17][20][22][24][35][37][38][39][40][42][46][51][52][79][96][100][102][186]. Liiallisen veden käytön seurauksena tasoitemassa voi erottua [29][35][39][40][51][95][186]. Varsinkin paksuissa tasoitekerroksissa pintaan erottunut korkean vesisementtisuhteen omaava massa halkeilee herkästi [29][95]. Osa haastateltavista oli sitä mieltä, että tasoitteen pintaan erottuneen heikon kerroksen voi hioa pois ennen pinnoitusta [51][185], jos ylimääräistä vettä on käytetty vain vähän [186].

Jos vettä käytetään runsaasti liikaa, on tasoitteen alkusitoutuminen hitaampaa, jolloin kosteutta pääsee siirtymään tasoitteesta betoniin pidemmän aikaa [42]. Jos tasoitteeseen, joka on itsestään kuivuva tai nopeasti kuivuva, lisätään liikaa vettä, niin kemialliset reaktiot eivät kykene sitomaan ylimääräistä vettä, vaan tasoitteen tulee antaa kuivua ennen pinnoitusta [42]. Liiallinen veden käyttö hidastaakin kaikkien tasoitteiden kuivumista [20][35][42][51], mutta ei juurikaan vaikuta tasoitteen kutistumaan, ellei tasoite pääse erottuman [35]. Toisten mielestä tasoitteen kutistuma puolestaan kasvaa, jos vettä käytetään liikaa [20][39]. Ainut ominaisuus, mikä ylimääräisen veden lisäyksestä paranee, on tasoitteen leviävyys [20][52][100][102][186].

Osalla valmistajista on vesimittakannuja, joihin tehdään reikä kylkeen halutun vesimäärän korkeudelle. Näin ylimääräinen vesi valuu kannusta pois ja seossuhteet saadaan pidettyä oikeina. Tasoitetta pumpattaessa tulee pumppaajan suhteuttaa vesimäärä oikeaksi ja verrata pumpatun tasoitteen leviämää käsin oikeilla seossuhteille sekoitetun tasoitteen leviämään.[20]

Tasoitteen riittävän sekoitusajan koettiin myös vaikuttavan lopputuloksen laatuun ja massan työstettävyyteen. Osa tasoitemassoista onkin hyvin tarkkoja oikean mittaisen sekoitusajan suhteen [17][20][52][100]. Jos tasoitemassaa sekoitetaan liian lyhyen aikaa saattaa tasoitemassan työstettävyys jäädä huonoksi [20]. Tämän takia sekoitusta tulisi jatkaa riittävän kauan eikä massa tulisi lisätä vettä notkeutta parantamaan [20]. Kun sekoitusaika on liian lyhyt eivät tasoitemassan ainesosat myöskään sekoitu keskenään, millä on suora vaikutus tasoituksen pinnan laatuun [100]. Tasoitemassaan saattaa myös jäädä ilmakuplia [17][38] tai paakkuja [20], jos sitä sekoitetaan liian lyhyen ajan.

Käytetyillä työkaluilla koettiin olevan vaikutusta tasoitteen laatuun. Tasoitetyössä tulisikin käyttää oikeanlaisia työkaluja, jotta lopputulos olisi onnistunut [20][37][42][51][102]. Esimerkiksi mustan pumppausletkun käyttäminen aurinkoisena päivänä on ongelmallista [51]. Mustassa letkussa tasoitemassa voi ylikuumeta ja levittäminen hankaloituu [51]. Tasoitteen tulee pumpattaessa myös keretä tekeytymään letkussa [51]. Mikäli letku on liian lyhyt, tasoitemassa jää levittämistä varten liian jäykäksi [51]. Tällöin on vaarana, että tasoitemassaan lisätään liikaa vettä [51]. Sopiva pituus letkulle olisi noin 50–80 m [51].

Myös tasoitemassan sekoitusvälineellä on vaikutusta lopputuloksen laatuun. Huolellisen pohjustamisen lisäksi tasoitemassan sekoitustavan ja sekoitusvälineen tulee olla oikeanlaiset, jotteivat ne lisää ilmaa tasoitteeseen [31][95]. Pumppauskalusto ei yleensä lisää merkittävästi ilmaa tasoitemassaa, mutta käsin sekoittaessa voi tulla ongelma [31]. Esimerkiksi maalin sekoittamiseen tarkoitettua vispilää ei tulisi käyttää, sillä se lisää ilmaa massaan, jolloin tasoitteen pinnasta tulee reikäinen [20][95][102]. Spiraalivispilä on suunniteltu tasoitteen sekoittamiseen, joten sitä tulisi käyttää käsin sekoitettaessa [102]. Osa oli sitä mieltä, että tasoitteen sekoittamistavalla tai -välineellä ei ole merkitystä [35], sillä tasoitteissa käytetään vaahdonesto- ja -poistoaineita [35][39]. Massan sekoittamisessa tulisi noudattaa kuitenkin valmistajan ohjeita [39][95][102]. Yleensä tasoitemassaa tulisi sekoittaa kierrosnopeudella 300–400 RPM [102]. Tähän tarkoitukseen esimerkiksi porakone ei sovellu, sillä sen kierrosnopeus on 2000 RPM [102]. Liian suuri sekoitusnopeus saattaa erottaa tasoitemassan partikkelit, sementin, lisäaineet ja hiekan, toisistaan [40][102]. Sekoittamisen loppuksi tulisi vielä tarkistaa, että massassa ei ole paakkuja [102].

Haastateltavat kokivat, että yleensä lujat tasoitemassat omaavat lyhyen työajan, mutta siitä huolimatta annettua työaikaa tulisi noudattaa, jotta saavutetaan hyvä lopputulos. Kuten jo aiemmin on todettu, niin ympäristön ja käytettävän massan lämpötilalla on vaikutusta tasoitteen työaikaan [17][39][96]. Jos uutta tasoiterintamaa aletaan levittämään jo työaikansa loppupuolella olevaan tasoiterintamaan, niin tasoitteen kuivuessa rintamien väliin voi muodostua herkästi työsauma [20]. Tällainen sauma tulee näkymään ohuen pinnoitteen lävitse [20].

Tasoitemassassa ei saisi olla juurikaan ilmakuplia, jottei tasoitteen pintaan tulisi pinnoitusta hankaloittavia rakkuloita [31][100][102]. Vääränlaisen sekoittamisen ja huonon pohjustamisen lisäksi tasoitemassaan saattaa muodostua ilmakuplia myös kuivissa ja lämpimissä olosuhteissa, jolloin tasoitteesta haihtuu kosteutta nopeasti [22][42]. Jotta mahdolliset ilmakuplat saataisiin poistettua, tulisi tasoite piikkitelata



asennuksen yhteydessä [20][29][31][35][39][96][100][102][186]. Piikkitelalla saadaan myös tasoitemassan seassa mahdollisesti olevat paakut hajotettua [102]. Myös hevostelua pidettiin riittävänä toimenpiteenä ilmakuplien poistamiseksi [51]. Osa oli myös sitä mieltä, ettei käsittelyä tarvita ilmakuplien poistamiseksi, sillä tasoitteissa käytetään vaahdonesto- ja -poistoaineita [35][39].

Myös tasoitteen vaakasuoraksi saamiseen annettiin ohjeita. Pumpputasoitteet ovat usein itsestään siliäviä ja tasaantuvat aivan suoraksi pienen käsittelyn jälkeen [51][95]. Pinnan käsittelyllä estetään myös se, ettei tasoitteen pinta jää aaltoilevaksi [95]. Käsittelyllä saadaan tasoitteen pintajännitys rikottua muutamaksi sekunniksi, jolloin pinnasta tulee tasainen ja sileä [102]. Sopivia välineitä pinnan käsittelyyn ovat muun muassa piikkitela [35][95][102], hammaslasta [95], leveä liippi [35], hevonen [186] tai verkkotela [35]. Yleensä piikkitelaa suositeltiin ohuiden alle 10–15 mm tasoitekerrosten käsittelyyn, 15–27 mm paksujen tasoitekerrosten käsittelyyn käytetään häkkitelaa tai lastoja sekä paksimpien tasoitekerrosten käsittelyyn hevostelua [17][39]. Mikäli tasoitepintaa käsitellään ohuemmalle kerrospaksuudelle tarkoitetulla välineellä, niin väline työntää massaa vain edellään [17].

Tasoitteille tulisi luoda hyvät kuivumisolosuhteet [20]. Tasoitteen loppulujuus saattaa kärsiä 5–10 %, mikäli tasoitteen kuivumisolosuhteet ovat olleet liian kosteat [35]. Huonoissa kuivumisolosuhteissa, lujuuden menetyksen lisäksi, tasoitteesta voi tulla epätasainen [51]. Liian suuri ilman suhteellinen kosteus hidastaa myös tasoitteen kuivumista [96][100]. Kuivumista ei kuitenkaan saa liikaa vauhdittaa esimerkiksi vedolla tai suoralla auringonpaisteella, sillä silloin tasoitteessa oleva kosteus haihtuu liian nopeasti pois [20][51]. Liian nopeassa kuivumisessa tasoitteeseen tulee suuria kutistumia [20], tasoitteen pinnasta voi tulla epätasainen, se voi halkeilla tai jopa irrota alustastaan, sillä tasoitteeseen jää jännityksiä [96]. Sementtipohjaisten tasoitteiden ihanteelliset kuivumisolosuhteet eivät juuri poikkea kipsimassojen kuivumisolosuhteista. Sementtipohjaisille tasoitteille suositeltiin ilman suhteelliseksi kosteudeksi kuivumisen ajaksi 65 % ja lämpötilaksi + 15–+ 25 °C [102].

Osa haastateltavista suositteli jopa tasoitemassan jälkihoitoa, sillä suhteellisen suuri kuivumispinta-ala suhteessa tasoitekerroksen paksuuteen aiheuttaa kosteuden nopeaa haihtumista. Tasoitetta voidaan jälkihoitaa valmistajan ohjeen mukaan, jottei tasoitemassassa oleva kosteus pääse haihtumaan liian aikaisessa vaiheessa [29][38]. Yleensä jälkihoitoa tarvitaan vain todella kuivattavissa olosuh-

teissa [102]. Kuten betonillekin, niin myös tasoitteille on markkinoilla saatavilla jälkihoitoaineita [29]. Myös muovikalvon levittäminen tasoitteen päälle tai tasoitteen pinnan kostuttaminen estävät liian nopean kosteuden haihtumisen [102].

#### 4.1.5 Tasoitetyön laadunvarmistus

Haastatteluista jäi sellainen kuva, että tasoitustyötä pidetään työmaalla hieman toisarvoisina eikä sen tekemiseen panosteta kovinkaan paljon. Suunnittelijat eivät yleensä ota kantaa tasoitetyön laadunvarmistukseen [38]. Laadunvarmistustoimenpiteet tulisi kuitenkin esittää suunnitelmissa [29]. Tämän lisäksi tasoitteille ei juuri laadunvarmistustoimenpiteitä tehdä työmaalla [96]. Kuitenkin keinot tasoitteen laadunvarmistukseen ovat olemassa.

Haastatteluissa kävi ilmi, että pinnoittajat tekevät tasoitealustalle oman tarkastuksensa lähinnä oman selustansa turvaamiseksi. Tämä johtuu siitä, että pinnoittajat eivät halua maksaa tasoittajan tekemiä virheitä. Pinnoittajan tulee myös tehdä mestan tarkastus ennen työhön ryhtymistä [37][95]. Ennen mestan vastaanottoa työn tilaaja teettää tarvittavat laadunvarmistustoimenpiteet, jotta pinnoituslupa voidaan antaa [37]. Mikäli pinnoittaja epäilee tasoitteen laatua voi hän silmämääräisen tarkastelun lisäksi tehdä kokeellisia tarkasteluja [95]. Jos pinnoiteurakoitsija ottaa mestan vastaan, niin hän myös ottaa vastuuta lattian onnistumisesta [95].

Osa haastateltavista korosti huolellista valmistautumista tasoitetöihin. Työmaalla tulisi olla työsuunnitelma myös tasoitetyöstä [38]. Tasoitetyötä tulisi tehdä asennuspöytäkirja [22], pumppauspöytäkirja [35][40] tai valupöytäkirja [100]. Työnjohdon tulisi varmistua siitä, että tasoite on ominaisuuksiltaan sellaista, että se vastaa suunnitelmia [22][38]. Tasoitetyölle tulisi myös varata riittävästi aikaa [17][46][185]. Mestan tarkastus tulisi suorittaa ja korot tulisi merkitä valmiiksi ennen tasoitetyön alkua [35][42]. Havaituista puutteista tulisi ilmoittaa työmaan työnjohdolle [35]. Tasoitteen pohjatyöt tulisi tehdä huolella, jotta lopputulos olisi laadukas [52]. Betonialustan kosteus mitataan yleensä ennen tasoitustyön aloittamista [17][51]. Tasoitteen alustan vetolujuus voidaan tarkistaa vetokokein [42][51]. Myös alustan tasoisuus voidaan tarkistaa [51]. Holvin pinnan lämpötila voidaan mitata esimerkiksi pintalämpömittarilla [17]. Tasoitetyössä tulee varmistua siitä, ettei tasoitteessa oleva kosteus pääse siirtymään alustaan [29]. Alustan tulisi olla myös riittävän puhdas ennen tasoittamista [24]. Myös työntekijöiden riittävästä ammattiaidosta tulisi varmistua ennen työhön ryhtymistä [22][24][96]. Työntekijöiden tulisi tutustua huo-

lolla tuotevalmistajan antamiin käyttöohjeisiin, jotta tasoitetyö sujuisi ilman ongelmia [18][22]. Kun tasoitetyöhön suhtaudutaan riittävällä vakavuudella ja hyvällä asenteella, niin ne edistävät työn onnistumista [22].

Tasoitetyön valvomiseen annettiin myös ohjeita. Työnjohdon tulisi seurata ja valvoa tasoitetyön etenemistä [20][38][40] ja varmistaa kerrospaksuuksien toteutuminen [20][38][42] sekä oikeaan korkoasemaan päätyminen [38]. Työn aikana tulee tarkkailla myös tasoitemassan seossuhteita [17][20][22][42][46][51][96][100][102]. Oikea seossuhde voidaan myös varmistaa jälkikäteen testaamalla, jos tasoitemassasta valetaan näytteitä työn aikana [42].

Yleensä tasoitteen pumppausta aloitettaessa ensimmäiset pari sakkia tasoitetta eivät vielä ole hyvänlaatuisia väärän seossuhteen takia. Tämän takia pumppaus aloitetaan koe-erän tekemisellä. [42] Jotta vesimäärä voitaisiin säätää oikeaksi, tulee työmaalla tehdä tasoitemassan leviämätesti ennen varsinaisen tasoittamisen aloitusta [35][51]. Varsinkin pumpattavalle tasoitteelle tulee tehdä leviämätesti tarkoitukseen sopivilla puhtailla välineillä, jolloin voidaan varmistua tasoitemassan oikeasta seossuhteesta [17][20][42]. Silmämääräiseen tasoitteen leviämään ei voi luottaa [42][52]. Jotta oikea seossuhde saavutettaisiin, tulee vesi mitata tarkasti esimerkiksi vesimittakannulla käsin sekoitettaessa [20][52].

Moni haastateltava nosti myös esille olosuhteet, jossa tasoitustöitä tehdään ja joissa tasoite kuivuu. Työn aikana ja sen jälkeen voidaan mitata tasoitteen työ- ja kuivumisolosuhteita [24][42][46][96][100]. Tasoitteelle tulee järjestää hyvät kuivumisolosuhteet [20]. Ensimmäisen vuorokauden aikana tasoitetun tilan olosuhteiden tulisi olla tasalaatuiset [20]. Tasoitteen jälkihoitoon tulisi myös kiinnittää erityisesti huomiota, jottei tasoite pääse kuivumaan liian nopeasti ja halkeilemaan [29]. Tasoitteen tulee kuivua riittävästi ennen pinnoitusta [20][29][42]. Käytännössä täysin itsestään kuivuvia tasoitteita ei ole olemassa [29]. Tämän takia varsinkin paksuille tasoitekerroksille tulisi aina tehdä myös kosteusmittaus [29][42].

Tasoitteen pinnan karheutta voidaan arvioida aistinvaraisesti tai optisella laitteella. Sillanrakentamisessa on yleisesti käytössä lasihelmikoe karheuden arviointiin, mutta talonrakentamisessa sitä ei käytetä. [42] Tasoitteen tasaisuutta voidaan myös arvioida valmiista tasoitepinnasta [38]. Suoruuden tarkastus onnistuu helposti linjaarin avulla [17]. Tasoitteen pinnan reikäisyys ei saa olla liian suuri, jotta pinnoitustyö voidaan tehdä helposti [31][38]. Pinnan reikäisyyttä voidaan arvioida silmämääräisesti [38]. Tasoitevalmistajien tulisi antaa erilliset ohjeet tilanteisiin, joissa tasoitteen päälle tulee pinnoite ja joissa tasoitteen päälle tulee päällyste.

Esimerkiksi piikkitelausta voidaan vaatia pinnoitettavilta lattioilta, mutta päällystettävä lattia voidaan käsitellä myös muilla tavoin. [31]

Tasoiheen riittävä tartunta alustaansa [18][29][31][37][38][42][100] ja tasoiheen pinnan vetolujuus [29][35] voidaan varmistaa vetokokeella [42][102]. Vetokokeeseen käytettävien laitteiden tulisi olla kalibroituja [42]. Vetokokeessa käsikampikooneet ovat huomattavasti epätarkempia ja niiden virhemarginaali on suuri, joten niitä ei tulisi käyttää [42]. Tasoiheen tartunta alustaan voidaan tarkistaa myös yksinkertaisemmin koputtelemalla tasoiheen pintaa [95]. Tasoiheen pinnan liian alhainen lujuus voidaan myös alustavasti todeta raaputtamalla tasoiheen pintaa terävällä esineellä [17][39][42][100]. Myös hiottaessa paljon pölyävä tasoite on yleensä liian heikko [37].

Tasoiheen puristuslujuus voidaan testata iskuvasaralla [31]. Tasoiheen kokeellista testausta varten voidaan työmaalla valaa näyte tasoitemassasta [52] tai porata näyte lattiasta [96]. Prismaan valetulle tasoihteelle voidaan tehdä lieriöpuristuskoe [42]. Lattiasta otetusta näytteestä voidaan myös silmämääräisesti tutkia tasoiheen pohjustamisen onnistumista sekä kerrospaksuuksien ja vesimäärän toteutumista [96]. Tasoiheen lujuusluokka voidaan todeta myös hilaristikkotesterin avulla [102]. Hilaristikkotesteriin kuuluu metallilevy, jossa on uria sekä kynä [102]. Kynällä tehdään salmiakkiruudukko levyä apuna käyttäen [102]. Mikäli ruudukko pysyy ehjänä, niin tasoite on saavuttanut ainakin kynän osoittaman lujuusluokan [102].

Tasoihteita kuitenkin testataan vain harvoin [18][24][42], osittain siitä syystä, että se tekee koloja lattiaan [46]. Tasoiheen vetokoe tulee yleensä kysymykseen, jos epäillään, ettei tasoite täytä pinnan vetolujuusvaatimuksia [38][39][46][79][95][96] tai jos halutaan varmistua tartuntavetolujuudesta ennen pinnoitustyön alkua [38]. Kun kohde on suuri tai kohteeseen tulee suuria rasituksia, niin vetolujuuskoe on suositeltava [35]. Vetokoe saatetaan myös tehdä joskus vain mallityölle [20]. Jos vetokoe suoritetaan, niin samalla voidaan tarkistaa tasoitekerroksen paksuus [100].

#### 4.1.6 Tasoihelattian pinnoitus ja erot betonialustaan

Suurin osa haastateltavista oli sitä mieltä, että pinnoitteiden vaatimukset ovat samat betoni- ja tasoitealustoille [17][18][20][24][29][38][39][40][46][52][79][95][96][100][102][185][186]. Kuitenkin osa haastateltavista koki, ettei samoja vaatimuksia voida käyttää [22][31][42][51]. Syyksi erilaisten vaatimusten tarpeelle annettiin tasoiheen ja betonin huomatta-

vasti erisuuruinen kerrospaksuus [31][100]. Tasoite ja betoni ovat myös eri tuotteita, joten ne eivät ole myöskään täysin vertailukelpoisia [22][35]. Hyvänä esimerkkinä tästä on se, että tasoitteen taivutusvetolujuus on paljon tärkeämpi ominaisuus pinnoitettavuuden kannalta kuin puristuslujuus, toisin kuin betonilla [20][35]. Tasoitteen hyvä taivutusvetolujuus johtuu siinä olevasta dispersioliimasta ja joissain tasoitteissa olevista kuiduista [51]. Korkean taivutusvetolujuutensa ansiosta tasoitteita voidaan asentaa huomattavasti ohuempina rakennekerroksina kelluvissa lattioissa kuin betonia [51]. Tämän lisäksi runkoaineen raekoko on suurempi betonissa kuin tasoitteessa [22][31][35][38], minkä takia betonin puristuslujuus on yleensä parempi [20] ja tartuntapinta-ala isompi [39]. Vaikka tasoitteen kulutuskestävyyttä pidetään yleensä heikkona, niin on se mahdollista saada samalle tasolle kuin betonissa [20]. Betoni yleensä saavuttaa pinnoittamisen asettamat lujuusvaatimukset, mutta kaikki tasoitteet eivät näihin yllä [46][54][95].

Haastateltavat kokivat myös, että tasoitetta käytettäessä ei ole juurikaan varaa työvirheisiin, sillä tasoitteen lujuusominaisuudet kärsivät herkemmin kuin betonin [31]. Tämän lisäksi betonin pinnan huokokset ovat paljon suurempia kuin tasoitteen huokokset, joten tasoitteen pinta on paljon tiiviimpi ja sileämpi [20][35][37][46][51][102]. Tasoitteen pinnan tiiveyteen vaikuttavat siinä käytetyt lisäaineet ja liima-aineet [96]. Tiiviin liimakerroksen lävitse pinnoitteen pohjuste ei kykene imeytymään ja muodostamaan riittävää tartuntaa [96]. Eri pinnoitteet voivat kuitenkin muodostaa tartunnan eri lailla alustaansa [42]. Osalle pinnoitteista huokoinen alusta olisi hyvä, sillä siihen voi muodostaa lujan mekaanisen tartunnan [42][51] toisin kuin sileään tasoitteeseen [46]. Tämä johtuu siitä, että huokoisempaan betoniin pohjuste pääsee tunkeutumaan paremmin [51][95]. Pinnoitteet ovatkin alun perin suunniteltu huokoisen betonin päälle asennettavaksi, jolloin riittävä tartunta sileään tasoitteeseen voi olla vaikeampi saavuttaa [51]. Sen sijaan osa pinnoitteista toimii paremmin sileillä tasoitealustoilla, koska tällaiset pinnoitteet muodostavat tartuntansa liiman tavoin [42]. Alustan huokoisuus vaikuttaa myös pohjusteen kulutukseen [52].

Suomen kansallinen ohjeistus kosteusmittauksien tekemisestä tasoitettavissa lattioissa on myös vanhentunut [51]. Osassa tasoitteita lähes kaikki vesi sitoutuu hydrataatiorektion seurauksena tasoitteeseen, joten vettä ei tasoitteesta tarvitse juuri haihduttaa toisin kuin betonista [22][51]. Nopeasti pinnoitettavissa oleva tasoite ei ole vielä parin päivän päästä kuivaa, mutta se voidaan pinnoittaa, sillä kosteutta sitoutuu tasoitteeseen vielä kemiallisesti tai fysikaalisesti pinnoituksen jälkeen [51]. Tämän takia tasoitteelle ei voida asettaa samanlaisia kuivuusvaatimuksia kuin betonille [22][51]. Betonissa käytetään yleensä portlandsementtiä [51]. Jos kiloon

portlandsementtiä sekoitetaan kilo vettä, niin sementti sitoo itseensä vain 300 g vedestä, jolloin loppu tulisi haihduttaa [51]. Sen sijaan, jos portlandsementti korvataan aluminaattisementillä, niin se kykenee sitomaan lähes kaiken veden [51]. Tasoitteet ovat usein seossementtejä, jolloin molempien sementtien hyvät ominaisuudet saadaan hyödynnettyä [51]. Kosteusmittaukset voivat kuitenkin olla paikallaan myös nopeasti kuivuvien tuotteiden kohdalla, jos ne asennetaan paksuina kerroksina [185].

Pinnan esikäsittelyssä on myös eroja betonin ja tasoitteen välillä. Betonin pinta tulee aina hioa kunnolla ennen pinnoitusta, mutta tasoitteen pintaa ei aina tarvitse hioa, sillä tasoitteen pintaan ei välttämättä muodostu heikkoa kerrosta [24][37][39][46][51][52]. Muita esiin nousseita eroja tasoitteen ja betonin välillä ovat emäksisyys, pH, kosteuden sietokyky, elastisuus, lisäaineiden määrä ja kutistuminen [22][39].

Siitä tarvitseeko tasoitteen pintaa hioa vai ei, oltiin kahta mieltä. Hiontaa suositeltiin, sillä siten saadaan tasoitteen pintaan nousseet epäpuhtaudet, jotka eivät ole tarttuneet pohjusteeseen, [31][37] sekä muista työvaiheista tulleet, tartuntaa heikentävät epäpuhtaudet, sementtiliima, erottunut heikko kerros tai sitoutumaton sementti, poistettua [18][37][95][96][100][186]. Tasoitteen pintaan erottunutta heikkoa kerrosta on esiintynyt lähinnä paksummissa tasoitemassoissa [79]. Hionnalla saadaan myös pinnoitteelle suurempi tartuntapinta-ala [31][42] ja tasoitteen kiviaines esiin [79], kun käytetään karkeaa hiekkapaperia [31]. Hionnan koettiin myös parantavan tasoitteen imukykyä, jolloin pohjuste pääsee tunkeutumaan syvemälle tasoitteeseen muodostaen paremman tartunnan [102][185]. Tämän lisäksi hionta poistaa pienet epätasaisuudet tasoitteen pinnasta [20][22][24][38][39][42][79][95][100][102]. Tähän tarkoitukseen riittää kevyt hionta paperilla [51][79]. Osa haastateltavista kuitenkin korosti sitä, ettei hionnalla välttämättä voida parantaa pinnoitteen tartuntaa. Tartuntaa parantava vaikutus onkin tasoitekohtaista. [46] Hionnalla voidaan myös paljastaa tasoitteessa olevat virheet yleensä helposti [24], sillä hiottaessa huomataan, jos tasoite ei ole kauttaaltaan kiinni alustassaan [20]. Heikot kohdat tasoitteessa myös pölyävät enemmän hiottaessa [24].

Ne haastateltavat, jotka eivät tasoitteen hiontaa suositelleet olivat sitä mieltä, ettei tasoitteen pintaan muodostu sementtiliimakerrosta [24][37][39][46][51][186]. Tämän takia tasoitteen pintaa ei tarvitsisi käsitellä millään lailla ennen pinnoitusta [35][39][51]. Pinnoitusta suositeltiinkin mahdollisimman nopeasti tasoittamisen jälkeen, jotta tasoitteen pinta ei kerkeä likaantumaan muista työvaiheista [35]. Mikäli

tasoite kuitenkin likaantuu, niin joudutaan siinä oleva lika poistamaan hionnalla ja imuroimalla ennen pinnoitteen pohjusteen asennusta [29][35][39][46][51][102][185].

Hiontaa pidettiin myös mahdollisena riskiä, mikäli tasoitetta hiotaan liian paljon. Hiottaessa tulee muistaa, ettei tasoitetta voida hioa nollapaksuuteen asti, sillä silloin tasoitteen lujuusominaisuudet eivät enää täyty [20]. Hionta voi myös saada erityisesti korkealujuustasoitteiden [20] tai paljon liima-ainetta [96] sisältävien tasoitteiden pinnan kiiltämään, joten niiden hiontaa on pidetty hankalana. Kiiltäväksi hiottu pinta estää pohjusteen imeytymisen tasoitteeseen, jolloin pinnoitteen tartunta voi jäädä heikoksi [96]. Pinta tulisikin hioa karheaksi eikä kiiltäväksi, jolloin tartuntapinta-alaa saadaan lisättyä [39]. Hionnalla ei kuitenkaan koettu muuten olevan tasoitteen ominaisuuksia heikentäviä vaikutuksia [20].

Hiontamenetelmäksi suositeltiin yleensä paperihiontaa [17][24][37][95][100], mutta osa haastateltavista suositteli myös timanttihiontaa [17][18] varsinkin kohteissa, joissa pinnoite on yli kahden millimetrin paksuinen [100]. Timanttihiontaa voidaan käyttää myös kohteissa, joissa tasoitemassassa on käytetty liikaa vettä, jolloin tasoitteen pinnassa on suhteellisen paksu erottunut kerros [186]. Osa haastateltavista käyttäisi mieluummin verkkohiontaa kuin paperihiontaa, sillä verkkohionta ei polta tasoitteessa olevaa liima-ainesta kiiltäväksi ja tiiviiksi kalvoksi samalla lailla kuin paperilla hiottaessa [96]. Mikäli verkkohiontakonetta ei ole saatavilla, niin parempi vaihtoehto voi olla jättää tasoite hiomatta kuin hioa paperilla [96]. Osan mielestä tasoitteen toimittajan tulisi ilmoittaa tasoitteen esikäsitteilyn tarpeellisuudesta esimerkiksi tilanteissa, joissa tasoitteen pintaa muodostuu heikko limukerros [52]. Yleensä tasoitteiden tuotekorteissa todetaan vain, että tasoite voidaan maalata, mutta esikäsitteilyä ei ole mainintaa [46].

Reikäiseksi jääneen tasoitteen ei koettu täysin estävän pinnoitusta, mutta hankaloittavan sitä merkittävästi. Tasoitepintaan tulleet reiät tuleekin paikata ennen pinnoitusta [79]. Reikäiseksi jääneen tasoitteen reiät voidaan kitata umpeen esimerkiksi epoksikitillä ja hiekalla [37]. Joskus tasoitteen pintaan voi tulla painaumuksia, mikäli tasoite massa pääsee valumaan alustassa olevista reistä tai valustopparin irtoamisen takia. Tällöin tulee tasoitteen pinta oikaista ennen pinnoitusta [79].

Varsinaisen pinnoitustyön ei juuri koettu muuttuvan, oli alustana sitten betoni tai tasoite [18][31][35][38][39][46][52][79][95][96][100][102][186]. Kuitenkin pohjustuksen seossuhteissa ja menekissä voi olla eroja alustan mukaan. Pohjustamisen tarve voi myös riippua alustasta [42] ja pohjuste voi olla myös erilainen eri alustoille

[24][185]. Mikäli esimerkiksi pinnoitteen oman pohjusteen tartunta on huono, se tulisi korvata epoksipohjusteella, jolla on hyvä tartunta alustaan [24][51].

Osa haastateltavista suositteli, että tasoitteen päälle asennettavan pinnoitteen pohjustetta ohennettaisiin enemmän [20][24][29]. Ohuempi pohjuste tunkeutuu paremmin tasoitteen mikrorakenteeseen, jolloin saadaan aikaan parempi tartunta [24][29]. Osa esitti epoksipohjusteen ohennustarpeeksi 20–30 %, mikäli alustana on betoni ja jopa 50 % mikäli alustana on tasoite [46]. Toisena tapana hyvän tartunnan aikaansaamiseksi tasoitteeseen on kahteen kertaan pohjustaminen [24]. Ensimmäinen pohjustekerros tehdään runsaasti ohuemmalla pohjusteella ja toinen kerros oikealla seossuhteella tehdyllä pohjusteella [24]. Koska betoni on huokoisempaa kuin tasoite, niin pinnoitetta kuluu enemmän betonialustaa pohjustettaessa [17][24][37][39][79][96][186]. Pinnoitustyö on sileälle tasoitealustalle myös helpompaa [24][79][96]. Kuitenkin, jos tasoitteen pinta on jäänyt reikäiseksi, pinnoittaminen on vaikeampaa kuin huokoisen betonin päälle tehtäessä [79][96].

Haastateltavilla oli kokemusta akryylin, epoksin ja polyuretaanin lisäksi muistakin pinnoitemateriaaleista [29]. Esimerkiksi kasviöljypohjaiset tuotteet soveltuvat joihinkin kohteisiin huomattavasti paremmin kuin perinteiset lattiapinnoitteet [22][29].

#### **4.1.7 Tasoitteiden ja pinnoitteiden yhteydessä ilmenneet ongelmat**

Yleisimpinä ongelmien aiheuttajina pidettiin heikkolaatuista tasoitemassaa, tasoitteen huonoa pohjustamista tai tasoitemassan käyttöä väärän paksuisina kerroksina [102]. Tällaiset ongelmat aiheuttavat halkeilua ja tartuntaongelmia [102]. Näiden ongelmien lisäksi jotkin tuotteet eivät vain sovellu kemiallisesti yhteen [35][51]. Joskus ongelmien aiheuttajaa voi olla myös hyvin vaikeaa löytää [17][39].

Ongelmat voivat alkaa jo suunnitteluvaiheesta, sillä rakennesuunnittelija ei aina tiedä tasoitetta määritellessään, millainen lattianpintamateriaali kohteeseen tulee [42]. Tämän lisäksi lattian pintamateriaali saattaa vaihtua rakennushankkeen aikana, jolloin tasoitteen valintaan ei välttämättä kiinnitetä riittävästä huomiota. Esimerkiksi lattiapäällysteet eivät aseta tasoitteelle niin suuria vaatimuksia kuin lattiapinnoitteet [18][31]. Mikäli tasoitus on keretty tekemään ennen pintamateriaalin muutosta tai lopullista valintaa, niin olemassa oleva tasoite ei todennäköisesti sovellu pinnoitteen alustaksi [18][31][100][186]. Tämän lisäksi suunnitteluun varattu aika ei aina riitä erikoisvaatimusten huomioimiseen [22].

Usein pinnoitettavat lattia suunnitellaan myös siten, että tasoitetta ei käytettäisi. Tasoittamisen tarve saattaa ilmetä lattian valun jälkeen ennen pinnoittamista



[46][52]. Tällöin pääurakoitsija saattaa valita itsenäisesti edullisen ja heikon tasoitteen, eikä kiireessä kysy neuvoa rakennesuunnittelijalta [18] tai pidä erillistä katselmusta [96]. Samoin saattaa käydä, jos suunnitelmissa ei selkeästi esitetä tasoitteelle asetettuja vaatimuksia [18][20][31][37][51][96][102]. Työmaan tulisi kuitenkin hyväksyttää valitsemansa tasoite ainakin valvojalla [52]. Koska laadukkaimmat tasoitteet ovat usein kalliimpia, tasoitteen maksaja voi esittää heikompaan tasoitetta käytettäväksi, jotta pysyttäisiin budjetissa [22]. Tällöin tulisi kuitenkin pohtia tuleeko riskin ottaminen kuitenkin kannattavammaksi [37].

Joskus suunnitelmissa saattaa olla ilmaus: ”Varmistettava tasoitteen yhteensopivuus pinnoitteen kanssa”. Tätä ei voida pitää hyväksyttävänä tapana ilmoittaa tasoitteelle asetettuja vaatimuksia. [37] Koska pääurakoitsijalla ei useinkaan ole riittävää tietotaitoa yhteensopivuuden varmistamiseen, saattaa hän kysyä suosituksia tasoitteeksi pinnoiteurakoitsijalta [37][96]. Pinnoiteurakoitsija ei kuitenkaan halua ottaa vastuuta tasoitteen valinnasta, mutta voi antaa kokemukseen perustuvia suosituksia [37]. Aina työmaalla ei kuitenkaan suosituksia oteta aivan tosissaan, vaan kohteeseen valitaan toinen tasoite ilman riittävää tietämystä [186]. Myöskään pelkkä vanhoista suunnitelmista kopioiminen ei ota huomioon kohteen erityispiirteitä, joten sitäkään ei voida pitää hyväksyttävänä tapana valita tasoite [96]. Tiedon ja ohjeistuksen puute sekä tietämättömyys ovatkin yleisimpiä syitä sille, että tasoitevalinta epäonnistuu [18]. Kun pinnoitteen alla käytetään heikkolaatuista tasoitetta, niin lattian pinta voi rikkoutua, murtua tai tartunta pinnoitteen ja tasoitteen välillä pettää [18][100].

Myös urakoitsijoiden välillä oleva heikko kommunikointi koettiin ongelmalliseksi. Tasoittaja ei aina tiedä, että tasoitteen päälle asennetaan pinnoite, jolloin työssä tulisi noudattaa erityistä huolellisuutta [18][31][52]. Tämä johtuu yleensä siitä, että tasoittamisen tekee joku muu kuin pinnoittamisen [18][24]. Kun pintamateriaalista ei ole tietoa, voidaan kohteeseen valita vääränlainen tasoite tai pohjatöitä ei tehdä riittävän huolellisesti [52]. Pinnoittajakaan ei saa välttämättä tietoa siitä, kuinka tasoitustyö on sujunut, sillä epäonnistumisista tai virheistä ei tahdota kertoa toisen yrityksen edustajalle [24]. Tiedonkulussa olevat puutteet ovat yleinen syy tasoitustyön epäonnistumiselle [31][52].

Aikoinaan osa valmistajista on tehnyt laajojakin testauksia tasoitteiden ja pinnoitteiden yhteensopivuudesta. Ongelmaksi osoittautui kuitenkin se, että tuotteiden reseptien muuttuessa ei tieto kulkenut eri toimijoiden välillä ja uudet testit jätettiin tekemättä. Tällöin tuotteet eivät välttämättä enää toimineet yhdessä ja yhteenso-

pivuuslistan tekijää syytettiin epäonnistumisista. Myös muut kuin tuotteiden yhteensopimattomuuteen liittyvät epäonnistumiset koettiin laittaa listan tekijän syyksi. Tämän takia tuotevalmistajat eivät ylläpidä tänä päivänä laajoja listoja yhteensopivista tasoitteista ja pinnoitteista, vaan keskittyvät tekemään yhteistyötä vain muutaman yrityksen kanssa. Tällöin tuotevalmistajat ovat sopineet keskenään ilmoittavansa tuotteiden reseptimuutoksista ja sitoutuneet tekemään uudet testaukset yhdessä. Tuotevalmistajien tulisi kuitenkin tehdä enemmän yhteistyötä keskenään, jolloin rakenteiden suunnittelu helpottuisi. [51]

Saneerauskohteet koettiin usein hankaliksi, sillä rakenteesta ei tiedetä yleensä etukäteen kaikkea. Tartuntaongelmia voikin esiintyä myös saneerauskohteissa, joissa lattiaa on tasoitettu useampaan kertaan [29]. Tällöin tartunta voi pettää vanhojen tasoitekerrosten väliltä pinnoituksen asentamisen jälkeen [29].

Haastateltavilla oli myös kokemusta tasoitteen asentamisesta vääränlaiselle alustalle. Esimerkiksi vanhan epoksin päälle asennettu tasoite mankeloituu kuormituksen alla kahden kovan epoksin välissä rikki. Täysin imemättömälle alustalle ei tasoitetta tulisi asentaa vaan ainoastaan betonin päälle. [96]

Tasoitetyössä tapahtuvista työvirheistä oli haastateltavilla myös kokemusta. Yleensä työvirheet johtuvat joko kiireestä tai tietämättömyydestä. Kiireen takia työtä ei välttämättä malteta tehdä kunnolla loppuun saakka, jolloin jokin työvaihe saattaa jäädä kokonaan tekemättä [185]. Jos tasoitetyössä jokin menee pieleen, niin riittävää lujuutta ei välttämättä saavuteta [31]. Tällöin heikko tasoite voi haljeta kahteen osaan, jos tartunnat alustaan ja pinnoitteeseen ovat kunnossa [24][37][52]. Tasoite voi myös hajota pinnoitteen alla ja koko lattian pintakerros lähteä irti, jos tasoite on ollut liian heikkoa käyttörasitukseensa nähden, mutta kuitenkin riittävän luja pinnoitettavaksi [37][46][96][186]. Tämä ongelma esiintyy yleensä ohuita pinnoitekerroksia käytettäessä, jolloin pinnoite ei kykene jakamaan kuormaa suuremmalle alueelle [96]. Pinnoitteen pohjuste voi myös irrota tasoitteen pinnasta, kun tasoitteen lujuus on jäänyt liian alhaiseksi [17][20][24][186].

Haastateltavat olivat havainneet myös liialliseen vedenkäyttöön liittyviä ongelmia. Mikäli tasoitemassaan sekoitetaan liikaa vettä, voi tasoite halkeilla kuivuessaan [39][95] tai erottua [20][95], jolloin tasoitteen pintakerros kutistuu enemmän [20]. Veden käyttö myös alentaa tasoitteen lujuutta merkittävästi [20]. Kun liikaa vettä sisältävä tasoite lähtee lujittumaan, niin tasoitteen kutistuman kehitys saattaa mennä tasoitteen lujuuden kehityksen edelle, jolloin tasoitteen pinta halkeilee voimakkaasti [20]. Joskus tasoitteen pinnassa olevat hiushalkeamat havaitaan vasta

pinnoitteen pohjusteen levityksen yhteydessä [39]. Hiushalkeamat saattavat näkyä ohuen maalikerroksen lävitse, jolloin lattia joudutaan maalaamaan kahteen kertaan [39]. Joskus liian veden käyttö voi myös johtaa siihen, että tasoite jää pehmeäksi [79] tai kopoksi [37][79].

Pinnoitteen tartuntaan liittyvät ongelmat koettiin olevan yleisiä tasoitteen ja pinnoitteen yhteiskäytössä [46]. Mikäli tasoite on hyvin tiivis ja sisältää runsaasti liimaainetta, niin pinnoitteen tartunta voi jäädä heikoksi. Pohjusteen imeytymisongelmia voi esiintyä myös tilanteissa, joissa tasoitteen pinta on hiottu kiiltäväksi. [96] Tämän lisäksi pinnoite voi irrota myös tasoitteen pinnasta [38], mikäli tasoitteen pintaan on jäänyt heikko ja puhdistamaton kerros [95][185].

Yleensä tasoitteen tartuntaongelmat johtuvat työvirheestä [38]. Jos tasoitteen tartunta alustaansa on huono, niin tasoite ja pinnoite voivat irrota yhdessä [37][38][52][95]. Yleensä huonon tartunnan syynä on likainen alusta [52], jossa on tartuntaa heikentäviä aineita [37]. Kopoja alueita voi syntyä myös, jos tasoitteen pohjatyöt on tehty huonosti [79]. Tartunta voi myös pettää, jos tasoitteen lujuus ei ole riittävä [24].

Myös väärän paksuisista tasoitekerroksista oli haastateltavilla kokemusta. Mikäli esimerkiksi valussa tapahtuu korkovirhe, niin tasoitetta saatetaan käyttää liian paksuina kerroksina. Tasoite voi murtua pinnoitteen alla, sillä se ei enää toimi oikein ohjearvoaan paksumpana kerroksena. [38] Kuten liian paksut tasoitekerrokset, niin myös liian ohuet tasoitekerrokset saattavat halkeilla pinnoitteen alla [95][102] tai repeytyä irti alustastaan [39].

Reikäiset tasoitepinnat olivat melko yleinen ongelma haastattelujen perusteella. Reikäisen tasoitteen takia laadukkaan lopputuloksen aikaansaaminen on hankalaa [17][31][79][95][102][186]. Huokosreiät voivat johtua joko huonosta tasoitteen pohjustamisesta [17][79][95], tai tasoitemassan sekoittamisesta väärällä tavalla tai väärällä laitteella, lisäten massaan ilmaa [95]. Myös alustan liian alhainen lämpötila voi johtaa tasoitteen pinnan reikäisyyteen [24]. Mikäli tasoitteen levityksen yhteydessä ilmakuplia ei poisteta massasta, nousevat ne tasoitteen pintaan muodostaen reikiä [95]. Tällöin pinnoitteen pohjustus ja pohjusteen menekki kasvavat huomattavasti [17][52][79].

Usein ongelmien syynä pidettiin työvirhettä, jotka seuraava urakoitsija hyväksyy [95]. Tasoitteiden ja pinnoitteiden yhteiskäytössä myös vastuukysymykset ovat on-

gelmallisia [37]. Tasoittajat tulevat yleensä valmiille pohjille, jolloin syyllistä tasoitteen alustan irtoamiseen on vaikea selvittää [37]. Sen sijaan pinnoittaja yleensä hioo itse alustansa ja on vastuussa sitä kautta pinnoitteen kiinnipysymisestä [37].

Kuivumiskutistuma nähtiin myös ongelmallisena ilmiönä. Mikäli alusta ei ole vielä kuivunut kokonaan ennen pinnoitusta, se jatkaa kuivumista vielä pinnoittamisen jälkeen [42]. Kuivuessaan alusta kutistuu, mikä aiheuttaa muodonmuutoksia rakenteessa [42][186]. Varsinkaan hauras epoksi ei kestä suuria muodonmuutoksia, joten olisi tärkeää tehdä kosteusmittaus ennen pinnoitteen asentamista [42][186]. Sen sijaan elastinen polyuretaanipinnoite kestää paremmin kutistumisesta tulevia muodonmuutoksia [186]. Kuivuminen tapahtuu pinnoitetuissa rakenteissa kuitenkin hyvin hitaasti ja ongelmat saattavat ilmetä vasta vuosikymmenien päästä [42].

Kiireessä myös tuotteiden kuivumisajat saattavat jäädä liian lyhyiksi [51]. Lattian kuormitusta ei saisi aloitteen ennen kuin sekä tasoite että pinnoite ovat saavuttaneet lopullisen lujuutensa [52]. Tasoitteiden lujuudet on testattu vasta 28 vuorokauden iässä ja pinnoitteet jo seitsemän vuorokauden iässä, joten tasoitteen lujuuden kehitys voi kestää pitkäänkin [52]. Jos pinnoitus suoritetaan heti tasoittamisen jälkeen ja kuormitus aloitetaan, kun pinnoite sen kestä, niin tasoite ei välttämättä kestä kuormaa, sillä se ei ole saavuttanut riittävää lujuutta [52].

Osa haastateltavista piti kosteutta ongelmana tasoitelattioita pinnoitettaessa. Usein pinnoitus halutaan tehdä mahdollisimman nopeasti tasoittamisen jälkeen. Tasoitevalmistajat antavat usein tasoitepaksuuksista riippuvat kuivumisajat. Jos tasoitetta on asennettu luultua enemmän tai tasoitemassaan on sekoitettu ylimääräistä vettä, niin ohjeelliset kuivumisajat ovat liian lyhyitä. Tämän takia tasoitetta käytettäessä on suurempi riski, että betoni jää kosteaksi. Liian kosteuden takia pinnoitteen lujuus voi jäädä alhaiseksi ja se voi irrota alustastaan sekä tasoitteen lujittuminen häiriintyy. [42] Kostealle alustalle asennettu pinnoite saattaa myös hilleillä irti alustastaan [51]. Yleisohjeena on, että betonialustan suhteellisen kosteuden tulisi olla alle 75 %, jotta se voidaan pinnoittaa. Koska osa tasoiteista voidaan pinnoittaa, vaikka kosteus olisi korkeampi, niin tasoitevalmistajien tulisi antaa suhteellisen kosteuden arvoja, joiden jälkeen heidän tuotteensa voitaisiin pinnoittaa. [42] Joskus ongelmat saattavat johtua huonosta kapillaarikatkokerroksesta [95]. Kaikki tasoitteet eivät kestä kosteita olosuhteita, jolloin kapilaarinen kosteus vaurioittaa tiiviin pinnoitteen alla olevan tasoitteen [95].

Liutinohteisten ja vesiohteisten pinnoitteiden tartunnassa on havaittu eroja. Mikäli pinnoite irtoaa tasoitteesta, niin syynä voi olla yhteensopimattomat tuotteet

[38][51]. Esimerkiksi vesiohenteinen epoksi kuivuu hyvin nopeasti, jolloin se ei kerkeä tunkeutumaan tasoitteeseen muodostamaan kunnollista tartuntaa [185]. Sen sijaan liuotinohenteiset tuotteet imeytyvät alustaansa paremmin [185]. Myös veden pintajännityksen koettiin olevan syy siihen, miksei vesiohenteinen maali kykene tekemään yhtä hyvää tartuntaa tasoitteeseen kuin liuotinohenteinen maali [46].

Osalla haastateltavista oli kokemuksia liuotinaineiden aiheuttamista ongelmista. Osa tasoitteista ei kestä pinnoitteissa olevia liuotinaineita vaan saattaa menettää lujuuttaan liuotinaineiden kanssa reagoidessaan. [51] Tämän takia vesiohenteisten [51][52] tai sataprosenttisten [52] pohjusteiden ja pinnoitteiden käyttö tasoitteiden kanssa olisi turvallisempaa. Tasoitemassa sisältää paljon erilaisia ainesosia muun muassa leviämistä parantavia ainesosia, hidastimia, kuituja ja dispersioliimoja, joista kaikki eivät kestä liuottimia. Tämän lisäksi kaksikomponenttisten kipsialuminaattitasoitteiden toiminta perustuu siihen, että ne muodostavat paisuvaa etringiittiä, jolloin tasoitteesta tulee tiiviimpi ja se leviää paremmin. Jos etringiittireaktioon pääsee osallistumaan liuotinaine, reaktio häiriintyy ja kestää kauemmin. Tämän takia tasoitteen pinta saattaa jäädä epätasaiseksi ja siihen voi muodostua halkeamia. [51]

Akryylipohjusteen on havaittu olevan kemiallisesti yhteensopimaton joidenkin tasoitteiden kanssa. Akryylipohjuste ei kykene imeytymään kaikkiin tasoitteisiin ja hilseilee niiden päältä pois. Tämän takia tulisi aina akryylipohjustetta ja tasoitetta käytettäessä tehdä pieni koealue, jolla selvitetäisiin, soveltuvatko tuotteet yhteen. [35] Akryylin metakrylaatti myös kykenee hajottamaan joidenkin tasoitteiden liima-aineen, jolloin tasoitteen lujuus heikkenee [96]. Kuitenkin osalla valmistajista on tuotteita, jotka eivät vaurioidu kemiallisesti akryylin takia [96]. Akryylipohjusteet eivät välttämättä myöskään kykene kuivumaan tasoitteen päällä normaalisti [24][96]. Tämän takia akryylipohjuste korvataankin usein epoksipohjaisella pohjusteella [24] varsinkin kohteissa, joissa tasoitealusta on märkä [96].

Akryylipohjusteiden suurta kutistumaa pidettiin myös ongelmallisena. Koska akryylipohjuste kuivuu nopeasti ja sillä on suuret kuivumisajan jännitykset, se voi rikkoa alustansa [24][52]. Tämän takia akryyliä käytettäessä lattia tulisi pohjustaa ensin epoksipohjusteella, joka kuivuu hitaammin ja lujittaa hieman tasoitteen pintaa [52]. Epoksipohjustetta on käytetty tilanteissa, joissa alustan on todettu olevan huokoinen ja heikko [52]. Tämän jälkeen voidaan levittää vielä akryylin oma pohjuste tasoitteen päälle ennen varsinaista pinnoitusta [52]. Epoksipohjusteen käyttöä akryylipinnoitteen kanssa puoltaa myös se, että epoksipohjusteen partikkelikoko on huomattavasti pienempi kuin akryylin [51]. Akryylipohjusteita ei pystytä myöskään

ohentamaan samalla tavalla kuin epoksihohjusteita, joten sekin osaltaan haittaa tartunnan muodostumista [24]. Epoksi kykenee näin tunkeutumaan syvemmälle tasoitteeseen ja muodostamaan lujemman tartuntasillan tasoitteen ja pinnoitteen välille. Tällöin myös lattian RWA-kulutuskestävyys paranee huomattavasti. [51]

Pinnoitteiden kuivumiskutistumaa pidettiin myös ongelmallisena. Mikäli pinnoite kutistuu paljon kuivuessaan, niin on vaarana, että se irtoaa alustastaan [24][35][39][96], jos tasoitteen pinnan vetolujuus on liian alhainen [186]. Varsinkin paksut epoksikerrokset kutistuvat paljon ja kutistumisesta tulevat voimat saattavat olla suuremmat kuin tasoitteen pinnan vetolujuus [35][96]. Tämän takia paksuja pinnoitekerroksia ei tulisi tasoitteiden kanssa käyttää [35]. Tasoitteella tulisi saada lattian korkoasema kuntoon ja pinnoitteilla tulisi saada lattian pintaan siltä halutut ominaisuudet [35]. Paksujen epoksikerroksien lisäksi ongelmia aiheuttavat akryylipinnoitteet, jotka kutistuvat voimakkaasti ja saattavat repiä itsensä irti alustastaan [24][39][100]. Liuotinaineettomien epoksimassojen korkeaa koheesiota eli sisäistä lujuutta saadaan alennettua hiekkatäytteellä, jolloin epoksin kuivumisesta aiheutu- via rasituksia saadaan alennettua [46].

Haastateltavat olivat sitä mieltä, että ongelmatilanteessa tulisi toimia rauhallisesti. Kun lattiassa huomataan ongelmia, niin tilaaja, tasoiteurakoitsija ja pinnoiteurakoit- sija selvittävät yhdessä parhaan korjaustavan [100]. Jotta korjaustoimenpiteet voi- daan mitoittaa oikean kokoisiksi, tulisi selvittää mistä ongelma johtuu [42]. Ongel- matilanteet tulisikin käydä aina perusteellisesti lävitse materiaalitoimittajien ja suunnittelijoiden kanssa [38]. Toisinaan saattaa riittää vain huonolaatuisen pinnoit- teen uusiminen [42] ja joskus joudutaan poistamaan myös koko tasoite [38].

Siitä, voidaanko heikkoa alustaa lujittaa pinnoitteelle sopivaksi, oltiin kahta mieltä. Jos havaitaan, että tasoite on lujuusomaisuuksiltaan liian heikkolaatuinen, niin sitä voidaan koettaa lujittaa [186] runsaasti ohennetulla epoksihohjusteella [31][37][79], epoksihartsipohjaisilla erikoistuotteilla [100] nanoepoksilla [37], im- pregnointiaineella [39], ohennetulla lakalla [46] tai primerillä [42]. Ongelmana on kuitenkin, että ohennettu epoksihohjuste ei kuitenkaan pysty tunkeutumaan koko tasoitekerroksen lävitse, vaan lujittaa ainoastaan tasoitteen pintakerroksia, jolloin murtumakohta siirtyy vain syvemmälle tasoitekerrokseen [20][31][37][39]. Kuiten- kin pintakerrosten lujituksessa, kestävät ne paremmin käyttörasitusta ja jakavat kuormia suuremmalle alueelle, jotka alla oleva heikompi kerros saattaa kestää. Toistaiseksi tällaisissa kohteissa ei olekaan havaittu ongelmia, mutta kohteet ovat

suhteellisen uusia [31]. Koska heikko kerros on kuitenkin vielä jäänyt osaksi rakennetta [31][37], niin siksi tällainen korjaustapa soveltuu ainoastaan matalan käyttörasituksen tiloihin [37].

Osan mielestä korjaus ei myöskään täytä M1-luokan vaatimuksia runsaan liuottimen käytön takia [18][31]. Kuitenkin osa haastateltavista oli sitä mieltä, että ohenteen käyttö ei vaikuta M1-luokkaan [46], sillä sen määrittelee vain lattian päällimmäisin kerros [37]. Eikä M1-luokan kanssa ole tullut ongelmia lujituskorjauksia tehtäessä [100]. Lujitusta tehdessä liuotin haihtuu lähes täysin, joten sitä ei juuri jää rakenteeseen [46]. Kuitenkin liuottimien haihtumisen takia työn aikana tulee suuria päästöjä, jotka haittaavat työskentelyä ja voivat estää liuotainaineiden käytön kokonaan joissain kohteissa [46]. Liuotinhenteisiä epokseja ei voida myöskään korvata vesiohenteisilla, sillä vesiohenteiset eivät kykene tunkeutumaan rakenteeseen yhtä hyvin [79].

Toinen mahdollinen lujittamistapa olisi levittää heikon tasoitteen päälle lujempi tasoitekerros [40][42][51][186] sen jälkeen, kun heikkoa tasoitekerrosta on ensin timanttihioitu [17]. Uuden tasoitekerroksen tulee kuitenkin olla riittävän paksu [186]. Osa haastateltavista olikin sitä mieltä, ettei heikkoja tasoitteita voi lujittaa [52][95], ja oikea tapa korjata lattia olisi poistaa sopimaton tasoite [18][20][22][24][52][96][102]. Uudelleen tekemistä pidettiin myös vaihtoehtona tasoitteen lujittamiselle [51][186], jos hionnalla ei saada alta paljastettua lujempaa tasoitekerrosta [39][186]. Osan mielestä heikkoa tasoitekerrosta ei tulisi tasoittaa uudelleen kovemmalla tasoitteella, sillä murtopinta siirtyy tässäkin tapauksessa vain alemmaksi [20]. Tämän takia tasoitteen alustan lujuus tulisi olla aina vähintään tasoitteen lujuuden suuruinen [20] eikä hyvällä tasoitteella voida korjata heikkoa alustaa [39].

Osalla haastateltavista oli kokemusta tilanteesta, jossa tasoitteen pinta on halkeillut, mutta sen lujuus on kuitenkin hyvä, jolloin tasoitetta ei tarvitse poistaa [20]. Tällöin tasoitteen pintaan voidaan levittää impregnointiainetta, joka täyttää halkeamat ja tekee pinnoittamiselle sopivan alustan [20]. Halkeamia oli korjattu myös epoksipohjusteen ja lasikuituverkon kanssa, jolloin halkeamat saatiin silloitettua ja pienenettyä halkeaman pintaan siirtymisriskiä [186].

Tasoitteen pinnassa olevia huokosia ei pidetty rakenteellisesti ongelmallisina, mutta niistä aiheutuvaa esteettistä haittaa pidettiin todennäköisenä. Tasoitteen pinnassa olevat rakkulat voidaan huokoskitata eli täyttää täyteaineella tai pohjus-

teella [186]. Värillistä pohjustetta voidaan levittää useamman kerran, jos koko tasoite on reikäinen [17][79]. Jos tasoitteen pinnassa on vain yksittäisiä reikiä, voidaan ne täyttää erikseen ennen pinnoitusta [79].

Joskus mittavat korjaustyöt voidaan välttää vaihtamalla pinnoitemateriaali toiseen [46][52]. Jos pinnoitus on tehty liian paksuna kerroksena ja se repeytyy irti, niin vain pinnoitekerros joudutaan poistamaan. Uusi pinnoitus voidaan tehdä ohuempaa kerroksena tasoitteen päälle, jos sen pinta ei ole kärsinyt liiaksi. Joskus tuotteet ovat yksinkertaisesti kemiallisesti yhteensopimattomia. Hyvänä esimerkkinä on akryyli joidenkin tasoitteiden päällä. Mikäli ongelmia akryylin kassa esiintyy, niin voidaan akryylipohjuste vaihtaa epoksipohjusteeseen. [35]

Osalla haastateltavista oli kokemusta paikallisten korjauksien tekemisestä. Mikäli tasoitteessa havaitaan paikallisia kopoalueita, voidaan ne mahdollisesti korjata paikallisesti [37] injektoimalla liimahartsia [42][95] tai ohutta epoksia [17][39]. Yleensä kuitenkin kopot alueet joudutaan poistamaan kokonaan ja tekemään uudelleen [24][37][39][79][95][100], sillä paikkakorjauksista voi aiheutua ongelmia [22][96]. Paikkakorjauksen jälkeen lattia saattaa hajota uudelleen korjatun kohdan vierestä, jos tasoite on ollut liian heikko käyttörasitukseen nähden [96]. Sen sijaan esimerkiksi iskuvaurioiden paikkakorjaus onnistuu ongelmitta [96]. Paikallinen korjaaminen on myös ympäristöystävällisempää kuin koko lattian uusiminen, vaikka siitä saattaa aiheutuakin esteettistä haittaa [42].

Haastateltavilla oli kokemusta myös ongelmista, jotka alkoivat esiintyä jo pinnoittamisen yhteydessä. Pinnoitteen kuivuessa liian heikko tasoite ei kestä pinnoitteen alla [185]. Tällöin tasoite joudutaan poistamaan ja työ tekemään uudelleen [185]. Tasoitteen tulee olla sen verran lujaa, että se kestänee pohjusteen aiheuttaman rasituksen [17]. Pohjuste jo itsessään hieman lujittaa alustaa, joten tasoite kestänee varsinaisen pinnoitteen kutistumat paremmin [17].

Rakennuksen käytön aikana tehdyistä korjauksista oli haastateltavilla myös kokemusta. Kun ongelmia alkaa esiintyä vasta lattian käytön aikana, niin yleensä joudutaan poistamaan sekä tasoite että pinnoite, ja tekemään työ uudelleen [42]. Korjaustyöt voivat olla hankalia, sillä yleensä tasoitetyön kannalta huonot asennusolosuhteet ovat olleet oviaukkojen kohdalla, jossa on paljon liikennettä [42].

Kaikki haastateltavat pitivät ongelmatilanteiden vastuukysymyksiä hankalina ja tämän takia korjauksen kustantaja tulisikin määrittellä aina tapauskohtaisesti. Periaatteessa virheen tekijän kuuluisi maksaa korjaustyöt [20][42]. Usein joudutaan kuitenkin tekemään kompromisseja, jolloin korjaukset tehdään talkoilla [42]. Jos



yksi urakoitsija tekee tasoittamisen ja pinnoittamisen on korjauksen kustantaja kuitenkin helppo löytää [42]. Mikäli urakoitsija tai tuotevalmistaja havaitsee puutteita, ja ilmoittaa kirjallisesti ennen työn aloitusta, ettei pysty antamaan takuuta työlle puutteiden takia, niin hän tuskin joutuu osallistumaan korjaamiskustannuksiin [42][96]. Periaatteessa se, joka ottaa mestan vastaan on vastuussa lattian onnistumisesta sen jälkeen [24]. Vaikka tasoittaja olisi luvannut, että tasoite on riittävän hyvä ja kestää, niin pinnoittaja on silti joutunut joissain tapauksissa maksamaan tasoitustyössä tapahtuneet virheet, jos hän on ottanut mestan vastaan [24]. Mikäli pinnoittaja huomaa, että alusta on liian heikko ei hän anna enää välttämättä takuuta työlleen [96][186]. Pinnoittaja saattaa myös todeta, ettei anna takuuta työlle, jos alla on käytetty tasoitetta, jotteivat mahdolliset ongelmat olisi enää pinnoittajan vastuulla [96]. Pinnoittaja saattaa myös laatia asiakirjan, jossa todetaan, että takuu koskee ainoastaan pinnoitteen tasoitteessa kiinni pysymistä, mutta ei tasoitteen kiinnipysymistä alustassaan [96]. Tämän lisäksi, jos huonoja alustoja lähdetään korjaamaan esimerkiksi lujittamalla, niin lattia ei myöskään yleensä saa takuuta [37].

## 5. TEHDYT TUTKIMUKSET PINNOITETTAVILLE LATTIATASOITTEILLE

Osaksi diplomityötä kerättiin kohteita, joissa tasoitteen vetolujuus tai tartunta on mitattu sekä kohteita, joissa oli ilmennyt ongelmia tasoitetta ja pinnoitetta yhdistetäessä. Myös materiaalivalmistajat ovat tehneet keskenään tuotteidensa yhteensopivuudesta testejä. Näiden testien tuloksia on otettu mukaan tähän diplomityöhön. Osaksi työtä saatiin vain yhden tasoitevalmistajan tuotteiden testaustuloksia. Kohteiden, urakoitsijoiden ja tuotteiden nimiä tai valmistajia ei tässä työssä ole tarpeen julkaista. Seuraavaksi tutustutaan esimerkkikohteista ja testauksista saatuun aineistoon.

### 5.1 Lähtötiedot, tutkimusmenetelmät ja mittausperiaatteet

Aluksi tutustutaan eri kohteisiin, niissä käytettyjen tuotteiden ominaisuuksiin sekä niissä tehtyihin tutkimuksiin. Osasta kohteista oli tehty vetokokeet, yhdestä kohteesta oli saatavilla lausunto ja yhdessä kohteessa tasoitetta oli tutkittu pintahietutkimuksin. Vetokokeita oli suoritettu eri standardien mukaan ja osassa kohteista standardia ei ollut määritelty.

#### 5.1.1 Elintarviketuotantolaitos

Ensimmäinen kohde on äskettäin valmistunut elintarviketuotantolaitoksen lattian korjaus. Rakennesuunnitelmissa vanhan pintalaatan päälle asennetaan bitumi-huovat ja uusi C32/40 pintabetonilaatta teräshiertäen. Suunnitelmien mukaan uuden pintalaatan päälle olisi tarkoitus tehdä hiettoepoksinpinoitus sementtiliiman pois hiomisen jälkeen. Kohteessa on kuitenkin päädytty käyttämään alkuperäisistä suunnitelmista poiketen tasoitetta CT-C35-F7. Kyseinen tasoite on pinnoituskuiva yhdestä viiteen vuorokauden päästä tasoitteen levittämisestä. Tasoitteen päälle on vielä levitetty sementtillaastia C25/30-4, jonka tartuntavetolujuus on  $>1,5 \text{ N/mm}^2$  28 vuorokauden iässä. Sementtillaastia on ilmeisesti käytetty jälkikorjauksena tasoitteelle. Hiertopinnoitteen asennus keskeytettiin, kun todettiin, ettei työn jälki ja lattian kaadot olleet vaadituilla tasoilla. Tämän jälkeen kohteeseen tehtiin katselmus, ja katselmuksen sekä pohjapiirustuksen, alan ohjeistuksen, tuotekorttien ja lausuntopyynnön pohjalta tehtiin lausunto lattiasta. [36]

### 5.1.2 Koulu

Toinen kohde on koulu, jota saneerattiin vuonna 2018. Koulun vanhan betonilattian päälle asennettiin CA-C35-F7 tasoitetta viisi millimetriä. Tasoite oli pohjustettu polyakrylaattidispersiolla. Lattiatasoitteelle tehtiin tartuntavetolujuuskoe. Koekohdat olivat halkaisijaltaan 50 mm. [33]

### 5.1.3 Hotelli

Kolmas kohde on hotelli, jota saneerattiin hiljattain. Kohteessa olevan vanhan tasoitteen ja sen alustan lujuus haluttiin selvittää pinnoitusta varten. Testaus tehtiin manuaalisella tartuntavetolujuuden mittauslaitteella, jonka vastinkappale oli halkaisijaltaan 60 mm. Testin aikana olosuhteet olivat hyvät ja lämpötila oli noin + 20 °C. Testiä varten tehtiin kahdeksan mittausta. Mitattavat kohdat hiottiin paperilla ja hiottuun kohtaan liimatut vastinkappaleet vedettiin murtoon asti. [6]

### 5.1.4 Tutkimuslaboratorio

Neljäs kohde on yliopiston tutkimuslaboratorio, jossa selvitettiin vuonna 2018 tasoitteen halkeilun syytä ja tasoitteen tartuntaa betonilaattaan. Kohteesta otettiin viisi halkaisijaltaan 55 mm olevaa poranäytettä sektorimikroskooppista pintahietutkimusta varten. Pintahietutkimus suoritettiin standardia ASTM C856-17 soveltaen. Ennen pintahienäytteiden valmistelua poranäytteet esi-impregnoitiin väripigmentoidulla epoksilla. Tämän jälkeen poralieriöt sahattiin halki pituussuunnassa ja näytteen toinen puoli kiillotettiin sektorimikroskooppitutkimusta varten. Ensimmäinen näyte otettiin kohdasta, jossa pumppaamalla asennetun tasoitteen alustana on hiottu uusi betoni. Toinen näyte otettiin kohdasta, jossa vähän halkeilleen käsin levitetyn tasoitteen alla on vanha singottu betoni. Kolmas näyte otettiin kohdasta, jossa pumppaamalla asennetun tasoitteen alla on vanha singottu betoni. Neljäs näyte otettiin kohdasta, jossa pumppaamalla asennetun tasoitteen alla on timanttihiottu vanha betoni. Ja viimeinen viides näyte otettiin kohdasta, jossa käsin levitetyn tasoitteen alla on hiottu uusi betoni. [183]

### 5.1.5 Materiaalivalmistajan testit

Viides kohde on materiaalivalmistajan teettämä testi neljän eri tasoitteen ja kaksikomponenttisen epoksinnoitteen välisen tartuntalujuuden selvittämiseksi. Tutkittujen tasoitteiden nimekkeet ovat CT-C30-F10-A22, CT-C30-F7-A22 ja CT-C20-F5. Tämän lisäksi neljäs tutkittu tasoite tehtiin samasta CT-C20-F5 tasoitteesta, johon lisättiin lisäainetta, jolla on muun muassa lujuutta ja tartuntaa parantava sekä

halkeamia ja kutistumia vähentävä vaikutus. Lisäaineen lisäyksen ansiosta tasoitteen puristuslujuuden tulisi kasvaa  $35 \text{ N/mm}^2$  ja taivutuslujuuden  $11 \text{ N/mm}^2$ . Näytekappaleet ovat  $400 \times 400 \times 50 \text{ mm}^3$  kokoisen betonialustan päällä. Tutkimus tehtiin standardin DS/EN 13892-8:2003 mukaan. Vetolaitteena käytettiin EASY M LC-laitetta, jonka kuormituskapasiteetti on nollasta kuuteen kilonewtonia. Laitteen alumiiniset vetonapit ovat halkaisijaltaan 50 mm ja korkeudeltaan 30 mm ja ne liimataan epoksilla kiinni testialustaan. Jokaiselle tasoitteelle tehtiin viisi mittausta. [2] Sama testi toistettiin myös vastaaville tasoitteille ilman epoksinnoitetta, jolloin selvitettiin pelkän tasoitteen tartuntalujuus. [3]

Kuudes kohde on myös materiaalivalmistajan tilaama testi tasoitteen päällä olevan pinnoitteen tartuntavetolujuuden selvittämiseksi. Tutkitun oikaisumassan nimike on CT-C25-F7 ja pinnoitteena käytetyn akryylimassan nimike on SR-AR1-B1,5-IR4. Oikaisumassan pinta hiottiin karheudeltaan 40-käsipaperilla ennen akryylin asennusta. Pinnoitus tehtiin viisi päivää tasoittamisen jälkeen. Näytteiden rakenne oli akryylipinnoite, pinnoitteen akryylipohjuste, tasoite ja betoni. Tartuntavetolujuuden määrittäminen tehtiin standardia SFS 5446 soveltaen 28 vuorokauden kuluttua tasoittamisesta. Koetta varten akryylimassan lävitse porattiin timanttikorakoneella rengasmaisen ura, joka ulottui tasoitteeseen asti. Kokeen alustana toimivat  $300 \times 300 \times 50 \text{ mm}^3$  kokoiset betonilaatat. Koe suoritettiin EASY-M vetolaitteella, jonka vetonappien halkaisija on 50 mm ja kuormitusnopeus  $100 \text{ N/s}$ . [25] Samanlainen koe tehtiin toistamiseen, mutta vetokokeet suoritettiin jo 10 vuorokauden ja 18 tunnin ikäiselle tasoitteelle. Kummassakin testissä tehtiin kolme vetokoetta. [26]

Myös seitsemäs kohde on materiaalivalmistajan tilauksesta tehty testi tasoitteiden ja pinnoitteiden yhteensopivuudesta. Testissä tutkittiin neljän eri tasoitteen ja neljän eri pinnoitteen yhteensopivuutta. Kaikkia tuotteita ei kuitenkaan testattu keskenään. Tutkittavien tasoitteiden nimikkeet ovat CT-C25-F7, CT-C30-F7-A22, CT-C30-F10-A22 ja CT-C20-F5. Tasoitteeseen CT-C20-F5 on lisätty samaa lisäainetta kuin viidennessä kohteessa. Ensimmäinen tutkittava pinnoite on kaksikomponenttinen, vesiohenteinen polyuretaanilakka. Toinen tutkittava pinnoite on kaksikomponenttinen, vesiohenteinen epoksimaali. Kolmas tutkittava pinnoite on kaksikomponenttinen liuotteeton epoksinnoite, jonka nimike on SR-RAW1-B2,0-IR4, ja viimeinen tutkittava pinnoite on elastinen, kaksikomponenttinen ja liuotteeton polyuretaanipinnoite. Kaksi viimeisintä pinnoitetta pohjustetaan kaksikomponenttillä liuotinaineettomalla epoksilla, jonka nimike on SR-B2,0. Kun pinnoitteet olivat kuivuneet seitsemän päivää, eli kuivumisaikansa verran, suoritettiin näytteille SFS-

EN ISO 4624 mukainen tartuntavetolujuustesti. Tasoitteiden ikää vetokokeen aikana ei raportoitu. [43]

Kahdeksas kohde on myös materiaalitoimittajien tekemä testi tuotteittensa yhteensopivuudesta. Testiä varten tehtiin betonilaatta  $520 \times 540 \times 40 \text{ mm}^3$ , joka oli jaettu kahteen osaan soluovikaistalla. Solumuovikaistan toiselle puolelle oli asennettu tasoitetta CT-C30-F7-A22 ja toiselle puolelle tasoitetta CT-C20-F6-A22. Ennen pinnoituksen asennusta koekappaleet imuroitiin huolellisesti. Pinnoitteina käytettiin kaksikomponenttista epoksimaalia ja liuotteetonta kaksikomponenttista epoksimaalia. Kun pintamaali oli kuivunut, kiinnitettiin siihen kolme halkaisijaltaan 20 mm olevaa vetonappia Loctite 480 –syanakrylaattiliimalla. Vetolaitteena käytettiin PosiTest AT adhesion tester –laitetta. Vetokoe suoritettiin standardin ISO 4624 mukaan. [44]

Yhdeksäs kohde on materiaalivalmistajan teettämä testi tasoitteiden ja pinnoituksen pohjusteen yhteensopivuudesta. Testissä testattu kaksikomponenttinen, matalaviskositeettinen, liuotteeton akrylipohjuste oli nimikkeeltään SR-B2,0-AR 0,5-IR 4. Tutkittavien tasoitteiden nimikkeet ovat CT-C25-F7, CT-C25-F7, CT-C30-F10-A22 ja CT-C30-F7-A22. Tuotteille tehtiin vetokoe. [49]

Kymmenes kohde on myös materiaalivalmistajien yhteistyössä tekemä testi tuotteidensa yhteensopivuudesta. Testissä tutkittiin kolmea pinnoitetta ja neljää tasoitetta standardin ISO 4624 mukaan suoritettulla vetokokeella. Tutkitut tasoitteet olivat nimikkeiltään CT-C30-F7-A22, CT-C20-F5, CT-C25-F7 ja CT-C30-F10-A22. Tasoitteeseen CT-C20-F5 oli lisätty lisäainetta, joka nostaa tasoitteen puristuslujuuden  $35 \text{ N/mm}^2$  ja taivutusvetolujuuden  $11 \text{ N/mm}^2$ . Ennen pinnoitusta koekappaleista poistettiin pöly harjaamalla. Tasoitekerroksen alla oli betonilaatta, joka oli pohjustettu vesiohenteisella muoviseoksella. Tutkittavia pinnoitteita olivat kaksikomponenttinen, vesiohenteinen epoksimaali, kaksikomponenttinen epoksimaali ja liuotteeton, kaksikomponenttinen epoksinnoite. [45]

## 5.2 Havainnot sekä tutkimusten ja mittauksien tulokset

Seuraavaksi tutustutaan tutkimusten tekijöiden tekemiin havaintoihin sekä koetuloksiin. Koska vetokokeita on suoritettu eri standardien mukaan ja eri laitteilla, niin tulokset eivät ole täysin vertailukelpoisia keskenään. Myöskään työmaaolosuhteissa saatuja tuloksia ei voida verrata materiaalivalmistajan teettämiin testeihin.

### 5.2.1 Elintarviketuotantolaitos

Ensimmäisessä kohteessa pohjustetun kohdan alla oleva tasoitealusta vaikutti huomattomalta. Kohteessa havaittiin myös hiehtoepoksin ratkeilua, minkä syyksi epäiltiin joko liian kuivaa hierontomassaa, huolimattonta työn suoritusta tai epästabiilia alustaa. Ilmeisesti hierontomassan levitys oli tapahtunut vetolaatikolla ja hieronta käsin. Kuitenkin vetolaatikkoa käytettäessä suositeltavampi tapa hierontaa lattia olisi koneellisesti, jolloin hierontomassan pinnasta tulisi siistimpi. Mikäli ratkeilun syynä on epästabiili alusta, johtunee se tasoitteen vesi-sementtisuhteen kasvattamisesta yli valmistajan ohjearvojen, jolloin tasoitteen lujuus voi kärsiä ja tasoite voi kutistua enemmän. Jos tasoite ei ole kerennyt kuivumaan riittävästi ennen pinnoitusta, niin saattaa syntyä vetojännityksiä, minkä takia hierontopinnoite voi ratketa. Tämän lisäksi lattiaan oli jäänyt kuoppia. Kuoppien korjaus on hankalaa ja korjaustoimenpiteet tulevat näkymään lopputuloksessa. [36]

### 5.2.2 Koulu

Toisen kohteen lattiasta on tehty tartuntavetolujuusmittauksia. Mittauksia on tehty yhteensä viisi. Kaikissa mittauksissa murtuminen tapahtui betonissa. Vetolujuuden arvoksi saatiin neljässä testissä  $0,8 \text{ N/mm}^2$  ja yhdessä testissä  $0,9 \text{ N/mm}^2$ . [33] Testiraportissa ei mainita millä menetelmällä tartuntavetolujuus mitattiin.

### 5.2.3 Hotelli

Kolmas kohde oli laaja ja tasoitteen vetolujuusmittaukset tehtiin monesta eri tilassa. Kylmiön käytävän vetolujuudeksi saatiin  $1,4 \text{ N/mm}^2$  ja murtuma tapahtui pintalaatassa. Tavarain vastaanottotilassa sekä keittiössä vetolujuudeksi mitattiin  $1,8 \text{ N/mm}^2$  ja näissä kohteissa murtuma tapahtui tasoitteessa. Käytävällä keittiön edessä vetolujuus jäi vain  $0,7 \text{ N/mm}^2$  ja murtuma tapahtui tasoitteessa. Yhtä alhainen vetolujuuden arvo mitattiin myös toisessa keittiössä, jossa tasoite murtui aivan pinnastaan, noin kahden millimetrin syvyydeltä. Käytävällä toisen keittiön edustalla vetolujuuden arvoksi saatiin  $1,1 \text{ N/mm}^2$  ja murtuma tapahtui täälläkin tasoitteen pinnassa. Käytävän keskellä sekä astianpesutilassa vetolujuuden arvoksi saatiin  $1,8 \text{ N/mm}^2$  ja tasoite murtui pinnastaan. [6] Raportista ei käy selkeästi ilmi millä menetelmällä testaus on suoritettu.

### 5.2.4 Tutkimuslaboratorio

Neljännän kohteen ensimmäisen näytteen paksuin kohta oli 65 mm, joka koostui 10,5–11,5 mm paksusta tasoitekerroksesta, sekä betonista. Näytteessä oli laasti-

kerroksen lävitse menevä alle 0,2 mm leveä halkeama. Halkeaman pohjassa, tasoitteen ja betonin rajapinnassa, oli myös 9,0 mm leveä halkeama, eli tartunnan epäjatkuvuuskohta. Näytteessä tasoitteen ja betonin rajapinnassa on noin 0,05 mm paksu epoksimainen pohjustekerros. Toisessa näytteessä ei ollut halkeamia. Näytteen paksuus oli enimmillään 58 mm ja se koostui noin 9,5–10,0 mm paksuisesta tasoitteesta ja betonista. Kerrosten välissä havaittiin paikoin noin 0,05 mm paksuinen kerros epoksimaista pohjustetta ja tartunta kerrosten välillä vaikutti olevan kunnossa. Kolmannessa näytteessä tasoitteen ja betonin rajapinnassa vaikutti olevan hyvin epätasainen paksuudeltaan 0,05–2,5 mm paksu epoksimainen pohjustekerros. Näytekappale oli paksuimmillaan 58 mm ja koostui 11,0–11,5 mm paksusta tasoitekerroksesta ja betonista. Tasoitekerroksessa oli alle 0,2 mm leveä halkeama, joka ulottui koko tasoitekerroksen lävitse. Halkeama haaraantui 7,7 mm syvyydellä ja sen kaksi päätä tulivat betonikerrosta kohti. Neljännessäkin näytteessä oli alle 0,2 mm leveä halkeama lävitse koko tasoitekerroksen. Näytteen paksuus oli enimmillään 64 mm ja se koostui noin 9,0 mm paksuisesta tasoitekerroksesta ja betonista. Kerrosten välinen tartunta vaikutti olevan hyvä ja epoksimaista pohjustetta oli 0,05 mm paksuinen kerros tasoitteen ja betonin välillä. Viidennessä näytteessä epoksimaista pohjustetta vaikutti olevan vain paikoin 0,05 mm paksuisena kerroksena tasoitteen ja betonin välillä. Tartunta kerrosten välillä vaikutti kuitenkin olevan kunnossa eikä halkeilua havaittu. Näytteen paksuus oli enimmillään 50 mm ja se koostui 3,2–3,5 mm paksusta tasoitekerroksesta sekä betonista. Tasoitekerroksien koostumusta tutkittaessa vaikutti siltä, että tasoitemassa on päässyt erottumaan kaikissa viidessä näytteessä. Kaikkien näytteiden pintaosissa on ohut kerros, jossa sideainepitoisuus on muuta tasoitemassaa suurempi. [183]

### 5.2.5 Materiaalivalmistajan testit

Viidennessä kohteessa havaittiin, että pinnoite parantaa tartuntalujuutta. Koska vetolaitteeseen oli säädetty maksimissaan 3,1 N/mm<sup>2</sup> kuormitus, niin kaikissa näytteissä ei murtumaa edes tapahtunut. Tasoite CT-C30-F10-A22 osoittautui kestävämmäksi. Ilman pinnoitetta heikoin murtokuorman arvo oli 2,0 N/mm<sup>2</sup> ja parhaassa tapauksessa murtumaa ei tapahtunut, eli murtokuorman arvo oli suurempi kuin 3,1 N/mm<sup>2</sup>. Murtokuormien keskiarvoksi saatiin 2,8 N/mm<sup>2</sup>. Mikäli murtuma tapahtui, oli se joko kokonaan tasoitteessa tai osin tasoitteen ja betonialustan välillä ja osin tasoitteessa. Kun tasoite pinnoitettiin, niin murtumaa ei enää tapahtunut ja murtokuorman suuruus oli täten yli 3,1 N/mm<sup>2</sup>. Toiseksi parhaimmat testitulokset

saatiin tasoitteella CT-C20-F5, johon oli lisätty sen ominaisuuksia parantavaa lisäainetta. Tällä tasoitteella pienin murtokuorman arvo oli pinnoittamattomassa näytteessä  $1,8 \text{ N/mm}^2$  ja pinnoitetussa  $2,6 \text{ N/mm}^2$ . Paras tulos pinnoittamattomassa lattiassa oli  $2,9 \text{ N/mm}^2$  ja pinnoitettu näyte ei murtunut. Murtokuorman keskiarvoksi saatiin pinnoittamattomassa rakenteessa  $2,5 \text{ N/mm}^2$  ja pinnoitetussa rakenteessa  $2,9 \text{ N/mm}^2$ . Pinnoittamattomassa rakenteessa murtuma tapahtui aina tasoitteessa ja pinnoitetussa rakenteessa murtuma tapahtui joko tasoitteessa tai osin tasoitteessa ja osin tasoitteen ja betonialustan välillä tai osin tasoitteessa ja osin betonissa. Tasoitteiden CT-C30-F7-A22 ja CT-C20-F5 testitulokset olivat suuruusluokaltaan samanlaiset. Molemmissa tasoitteissa pinnoittamattomissa näytteissä murtuminen tapahtui aina tasoitteessa. Näissä tapauksissa heikoin murtolujuus oli molemmissa  $1,7 \text{ N/mm}^2$  ja korkeimmat olivat  $1,8 \text{ N/mm}^2$  ja  $1,9 \text{ N/mm}^2$ . Tasoitteen CT-C30-F7-A22 murtolujuuden keskiarvo jäi  $1,7 \text{ N/mm}^2$ :n ja tasoitteen CT-C20-F5  $1,8 \text{ N/mm}^2$ :n. Kun tasoitteet pinnoitettiin, niin tasoitteen CT-C30-F7-A22 korkein murtolujuudenarvo oli  $2,6 \text{ N/mm}^2$  ja matalin arvo oli  $1,8 \text{ N/mm}^2$ . Murtuminen tapahtui aina tasoitteessa ja murtolujuuden keskiarvoksi muodostui  $2,3 \text{ MPa}$ . Pinnoitetussa tasoitteessa CT-C20-F5 korkein murtolujuuden arvo oli  $3,0 \text{ N/mm}^2$  ja matalin  $1,7 \text{ N/mm}^2$ . Murtolujuuden keskiarvoksi tuli  $2,2 \text{ N/mm}^2$ . Murtuma tapahtui joko kokonaan tasoitteessa tai tasoitteen ja betonin rajapinnassa. [2][3]

Kuudennessa kohteessa havaittiin selvä ero 28 vuorokauden ja reilu 10 vuorokauden ikäisten näytteiden välillä. Reilu 10 vuorokauden ikäisissä näytteissä murtuma tapahtui aina tasoitteen yläpinnassa, runkoaineen rajapintoja myötäillen. Vetolujuuden arvoiksi saatiin  $1,8 \text{ N/mm}^2$ ,  $1,9 \text{ N/mm}^2$  ja  $1,7 \text{ N/mm}^2$ . Kun sama testi toistettiin samalle rakenteelle, tasoitteen ollessa 28 vuorokauden ikäistä, niin tulokset paranivat selvästi. Ensimmäisen vedon tulokseksi saatiin  $2,3 \text{ N/mm}^2$ , jolloin murtuma tapahtui oikaisumassan yläpinnassa, runkoaineen rajapintoja myötäillen. Toisen vedon tulokseksi saatiin  $2,8 \text{ N/mm}^2$ , jolloin puolet murtumasta tapahtui liimassa ja puolet oikaisumassan yläpinnassa, runkoaineen rajapintoja myötäillen. Kolmannessa vedossa 10 % murtumasta tapahtui tasoitteen ja akryylin rajapinnassa ja 90 % murtumasta tapahtui 0–5 mm syvyydellä oikaisumassan yläpinnassa, runkoaineen rajapintoja myötäillen. [25][26]

Seitsemännessä kohteessa kaikissa mittauksissa murtuminen tapahtui tasoitteen koheesiomurtumana. Jokaiselle testattavalle yhdistelmälle tehtiin kuusi mittausta, joiden keskiarvot laskettiin. Kaikki tuotteita ei testattu tutkimuksessa keskenään. Vesiohenteista polyuretaanilakkaa kuitenkin testattiin kaikkien tasoitteiden



kanssa. Testin tartuntavetolujuuden keskiarvo tasoitteen CT-C20-F5, jonka ominaisuuksia oli parannettu lisäaineella, oli  $4,3 \text{ N/mm}^2$ . Samaan suuruusluokkaan pääsi tasoite CT-C25-F7, jonka tartuntavetolujuuden keskiarvoksi muodostui  $4,5 \text{ N/mm}^2$ . Heikoin tartuntavetolujuuden keskiarvo saatiin tasoitteesta CT-C30-F7-A22, mikä oli  $3,9 \text{ N/mm}^2$ . Vastaavasti paras arvo saatiin tasoitteella CT-C30-F10-A22, jonka tartuntavetolujuuden keskiarvoksi muodostui  $5,5 \text{ N/mm}^2$ . Vesiohenteisen epoksimaalin kanssa testit tehtiin vain kahdelle tasoitteelle. Lisäaineella parannetun CT-C20-F5 tasoitteen tartuntavetolujuuden keskiarvoksi saatiin  $3,0 \text{ N/mm}^2$  ja CT-C30-F7-A22 tasoitteen tartuntavetolujuuden keskiarvoksi saatiin  $2,5 \text{ N/mm}^2$ . Liuotteettoman epoksinnoitteen kanssa testi tehtiin vain tasoitteella CT-C30-F10-A22, minkä tulokseksi saatiin  $3,8 \text{ N/mm}^2$ . Liuotteettoman polyuretaanipinnoitteen ja tasoitteen CT-C25-F7 välisen testin tartuntavetolujuuden keskiarvoksi saatiin  $4,3 \text{ N/mm}^2$ . [43]

Kahdeksannessa kohteessa murtuminen tapahtui lähes aina tasoitteen koheesiomurtumana. Liuotinohenteisen epoksimaalin ja tasoitteen CT-C20-F6-A22 vetolujuuksiksi saatiin  $1,9 \text{ N/mm}^2$ ,  $1,7 \text{ N/mm}^2$  ja  $1,2 \text{ N/mm}^2$ . Kun tasoite vaihdettiin CT-C30-F7-A22:si, niin vetolujuuden arvoiksi saatiin  $2,3 \text{ N/mm}^2$ ,  $3,5 \text{ N/mm}^2$  ja  $3,6 \text{ N/mm}^2$ . Kun tasoite CT-C20-F6-A22 pinnoitettiin liuotteettomalla epoksinnoitteella, saatiin vetolujuuksien arvoiksi  $1,4 \text{ N/mm}^2$ ,  $0,9 \text{ N/mm}^2$  ja  $1,2 \text{ N/mm}^2$ . Kun tasoite vaihdettiin CT-C30-F7-A22:si, niin vetolujuuksiksi saatiin  $2,1 \text{ N/mm}^2$ ,  $2,7 \text{ N/mm}^2$  ja  $2,1 \text{ N/mm}^2$ . [44]

Yhdeksännessä kohteessa murtuminen tapahtui aina tasoitekerroksessa. Tasoitetta CT-C25-F7 käytettäessä kuuden testauksen matalin vetolujuuden arvo oli  $3,19 \text{ N/mm}^2$  ja korkein  $4,19 \text{ N/mm}^2$ . Testin keskiarvo oli  $3,78 \text{ N/mm}^2$ . Tasoite CT-C25-F7 oli heikompaa. Sen vetolujuuden pienin arvo oli  $2,55 \text{ N/mm}^2$  ja korkein  $3,64 \text{ MPa}$  sekä keskiarvoksi muodostui  $3,09 \text{ N/mm}^2$ . Tasoitteen CT-C30-F10-A22 heikoin mitattu vetolujuudenarvo oli  $2,66 \text{ N/mm}^2$  ja korkein vetolujuuden arvo oli  $3,97 \text{ MPa}$ . Vetokokeiden keskiarvoksi tuli  $3,38 \text{ N/mm}^2$ . Tasoitteen CT-C30-F7-A22 vetolujuus jäi alhaisimmaksi. Pienin mitattua arvo oli  $1,92 \text{ N/mm}^2$  ja korkein  $2,59 \text{ N/mm}^2$ . Tasoitteen vetolujuuden keskiarvoksi muodostui  $2,36 \text{ N/mm}^2$ . [49]

Kymmenennessä kohteessa tasoitetta CT-C30-F7-A22 ja lisäaineella parannettua tasoitetta CT-C20-F5 testattiin kaksikomponenttisen, vesiohenteisen epoksimaalin kanssa. Tasoitetta CT-C30-F7-A22 käytettäessä vain yhdessä testauksessa kolmesta murtuma tapahtui kokonaan tasoitteessa. Tämän testin vetolujuudeksi saatiin  $2,9 \text{ N/mm}^2$ . Kahdessa muussa testissä osa murtumisesta tapahtui betonin koheesiomurtumana. Näiden testien tuloksiksi saatiin  $2,3 \text{ N/mm}^2$  ja  $3,0 \text{ N/mm}^2$ . Kun

tasoite vaihdettiin lisääineella parannettuun CT-C20-F5:n, niin murtumatyyppi oli aina tasoitteen koheesiomurtuma. Mittausten tuloksiksi saatiin 2,8 N/mm<sup>2</sup>, 2,3 N/mm<sup>2</sup> ja 2,7 N/mm<sup>2</sup>. Tasoitteita CT-C25-F7 ja CT-C30-F10-A22 testattiin sekä kaksikomponenttisen epoksimaalin kanssa, että liuotteettoman, kaksikomponenttisen epoksinnoitteen kanssa. Kaikissa tapauksissa murtuma tapahtui tasoitteessa. Tasoitteelle CT-C25-F7 ja epoksimaalille tehdyistä vetokokeista saatiin tuloksiksi 1,8 N/mm<sup>2</sup>, 2,4 N/mm<sup>2</sup> ja 2,1 N/mm<sup>2</sup>. Kun tasoite vaihdettiin lujempaan CT-C30-F10-A22, niin vetolujuuksiksi saatiin 3,2 N/mm<sup>2</sup>, 4,1 N/mm<sup>2</sup> ja 4,1 N/mm<sup>2</sup>. Kun epoksimaali vaihdettiin epoksinnoitteeksi ja sama testi toistettiin tasoitteelle CT-C25-F7, niin tuloksiksi saatiin 2,7 N/mm<sup>2</sup>, 2,6 N/mm<sup>2</sup> ja 2,4 N/mm<sup>2</sup>. Kun tasoite vaihdettiin CT-C30-F10-A22:han, niin tuloksiksi tuli 5,2 N/mm<sup>2</sup>, 4,6 v ja 7,8 N/mm<sup>2</sup>. [45]

Koska materiaalivalmistajien testit on tehty vain yhden tasoitevalmistajan tuotteille, niin testien tulokset on helppo taulukoida. Taulukkoon viisi onkin koottu testeissä käytettyjen tasoitteiden ominaisuudet sekä tasoitteiden ja pinnoitteiden välisistä testeistä saatujen tartuntavetolujuuksien keskiarvot. Taulukkoon on merkitty punaisella heikoimman tuloksen antaneen tasoitteen keskiarvo ja vihreällä parhaimman tuloksen antaneen tasoitteen keskiarvo, jos saman pinnoitteen kanssa on testattu useampaa tuotetta. Murtokuorman alle on myös merkitty millä kaikilla tavoilla murtuminen tapahtui.

Taulukko 1. Käytettyjen tasoitteiden ominaisuudet ja vetolujuuksien keskiarvot

	CT-C20-F5	CT-C20-F5 +lisä-aine	CT-C25-F7	CT-C25-F7	CT-C30-F10-A22	CT-C30-F7-A22	CT-C20-F6-A22	Mit-taus-mene-telmä
Puristuslujuus (N/mm <sup>2</sup> )	20	35	25	25	30	30	20	
Taivutusvetolujuus (N/mm <sup>2</sup> )	5	11	7	7	10	7	6	
Tartuntalujuus (7 vrk) (N/mm <sup>2</sup> )	> 1,5	-	-	-	-	> 1,7	-	
Pinnoitteen vetolujuusvaatimus suositus (N/mm <sup>2</sup> )	-	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	-	
5. ilman pinnoitetta (N/mm <sup>2</sup> )	1,8 B	2,5 B	-	-	2,8 B+A/B	1,7 B	-	DS/EN 13892- 8:2003
5. epoksinnoitteen kanssa (N/mm <sup>2</sup> )	2,2 B+A/ B	2,9 B+A/B+ A	-	-	> 3,1	2,3 B	-	
6. akryylipinnoite 10 päivää (N/mm <sup>2</sup> )	-	-	-	1,8 B	-	-	-	SFS 5446
6. akryylipinnoite 28 päivää (N/mm <sup>2</sup> )	-	-	-	2,6 B+Y +Y/Z	-	-	-	

7. vesiohenteinen PU-lakka (N/mm <sup>2</sup> )	-	4,3 B	4,5 B	-	5,5 B	3,9 B	-	SFS-EN ISO 4624
7. vesiohenteinen epoksimaali (N/mm <sup>2</sup> )	-	3,0 B	-	-	-	2,5 B	-	
7. liuotteeton epoksinnoite (N/mm <sup>2</sup> )	-	-	-	-	3,8 B	-	-	
7. liuotteeton PU-pinnoite (N/mm <sup>2</sup> )	-	-	4,3 B	-	-	-	-	
8. liuotinhenteinen epoksimaali (N/mm <sup>2</sup> )	-	-	-	-	-	3,1 B+Y/Z	1,6 B	ISO 4624
8. liuotteeton epoksinnoite (N/mm <sup>2</sup> )	-	-	-	-	-	2,3 B	1,2 B	
9. akryylipohjuste (N/mm <sup>2</sup> )	-	-	3,8 B	3,1 B	3,4 B	2,4 B	-	?
10. vesiohenteinen epoksimaali (N/mm <sup>2</sup> )	-	2,6 A+B	-	-	-	2,7 B	-	ISO 4624
10. liuotinhenteinen epoksimaali (N/mm <sup>2</sup> )	-	-	-	2,1 B	3,8 B	-	-	
10. liuotteeton epoksinnoite (N/mm <sup>2</sup> )	-	-	-	2,6 B	5,9 B	-	-	

Punainen kuvaa pienintä tartuntavetolujuuden arvoa, joka kyseisen pinnoitteen kohdalla mitattiin

Vihreä kuvaa suurinta tartuntavetolujuuden arvoa, joka kyseisen pinnoitteen kohdalla mitattiin

[2][3][25][26][43][44][45][49]

### 5.3 Tulosten tulkinta ja johtopäätökset

Lopuksi perehdytään vielä kohteiden tulosten pohjalta tehtyihin johtopäätöksiin. Koska suurimmassa osassa tuloksia on paljon hajontaa, niin täysin luotettavia johtopäätöksiä ei voitane tehdä. Kuitenkin tuloksista voidaan saada suuntaa antavaa tietoa.

#### 5.3.1 Elintarviketuotantolaitos

Ensimmäisen kohteen epoksimaalin ratkeiluja pidettiin haastavana korjattavana pelkällä pintalakkauksella. Ratkeillut pinnoite voitaisiin hioa kevyesti ja siihen voitaisiin hiertää uusi hiertopinta, kuitenkin alla olevien kerrosten keskinäinen tartunta tulee olla riittävä. Tämän ratkaisun pitkäaikaiskestävyydestä ei kuitenkaan ole ta-

keita. Vaihtoehtoisesti lattian pintakerrokset voitaisiin uusida kokonaan. Tällöin pinnoite ja tasoiitteet tulisi poistaa aina betonialustaan asti. Kaadot korjattaisiin pinnoitteen ja betonialustan kanssa yhteensopivalla tuotteella sekä pinnoitus suoritettaisiin uudelleen samalla tuotteella tai muulla soveltuvalla pinnoitteella. [36] Koska kohteessa on tehty vain astinvaraista tarkastelua, niin korjaustoimenpiteiden oikea mitoittaminen vaatii vielä lisätutkimuksia muun muassa tartunnan ja mahdollisen kutistumien selvittämiseksi. Kohteessa olisi pitänyt osata varautua tasoiitteen käyttöön jo suunnitteluvaiheessa. Tasoiitustyöhön olisi myös pitänyt kiinnittää enemmän huomiota työtä suoritettaessa, jotta haluttuun lopputulokseen olisi päästy yhdellä tasoiituskerroksella.

### 5.3.2 Koulu

Toisessa kohteessa alusbetoni oli selkeästi heikkolaatuista. Tästä saattaa aiheutua ongelmia, sillä noin viiden millimetrin paksuinen tasoiitekerros ei välttämättä yksin kykene ottamaan vastaan pinnoitteen aiheuttamia rasituksia. Mikäli käyttörasitus on kovaa, voi siitäkin aiheutua vastaavasta syystä ongelmia. Heikko betoni voi murtua irti tasoiitteesta ja epävakaa alustan päällä tasoiite voi haljeta. Mikäli tasoiite halkeaa, niin se näkyy yleensä myös pinnoitteessa.

Jotta lattia kestäisi paremmin siihen tulevan rasituksen, niin voitaisiin tasoiitteen päälle tehdä uusi huomattavasti paksumpi tasoiitekerros. Tässä on kuitenkin ongelmana se, että yleensä uuden tasoiitekerroksen tulisi olla edellistä ohuempi. Kerrosrakenne on myös aina riskitekijä. Myös rakennuksen korot muuttuisivat tämän toimenpiteen seurauksena, mikä saattaa olla ongelmallista. Toinen vaihtoehto olisi poistaa jo tehty tasoiite ja lujittaa vanhaa betonia esimerkiksi ohennetulla epoksilla. Tämän jälkeen betonin päälle valettaisiin uusi tasoiitekerros. Mikäli lujitusaine saadaan asennettua tasoiitteen alla olevaan betoniin luotettavasti ilman koko tasoiitteen poistamista, niin voitaneen tällainenkin vaihtoehto hyväksyä. Kolmantena mahdollisena vaihtoehtona olisi kokonaan pinnoitteesta luopuminen. Lattian pintamateriaaliksi voitaisiin valita kohteeseen sopiva päällyste. Mikäli korjaustoimenpiteisiin ryhdytään, on syytä valita oikein mitoitettu korjausvaihtoehto, jotta liiallisilta kustannuksilta ja materiaalihukilta sekä uusilta korjauksilta vältyttäisiin.

### 5.3.3 Hotelli

Kolmannen kohteen tasoiitteen epäiltiin olevan liian heikko pinnoitettavaksi. Tämän takia tasoiitteeseen imeytettiin ohennettua epoksia kokonaisvarmuuden parantamiseksi. Epoksikäsittelyn jälkeen lattialle pumpattiin vielä uusi vahvempi tasoiite-

kerros. Uusi tasoite pinnoitettiin lopulta akrylibetonilla onnistuneesti. [80] Kohteessa tartuntavetolujuuden vaihtelut olivat melko suuria. Mikäli tasoitteelle ei ole tehty leviämätestejä työn aikana, saattaa se selittää tartuntavetolujuuksien vaihtelut. Myös olosuhteet ovat saattaneet olla erilaiset eri osissa rakennusta, joten tämä on saattanut myös vaikuttaa erilaisiin tartuntavetolujuuksiin.

#### 5.3.4 Tutkimuslaboratorio

Neljännän kohteen tasoitteen halkeilun syynä pidetään liian varhain tapahtunutta kosteuden poistumista plastisessa vaiheessa olevasta tasoitteesta. Halkeamien sijainti, esiintymistiheys ja -tapa vahvistavat käsitystä tällaisten kutistumishalkeamien muodostumisesta. Kohteesta ei kuitenkaan ollut saatavilla tasoitustyöolosuhteista tai jälkihoidosta tietoja, joten arvio perustuu näytteistä saatuihin tuloksiin ja tasoitteen pinnasta tehtyihin havaintoihin. [183] Paremmalla olosuhteiden hallinnalla olisi voitu saavuttaa vähemmän halkeillut tasoite.

Halkeamien muodostumispotentiaalia on nostanut se, että tasoite on erottunut. Kun tasoitteen pintaan on jäänyt paljon sideainetta, kutistuu se muuta tasoitetta enemmän sekä hydratoituessaan että kuivuessaan. Mikäli tasoitteeseen on massan sekoituksen yhteydessä lisätty liikaa vettä, niin kasvattaa se haihdutettavan veden määrää, jolloin tasoite kutistuu enemmän suuremman vesimäärän poistumisen seurauksena. Tasoitekerros on todennäköisesti kuivunut pääasiassa yläpinnastaan huoneilmaan, sillä sen alla ollut pohjuste on suurimmaksi osaksi estänyt veden imeytymisen alustaan. Kuivuminen on ollut todennäköisesti liian nopeaa, eikä tasoite ole kerennyt kasvattamaan lujuttaan samassa tahdissa kuin mitä kutistuma tekee vetojännityksiä. Tämän seurauksena suuren kutistumapotentiaalin omaava tasoitteen yläpinta on todennäköisesti haljennut jo plastisessa vaiheessa, ja halkeamat ovat kasvaneet tasoitteen edelleen kuivuessa. [183] Mikäli tasoitemassa vesi-tasoitejauhe suhdetta olisi tarkkailtu enemmän, olisi osalta halkeamista voitu todennäköisesti välttyä.

Varsinaisesti yksittäistä syytä ei tasoitteen halkeilulle voida antaa, sillä lähtötietoja siihen ei ole riittävästi. Tasoitteen jälkihoito vaikuttaa kuitenkin olleen puutteellista, minkä takia tasoite on halkeillut. Halkeilua on myös voimistanut tasoitteen erottuminen. Osasyynä on voinut myös olla kosteuden imeytyminen alustaan. Vaurioituneesta tasoitteesta tulisi selvittää kopoalueet, jotka tulee korjata. Tämän lisäksi tasoitteelle tulisi tehdä vetolujuustesti, jolla selvitetään tasoitekerroksen lujutta, tartuntaa sekä päällystämiskelpoisuutta. [183] Huolellisemmalla pohjustamisella oltaisiin mahdollisesti saavutettu vähemmän halkeillut tasoite.

### 5.3.5 Materiaalivalmistajan testit

Viidennen testin perusteella voitaneen todeta, että käytetty epoksinnoite on parantanut näytteen tartuntavetolujuutta. Epoksin tartuntaa voidaan myös pitää hyvänä tasoitteeseen, sillä vetokokeessa murtuminen tapahtui pääsääntöisesti joko tasoitteen koheesiomurtumana tai tasoitteen ja betonin adheesiomurtumana. Kaikki tasoitteet myös vaikuttavat olevan pinnoituskelpoisia tartuntavetolujuutensa puolesta, sillä kaikkien tartuntavetolujuus on yli  $1,5 \text{ N/mm}^2$ , ja tasoitteet CT-C30-F10-A22 ja CT-C20-F5, johon on lisätty lisäainetta, ylittävät myös yleisesti kovaan rasitukseen joutuvalta lattialta vaadittavan tartuntavetolujuuden  $2,0 \text{ N/mm}^2$ .

Kuudennen kohteen tulokset osoittavat odotetusti, että tasoitteen tartuntavetolujuus kehittyi ajan kanssa. Reilu kymmenen päivän ikäisellä tasoitteella voidaan saavuttaa jo keskiraskasta käyttöä varten riittävä tartuntavetolujuus. Jos käyttö on kuitenkin raskasta, niin tasoitteen tulee antaa vielä kehittää lujuttaan ennen rasituksen aloitusta. Koska murtokohta oli pääasiassa oikaisumassa, niin voidaan ajatella, että adheesio tasoitteen ja pinnoitteen välillä on hyvä.

Seitsemännen kohteen tulokset vaikuttavat hyviltä tasoitteen ja pinnoitteen välisen tartunnan kannalta. Koska murtuma on aina ollut tasoitteessa, niin tartunta tasoitteiden ja pinnoitteiden välillä on hyvä. Vetolujuusmittauksista saadut arvot ovat myös korkeat ja täyttävät raskaalta käytöltä vaaditut arvot. Testin tuloksena voidaan todeta, että kaikki testatut tasoitteet ovat pinnoituskelpoisia tartuntavetolujuutensa puolesta. [43]

Kahdeksannessa kohteessa selvästi puristuslujuudeltaan heikompi tasoite CT-C20-F6-A22 täytti keskisuuren rasituksen vaatiman  $1,2 \text{ N/mm}^2$  tartuntavetolujuusarvon. Sen sijaan lujempi CT-C30-F7-A22 tasoite täytti suuren rasituksen tilalta vaadittavan vetolujuusarvon  $2,0 \text{ N/mm}^2$ . Tulosten perusteella voidaan todeta, että molemmat tasoitteet ovat pinnoituskelpoisia. [44] Tosin heikompi tasoite voidaan pinnoittaa vain elastisella halkeamia silloittavalla pinnoitteella, eikä työvirheisiin ole varaa.

Yhdeksännen testin tulokset ovat myös hyviä. Murtumatyyppi on tasoitteen koheesiomurtuma, joten adheesio on hyvä tutkittujen tasoitteiden ja pohjusteen välillä. Myös tartuntavetolujuusarvot ylittävät selvästi kovaan rasitukseen vaadittavat arvot, joten tasoitteet soveltuvat ainakin tältä osin kyseisellä matalaviskositeettisellä, liuotteettomalla akryylipohjusteella käsiteltäviksi. [49]

Kymmenennen kohteen tasoitteen CT-C30-F7-A22 ja vesiohenteisen epoksimaalin välistä testiä voidaan pitää tavallaan epäonnistuneena, sillä murtumapinta oli

kahdessa tapauksessa kolmesta osin betonissa eikä yhden onnistuneen mittauksen perusteella voida tehdä täysin luotettavia johtopäätöksiä vetolujuudesta. Kuitenkin näyttäisi siltä, että tasoitteen tartuntavetolujuus on riittävä myös teollisuuskäyttöön, sillä murtuminen tapahtui yli  $2,0 \text{ N/mm}^2$  kuormalla. Kaikkien muidenkin testien perusteella voidaan sanoa, että testatut tuotteet soveltuisivat tartuntavetolujuuden puolesta käytettäväksi raskaan kuormituksen tiloissa. Murtuma ei myöskään missään tapauksessa ollut tasoitteen ja pinnoitteen välinen adheesiomurtuma, joten pinnoite on kyennyt tarttumaan alustaansa riittävän hyvin.

Koska materiaalivalmistajat haluavat hyvät tulokset omille tuotteilleen, niin he todennäköisesti käyttävät tuotteitansa mahdollisimman optimaalisella tavalla ja pyrkivät hallitsemaan olosuhteita mahdollisimman hyvin. Sen sijaan työmaalla olosuhteiden hallinta ja työn suoritus ei yleensä ole yhtä hyvin ja helposti hoidettavissa kuin laboratoriomaisissa olosuhteissa. Tämän takia materiaalitoimittajien vetolujuustulokset ovat yleensä paremmat kuin mitä työmaalla voidaan saavuttaa. Työmaalla ei myöskään yleensä tehdä vetolujuusmittauksia, ellei epäillä, ettei tasoitteen vetolujuus ole riittävä. Osa testatuista tasoitteista oli vanhoja, joten aikoinaan ei myöskään välttämättä ole ollut tarpeellista valita lujuusarvoiltaan hyvää tasoitetta. Myös näiden syiden takia tasoitteiden vetolujuusarvot jäivät matalimmiksi tutkituissa kohteissa.

Kun tarkastellaan kaikkia tasoitevalmistajan teettämiä testejä, joissa on mukana pinnoite, niin voidaan lähinnä vertailla eri tasoitteiden arvoja keskenään. Tulokset eivät kuitenkaan ole täysin vertailukelpoisia, sillä eri testeissä on käytetty eri menetelmiä tartuntavetolujuuksien mittaamiseksi. Tulosten perusteella tasoite CT-C30-F10-A22 vaikuttaa suoriutuneen parhaiten ja tasoite CT-C20-F6-A22 heikoiten. Otokset eivät ole kovinkaan suuret, ja lisätutkimuksia tarvittaisiin, mikäli halutaan selvittää mistä eri tuotteiden väliset erot johtuvat.

## 6. AKRYYLILLE JA TASOITTEELLE TEHDYT KOKEET

Osana diplomityötä tehtiin akryylipinnoitteen ja tasoitteen yhteensopivuuteen liittyviä testauksia ja niihin tutustutaan seuraavaksi. Testauksen haluttiin kuvaavan mahdollisimman hyvin työmaatilannetta, jossa aikataulut saattavat olla hyvinkin tiukkoja. Tämän takia jokainen vaihe koekappaleen valmistuksessa tahdottiin tehdä heti, kun se vain oli mahdollista. Koekappaleiden haluttiin olevan myös mahdollisimman vertailukelpoisia keskenään. Tämän takia koekappaleet säilytettiin olosuhdetilassa, jossa lämpötila oli  $+ 20 \pm 5$  °C ja ilman suhteellinen kosteus  $40 \pm 5$  % RH. Vain pinnoittamisen ja pinnoitteen kuivumisen ajan koekappaleita säilytettiin vetokaapissa.

Testauksella oli tarkoitus selvittää yleisesti tasoitteiden ja akryylin yhteensopivuutta sekä muutaman muuttujan vaikutusta tasoitteiden ja akryylipinnoitteiden yhteensopivuuteen. Erilaisiksi muuttujiksi valittiin tasoitteen pinnan hionta, tasoitteen kerrospaksuus, tasoitteen pinnoitusikä ja akryylipinnoitteen ikä. Tämän lisäksi tutkittiin myös tasoitteen alustan olosuhteiden vaikutuksia sekä pinnoitetun ja pinnoittamattoman laatan eroja. Myös kahden eri akryylin välisiä eroja tutkittiin.

Testauksen tarkoituksena on myös selvittää, mitkä tasoitteiden ominaisuudet vaikuttavat tasoitteiden ja akryylipinnoitteen yhteistoimintaan. Tutkittaviksi ominaisuuksiksi valikoituivat tasoitteen puristuslujuus, taivutusvetolujuus, pinnan vetolujuus, kulutuskestävyys, suurin raekoko, sideaine, pinnan karheus sekä kuiva-aineen ja veden suhde. Pääosin nämä ominaisuudet ovat tasoitteelle ominaisia, joihin ei voida vaikuttaa. Ominaisuuksista voidaan muuttaa ainoastaan tasoitteen pinnan karheutta esimerkiksi hionnalla sekä kuiva-aineen ja veden suhdetta voidaan muuttaa valmistajan sallimissa rajoissa.

### 6.1 Tuotteet ja koekappaleet

Tutkimukseen osallistui neljän eri tasoitetoimittajan tasoitteita ja kahden eri pinnoitetoimittajan M1 akryylit. Yhteensä tutkittiin kymmentä eri tasoitetta ja kahta pinnoitetta. Tasoitteina oli sekä sementtipohjaisia että kalsiumsulfaattipohjaisia tuotteita. Tutkittavien tasoitteiden puristuslujuudet vaihtelivat 25 N/mm<sup>2</sup>:sta 40 N/mm<sup>2</sup>:n ja taivutusvetolujuudet 5 N/mm<sup>2</sup>:sta 10 N/mm<sup>2</sup>:n, siltä osin, kun ne tunnettiin.



Testaukseen osallistuneet tasoitteet:

- PCI Periplan Multi, BestLevel Oy
- Casco Floor Expert CLS, Oy Sika Finland AB
- Casco Floor Expert HL 50, Oy Sika Finland AB
- FlowBase, Fescon Oy
- FlowHybrid, Fescon Oy
- Kehitteillä oleva kalsiumsulfaattipohjainen tasoite, Fescon Oy
- Kiilto Pro Industri K, Kiilto Oy
- Kiilto Pro Rotavjämning, Kiilto Oy
- Kiilto Pro HardPlan, Kiilto Oy
- Kiilto Pro Maxirapid, Kiilto Oy

Testaukseen osallistuneet akryylipinnoitteet:

- MASTERCRYL 100 N primeri, Master Chemicals Oy
- MASTERCRYL 400 N massa, Master Chemicals Oy
- MASTERCRYL 800 N pintalakka, Master Chemicals Oy
- Nanten Akryyli Primer 101 M-1 primeri, Nanten Oy
- Nanten Akryyli 20 N M-1 massa, Nanten Oy
- Nanten Akryyli Sealer 319 M-1 lakka, Nanten Oy
- Nanten Akryylikovetin kovetin, Nanten Oy

Koekappaleiden alustana toimivat 300 x 300 x 50 mm<sup>3</sup> betonikivilaatat, joiden pinta on hiekkapuhallettu tasoitteen tartunnan parantamiseksi. Alustat imuroitiin huolellisesti ristiin, jonka jälkeen niille asennettiin tasoitteen pohjuste ja itse tasoite. Tasoitteiden pinnat käsiteltiin levityksen yhteydessä, joko tikulla tai lastalla hytkytäten. Tasoitteiden kovetuttua koekappaleet hiottiin pääsääntöisesti P40 hiomapaperilla, mikäli tasoitevalmistaja sitä suositteli. Ennen pinnoitusta koekappaleet vielä imuroitiin. Koekappaleet pinnoitettiin yleensä heti, kun tasoitteet olivat pinnoitettavissa. Vetokokeet tehtiin pääsääntöisesti neljän vuorokauden kuluttua pinnoituksen aloittamisesta. Jokaisesta tasoitteesta tehtiin kaksi koekappaletta eli yhteensä

koekappaleita tuli 20 kappaletta. Koekappaleiden valmistuksen aikana työn suorittajat kirjasiivat muun muassa havaintojaan, käyttämiään seossuhteita ja työn ajankohdan.



*Kuva 2. Koekappaleen tasoitustyö*

## 6.2 Mittaus- ja määrittämenetelmät

Akryylipinnoitteen ja tasoitteen yhteensopivuutta tutkittiin standardin SFS 5446 Betoni mukaisesti. Tartuntalujuus [82] vetokoetta soveltaen. Vetokokeen avulla pyrittiin selvittämään, kuinka hyvin akryylipinnoite tarttuu alustansa. Tasoitteen ja pinnoitteen yhteensopivuutta voidaan pitää huonona, jos murtuma tapahtuu tasoitteen ja pinnoitteen välisenä adheesiomurtumana. Tällöin pinnoite ei ole kyennyt muodostamaan riittävän hyvää tartuntasiltaa tasoitteeseen, eli tasoitteen ja pinnoitteen välinen tartunta on heikompi kuin tasoitteen sisäinen lujuus. Rakenteen heikoin kohta onkin tässä tapauksessa tasoitteen ja pinnoitteen välillä. Kuitenkin tartunta saattaa parantua, kun tuotteet kuivuvat pidempään, joten täysin luotettavia johtopäätöksiä yhteensopimattomuudesta ei voida tehdä. Pelkkä murtumakohta tasoitteessa ei riitä, vaan tasoitteen tulee olla myös riittävän lujaa, jotta se olisi yhteensopiva akryylipinnoitteen kanssa. Koska akryyli ei ole elastinen eikä halkeamia silloittava pinnoite, niin tartuntavetolujuuden tulisi vähintään olla  $1,5 \text{ N/mm}^2$ , jotta tasoitetta voidaan pitää sopivana alustana akryylipinnoitteelle.

Jokaiseen koekappaleeseen porattiin neljä rengasmaista uraa, jotka muodostavat neljä halkaisijaltaan 50 mm sylinteriä. Poraus ulotettiin betonikiveen saakka. Jokaisen sylinterin päälle liimattiin pikaliimalla halkaisijaltaan 50 mm olevat vetonastat. Pikaliiman annettiin kuivua, jonka jälkeen koekappaleille suoritettiin vetokoe kalibroidulla hydraulisella vetolaitteella. Vetokokeiden tulokset ja murtumakohdat kirjattiin sekä murtumapinnoista otettiin valokuvat. Tämän jälkeen vielä mitattiin toteutunut tasoitteen ja pinnoitteen paksuus. Vetokokeet suoritti Contesta Oy.



**Kuva 3.** Vetokokeen suoritus

Hionnan vaikutusta tutkittiin niiden tasoitteiden kohdalla, joiden pintaa ei tarvitse hioa ennen pinnoitusta. Hionnan vaikutusta pyrittiin selvittämään siten, että toinen koekappale jätettiin hiomatta ja toinen hiottiin. Hionta suoritettiin yleensä P40 hiomapaperilla ja yhdelle koekappaleelle tehtiin timanttihionta.

Tasoitteen kerrospaksuuden vaikutusta yhteensopivuuteen tutkittiin tekemällä toisen koekappaleen tasoitus ohuimmalla kerrospaksuudella, jolla tasoite voidaan vielä pinnoittaa. Toinen koekappale puolestaan tehtiin huomattavasti tätä suuremmalla tasoitteen kerrospaksuudella. Muuten koekappaleet pyrittiin pitämään mahdollisimman identtisinä.

Myös tasoitteen pinnoitusiän vaikutusta tasoitteen ja akryylipinnoitteen yhteensopivuuteen haluttiin tutkia. Pinnoitusiän tutkimista varten ensimmäinen koekappale pinnoitettiin heti, kun se vain oli pinnoitettavissa. Toinen koekappale puolestaan pinnoitettiin kolme vuorokautta ensimmäistä vanhempana.

Koska testauksissa käytettiin kahta eri akryylipinnoitetta, niin haluttiin myös selvittää, onko näiden pinnoitteiden välillä eroavaisuuksia. Tämän selvittämiseksi ensimmäisen koekappaleen päälle asennettiin Master Chemicals Oy:n pinnoite. Toinen koekappale pinnoitettiin puolestaan Nanten Oy:n pinnoitteella.

Myös akryylipinnoitteen kuivumisajan pituuden vaikutusta tutkittiin. Ensimmäiselle koekappaleelle tehtiin vetokoe heti pinnoittamista seuraavana päivänä. Toiselle koekappaleelle vetokoe tehtiin neljän vuorokauden kuluttua pinnoittamisen aloituksen jälkeen.

Alustan olosuhteiden vaikutusta testattiin siten, että toinen tasoitus tehtiin laatalle, jonka lämpötila oli alhaisempi ja kosteuspitoisuus suurempi kuin mitä tasoitevalmistaja suositteli. Toinen koekappale tehtiin tasoitevalmistajan antamien raja-arvojen puitteissa. Myös pinnoittamisen vaikutusta tasoitteen ja pinnoitteen yhteensopivuuteen testattiin pinnoittamalla toinen koekappale ja jättämällä toinen koekappale pinnoittamatta.

Tämän lisäksi eri tasoitteiden välillä olevien erojen syitä pyrittiin selvittämään. Näiden erojen selvittämiseksi vertaillaan eri tasoitteiden ominaisuuksia, joita tasoitevalmistajat ovat ilmoittaneet. Tämä vertailu on hankalaa, sillä tasoitevalmistajan tulee ilmoittaa lujuusominaisuuksista ainoastaan tuotteensa puristuslujuus ja taivutusvetolujuus, mutta esimerkiksi pinnoittamisen kannalta tärkeintä ominaisuutta, pinnan vetolujuutta, ei tasoitevalmistaja ole velvoitettu ilmoittamaan.

### **6.3 Testauksen tulokset ja niiden tulkinta**

Koska otannat ovat pieniä, ei voida kovin luotettavasti tehdä johtopäätöksiä kunkin tasoitteen kohdalla erikseen tutkituista ominaisuuksista. Lähinnä huomattavan suurien erojen kohdalla voidaan saada kyseisten tuotteiden toiminnasta luotettavia tuloksia. Myös testauksen tulosten keskihajonta oli osassa tuloksia suurta, joten tulokset eivät myöskään aina ole sen takia kovinkaan luotettavia. Murtumakohtaan eivät aina olleet toivotuissa paikoissa, vaan murtuminen saattoi tapahtua myös alustassa koheesiomurtumana, alustan ja tasoitteen välillä adheesiomurtumana tai tasoitteen ja pikaliiman välisenä adheesiomurtumana. Tämän lisäksi tasoitteiden kuivumisajat valittiin tietyn kerrospaksuuden mukaan kunkin koekappaleen kohdalla erikseen. Kuitenkin toteutunut tasoitteen kerrospaksuus oli usein suurempi kuin tasoiteltu kerrospaksuus, jolloin tasoite ei välttämättä ole ollut pinnoitettavissa pinnoitusta suoritettaessa. Tämän lisäksi koekappaleiden vetokoekohtien porauksen suorituksen yhteydessä käytettiin vettä. Koska kalsiumsulfaattipohjaiset tasoitteet eivät juuri siedä kosteutta enää kerran kuivuttuaan ja lujiuttuaan, niin porauksessa käytetty vesi vääristää näitä tuloksia. Nämä seikat huomioon ottaen ainakin osaa tasoitteita voidaan vertailla keskenään, mutta tulokset ovat enemmän suuntaa antavia kuin todellisia.

### 6.3.1 Tutkittujen tasoitteiden soveltuvuus akryyillä pinnoitettavaksi

Tässä tutkimuksessa mukana olleiden tasoitteiden soveltuvuutta pinnoitettaviksi akryylipinnoitteilla haluttiin tutkia. Seuraavien kappaleiden aikana olisikin tarkoitus käydä lävitse soveltuvuutta akryylipinnoitteen alustaksi jokaisen tasoitteen kohdalta erikseen. Tulosten tulkinnassa on huomioitava se, että koekappaleiden toteutus on tapahtunut laboratorio-olosuhteissa, jotka eivät vastaa työmaaolosuhteita. Yhtäkään vetokoetta ei tehty 28 päivän ikäiselle tasoitteelle, joten tulokset saattavat poiketa tasoitteen 28 päivän lujuuksista. Kauemmin kuivuneista ja lujituneista koekappaleista olisi todennäköisesti saatu erilaisia tuloksia. Taulukossa 2. on esitetty vetokokeiden tulokset ja tarkemmat tulokset löytyvät liitteestä B.

Taulukko 2. Vetokokeiden tulokset

Tasoite	Vertailu ominaisuus	Tartuntavetolujuuden KA [N/mm <sup>2</sup> ]	Murtotavat [%]					Otoskeskihajonta	Suhteellinen virhe [%]
			X	X/A	A	A/B	B		
<b>Periplan Multi</b>	HE	2,6±0,2	31	0	64	5	0	0,3	6
	HK	2,4±0,2	0	0	94	0	6	0,4	10
<b>Floor Expert CLS</b>	OE	0,5±0,1	0	100	0	0	0	0,2	16
	OK	1,2±0,1	25	0	75	0	0	0,2	9
<b>Floor Expert HL 50</b>	N	1,5±0,1	0	0	100	0	0	0,2	8
	MC	1,7±0,1	0	0	80	20	0	0,2	7
<b>FlowBase</b>	O	1,1±0,1	0	0	48	52	0	0,1	5
	Y	1,7±0,1	0	0	66	34	0	0,3	9
<b>FlowHybrid</b>	P	0,8±0,1	0	0	61	39	0	0,3	16
	L	0,6±0,1	0	0	9	91	0	0,1	12
<b>Kehitteillä oleva tasoite</b>	P	0,1±0,1	0	0	2	98	0	0,1	100
	L	0,4±0	0	0	1	99	0	0,1	7
<b>Industri K</b>	SP	1,8±0,1	0	0	96	4	0	0,5	14
	NV	1,8±0,1	0	0	96	4	0	0,2	6
<b>Rotavjämning</b>	SP	1,0±0,1	0	0	89	11	0	0,2	9
	NV	1,3±0,1	0	0	79	21	0	0,3	10
<b>HardPlan</b>	PE	0,9±0,1	0	0	63	37*	0	0,2	11
	PK	1,9±0,1	50	0	29	21	0	0,2	6
<b>Maxirapid</b>	HE	1,6±0,3	0	83	18	0	0	0,5	16
	HK	1,8±0,1	25	50	25	0	0	0,2	6

HK tarkoittaa, että tasoite on hiottu ennen pinnoitusta

HE tarkoittaa, että tasoitetta ei hiottu ennen pinnoitusta

OK tarkoittaa, että alustan olosuhteet olivat hyvät tasoitettaessa

OE tarkoittaa, että alusta oli liian kylmä ja kostea tasoitettaessa

N tarkoittaa, että tasoite pinnoitettiin Nanten Oy:n M1 akryyliillä

MC tarkoittaa, että tasoite pinnoitettiin Master Chemicals Oy:n M1 akryyliillä

O tarkoittaa, että tasoitekerros yleisesti käytettyä ohuempi

Y tarkoittaa, että tasoitekerros oli yleisesti käytetty

P tarkoittaa, että tasoite sai kuivua ja lujittua kauemmin ennen pinnoitusta

L tarkoittaa, että tasoite pinnoitettiin mahdollisimman nopeasti

SP tarkoittaa, että vetokoe suoritettiin pinnoituksen jälkeisenä päivänä

NV tarkoittaa, että vetokoe suoritettiin neljä vuorokautta pinnoituksen aloittamisen jälkeen

PK tarkoittaa, että tasoite pinnoitettiin

PE tarkoittaa, ettei tasoitetta pinnoitettu

X tarkoittaa alustan koheesiomurtumaa

X/A tarkoittaa alustan ja tasoitteen välistä adheesiomurtumaa

A tarkoittaa tasoitteen koheesiomurtumaa

A/B tarkoittaa tasoitteen ja pinnoitteen (\*tai pikaliiman) välistä adheesiomurtumaa

B tarkoittaa pinnoitteen koheesiomurtumaa

BestLevel Oy:n PCI Periplan Multi tasoite ja PCI Gisogrund pohjuste osoittautuivat erittäin hyvin akryylipinnoitteen kanssa yhteensopivaksi, vaikka tasoitteen pinta olikin hyvin sileä. Tasoite saavutti riittävän lujuuden pinnoitusta varten jo kahdessa vuorokaudessa. Myös murtumatapana tasoitteen koheesiomurtuma kuvastaa hyvää tartuntaa tasoitteen ja akryylipinnoitteen välillä. Tulosten keskihajonta oli kuitenkin melko suurta. Tästä huolimatta tällä tasoitteella vaikuttaisi olevan mahdollista saavuttaa myös raskaamman käyttörasituksen vaatimukset kohtalaisen helposti ja nuorella iällä. Tämän tuotteen tartuntavetolujuuksien keskiarvot olivat 2,4 N/mm<sup>2</sup> ja 2,6 N/mm<sup>2</sup> ja niiden keskihajonnat olivat 0,49 ja 0,31 [71][72].

Oy Sika Finland AB:n Casco Floor Expert CLS tasoite ja Casco Floor Expert VD pohjuste antoi lupaavia tuloksia, kunhan vain olosuhteet tasoittamiselle ovat hyvät. Akryylipinnoite kykeni muodostamaan kaavitun tasoitteen pintaan hyvän tartunnan ja murtuma tapahtui tasoitteen koheesiomurtumana. Tartuntavetolujuuden keskiarvoksi saatiin > 1,2 N/mm<sup>2</sup> sekä keskihajonnaksi 0,2 [53][54]. Tämä ei aivan täytä 1,5 N/mm<sup>2</sup>:n vaatimusta, mutta pinnoitus tapahtui vain vuorokausi tasoittamisen jälkeen, jolloin hieman pitempään kuivuneen ja lujittuneen tasoitteen päälle pinnoitettaessa saataisiin todennäköisesti suurempia tartuntavetolujuuden arvoja. Jatkotutkimuksilla voitaisiin selvittää saavuttaako tasoite 1,5 MPa:n vaatimuksen vanhemmalla iällä ja pysyykö murtumapinta yhä tasoitteessa.

Oy Sika Finland AB:n Casco Floor Expert HL 50 tasoite ja Casco Floor Expert VD pohjuste vaikuttaisi myös soveltuvan akryylillä pinnoitettavaksi. Koekappaleen murtuminen tapahtui pääasiassa tasoitteen koheesiomurtumana ja tartuntavetolujuuksien keskiarvoiksi saatiin 1,5 N/mm<sup>2</sup> ja 1,7 N/mm<sup>2</sup> [55][56]. Tulosten keskihajonta oli luokkaa 0,25 [55][56]. Tasoitteen annettiin kuivua ja kovettu ennen pinnoitusta vain kaksi vuorokautta. Pitempi kuivumisaika ennen pinnoitusta saattaa parantaa tulosta. Koska osa murtumasta tapahtui korkeamman tartuntavetolujuuden antaneessa koekappaleessa tasoitteen ja pinnoitteen adheesiomurtumana, niin se saattaa tulla pitempään kuivuneessa tasoitteessa pääasialliseksi murtumistavaksi. Kuitenkin näiden tulosten perusteella vaikuttaisi siltä, että tällä tasoitteella on mahdollista saavuttaa ainakin keskiraskaalle kuormitukselle altistuvan lattian vaatimukset jo nuorella iällä.

Fescon Oy:n FlowBase tasoite ja Flow Primer pohjuste vaikuttaisi myös soveltuvan kohtalaisen hyvin akryylipinnoitteella pinnoitettavaksi. Koska tämän tasoitteen koh-

dalla oli tarkoitus tutkia tasoitteen kerrospaksuuden vaikutusta tasoitteen ja pinnoitteen yhteensopivuuteen, niin ohuemmaksi suunnitellun koekappaleen kuivumisaika ennen pinnoitusta valittiin puolet lyhyemmäksi. Kuitenkin ohuemman koekappaleen paksuus olikin suunniteltua suurempi, joten tämän tasoitteen kohdalla tutkimus olikin lähempänä pinnoitusiän tutkimista. Mikäli tätä tuotetta halutaan käyttää keskiraskaasti kuormitetuissa tiloissa, niin tuotteen tulisi antaa kuivua riittävän kauan ennen pinnoitusta. Tässä testauksessa viikko vaikutti olevan hieman liian lyhyt kuivumisaika, mutta kahden viikon kuivumisajan jälkeen pinnoitettaessa tasoite saavutti keskiraskaan käytön vaatimukset 10 mm:n kerrosvahvuudella. Pitempään kuivuneen tasoitteen tartuntavetolujuudenkeskiarvoksi saatiinkin 1,7 N/mm<sup>2</sup> keskihajonnalla 0,3 [59][60]. Lyhemmän aikaa kuivuneella tasoitteella saatiin tartuntavetolujuuden arvoksi 1,1 N/mm<sup>2</sup> keskihajonnalla 0,1 [59][60]. Myös murtumakohta siirtyi enemmän tasoitteen puolelle, kun tasoitteen ikä kasvoi. Murtumaa kuitenkin tapahtui myös tasoitteen ja pinnoitteen rajapinnassa pitempään kuivuneella koekappaleellakin. Jatkotutkimuksilla voitaisiin selvittää, paraneeko tasoitteen ja akryylipinnoitteen välinen tartunta ajan myötä tai voidaanko erilaisella hionnalla parantaa tuotteiden välistä tartuntaa.

Fescon Oy:n FlowHybrid tasoitteen ja Flow Primer pohjusteen yhdistelmän tartuntavetolujuudet tässä testauksessa jäivät selvästi alle valmistajan ilmoittaman > 1,5 N/mm<sup>2</sup> pinnan vetolujuudesta. Myös murtuma tapahtui pääasiassa tasoitteen ja pinnoitteen välisenä adheesiomurtumana. Tuloste perusteella vaikuttaisi ensisilmäyksellä siltä, ettei akryylipinnoite kykene luomaan riittävän hyvää tartuntaa tähän tasoitteeseen. Kuitenkin tässä kohtaa tulee muistaa, että myös tämä tuote sisälsi kalsiumsulfaattia, joten tuotteen lujuus on saattanut kärsiä porauksessa käytetystä vedestä. Toisaalta tuote oli kuitenkin määritelty vedenkestäväksi. Tämän tasoitteen kohdalla tulisi tehdä vielä jatkotutkimuksia, joilla voitaisiin selvittää tuotteen todellinen soveltuvuus akryylipinnoitteen alustaksi ja mahdollisesti syyt tämän testauksen heikoille tuloksille. Tämän tuotteen tartuntavetolujuuksien keskiarvoiksi muodostuivat 0,6 N/mm<sup>2</sup> ja 0,8 N/mm<sup>2</sup> keskihajonnoilla 0,17 ja 0,29 [61][62]. Jatkossa esimerkiksi voitaisiin tutkia, millaisia tartuntavetolujuuden arvoja saataisiin, jos tasoite pohjustettaisiin ensin epoksipohjusteella ja vasta sen päälle asennettaisiin akryylipinnoite. Mikäli tällä tavalla testattuna saavutettaisiin huomattavasti parempia tuloksia, voi kyseessä olla kemiallinen yhteensopimattomuus tasoitteen ja akryylipinnoitteen välillä. Myös kuivaporausmenetelmän ja timanttihionnan vaikutusta tuloksiin voitaisiin tutkia.

Fescon Oy:n kehitteillä olevan kipsipohjaisen tasoitteen ja Flow Primer pohjusteen yhdistelmä antoi testauksen alhaisimpia tartuntavetolujuuden arvoja. Tuotevalmistajan mukaan tämän tuotteen pinnan vetolujuuden pitäisi myös olla  $> 1,5 \text{ N/mm}^2$ . Testauksessa tartuntavetolujuuden arvot jäivät kuitenkin  $0,4 \text{ N/mm}^2$ :iin ja  $0,1 \text{ N/mm}^2$ :iin keskihajonnoilla  $0,05$  ja  $0,1$  [57][58]. Käytännössä katsoen murtuminen oli kaikissa tapauksissa tasoitteen ja pinnoitteen adheesiomurtuma, joten pinnoite ei kyennyt muodostamaan kunnollista tartuntaa tasoitteeseen. Heikot tulokset selittyvät todennäköisesti testauspisteen porauksessa käytetystä vedestä, jota kalsiumsulfaattitasoite ei ole kestänyt. Kuitenkaan tämänkään tuotteen kohdalla ei voida täysin sulkea pois kemiallista yhteensopimattomuutta akryylipinnoitteen kanssa tai liian heikon hiontamenetelmän valitsemista. Kuitenkin lopullisiin johtopäätöksiin pääsemiseksi, joudutaan tekemään tämän tasoitteen kohdalla vielä lisätutkimuksia.

Kiilto Oy:n tasoitteen Kiilto Pro Industri K ja pohjusteen Kiilto Start Primer yhdistelmä vaikuttaisi soveltuvan akryylipinnoitteella pinnoitettavaksi. Tämän tuotteen kohdalla murtuma tapahtui pääasiassa tasoitteen koheesiomurtumana. Tuotteen annettiin kuivua reilu viikon verran ja sitä ei hiottu ennen pinnoitusta. Molemmista koekappaleista saatiin tartuntavetolujuuden keskiarvoksi  $1,8 \text{ N/mm}^2$  ja keskihajonnoiksi  $0,21$  ja  $0,42$  [65][66]. Näiden tulosten perusteella vaikuttaisi siltä, että tällä tasoitteella on mahdollista saavuttaa ainakin keskiraskaaseen käyttöön soveltuva lattia.

Kiilto Oy:n Kiilto Pro Rotavjämning tasoite ja Kiilto Start Primer pohjuste eivät aivan saavuttaneet akryylipinnoitteen vaatimuksia. Tämän tuotteen kohdalla suurin osa murtumasta tapahtui tasoitteen koheesiomurtumana, mutta  $10\text{--}30\%$  murtumasta tapahtui myös akryylipinnoitteen ja tasoitteen välisenä adheesiomurtumana [69][70]. Tasoitteen tartuntavetolujuuksien keskiarvot olivat  $1,0 \text{ N/mm}^2$  ja  $1,3 \text{ N/mm}^2$  sekä keskihajonnat olivat  $0,18$  ja  $0,25$  [69][70]. Näiden tulosten perusteella vaikuttaisi alustavasti siltä, että tämä tasoite akryylipinnoitettuna saattaa saavuttaa keskiraskaan käytön alaisen lattian vaatimukset, mutta ei aivan akryylipinnoitteen vaatimuksia. Jotta tämän tuotteen soveltuvuudesta akryylipinnoitteen alustaksi voidaan tehdä luotettavia johtopäätöksiä, niin tulisi tehdä vielä jatkotutkimuksia. Tämän tuotteen kohdalla voitaisiin esimerkiksi selvittää vaikuttaako hionta murtumapinnan sijaintiin ja saavutettaisiinko pidemmällä kuivumisajalla ennen pinnoittamista suurempia tartuntavetolujuuksien arvoja.



Kiilto Oy:n tasoitteen Kiilto Pro HardPlan ja Kiilto Start Primer pohjusteen yhdistelmä vaikuttaisi soveltuvan kohtalaisesti pinnoitettavaksi akryylipinnoitteella. Pinnoitetutussa koekappaleessa kaksi murtumapintaa neljästä oli täysin alusbetonissa sekä kahdessa muussa koekappaleessa murtumapinta sijaitti puoliksi tasoitteessa ja puoliksi tasoitteen ja pinnoitteen välillä. Tartuntavetolujuuden keskiarvoksi muodostui  $> 1,9 \text{ N/mm}^2$  ja keskihajonnaksi 0,23 [63]. Sen sijaan pinnoittamattomasta koekappaleesta saatiin keskiarvoksi vain  $0,9 \text{ N/mm}^2$ :n tartuntavetolujuuksia ja keskihajonta oli 0,2 [64]. Pinnoittamattomassa koekappaleessa murtumapinnan kohta oli joko tasoitteessa hyvin lähellä tasoitteen ja vetonastan rajapintaa tai rajapinnassa. Tämän perusteella vaikuttaisi siltä, ettei pikaliima ole kyennyt tekemään kunnollista tartuntaa tasoitteeseen. Tartuntavetolujuus jäi myös huomattavasti matalammaksi kuin pinnoitetun koekappaleen tartuntavetolujuus. Nämä seikat huomioiden vaikuttaisi siltä, ettei pinnoittamattoman koekappaleen osalta voida tehdä kovin luotettavia johtopäätöksiä. Myös pinnoitetun koekappaleen kohdalla aluslaatan murtuminen haittaa luotettavien johtopäätösten tekemistä. Kuitenkin tällä tuotteella vaikuttaisi olevan mahdollista saavuttaa ainakin keskiraskaaseen kulutukseen joutuvan lattian vaatimukset. Jatkotutkimuksilla voitaisiin selvittää, soveltuuko tämä tasoite akryylipinnoitettavaksi myös raskaan käytön tiloissa ja kuinka hyvän tartunnan akryylipinnoite saa todellisuudessa tehtyä tähän tasoitteeseen. Kauemmin kuivuneessa ja lujittuneessa koekappaleessa saattaa adheesio tasoitteen ja pinnoitteen välillä parantua, jolloin tuote soveltuisi hyvin ainakin keskiraskaaseen käyttöön. Tämä voidaan kuitenkin selvittää vain jatkotutkimuksia tekemällä.

Kiilto Oy:n Kiilto Pro Maxirapid tasoitteen ja Kiilto Start Primer pohjusteen kohdalla tässä testauksessa tartunta petti pääasiassa tasoitteen ja aluslaatan välillä. Kuitenkin yhdessä vedossa murtuminen tapahtui täysin tasoitteen koheesiomurtumana ja tämän vedon tulos oli  $1,9 \text{ N/mm}^2$ . Vedossa, jossa murtumistapa oli 30 prosenttisesti tasoitteen koheesiomurtuma, tartuntavetolujuuden arvo oli  $2,2 \text{ N/mm}^2$ . Näiden tulosten perusteella vaikuttaisi, että tämä tasoite voisi olla potentiaalinen vaihtoehto jopa raskaaseen käyttöön tarkoitetulla lattialla. Kuitenkin jatkotutkimuksia tarvitaan, jotta voidaan saada luotettava johtopäätös. Myös tulisi varmistua siitä, miksi murtuma tapahtui pääasiassa tasoitteen ja alustan adheesiomurtumana. Tämän testauksen tuloksena kuitenkin saatiin tartuntavetolujuuden keskiarvoiksi  $1,6 \text{ N/mm}^2$  ja  $1,8 \text{ N/mm}^2$  keskihajonnoilla 0,51 ja 0,24 [67][68].

### 6.3.2 Tasoitteiden käyttötavan vaikutus yhteensopivuuteen

Koska tässä tutkimuksessa kunkin erilaisen käyttötavan selvittämiseen osallistui vain yhdestä kahteen tasoitetta kuhunkin, niin tuloksia ei voida yleistää kaikkiin tasoitteisiin sopiviksi. Markkinoilla olevat tasoitteet ovat myös hyvin erilaisia ja niillä on hyvin erilaiset ominaisuudet, joten senkään takia seuraavia tuloksia ei voida yleistää kaikkia tasoitteita koskeviksi. Seuraavat tulokset kuvaavatkin lähinnä käyttötavan vaikutusta kyseisten tuotteiden kohdalla.

BestLevel Oy:n PCI Periplan Multi ja Kiilto Oy:n Kiilto Pro Maxirapid tasoitteiden kohdalla tutkittiin hionnan vaikutusta tasoitteen ja pinnoitteen yhteensopivuuteen. Molempien tasoitteiden koekappaleiden pinnoitukseen käytettiin Nanten Oy:n tuotteita. PCI Periplan Multi tasoitteen ensimmäinen koekappale hiottiin P40 hiomapaaperilla ja Kiilto Pro Maxirapid tasoitteen ensimmäisen koekappaleen pinta hiottiin timanttihiomakoneella. PCI Periplan Multi tasoitteen pinta on itsessään jo hyvin sileä ja hionnan seurauksena kova pinta kiillottui. Myös Kiilto Pro Maxirapid tasoitteen pinta oli sileä myös hionnan jälkeen. PCI Periplan Multi tasoitteen murtumatapa oli molemmissa koekappaleissa pääasiassa tasoitteen koheesiomurtuma. [67][68][71][72] Vaikka hiotun koekappaleen vetolujuus jäi hieman pienemmäksi, niin silti hionnan ei voida sanoa heikentävän tasoitteen ja akryylipinnoitteen välistä tartuntaa, sillä murtuma tapahtui pääasiassa tasoitteen sisällä. Kiilto Pro Maxirapid tasoitteen murtumiskohta jäi puolestaan pääasiassa tasoitteen ja alustan välille, joten tämänkään tuloksen perusteella ei voida sanoa, että tasoitteen pinnan hionnalla olisi vaikutusta tasoitteen ja pinnoitteen yhteistoimintaan.

Fescon Oy:n FlowBase tasoitteen kohdalla tutkittiin tasoitekerroksen paksuuden vaikutusta tasoitteen ja akryylipinnoitteen yhteensopivuuteen. Molemmat koekappaleet pinnoitettiin Master Chemicals Oy:n akryylipinnoitteella. Ensimmäisen koekappale oli paksuudeltaan 7 mm ja toinen koekappale oli paksuudeltaan 10 mm. Molemmissa koekappaleessa murtumakohta oli sekä tasoitteen ja pinnoitteen välillä, että pelkästään tasoitteessa. Paksummasta tasoitekerroksesta saatiin keskimäärin 0,6 N/mm<sup>2</sup> korkeampia tartuntavetolujuuden arvoja. [59][60] Tämä ei kuitenkaan kovin hyvin kuvaa tasoitekerroksen paksuuden vaikutusta yhteensopivuuteen, sillä ohuemman kerroksen tavoitepaksuus oli 3–4 mm ja sen kuivumisaika oli tämän takia puolet lyhyempi kuin 10 mm:n tasoitekerroksen kuivumisaika. Vaikkuttaisikin siltä, että tämä FlowBase tasoitteelle annettu kuivumis- ja lujittumisaika on oikean pituinen.

Tasoiheen pinnoitusiän vaikutusta tasoiheen ja pinnoitteen yhteensopivuuteen oli tarkoitus tutkia Fescon Oy:n FlowHybrid tasoihteella ja kehitteillä olevalla tasoihteella. Molemmat tasoihteet pinnoitettiin Master Chemicals Oy:n akryylipinnoitusteella. Pinnoitushetkellä toinen koekappale oli ensimmäistä kolme vuorokautta vanhempi. FlowHybrid tasoiheen kohdalla murtuma tapahtui sekä tasoiheen koheesiomurtumana että tasoiheen ja pinnoitteen adheesio murtumana. Kehitteillä olevassa tuotteessa murtuma tapahtui lähes ainoastaan tasoiheen ja pinnoitteen välisenä adheesiomurtumana. FlowHybrid tasoihteessa iäkkäämpi koekappale saavutti  $0,2 \text{ N/mm}^2$  paremmat tartuntavetolujuuden arvot kuin nuorempikoekappale. Sen sijaan kehitellä olevasta tuotteesta saatiin paremmat tartuntavetolujuuden arvot nuoremmasta koekappaleesta. [57][58][61][62] Koska murtokuormat olivat suhteellisen matalia, murtuminen tapahtui pääasiassa tasoiheen ja pinnoitteen välisenä adheesiomurtumana sekä tulokset päinvastaisia, niin tasoiheen iästä pinnoitettaessa ei voida tehdä johtopäätöksiä.

Pinnoitteen kuivumisajan vaikutusta tasoiheen ja pinnoitteen yhteensopivuuteen tukittiin Kiilto Oy:n Kiilto Pro Industri K ja Kiilto Pro Rotavjämning tasoihteiden kohdalla. Molemmista tasoihteista tehdyt koekappaleet pinnoitettiin Master Chemicals Oy:n akryylipinnoitteilla. Ensimmäiselle koekappaleelle tehtiin veto pinnoittamista seuraavana päivänä ja toiselle koekappaleelle veto suoritettiin neljä vuorokautta pinnoittamisen aloittamisen jälkeen. Kiilto Pro Industri K tasoihteesta valmistetuissa koekappaleissa murtuminen tapahtui pääosin molemmissa tapauksissa tasoiheen koheesiomurtumana. Myös Kiilto Pro Rotavjämning tasoihteesta valmistetuissa koekappaleissa murtuma oli pääosin tasoiheen koheesiomurtuma, mutta osa murtumasta tapahtui myös tasoiheen ja pinnoitteen välisenä adheesiomurtumana. Adheesiomurtumaa tapahtui enemmän kauemmin kuivuneen pinnoitteen kohdalla. Kiilto Pro Industri K tasoiheen kohdalla ei havaittu tartuntavetolujuuksien keskiarvoissa eroja eri aikaan vedetyissä koekappalaissa. Sen sijaan Kiilto Pro Rotavjämning tasoiheen kohdalla eroja tartuntavetolujuudessa havaittiin. Kauemmin kuivuneesta pinnoitteesta saatiin  $0,3 \text{ N/mm}^2$  parempi tulos keskimäärin kuin lyhyemmän ajan kuivuneesta pinnoitteesta. [65][66][69][70] Tämän tuloksen perusteella vaikuttaisi siltä, että akryylipinnoite kykenee muodostamaan nopeasti hyvän tartunnan alustaansa. Kiilto Pro Rotavjämning tasoihte saattoi keretä hieman vielä lujittumaan ennen jälkimmäisen vetokokeen suoritusta, jolloin siitä saadut lujuusarvot olivat suuremmat.

Tutkimuksessa käytettiin kahta eri akryyliä ja niiden eroja pyrittiin selvittämään pinnoittamalla Oy Sika Finland AB:n Casco Floor Expert HL 50 tasoitteesta tehty ensimmäinen koekappale Master Chemicals Oy:n akryylipinnoitteella ja toinen Nanten Oy:n akryylipinnoitteella. Muuten koekappaleet pyrittiin toteuttamaan identtisesti. Master Chemicals Oy:n pinnoitteella pinnoitetun koekappaleen murtopinta oli pääosin tasoitteessa, mutta osin murtuminen tapahtui myös tasoitteen ja pinnoitteen välillä. Sen sijaan Nanten Oy:n pinnoitteella pinnoitetun koekappaleen murtuminen tapahtui vain tasoitteen sisäisenä koheesiomurtumana. Murtokuormien keskiarvo oli Master Chemicals Oy:n tuotteella  $0,2 \text{ N/mm}^2$  suurempi, kuin Nanten Oy:n tuotteella. [55][56] Tulosten perusteella vaikuttaisi, ettei pinnoitteiden välillä ole suuria eroja. Nanten Oy:n pinnoite on kyennyt kuitenkin muodostamaan paremman tartunnan tasoitteeseen. Tämä ero voi kuitenkin syntyä esimerkiksi työn suorituksen eroista. Jotta pinnoitteiden välisistä eroista voidaan varmistua, niin tulee vertailla kaikkia koekappaleita.

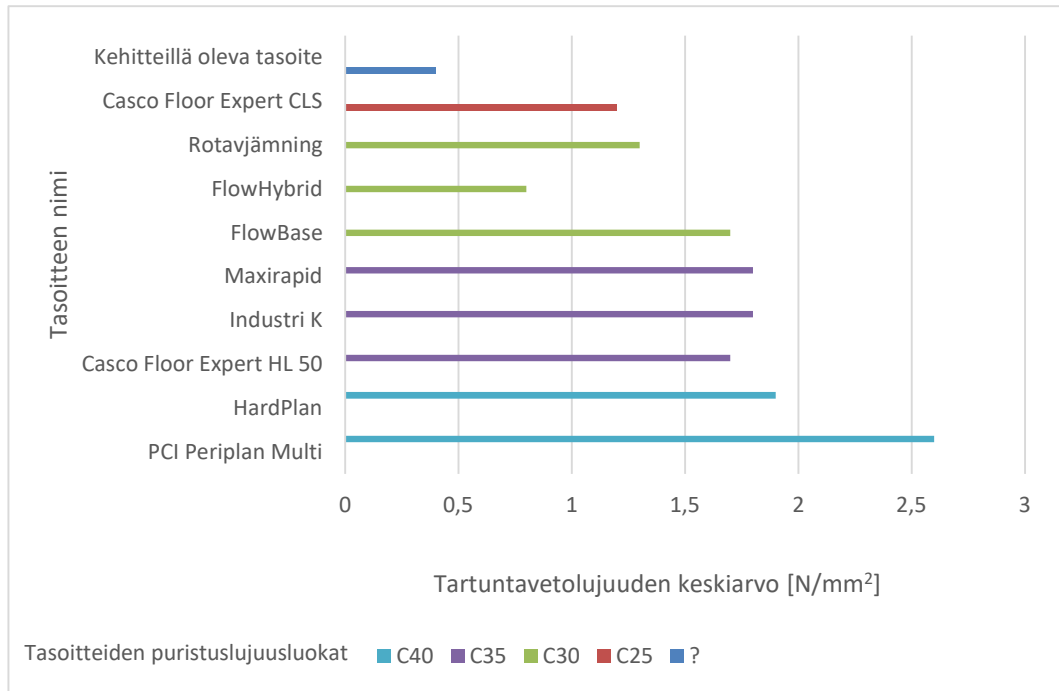
Akryylipinnoitetun ja -pinnoittamattoman tasoitteen lujuuksia vertailtiin Kiilto Oy:n Kiilto Pro HardPlan tasoitteen kohdalla. Toinen koekappaleista pinnoitettiin Master Chemicals Oy:n akryylipinnoitteella ja toinen jätettiin pinnoittamatta. Pinnoittamattomassa laatassa murtuma tapahtui joko tasoitteessa tai tasoitteen ja pikaliiman välillä. Pinnoitetussa laatassa murtuma tapahtui joko täysin alusbetonissa tai osin tasoitteessa ja osin tasoitteen ja pinnoitteen välillä. Pinnoitetusta laatasta saatiin peräti  $1 \text{ N/mm}^2$  suuremmat tartuntavetolujuuden arvot keskimäärin. [63][64] Arvot eivät ole kuitenkaan täysin vertailukelpoiset, sillä murtumista tapahtui myös epätoivotuissa paikoissa. Tasoitteet myös valettiin eri päivinä, jolloin erien vesi kuiva-aine suhteet ovat voinnet hieman poiketa toisistaan, mikä osaltaan saattaa selittää suurehkoa eroa murtokuormissa.

Oy Sika Finland AB:n Casco Floor Expert CLS tasoitteen kohdalla tutkittiin alustan olosuhteiden vaikutusta. Ensimmäinen koekappale valettiin kylmälle ja kostealle alustalle ja toinen koekappale valettiin tasoitevalmistajan asettamien rajojen sisällä olevalle alustalle. Molemmat koekappaleet pinnoitettiin Nanten Oy:n akryylipinnoitteilla. Ensimmäisessä koekappaleessa murtuma tapahtui täysin betonin ja tasoitteen rajapinnassa. Toisessa koekappaleessa murtuminen tapahtui aina tasoitteessa tai alustassa koheesiomurtumana. Tartuntavetolujuuden arvot olivat peräti  $0,7 \text{ N/mm}^2$  korkeammat sallitulle alustalle tehdyssä koekappaleessa. [53][54] Tulosten perusteella voitaneen sanoa, että tasoitus tulisi tehdä aina olosuhteiltaan vähintään materiaalivalmistajan antamien raja-arvojen mukaiselle alustalle.

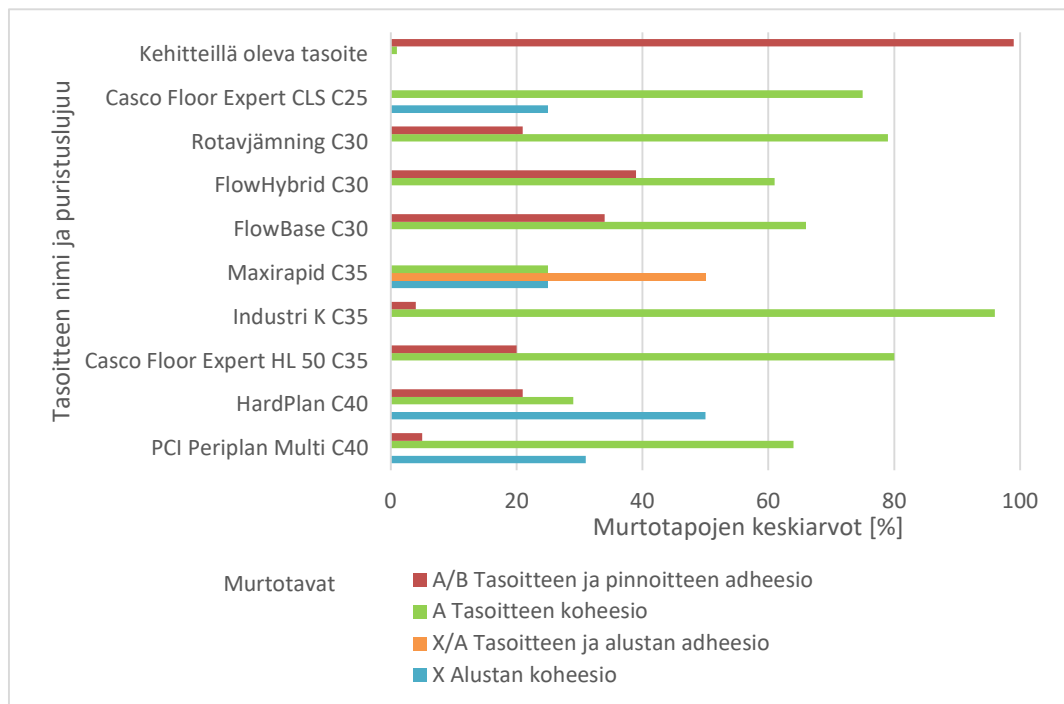
### 6.3.3 Tasoitteiden välillä tutkitut ominaisuudet

Tasoitteiden välillä tutkittaviksi ominaisuuksiksi valikoituivat puristuslujuus, taivutusvetolujuus, pinnan vetolujuus, kulutuskestävyys, suurin raekoko, sideaine, pinnan karheus sekä kuiva-aineen ja veden suhde. Tasoitteiden välillä tutkittaviin ominaisuuksiin valitaan kunkin tasoitteen kohdalla kahdesta koekappaleesta korkeamman tartuntavetolujuuden antanut koekappale. Tasoitteiden keskinäistä vertailua hankaloittaa se, että eri tasoitteet pinnoitettiin eri ikäisinä. Tasoitteiden reseptit ovat myös salaisia, joten niiden vertailua ei voitu tehdä tässä testauksessa, mikä myös osaltaan hankaloittaa tulosten tulkintaa. Muun muassa näiden seikkojen takia seuraavat tulokset ovatkin suuntaa antavia.

Tutkittujen tasoitteiden puristuslujuudet vaihtelivat C25–C40. Kehitteillä olevan tasoitteen puristuslujuuden arvoa ei tiedetty. Kuten kuvasta neljä huomataan, niin korkeampia tartuntavetolujuuden arvoja saavutettiin puristuslujuudeltaan lujemmilla tasoitteilla. Erot eivät kuitenkaan ole merkittäviä muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta, mutta trendi on selkeä. Sen sijaan puristuslujuus ei juurikaan näytä vaikuttavan tasoitteen murtotapaa, kuten kuvasta viisi huomataan. Kehitteillä olevan tasoitteen kohdalla poikkeus saattaa johtua siitä, että se on kalsiumsulfaattipohjainen tuote, joten veden käyttö poratessa näytekohtaa todennäköisesti vaikuttaa tuloksiin. Tämän lisäksi Flow Hybrid ja Casco Floor Expert HL 50 ovat hybridi-tasoitteita, joissa on sementin lisäksi käytetty myös kalsiumsulfaattia. Osalla tasoitteista ei myöskään ollut kovinkaan pitkää kuivumis- ja lujittumisaikaa.



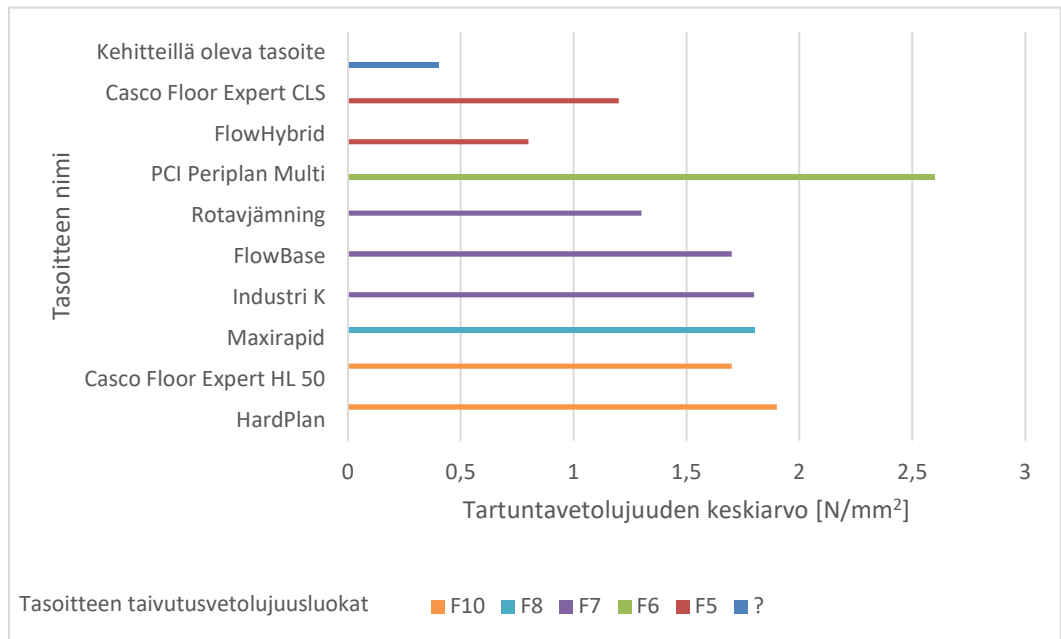
**Kuva 4.** Puristuslujuuden vaikutus tartuntavetolujuuteen



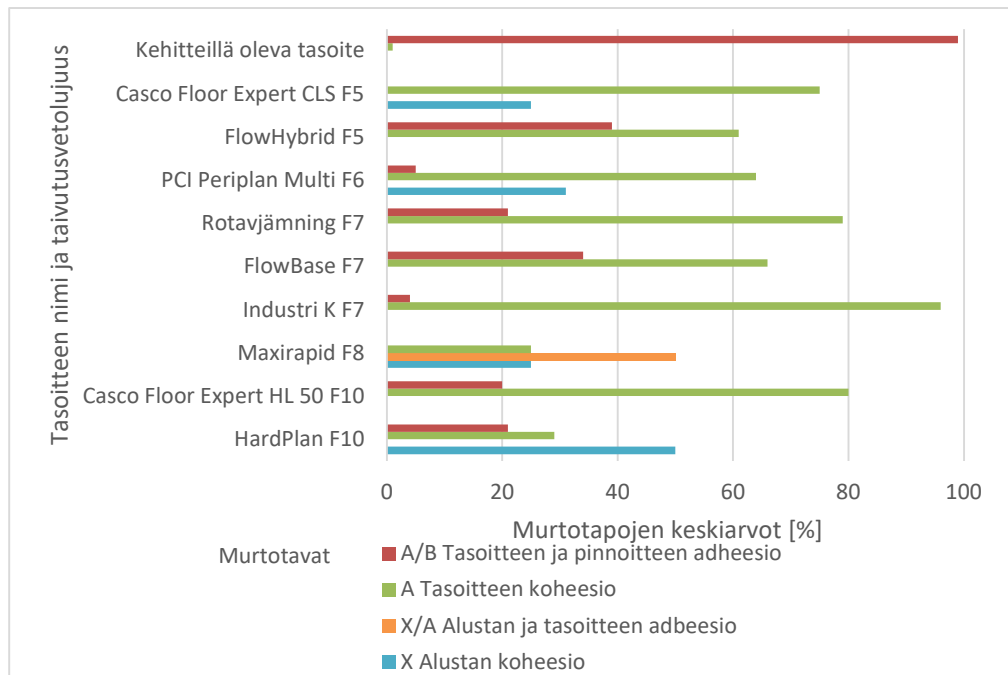
**Kuva 5.** Puristuslujuuden vaikutus murtotapaan

Tutkittavien tasoiiteiden taivutusvetolujuudet vaihtelivat F5–F10 välillä. Kehitteillä olevan tasoiiteen taivutusvetolujuutta ei tiedetä. Taivutusvetolujuuden kohdalla johtopäätösten tekeminen on hieman hankalampaa, sillä yksi tulos rikkoo selkeästi trendin lujuuksia vertailtaessa. Myöskään murtotapaan tasoiiteen taivutusvetolujuudella ei juuri näytä olevan vaikutusta vaan kaikissa taivutusvetolujuusluokissa

esiintyy sekä koheesio-, että adheesiomurtumaa. Tämän takia tasoitteen taivutusvetolujuudella ei aina vaikuttaisi olevan kovinakaan suurta merkitystä tasoitteen ja akrylipinnoitteen yhteensopivuuteen.



**Kuva 6.** Taivutusvetolujuuden vaikutus tartuntavetolujuuteen



**Kuva 7.** Taivutusvetolujuuden vaikutus murtotapaan

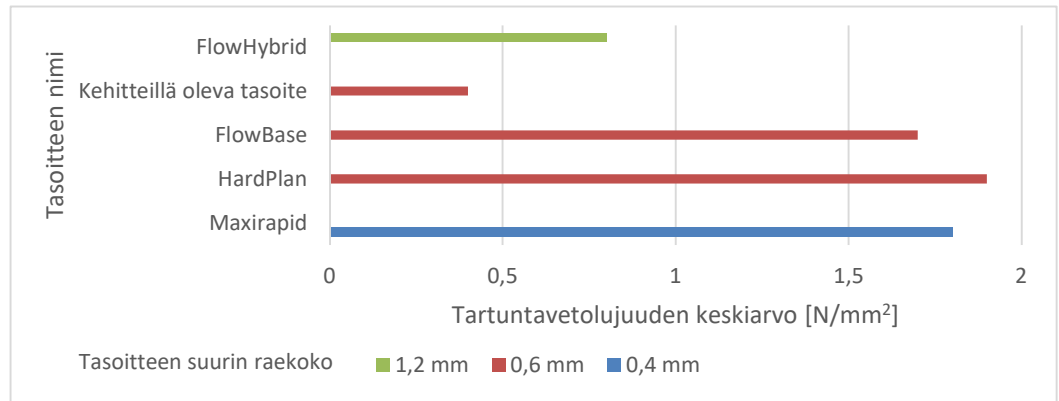
Tasoitteen pinnan vetolujuuden vaikutusta ei juuri voida vertailla eri tasoitteiden välillä, sillä tartuntavetolujuus on ilmoitettu vain Fescon Oy:n tuotteille. Fescon Oy:n tuotteet myös omaavat kaikki saman > 1,5 N/mm<sup>2</sup>:n pinnan vetolujuuden. Kuitenkin se voidaan todeta, ettei tasoitteen hyvä pinnan vetolujuus aina takaa

onnistumista, sillä kehitteillä olevan tasoitteen ja FlowHybrid tasoitteen mitatut tartuntavetolujuuden arvot jäivät huomattavan kauas 1,5 N/mm<sup>2</sup>:n arvosta. Heikko tulos ainakin kehitteillä olevan kalsiumsulfaattipohjaisen tasoitteen kohdalla johtuu veden käytöstä näytekohdan porauksen yhteydessä. Veden käyttö on myös sattunut johtaa FlowHybrid hybriditasoitteen heikkoon tulokseen. Heikko tulos saattaa myös viitata kemialliseen yhteensopimattomuuteen tai liian kevyen hiontamenetelmän valintaan, minkä takia pinnoite ei kyennyt muodostamaan kunnollista tartuntaa tasoitteeseen. Kuitenkin varman tuloksen saamiseksi tulisi vielä tehdä jatkotutkimuksia.

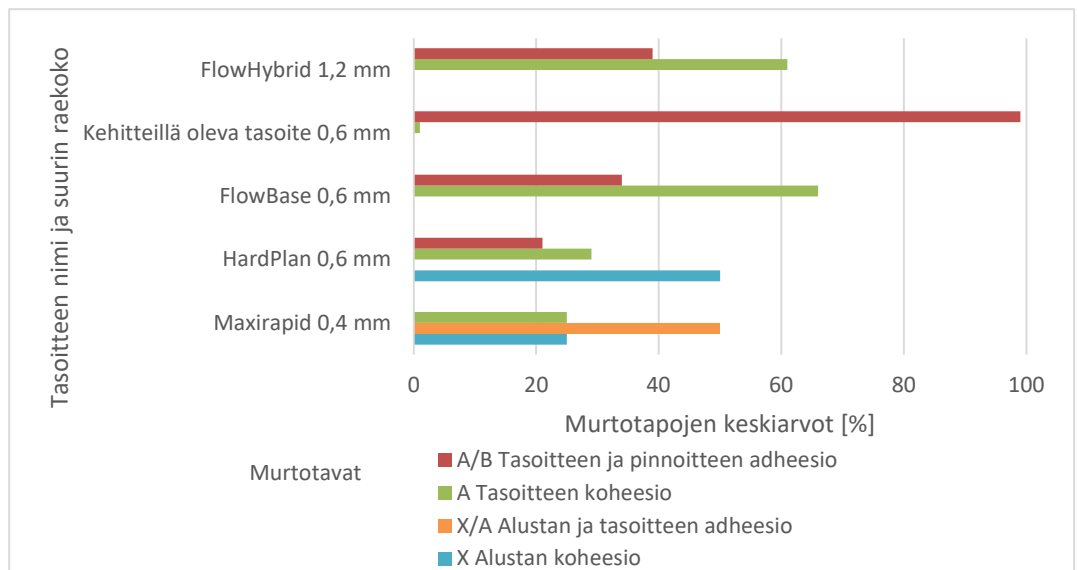
Myös tasoitteen kulutuskestävyyden vertailua ei juuri voida tehdä, sillä ainoastaan BestLevel Oy:n PCI Periplan Multi tasoitteen ja Oy Sika Finland AB:n Casco Floor Expert CLS tasoitteen kulutuskestävyys on annettu. Molempien tuotteiden kulutuskestävyys on AR0,5. PCI Periplan Multi tasoitteen taivutusvetolujuus oli tässä testauksessa yli kaksinkertainen Casco Floor Expert CLS:n verrattuna. Näin pienellä otannalla ei kuitenkaan voida tehdä luotettavia johtopäätöksiä kulutuskestävyyden vaikutuksesta tasoitteen ja akryylipinnoitteen yhteensopivuuteen.

Muutaman tasoitteen kohdalla valmistaja on ilmoittanut runkoaineen raekoon. Tunnetut raekoot vaihtelivat 0,4–1,2 mm välillä. Tulosten perusteella vaikuttaisi siltä, että myös hienorakeisilla tasoitteilla on mahdollista saavuttaa riittäviä tartuntavetolujuuksia. Myöskään suhteellisen suuri raekoko ei vaikuta takaavan suuria tartuntavetolujuuden arvoja tai pelkkää koheesiomurtumaa. HardPlan tasoite sisältää myös kuitua, joten se saattaa vaikuttaa osaltaan tuloksiin. Myös näiden tulosten tulkinnassa tulee ottaa huomioon se, että testikohtien porauksessa käytettiin vettä, jota kalsiumsulfaattipohjaiset tuotteet eivät siedä.





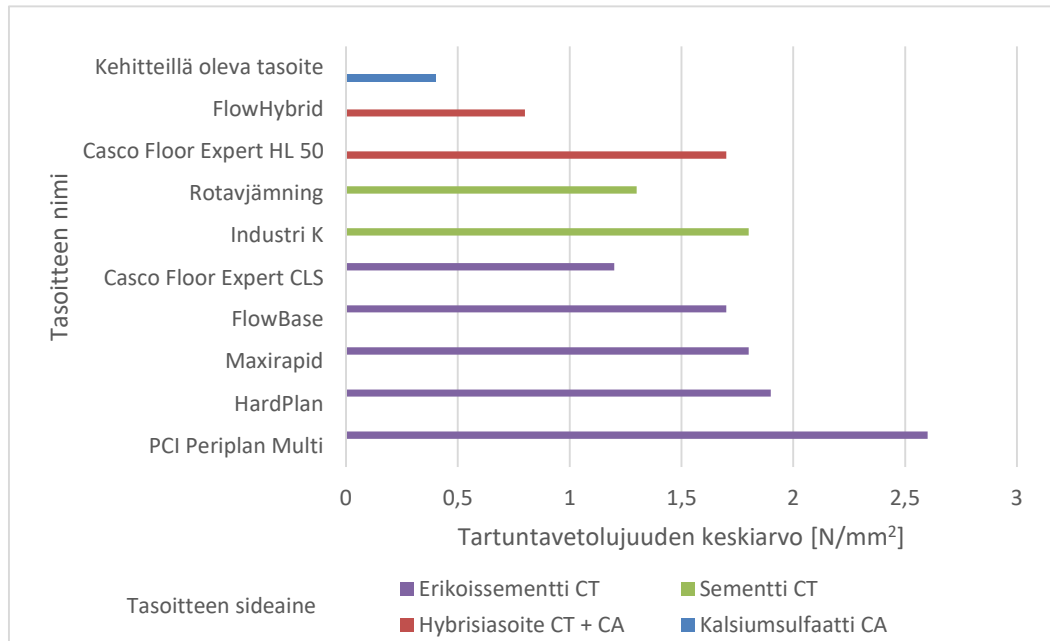
**Kuva 8.** Tasoitteen suurimman raekoon vaikutus tartuntavetolujuuteen



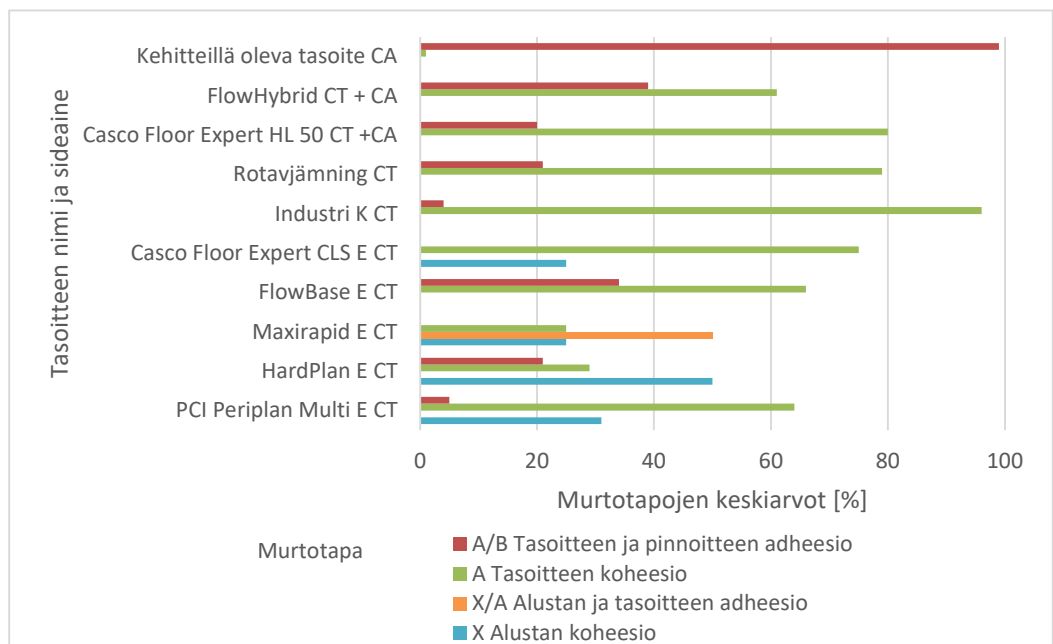
**Kuva 9.** Tasoitteen suurimman raekoon vaikutus murtotapaan

Tutkimukseen osallistui eri sideaineen omaavia tasoitteita. Suurin osa tasoitteista oli sementtipohjaisia, mutta mukana oli myös kalsiumsulfaattipohjainen tuote. Osa tuotteista oli myös hybriditasoiteita, joissa on sideaineena käytetty sekä kalsiumsulfaattia että sementtiä. Suurin osa sementtipohjaisista tuotteista oli erikoisementtejä. Murtumatapoja vertailtaessa huomataan, että adheesiomurtumaa tapahtuu kaikkien sideainetyyppien yhteydessä. Kalsiumsulfaattipohjaisissa tasoitteissa adheesiomurtuman osuus on kuitenkin suurempi kuin sementtipohjaisissa tasoitteissa. Yleisesti sementtipohjaiset tuotteet pärjäsivät hyvin tartuntavetolujuuksien vertailussa. Heikommat tartuntavetolujuuden arvot antoivat tuotteet, joissa oli käytetty kalsiumsulfaattia. Kuitenkin otos kalsiumsulfaattia sisältävistä tasoitteista oli pieni, ja yhdestä kalsiumsulfaattia sisältävästä tasoitteesta saatiin samansuuruisia tartuntavetolujuuden arvoja kuin suuresta osasta sementtipohjaisistakin tasoitteista. Tämän lisäksi kaikkien testipisteiden porauksessa käytettiin vettä, jota kalsiumsulfaattitasoiteet eivät siedä kerran kuivuttuaan ja lujituttuaan. Tämän takia

ei voida sanoa, että kalsiumsulfaattitasoitteet soveltuisivat huonommin pinnoitettavaksi.



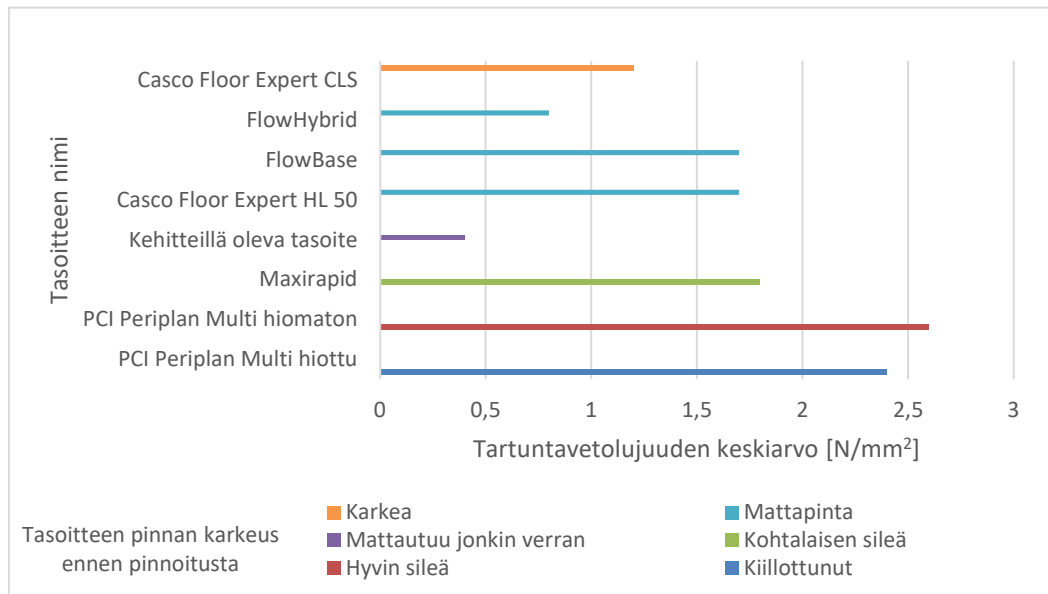
**Kuva 10. Sideaineen vaikutus tartuntavetolujuuteen**



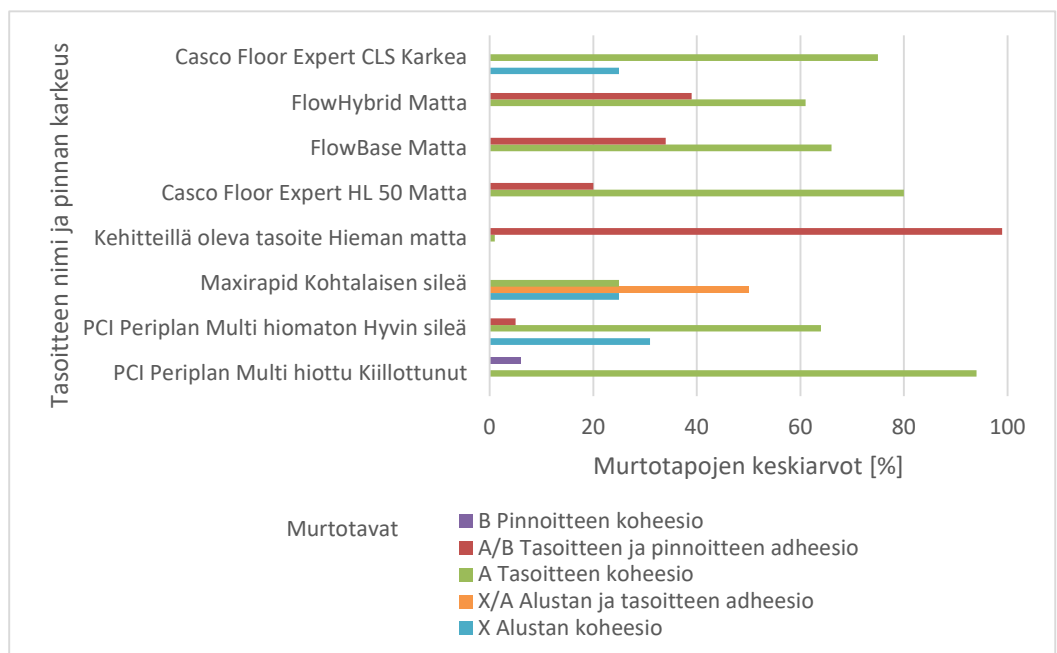
**Kuva 11. Sideaineen vaikutus murtotapaan**

Pinnan karheutta tutkittiin tasoitteilla, joista ainakin toinen koekappale hiottiin. Mukaan karheuden tutkintaan otettiin myös Casco Floor Expert CLS tasoite, jonka kohdalla koekappaleen pinta kaavittiin auki, jolloin pinnasta jäi karhea. PCI Periplan Multi tasoitteen kohdalla kiillottunut tai erittäin sileä pinta ei vaikuttanut haittaavan tartunnan muodostumista. Myöskään mattapinta ei itsessään taannut suurta tartuntavetolujuutta tai pelkkää koheesiomurtumaa. Kuitenkin karkeapintai-

sessä tasoitteessa murtuma tapahtui vain koheesiona. Toisaalta näin oli myös kiillottuneessa tasoitteessa, joten vaikuttaisi siltä, ettei tasoitteen pinnan karheudelle ole vaikutusta kaikkein tasoitteiden kohdalla tartuntaan.

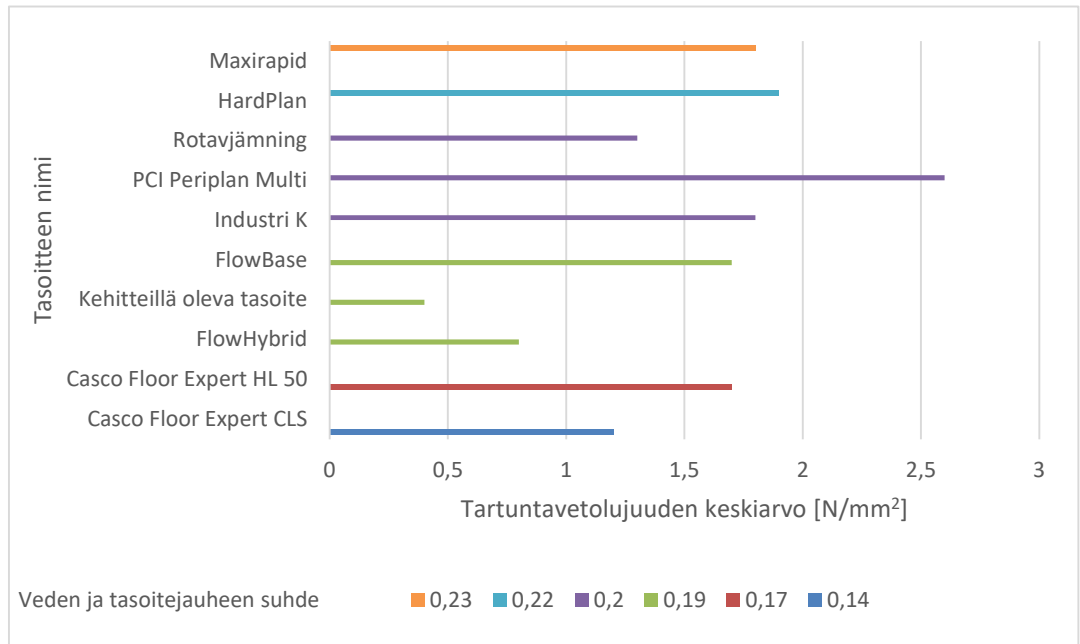


**Kuva 12.** Tasoitteen pinnan karheuden vaikutus tartuntavetolujuuteen

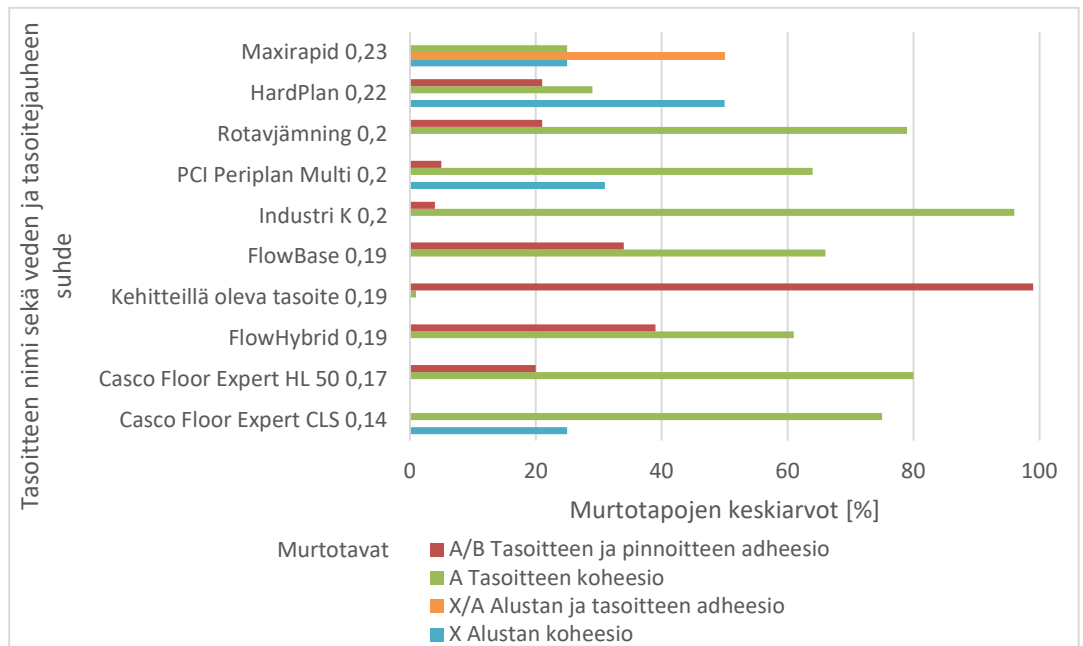


**Kuva 13.** Tasoitteen pinnan karheuden vaikutus murtotapaan

Tasoitejauheen ja veden määrän suhdetta tutkittiin kaikkien tuotteiden kohdalla. Kuitenkaan nämä tulokset eivät välttämättä ole kovin vertailukelpoisia, sillä esimerkiksi aluminaattisementti sitoo itseensä huomattavasti paljon enemmän vettä kuin portland sementti. Kuten kuvista 13 ja 14 huomataan, niin veden ja tasoitejauheen suhteella ei vaikututa juuri olevan merkitystä eri tasoitteiden välillä, kunhan pysytään valmistajan asettamien ohjearvojen sisällä.



**Kuva 14. Veden ja tasoitejauheen suhteen vaikutus tartuntavetolujuuteen**



**Kuva 15. Veden ja tasoitejauheen suhteen vaikutus murtotapaan**

## 7. YHTEENVETO JA JATKOTUTKIMUSTA VAATIVAT AIHEET

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli etsiä edellytykset onnistuneen pinnoitettavan ja tasoitettavan lattian luontiin. Tutkimuksessa pyrittiin tunnistamaan riskitekijät, jotka voivat johtaa pinnoitettavan ja tasoitettavan lattian epäonnistumiseen sekä keinot näihin riskeihin varautumiseen. Riskejä pyrittiin tunnistamaan sekä suunnitellu- että toteutusvaiheesta. Riskitekijöiden tunnistamiseksi ja oikeiden työmenetelmien selvittämiseksi tutustuttiin aluksi alalla olevaan ohjeistukseen sekä materiaalivalmistajien suosituksiin. Pääpaino tiedon hankinnassa oli kuitenkin alan asiantuntijoiden haastatteluissa. Työn aikana tutustuttiin myös referenssikohteisiin, materiaalivalmistajan tekemiin tartuntavetolujuusmittauksiin sekä toteutettiin tasoitteen ja akryylipinnoitteen välisiä tartuntavetolujuustestejä.

Koska pinnoitteita ei olla aiemmin käytetty paljoakaan julkisissa tiloissa, joissa lopputuloksen ulkonäkö on merkittävässä roolissa, niin pinnoitettavien lattioiden vaatimukset ovat perinteisesti liittyneet toiminnallisuuteen. Toiminnallisuuteen liittyvät ominaisuudet on saavutettu betonialustalla, joten tasoitteen käyttö ei ole ollut tarpeen. Lisäksi pinnoitteita on yleensä käytetty vain raskaan käyttötarkoituksen tiloissa, joihin ei lähtökohtaisesti tasoitteita haluta asentaa. Näiden seikkojen takia kirjallisia lähteitä tasoitteen käytöstä pinnoitteen alla on melko vähän ja kirjallisuudessa oleva ohjeistus on niukkaa. Myöskään tutkimusta pitkäaikaiskestävyydestä ei ole juuri tehty. Kirjallisuuden tärkeimpänä ohjeistuksena pinnoitettavalle tasoitteelle voidaan pitää lujuusvaatimuksia. Pinnoitettavalta tasoitteelta keskiraskaan käytön kohteissa vaaditaan vähintään pinnan vetolujuutta  $1,2\text{--}1,5\text{ N/mm}^2$  sekä puristuslujuutta C25. Nämä vähimmäisarvot on annettu toteutuneelle tasoitepinnalle. Kirjallisuudesta löytyy myös ohjeita lujuusominaisuuksien toteamiseen vetokokein ja kimmovasaralla.

Tutkimuksen tekemisen aikana ilmeni, että pinnoittamisen kanalta ehkä tärkein tasoitteen ominaisuus on hyvä pinnan vetolujuus. Tämän takia hyvää pinnan vetolujuutta vaaditaan pinnoitettavilta tasoitteilta. Tämä on kuitenkin ongelmallista, sillä SFS-EN 13813 ei vaadi ilmoittamaan tasoitteen pinnan vetolujuutta CE-merkin saamiseksi. Tämän takia monikaan tasoitevalmistaja ei ilmoita tuotteensa pinnan vetolujuutta, vaikka heidän tuotteensa soveltuisivat erinomaisesti pinnoitettavaksi. Olisikin perusteltu, että standardiin SFS-EN 13813 lisättäisiin kohta, joka vaatisi pinnoitettavaksi soveltuvilta tasoitteilta pinnan vetolujuuden määrittämisen, samaan

tapaan kuin standardi vaatii viimeiseksi pinnaksi soveltuvalta tasoitteelta kulutuskestävyyden määrittämisen. Tämä selkeyttäisi suunnittelijan tehtävää, jolloin suunnittelijan olisi helpompi vaatia riittävää tartuntavetolujuutta pinnoitettavalta tasoitteelta. Pinnoitettavilta tasoitteilta vaaditaan myös riittävää puristuslujuutta, ja tasoitevalmistajan tulee ilmoittaa tämän arvo aina. Tämän takia puristuslujuuden kanssa ei ole epäselvyyttä ja suunnittelija voi helposti vaatia riittävää puristuslujuutta pinnoitteen alle asennettavalta tasoitteelta.

Koska kirjallisuutta ja tutkittua tietoa tasoitteiden ja pinnoitteiden yhteensopivuudesta on melko vähän, niin tuotevalmistajiltakaan ei yleensä löydy erillistä ohjeistusta tilanteisiin, joissa pinnoitteen alle tulee tasoite. Pinnoitevalmistajien ohjeistuksista voitiin kuitenkin selvittää yleisesti alustan vaatimuksia, jotka koskevat myös tasoitealustaa. Yleensä pinnoitteiden vaatimukset koskivat alustan kosteutta ja lujuutta. Tasoitevalmistajien ohjeista puolestaan selvitettiin oikeanlaiset työmenetelmät, joilla voidaan saavuttaa valmistajan tasoitteelleen ilmoittamat ominaisuudet. Ohjeistuksien laajuudet olivat valmistajakohtaisia ja tasoitteen käyttäjällä tulisi monessa tapauksessa olla itsellä tieto siitä, miten eri työmenetelmät ja olosuhteet vaikuttavat lopputulokseen. Ohjeistuksissa saattoi olla myös maininta tasoitteen pinnoitettavuusistä, mutta tällä tarkoitettiin monessa kohtaa kuitenkin päällystettävyyttä. Näiden seikkojen takia tulee tasoitteen pinnoittamispäivää ja työstömenetelmää valittaessa olla tarkkana ja mieluummin varmistaa tuotevalmistajalta pinnoitettavuusikä sekä parhaat työtavat ja -olosuhteet.

Tasoitteen riittävä pinnan vetolujuus ja puristuslujuus eivät tarkoita sitä, että tasoite olisi välttämättä pinnoitettavaksi soveltuva. Tämä johtuu siitä, että jotkin tasoiteissa käytettävät komponentit eivät ole kemiallisesti yhteensopivia pinnoitteiden tai niiden liuottimen kanssa. Kemiallisen yhteensopimattomuuden seurauksena pinnoite ei esimerkiksi kykene muodostamaan tartuntaa tasoitteeseen, tasoite menettää lujuutensa, pinnoitteen pohjuste ei kuivu normaalisti tai pohjuste hilseilee tasoitteen päältä. Se, että tasoite ei sovellu yhden pinnoitteen kanssa yhteen ei kuitenkaan tarkoita sitä, ettei se osoittautuisi yhteensopivaksi toisen pinnoitteen kanssa. Se, mikä tasoite ei sovellu kemiallisesti yhteen minkäkin pinnoitteen kanssa, on hankalampi todeta kuin riittävät lujuusarvot. Tämä johtuu pitkälti siitä, että tuotteiden reseptit ovat salaisia, jolloin kemiallista yhteensopivuutta on vaikea tutkia muuten kuin tekemällä koekappale tai -alue, jolle suoritetaan tartuntavetolujuuskokeet. Tämän takia materiaalivalmistajat ovat jonkin verran tehneet yhteistyötä ja teettäneet tartuntavetolujuuskokeita. Näillä kokeilla saadaan kuitenkin sel-

ville vain kokeessa käytettyjen tuotteiden yhteensopivuus. Mikäli testauksessa mukana olleen tasoitteen tai pinnoitteen resepti muuttuu, niin samat kokeet joudutaan tekemään uudelleen. Tämän takia olisikin järkevämpi selvittää, mitkä tasoitteissa käytetyistä monista lisäaineista eivät sovellu minkäkin pinnoitteen ainesosan kanssa yhteen. Myös aineet, jotka mahdollisesti parantavat tasoitteen ja pinnoitteen välistä tartuntaa olisi syytä selvittää. Tällöin pinnoitettavalta tasoitteelta voitaisiin vaatia, ettei se sisällä yhteensopimattomia ainesosia, kuten tasoitteilta vaaditaan kaseiinittomuuttakin, tai yhteensopimattomien ainesosien osuutta voitaisiin rajata sekä tasoitteeseen voitaisiin lisätä tartuntaa parantavaa ainetta. Vastaavasti tasoitevalmistajat voisivat määritellä ja kieltää yhteensopimattomien pinnoitteiden ainesosien käytön tuotteidensa kanssa. Kemiallisesti yhteensopimattomien aineiden ja tartuntaa parantavien aineiden tunnistamiseksi tarvitaan jatkotutkimuksia ja materiaalivalmistajien kiinnostusta. Tutkimuksesta voisikin saada lopputyön aiheen esimerkiksi materiaalitekniikan opiskelijalle.

Riskitekijöitä lähdettiin selvittämään tarkemmin haastattelujen avulla. Haastatteluissa paneuduttiin myös tasoitteen käytön syihin, pinnoitettavan tasoitteen vaatimuksiin ja oikeisiin työmenetelmiin, joilla pinnoitteen alle saadaan tasoite alusta, joka täyttää lujuus ja ulkonäkövaatimukset. Haastatteluista saatiin samansuuruisia tai korkeampi lujuusvaatimuksia pinnoitettaville tasoitteille, kuin mitä yleisissä ohjeissakin on annettu. Korkeammat lujuusvaatimukset johtunevat siitä, että halutaan varmuutta olosuhdevaihteluja ja työvirheitä vastaan sekä alustan olevan pinnoitettavissa mahdollisimman nopeasti tasoittamisen jälkeen. Suurimpana riskinä tasoitetyössä pidettiin liiallisen veden käyttöä tasoitemassaa sekoitettaessa, sillä tasoitteen lujuusominaisuudet kärsivät herkästi ylimääräisen veden käytöstä eikä työmailla tehdä juurikaan leviämätestejä tasoitteelle. Muita tasoitteen lujuusominaisuuksia heikentäviä asioita ovat muun muassa pitkät varastointiajat ja huonot varastointi olosuhteet, kuivattavat olosuhteet työtä tehdessä sekä väärät työmenetelmät. Jotta tasoitteen loppulujuus oli riittävän korkea vaihtelevista olosuhteista ja työmenetelmistä huolimatta, niin olisi suositeltavaa käyttää vähimmäisvaatimuksia lujempia tasoitteita.

Haastattelujen aikana korostui myös tasoitteen pinnan hyvän laadun tärkeys, joka saavutetaan yleensä huolellisella pohjustamisella. Jotta lopputuloksen ulkonäkö olisi hyvä ja pinnoitustyö helppoa ei tasoitteen pinta saa olla reikäinen. Reiät paistavat ohuen pinnoitteen lävitse ja niiden täyttämiseksi tehtävä huokoskittaus on vaivalloista ja kasvattaa kustannuksia. Tasoitteen reikäisyyteen sekä tasoitteen ja

alustan adheesioon vaikuttaa suuresti tasoitteen pohjustamisen laatu. Reikiä tasoitteen pintaan saattaa tulla myös, jos alusta on liian kylmä. Lopputuloksen ulkoonäköön vaikuttaa tämän lisäksi tasoitemassan käyttöikä, pinnan hionta sekä mahdolliset kuidut tasoitteessa.

Pinnoitustyössä suurimpana haasteena koettiin riittävän lujan tartunnan aikaansaaminen tiiviiseen tasoitteeseen. Tasoitteen karkealla hionnalla voidaan koettaa saada pinnoitteelle suurempaa tartuntapinta-alaa tasoitteeseen sekä poistaa mahdolliset tartuntaa heikentävät epäpuhtaudet tasoitteen pinnasta. Hionta saattaa kuitenkin kiillottaa korkealujuuksisten tasoitteiden pintaa, jolloin siitä voi olla mahdollisesti myös haittaa tartunnalle. Tartuntaa voidaan koettaa parantaa myös runsaalla ohenteen käytöllä pinnoitteen pohjustusta tehtäessä.

Haastatteluissa ilmeni, että epäonnistumisten riski yleensä kasvaa, mikäli suunnitelmassa ei ole otettu kantaa tasoitteen ominaisuuksiin eikä työmaalla ole kokemusta tasoitteen käytöstä pinnoitteen kanssa. Myös tiedonkulun katkokset ovat yleinen ongelman aiheuttaja. Tämän takia tasoitustyöstä olisi hyvä tehdä työselostus, jossa käytäisiin lävitse pinnoitteen alle tulevan tasoitteen erityisvaatimukset sekä keinot niiden saavuttamiseksi. Tällöin työmaa osaisi paremmin kiinnittää huomiota tasoitustyön toteutuksen laatuun ja tasoitevalintaan. Mikäli työmaa haluaa valita jonkin muun tasoitteen, kuin mitä rakennesuunnittelija on kohteeseen ehdottanut, niin työmaan olisi suositeltavaa hyväksyttävä vaihtoehtoinen tuote valvojan ja tilaajan lisäksi vielä rakennesuunnittelijalla ennen hankintaa. Tällä voidaan varmistaa, ettei hankinnassa valita liian heikkoa tai kemiallisesti yhteensopimatonta tuotetta. Hankinnassa olisi myös hyvä muistaa, ettei tasoitteiden lujuuksissa ole juuri varmuutta työvirheitä vastaan, joten kannattaa pohtia myös vähimmäislujuusvaatimukset lujempia tasoitteita. Lujemmat sekä nopeasti kuivuvat ja lujittuvat tuotteet saavuttavat myös pinnoittamisen vaatimat lujuusarvot nopeammin.

Haastateltavat suosittelivat, että ennen pinnoitusta tasoitteelle tehdään myös tartuntavetolujuuskoe esimerkiksi standardin SFS-EN 13892-8 mukaisella menetelmällä. Tartuntavetolujuuskokeella voidaan varmistua, että tasoitteen pinnan vetolujuus on riittävä pinnoittamiseen. Varsinkin laajoja lattiapintoja tasoittaessa ja pinnoitettaessa tartuntavetolujuuskokeen tekeminen olisi erityisen suositeltava, sillä liian heikon tasoitteen päälle pinnoitettaessa voi muodostua suuria korjauskustannuksia. Samalla voidaan myös todeta tasoitteen riittävä tartunta alustaansa.

Haastattelujen aikana kävi ilmi, että tasoitteen loppulujuusarvot ja pinnan tasaisuus ovat paljolti riippuvaisia työtekniikan ja olosuhteiden oikeasta laadusta, jolloin



huonolla toteutuksella hyvälaatuisestakin tasoitteesta tehty tasoitelattia voi olla pinnoitteelle kelvoton alusta. Joidenkin tasoitteiden ja pinnoitteiden yhteydessä on myös havaittu kemiallista yhteensopimattomuutta, jota on ollut vaikea ennakoida ennalta. Tämän takia hyvinkään tehty tasoitustyö ei aina takaa onnistumista.

Työn aikana tutustuttiin myös kohteisiin, joissa tasoitteen ja pinnoitteen yhdistäminen oli epäonnistunut sekä materiaalivalmistajan teettämiin testeihin omien tuotteidensa ja pinnoitteiden yhteensopivuudesta. Tämä osuus tutkimuksesta vahvisti käsitystä siitä, että tasoitteeseen lisättävän veden määrän tulee olla oikean suuruinen, jottei tasoitteen lujuus kärsisi. Vesimäärää tulisi myös seurata leviämätesteille työn aikana, jotta tasalaatuisuudesta voitaisiin varmistua. Myös alusbetonin lujuuden tulee olla riittävä, jotta rakenne kestäisi. Materiaalivalmistajan testien perusteella tasoitteita ja pinnoitteita yhdistäessä on mahdollista saada korkeita tartuntavetolujuuden arvoja. Jotta näihin arvoihin päästäisiin, tulee tasoitteen olla riittävän kauan kuivunut ja lujittunut. Myös tasoitetyön tulee olla valmistajan ohjeiden mukaista ja olosuhteiden hallittuja. Tämän takia työmaalla tuskin päästään aivan materiaalivalmistajan saamiin tartuntavetolujuuden arvoihin, sillä työmaalla ei kaikkia muuttujia saada poistettua.

Lopuksi tutkittiin vielä tasoitteen ja akryylipinnoitteen yhteensopivuutta tartuntavetolujuustestien avulla. Testit osoittivat, että tasoitteen korkeammalla puristuslujuudella voidaan saavuttaa korkeammat tartuntavetolujuuden arvot. Sen sijaan tasoitteen taivutusvetolujuudella, suurimmalla raekoolla, pinnan karheudella tai veden ja tasoitejauheen suhteella ei havaittu olevan suurta vaikutusta tartuntavetolujuuteen tämän testauksen yhteydessä. Murtotapa ei myöskään tuntunut tässä testauksessa olevan riippuvainen mistään edellä mainituista ominaisuuksista, vaan olevan enneminkin kunkin tasoitteen oma ominaisuus. Kuitenkin lisätutkimuksia vaaditaan eikä näiden ominaisuuksien vaikutusta voida poissulkea. Kun erilaisia työtapoja vertailtiin, niin havaittiin, että tasoitealustan olosuhteet tulisi olla tasoitevalmistajan antamien rajojen sisäpuolella, jotta tasoitus olisi pinnoitettavissa. Testeissä myös havaittiin, että tartunta tasoitteen ja akryylipinnoitteen välille muodostuu hyvin varhaisessa vaiheessa ja akryylipinnoitus parantaa tasoitteen pinnan ominaisuuksia. Pienen otannan takia tasoitteen hionnan, kuivumis- ja lujittumisaian pituuden, käytetyn akryylin tai tasoitteen kerrospaksuuden vaikutuksesta tasoitteen ja pinnoitteen yhteensopivuuteen ei juurii voida tehdä johtopäätöksiä.

Työn aikana tunnistetut riskit koottiin yhteen ja niistä tehtiin taulukot suunnittelun ja työmaan avuksi. Kunkin työvaiheen riskitekijät, toteutuneiden riskien seuraukset sekä toimenpiteet, joilla voidaan varautua riskeihin, on koottu taulukoihin 3 ja 4.

Taulukoissa käsitellään ainoastaan keskiraskaan käytön lattioiden tasoittamista ja pinnoittamista.

Taulukko 3. *Suunnittelun riskit tasoitteiden ja pinnoitteiden yhteiskäytössä*

<b>Akryyllillä, epoksilla tai polyuretaanilla pinnoitettavan ja tasoitettavan lattian riskit, jotka suunnittelijan tulisi huomioida keskiraskaan käytön kohteissa</b>			
<b>Työvaihe</b>	<b>Riskitekijä</b>	<b>Seuraus</b>	<b>Varautuminen</b>
Pinnoitteen valinta	Tarpeettoman suuret rasitukset alustalleen aiheuttavan pinnoitteen valinta	Joudutaan valitsemaan lujuusominaisuuksiltaan erityisen luja tasoite, mikä tarkoittaa yleensä kustannusten kasvua Vara työvirheille pienee	Suositaan halkeamia silloittavia pinnoitteita Suositaan suhteellisen hitaasti kuivuvia pinnoitteita Usein polyuretaanit rasittavat alustaansa vähemmän kuin epoksi- ja akryylipinnoitteet Pyritään välttämään akryylipinnoitteita ja paksuja hiehtoepoksinpinnoitteita, mikäli mahdollista
	Suurimolekyylisen pinnoitteen valinta	Suuren molekyyliseen taktia pinnoite ei välttämättä kykene luomaan yhtä hyvää tartuntaa sileään tasoitteeseen kuin pienemmän molekyyliseen omaava pinnoite	Pyritään välttämään suuren molekyyliseen omaavia akryylipinnoitteita, mikäli tämä on mahdollista Suositaan pienemmän molekyyliseen omaavia epoksi- ja polyuretaanipinnoitteita
	Liutainaineita sisältävät pinnoitteet	Osa tasoitteista ei kestä pinnoitteissa olevia liutainaineita, vaan saattavat esimerkiksi menettää lujuutensa niiden seurauksena	Valitaan vain pinnoitteita, joiden yhteensopivuus on tutkittu käytettävän tasoitteen kanssa Valitaan mieluummin liuotin vapaita tai vesiliukoisia pinnoitteita, jos tuotteiden yhteistoimintaa ei tunneta ennalta Kuitenkin liutainaineita sisältävät pinnoitteet kykenevät yleensä muodostamaan paremman tartunnan alustaansa, joten niiden käyttö on suositeltavaa, mikäli niitä on testattu yhdessä valitun tasoitteen kanssa
Alustan vaatimukset	Useita tasoitekerroksia päällekkäin	Välissä oleva heikko tasoitekerros murtuu tai kerrosten välissä oleva tartunta pettää Kipsipohjaisen tasoitteen	Selvitetään korjauskohteissa lattian rakenne ja lujuudet sekä materiaali Määrätään heikot kerrokset poistettaviksi tai valetaan

		päälle asennetaan sementtipohjainen tasoite, jolloin kipsitasoite voi reagoida sementtitasoitteen veden ja aluminaattien kanssa ja rikkoutua	päälle huomattavan paksu kerros Vältetään turhia kerroksia
	Tasoiheen alusta suunnitellaan kelluvaksi	Kun tasoite ei ole kiinni alustassaan, repii pinnoite tasoiheen mukanaan irti alustastaan	Pinnoitettavan tasoiheen tulee olla hyvin kiinni (betoni) alustassaan
	Alusta (betoni) on lujuudeltaan heikko tai sen pinnassa on sementtiliimakerros	Alusta murtuu pinnoitteen kuivuessa tai käyttö- rasituksesta	Selvitetään korjausrakenteissa alustan lujuus Selvitetään onko lujuus heikko vain pinnassa vai koko rakenteen läpi Valitaan esimerkiksi epoksi- pohjainen pohjuste korjauskohteisiin, sillä se hieman vahvistaa alustaansa ja näin saadaan lattian onnistumisen varmuutta parannettua
	Ei kiinnitetä lattian muotoon ja laajuuteen huomiota	Paljon leveyden vaihtelua sisältävään lattiaan tulee herkästi halkeamia Myös laajat alueet voivat halkeilla Laajaa aluetta tasoihessa edellinen tasoihinta saattaa olla työaikansa loppupuolella, kun seuraavaa rintamaa levitetään, jolloin rintamien välille saattaa tulla halkeama Epätasaisen alustan takia tasoihettä on eri paikoissa eri paksuisina kerroksina, jolloin tasoite kuivuu ja kovettuu eri tahtiin ja sen ominaisuudet saattavat olla eri laisia eri kohdissa	Suunnitellaan lattiaoihin saumoja Suositellaan tasoihteita, joilla on kohtalaisen pitkä työaika Varaudutaan kittaamaan suurimman osan kutistumastaan saavuttaneen tasoiheen halkeamia ennen pinnoitusta Valitaan vähän kutistuvia tuotteita laajoihin tiloihin Vaaditaan alustalta riittävää tasaisuutta ja suoruutta tai epätasaisuuksien poistamista
	Kuitubetonia käytettäessä ei huomioida sitä, että kuidut saattavat nousta pystyyn ja kauliin ulkonäön	Tasoihustarve tulee yllätyksenä Pinnoitteen pohjustetta kuluu enemmän ja alustaa joudutaan kittaamaan paljon Muovikuituja saatetaan	Kuitubetoni on hyvä alusta pinnoitteelle siinä mielessä, ettei se kutistu yhtä paljon kuin teräsbetoni Kuitubetonia käytettäessä tulee miettiä etukäteen mene-

	omaavan massalattian tekeminen hankaloituu	polttaa lattian pinnasta, jotta niistä päästään eroon Kuitujen katkaisu on työlästä	telmä, jolla mahdollisesti pystyy nousseet kuidut poistetaan ennen pinnoitusta tai vaihtoehtoisesti pystyy nousseet kuivut voidaan piilottaa tasoittamalla
Tasoitteen valinta	Liian heikon tasoitteen valinta	Pinnoite irtoaa tasoitteesta tai murtaa tasoitteen kuivuessaan Tasoite murtuu pinnoitteen alla käyttörasituksen seurauksena	Keskiraskaan käytön tiloihin vähintään tartuntavetolujuuden 1,2 MPa omaava tasoite Halkeamia silloittamattomille pinnoitteelle vähintään tartuntavetolujuuden 1,5 MPa omaava tasoite Mikäli tasoitteen tartuntavetolujuutta ei tunneta, mutta sen hyvä toiminta pinnoitteiden kanssa on todettu luotettavasti, voidaan tällaista tuotetta myös käyttää pinnoitettavissa lattioissa Tasoitteen puristuslujuus vähintään 25 MPa Koska 25 MPa:n vaatimus on esitetty toteutuneelle tasoitteelle, niin olisi suositeltavampaa kuitenkin käyttää lujempaan lujuusluokan omaavia tasoitteita, sillä yleensä tasoitevalmistajan antama lujuus on mitattu tasoituksesta, joka on suoritettu huolella ja kuivunut optimiolosuhteissa 28 vuorokautta Valitsemalla lujempi tasoite saataisiin varmuutta työvirheitä ja olosuhteiden vaihteluja vastaan Korkeammat lujuusominaisuudet omaavat tasoitteet, jotka kuivuvat nopeasti ovat suositeltavia, sillä ne pääsevät pinnoitteen vaatimiin lujuusominaisuuksiin jo nuorella iällä Suurten staattisten kuormien takia voidaan tasoitteelta vaatia suurempaa puristuslujuutta Mikäli kohteeseen tehdyn tasoituksen puristuslujuus ei täytä 25 MPa:n vaatimusta, niin voi tasoite silti soveltua

			<p>pinnoitettavaksi kunhan sen tartuntavetolujuus on riittävä, tämä tulee kuitenkin tutkia aina tapauskohtaisesti</p> <p>Vältetään hienoja mattotasoitteita</p> <p>Pinnoitteen alustalleen asettamat vaatimukset tulee tarkistaa ja lujuusvaatimuksia on päivitettävä tarvittaessa</p> <p>Varsinkin isoissa kohteissa, joissa tasoituksen ja pinnoituksen kustannusvaikutukset ovat suuret voisi tartuntavetolujuustestin edellyttäminen olla perusteltua</p> <p>Koska materiaalivalmistajat tuntevat parhaiten omat tuotteensa, niin kannattaa heiltä kysyä neuvoa tasoitteen valinnassa</p>
	Valmistajat puhuvat välillä pinnoitustiästä tarkoituksenaan päällystysikä	Valitaan tasoitteelle liian lyhyt kuivumis- ja lujittumisaika, jolloin tasoite ei kestä pinnoitteen alla	Varmistetaan valmistajalta pinnoitettavuusikä
	Pinnoitteen kanssa kemiallisesti yhteensopimattoman tasoitteen valinta	<p>Pinnoitteen pohjuste ei kuivu tai hilseilee tasoitteen päällä</p> <p>Pohjuste tai liuotinaineet reagoivat tasoitteen liima-aineen kanssa, jolloin tasoitteen lujuus romahtaa</p> <p>Tasoitteen ja pinnoitteen välinen adheesio jää heikoksi, eikä pinnoite kykene muodostamaan tartuntasiltaa tasoitteeseen</p>	<p>Valitaan tasoite, jonka kemiallinen yhteensopivuus pinnoitteen kanssa tunnetaan</p> <p>Ehdotetaan ensisijaisesti tasoitetta, jolle on tehty tartuntavetolujuuskokeita käytettävän pinnoitteen kanssa</p> <p>Tasoite voidaan myös valita kokemukseräiseen tietoon perustuen</p> <p>Varmistetaan, ettei tasoitteen tai pinnoitteen resepti ole muuttunut yhteensopivuuden toteamisen jälkeen</p> <p>Mikäli tietoa ei ole saatavilla, voidaan ehdottaa koekappaleen tai mallityön tekemistä, jolle tehdään tartuntavetolujuus koe</p> <p>Valmistaudutaan tarvittaessa vaihtamaan pinnoite tai pinnoitteen pohjuste toiseen (esim. akryylipinnoitteen pohjuste epoksipohjusteeseen)</p> <p>Koska materiaalivalmistajat</p>

			tuntevat parhaiten omat tuotteensa, niin kannatta heiltä kysyä neuvoa tasoitteen valinnassa
	Liian ohuen kerrospaksuuden valinta	Tasoite ei kykene ottamaan vastaan räsitusta ja murtuu Räsitus kulkeutuu tasoitteen ja alustan rajapintaan, jolloin tartunnalta vaaditaan paljon	Ei valita tasoitteen ohuimpia kerrospaksuuksia
	Valitaan tasoite, jonka pinta voi jäädä epätasaiseksi, jolloin tasoitteen päälle saatetaan asentaa toinen tasoitekerros	Pinnan epätasaisuus korostuu helposti pinnoitettaessa ja lopputuloksen ulkonäkö kärsii	Vältetään kuitua sisältäviä tasoitteita ja saneerausmassoja tai varaudutaan hiomaan kuitut katki pinnoitteen pohjustuksen jälkeen. Suositetaan helposti toteutettavan vaakasuoran ja tasaisen pinnan aikaan saavia tasoitteita
Tiedonkulku eri osapuolten välillä	Tieto ei kulje suunnittelijoilta työmaalle	Työmaalla ei kiinnitetä riittävästi huomiota tasoittamiseen ja lopputulos ei kestä räsitusta Pinnoitus suunnitellaan tehtäväksi betonialustan päälle, vaikka työmaalla ei ole valmiutta toteuttaa riittävän sileää ja tasaista betonipintaa, jolloin tasoitustarve tulee yllätyksenä tai lattia ei täytä ulkonäkövaatimuksia	Ilmoitetaan rakennetyypissä selkeästi tasoitteen lujuusvaatimukset Ehdotetaan kohteeseen sopivaa tasoitetta Annetaan työmaalle mahdollisuus vaihtaa tasoitetta, kunhan se on hyväksytetty ensi rakennesuunnittelijalla ja sen yhteensopivuus pinnoitteen kanssa tunnetaan Otetaan tasoitteen käyttämisen riskit puheeksi jo rakennushankkeen alkuvaiheessa Tehdään tasoitustyöstä työselostus Selvitetään työmaalta aikaisessa vaiheessa, miten he haluavat mieluiten toteuttaa lattian pinnan tasaiseksi ja suoraksi saattamisen sekä mihin heillä on olemassa valmiudet

	Tieto ei kulje rakennesuunnittelijalle	Tasoitteelle ei osata asettaa vaatimuksia ja työmaa valitsee pinnoitteen kanssa yhteensopimattoman tasoitteen Pinnoitus suunnitellaan tehtäväksi betonialustan päälle, vaikka työmaalla ei ole valmiutta toteuttaa riittävän sileää ja tasaista betonipintaa, jolloin tasointustarve tulee yllätyksenä tai lopputulos ei täytä ulkonäkövaatimuksia Tällöin tasoitteen kerrospaksuus ei välttämättä voi olla kovin suuri, mikä sulkee pois monia tasoitteita Myös työmaa saattaa itsenäisesti valita tasoitteen ajattelematta sen enempää teknisiä vaatimuksia Kun suunnittelija ei tiedä kuinka kauan tasoite on pinnoittamatta, niin jälkihoitoa tasoitteelle ei välttämättä suunnitella	Rakennesuunnittelija ilmoittaa, että tarvitsee tiedot pinnoitettavista ja tasoitettavista lattiaista heti hankkeen alussa Arkkitehti ja tilaaja ilmoittavat rakennesuunnittelijalle, mikäli kohteeseen suunnitellaan lattian pinnoituksia muihin kuin toisarvoisiin tiloihin Selvitetään työmaalta aikaisessa vaiheessa, miten he haluavat mieluiten toteuttaa lattian pinnan tasaiseksi ja suoraksi saattamisen sekä mihin heillä on olemassa valmiudet
	Tieto ei kulje arkkitehdille	Arkkitehti valitsee kohteeseen turhan järeän pinnoitteen	Rakennesuunnittelija kertoo arkkitehdille tasoitteen käyttämisen riskeistä pinnoitteiden kanssa ja suosittelee ensisijaisesti halkeamia silloittavia pinnoitteita arkkitehdille
	Tieto ei kulje tilaajalle	Tilaajalla saattaa olla vahva mielikuva, millaista pinnoitetta tulisi käyttää, jolloin kohteeseen saatetaan valikoitua turhan järeä pinnoite	Tilaajalle tulee kertoa eri pinnoitevaihtoehdoista ja niiden ominaisuuksista sekä niihin liittyvistä riskeistä

Taulukko 4. Toteutuksen riskit tasoitteiden ja pinnoitteiden yhteiskäytössä

<b>Akryylillä, epoksilla tai polyuretaanilla pinnoitettavan ja tasoitettavan lattian toteutuksen riskit keskiraskaan käytön kohteissa</b>			
<b>Työvaihe</b>	<b>Riskitekijä</b>	<b>Seuraus</b>	<b>Varautuminen</b>
Tasoitteen valinta	Liian heikon tasoitteen valinta	Pinnoite irtoaa tasoitteesta kuivuessaan Tasoite murtuu pinnoitteen alla käyttörasituksen seurauksena	Tutustutaan huolellisesti suunnitelmiin ja työselostukseen Kysytään neuvoa suunnittelijalta, urakoitsijalta ja materiaalivalmistajilta Vältetään hieno- ja mattotasoitteita Yleensä tasoitteen puristuslujuuden vähimmäisvaatimus on C25 ja tartuntavetojuuuden tai pinnan vetolujuuden vähimmäisvaatimus on 1,2–1,5 MPa Akryylipinnoite ja hier-toepoksimassa saattavat vaatia suurempia lujuusarvoja (pinnan vetolujuus $\geq$ 2 MPa) ja osa polyuretaaneista vaatii 1,5 MPa:n lujuusarvoja On vahvasti suositeltavaa valita vähimmäisvaatimuksia korkeammat lujuusarvot täyttävä tasoite, jolloin saavutetaan varmuutta pieniä työvirheitä ja heikompia kuivumisolosuhteita vastaan Mikäli tasoitteelle ei jää kauaa aikaa kuivua ja lujitua ennen pinnoitusta tulisi suosia nopeasti kuivuvia tuotteita, sillä ne saavuttavat yleensä myös korkeammat lujuusarvot nopeammin



	Pinnoitteen kanssa kemiallisesti yhteensopimattoman tasoitteen valinta	Pinnoitteen pohjuste ei kuivu tai hilseilee tasoitteen päällä Pohjuste tai liuotinaineet reagoivat tasoitteen liima-aineen kanssa, jolloin tasoitteen lujuus romahtaa	Valitaan ensisijaisesti tuotteita, joiden kemiallinen yhteensopivuus on testattu tai siitä on kokemuksia Kysytään kokemusperäistä tietoa urakoitsijalta ja suunnittelijoilta Kysytään materiaalien yhteensopivuudesta materiaalityöntekijöiltä Tehdään pieni koealue yhteensopivuuden selvittämiseksi Valmistaudutaan vaihtamaan pohjuste, jos ongelmia ilmenee (akryylipohjainen pohjuste epoksipohjaiseen pohjusteeseen)
	Paljon kutistuvan tasoitteen valinta	Tasoitteen kutistuessa se halkeilee	Varaudutaan kittaamaan suurimman osan kutistumastaan saavuttaneen tasoitteen halkeamia ennen pinnoitusta Valitaan vähän kutistuvia tuotteita laajoihin tiloihin
Tasoitteen varastointi	Suuret lämpötilan vaihtelut	Kun lämpötila laskee, niin tasoitejauheen sekaan pääsee tiivistymään kosteutta ja tasoite kovettuu ja tulee kokkareiseksi Tasoitteen ominaisuudet (lujuus) heikkenevät Hyvän tasoitepinnan aikaansaaminen hankaloituu	Pyritään käyttämään tasoitteet mahdollisimman pian työmaalle saapumisen jälkeen Pidetään tasoitteiden varastointiolosuhteet mahdollisimman tasaisina Tarkkaillaan lämpötilaa
	Tasoite pääsee kosketuksiin kosteuden kanssa	Tasoite kovettuu ja siihen tulee kokkareita Tasoitteen ominaisuudet (lujuus) heikkenevät Hyvän tasoitepinnan aikaansaaminen hankaloituu	Pidetään tasoitteet sateelta suojassa, mieluummin sisätiloissa Ei koskaan varastoida tasoitteita suoraan maata vasten Tarkkaillaan sääennusteita Varastoidaan tasoitteet tilaan, jossa ei ole vesipistettä ja jossa ei työskennellä veden kanssa

	Pakkanen	Osa tasoitteista menettää lujuuttaan ja muita ominaisuuksiaan pakka- sessa	Varastoidaan tasoitteet läm- pimissä olosuhteissa, mie- luusti sisätiloissa Tarkkaillaan sääennusteita
	Pitkä varastointi- aika	Tasoitteet menettävät ominaisuuksiaan ajan ku- luessa	Pyritään käyttämään tasoit- teet mahdollisimman pian työmaalle saapumisen jäl- keen Käytetään vain tuotteita, joi- den viimeinen käyttöpäivä ei ole mennyt umpeen
Alustan val- mistelu	Alustan (betoni) likaisuus	Tasoitteen tartunta alus- taan jää heikoksi ja ta- soite irtoaa alustastaan pinnoitteen kuivuessa tai käytössä Tasoitteesta jää kopoa Tasoitteen pintaan nou- see epäpuhtauksia, jotka voivat aiheuttaa pinnoit- teen värimuunnoksia, tar- tuntaongelmia tai epäta- saisen pinnan, josta lop- putuloksen ulkonäkö kär- sii.	Poistetaan alustasta se- menttiliima, liat ja vanhat pintamateriaalit (sinkopuh- distus paras vaihtoehto, paperi hionta saattaa riittää, timanttihionta yleisesti käy- tetty) Hiotaan esiin alustan kiviai- nes ja poistetaan epäpuh- taudet Imuroidaan alusta ristiin te- ollisuusimurilla Kapeissa kohdissa voidaan käyttää paineilmaa tai imu- rin suulaketta Rasva ja öljytahrat voidaan poistaa jyrsimällä ja niiden kohdalla voidaan käyttää erikoispohjustetta Eristetään alue pölyävistä työvaiheista Tarkistetaan puhtaus tum- malla pyyhkeellä tai rätillä
	Alustan (betoni) heikkous	Tasoite ja pinnoite repi- vät itsensä irti alustasta	Yleensä vanhojen rakentei- den ongelma Selvitetään alustan kaikkien kerrosten lujuus ja tartunta Valmistaudutaan poista- maan heikot kerrokset Lujitetaan heikkoja alustoja ja tehdään suhteellisen pak- suja tasoitekerroksia Haetaan korjauskohteissa varmuutta käyttämällä epoksipohjaisia pohjusteita, jotka lujittavat hieman alus- taansa

	Kylmä alusta	<p>Tasoite ei kuivu ja lujitu halutulla tavalla ja loppulujuus voi kärsiä</p> <p>Tasoiheen pohjuste ei toimi liian kylmässä, jolloin tartunta tasoiheen ja betonialustan välillä voi jäädä heikoksi</p> <p>Tasoiheen pinnasta voi tulla reikäinen, mikä hankaloittaa esteettisesti hyvän pinnoitelattian tekemistä, lisää pinnoitteenekkiä, pinnoitustyötä ja kustannuksia</p>	<p>Varmistetaan ennen työhön ryhtymistä, että alustan lämpötila on vähintään tasoihevalmistajan suositteleman vähimmäislämpötilan yläpuolella</p> <p>Lattian lämpötilan tulisi olla mieluummin muutamia asteita vähimmäislämpötilan yläpuolella, jotta reikäisyys voidaan varmemmin välttää</p> <p>Seurataan alustan lämpötilaa myös työn ja tasoiheen lujittumisen aikana</p>
	Kuuma alusta	<p>Työaika lyhenee</p> <p>Tasoite hydratoituu epätasaisesti ja siihen saattaa jäädä jännityksiä, joiden seurauksena voi muodostua halkeamia</p> <p>Epätasainen kuivuminen, jonka seurauksena muodostuu halkeamia</p> <p>Loppulujuuden aleneminen</p>	<p>Varmistetaan ennen työhön ryhtymistä, että alustan lämpötila on korkeintaan tasoihevalmistajan suositteleman maksimilämpötilan alapuolella</p> <p>Kytetään lattialämmitys pois päältä vähintään vuorokautta ennen tasoihevalmistuksen aloitusta</p> <p>Noudatetaan valmistajan ohjeita</p>
	Alustan kutistumat eivät ole juurikaan kehittyneet	Alusta kutistuu tasoiheamisen ja pinnoittamisen jälkeen, jolloin lattiaan tulee halkeamia	Varmistetaan alustan kutistumien kehittyminen riittäväksi tasolle hyvillä kuivumisolosuhteilla ja riittävän pitkällä kuivumisajalla ennen tasoihevalmistusta ja pinnoitusta
	Alustan (betoni) väärä korko-asema	Tasoihe tehdään vääränpaksuisina kerroksina, jolloin tasoihe ei toimi enää suunnitellulla tavalla ja sen ominaisuudet kärsivät	Ennen valua mitataan haluttu korko-asema
	Alustan (betoni) suuri epätasaisuus	Tasoihetta tulee eri kohtiin eri paksuisia kerroksia, jolloin kuivuminen ja kutistuminen tapahtuvat eri tavalla, mistä voi seurata tasoiheen halkeilua	Seurataan valun aikana toteutuvaa korko-asemaa
			Tarkistetaan alustan korko-asema ennen tasoihevalmistuksen ryhtymistä ja tasataan mahdolliset korkoerot
			Hierretään alusta huolella tasaiseksi
			Tasataan epätasaisuuksia hiomalla
			Tarkistetaan alustan tasaisuus ennen tasoihevalmistuksen ryhtymistä

	Alustan (betoni) korkea kosteuspi-toisuus	Tasoiheen kuivumisaika on arvioitua pidempi; jos pinnoitus tehdään koste-alle alustalle, niin kosteus voi jäädä rakenteeseen ja pinnoite voi kärsiä Tasoiheen pohjusteen kuivumisaika on arvioitua pidempi; jos tasoius aloi-tetaan kuivumattomalle pohjusteelle, niin alusta voi imeä siitä kosteutta, jolloin tasoiheen lujuus jää heikoksi ja tasoiheen pinnasta tulee reikäinen, tämän lisäksi pohjuste voi vaahdota ja tehdä ta-soiheen pinnasta reikäi-sen	Varmistetaan betonialustan riittävä kuivuminen hyvillä kuivumisolosuhteilla ja riittä-vällä kuivumisajalla Suojataan alusta sateelta Ei tehdä alustan päällä töitä, joissa käytetään vettä Varataan pohjusteen kuivu-miselle riittävästi aikaa, niin ettei pohjuste enää kiillä ta-soitettaessa Laaditaan ja noudatetaan kuivanapitosuunnitelmaa
	Imeville tai to-della paljon huokoisia sisältävälle (betoni) alustalle asennetaan liian vähän pohjus-tetta	Alusta kykenee imemään tasoihteessa olevaa kos-teutta, jolloin tasoiheen riittävään hydrataatioon ei ole saatavilla vettä ja tasoiheen lujuus jää hei-koksi Betonissa oleva ilma siir-tyy tasoihteeseen, kun ta-soiheen kosteus siirtyy betoniin, jolloin tasoiheen pinnasta jää reikäinen, mikä hankaloittaa pinnoi-tustyötä, lisää pinnoitteen menekkiä ja työmäärää sekä kustannuksia	Tutustutaan huolellisesti pohjusteen käyttöohjeisiin Asennetaan pohjuste har-jaamalla ristiin, jotta se peit-tää varmasti koko betonin pinnan ja tukkii kaikki pin-nan huokokset Todella imeville alusteille voidaan pohjustus tehdä kahteen kertaan, ensin lai-meammalla ja sitten oike-alla seossuhteella valmiste-tulla pohjusteella
	Huolimaton rei-kien tukkiminen ja stoppareiden asennus	Tasoihemassa pääsee valumaan reiästä sotkien muita rakenteita ja tasoi-temassan pintaan tulee painaunomia	Tehdään tasoihtettavalle alu-eelle tarkastus ennen tasoi-teen levittämistä Varmistetaan, että valustop-parit ovat tukevasti paikoil-laan ja reiät tukittu huolelli-sesti

Tasoitustyö	Liiallisen veden käyttö	Tasoiheen lujuusominaisuudet kärsivät jo pienestä vesimäärän ylityksestä Mikäli vettä on käytetty vain vähän liikaa, niin vain tasoiheen pintaan voi muodostua heikko kerros joillakin tuotteilla Tasoihe pääsee erottumaan Tasoihe kutistuu enemmän, minkä seurauksena tasoihe voi halkeilla Kuivumisaika pitenee Erityisen herkkiä liiallisen veden käytölle ovat polymeerimodifioidut ja nopeasti kuivuvat tuotteet, joiden ominaisuudet kärsivät liiallisen veden käytöstä	Käsin sekoitettaessa tehdään tasoihetta aina säkillinen kerrallaan ja mitataan tarvittava vesimäärä aina tarkasti esimerkiksi mittakannulla Tehdään tasoiheelle leviämätesti työn alkaessa ja seurataan tasoiheen vesimäärää leviämätestien avulla tasoitustyön aikana Varataan huonolle liikaa vettä sisältävälle tasoiheelle paikka; pumppauksen alussa voi tulla heikkolaatuista tasoihetta Painotetaan oikean vesimäärän tärkeyttä ja kerrotaan syyt siihen työntekijöille Pidetään pumppauspöytäkirjaa
	Tumma pumppuletku auringonpaisteessa	Tasoihe kuumenee letkussa, jolloin sen ominaisuudet kärsivät Työaika lyhenee	Valitaan vaaleita pumppuletkuja tai pidetään tummat letkut varjossa
	Valitaan liian lyhyt pumppuletku	Tasoihe ei kerkeä tekeytyä ja sekoittumaan letkussa, jolloin sen levittäminen hankaloituu	Selvitetään tasoihevalmistajalta optimaalinen letkun pituus
	Liian lyhyt sekoitusaika	Mahdollisesti veteen liukenevat lisäaineet eivät kerkeä aktivoitumaan, jolloin tasoiheen työstettävyyssominaisuudet eivät ole halutulla tasolla Tasoiheesta jää paakkuihin	Tarkistetaan tasoihevalmistajan suosittama sekoitusaika ja massan laatu valmiiksi sekoitettuna Mitataan sekoittamiseen käytettävää aikaa sekuntikellolla
	Vääränlainen sekoitusväline tai sekoitusnopeus	Tasoihe erottuu Tasoiheeseen tulee ilmapuolia, jotka tekevät tasoiheen pinnasta reikäisen	Varmistetaan valmistajan ohjeista, oikea sekoitusmenetelmä sekoitusvälineiden ja kierrosnopeuksien Varsinkin paksut tasoihemassat saattavat haukata paljonkin ilmaa, joten niiden sekoitus tulee suorittaa erityisen huolellisesti

	Liian kuuma vesi	Tasoitemassa ylikuumeenee, jolloin sen ominaisuudet kärsivät Tasoitteen kovettumisreaktiot nopeutuvat, jolloin työaika lyhenee	Yleensä viileä tai kylmä vesijohtovesi olisi parasta Tutustutaan valmistajan ohjeisiin lisättävän veden lämpötilasta
	Liian pitkä työaika	Tasoitemassan levitettävyyksy heikkenee Tasoitteen pinnasta tulee epätasainen Tasoiterintamien välit halkeavat kuivumisen edetessä Tasoitemassa menettää ominaisuuksiaan	Tehdään massaa vain sen verran mitä kyetään levittämään työajan puitteissa Huomioidaan tasoitemassan eri sekoituserien työajat tasoiterintamia yhdistäessä
	Huolimaton pinnan käsittely	Tasoitteen pinnasta tulee reikäinen, mikä hankaloittaa pinnoitustyötä Tasoitemassa ei painaudu täysin tiiviisti alustaansa vasten Tasoitteen pinnasta ei tule tasainen	Valitaan oikeanlaiset työvälineet pinnan käsittelyyn; ohuille kerroksille piikkitela; keskipaksuille lasta; paksummille hevonen Piikkitelan on koettu olevan tehokas työväline ilmapölyn poistoon Tehdään pinnan käsittely pumppauksen yhteydessä ristiin, joka kohtaan Noudatetaan valmistajan ohjeita
	Tuotteen väärä asennusjärjestys	Tasoiterintamat eivät valu yhteen ja rintamien välille tulee halkeamia	Tyypillisesti tasoitteet levitetään 30–40 cm levyisinä rintamina ja niiden pintaa käsitellään, jotta rintamat valuisivat yhteen Asennusjärjestyksessä tulee noudattaa valmistajan ohjeita
Tasoitus- ja kuivumisolosuhteet sekä ympäristö	Suora auringonpaahde ikkunoista	Tasoite ylikuumeenee paikallisesti ja kuivuu liian nopeasti, jolloin loppulujuus heikkenee ja tasoitteeseen tulee halkeilua	Peitetään ikkunat ja oviaukot tasoitetyön sekä tasoitteen kuivumisen ajaksi

	Veto	Kuivattaa tasoitteen pintaa liian nopeasti heti levittämisen alkuvaiheessa, jolloin tasoi- te halkeilee ja sen loppulu- juus kärsii Eryityisesti käsinlevitettä- vät massat ovat herkkiä vedolle	Rakennukseen tulisi olla ik- kunat ja ovet asennettuina ennen tasoitustyön aloitta- mista Vältetään turhaa ovien ja ik- kunoiden availua, kuten ul- koa sisälle tapahtuvaa haa- laustyötä Tuodaan tasoi- teletku esi- merkiksi takaovesta, jottei mahdollinen ongelmakohta ole vilkkaasti liikennöidyn pääoven kohdalla, mahdol- listen korjaustöiden helpot- tamiseksi ja lopputuloksen ulkonäön parantamiseksi
	Kylmä ilma	Tasoi- te ei kuivu ja kovetu suunniteltua vauhtia Loppulu- juus voi kärsiä Massa ei sitoudu riittävän nopeasti ja erottuu	Tarkistetaan valmistajan oh- jeista matalin sallittu lämpö- tila ja työskennellään vain sen yläpuolella Mikäli tasoi- tettavassa koh- teessa on pakkasta, ei ta- soitustyötä tule tehdä
	Kuuma ilma	Työaika lyhenee Tasoi- te voi kuivua liian nopeasti ja epätasaisesti, jolloin sen loppulu- juus kärsii ja se voi halkeilla	Tarkistetaan valmistajan oh- jeista korkein sallittu lämpö- tila, jossa voidaan työsken- nellä ja noudatetaan sitä
	Kuiva ilma	Tasoi- te kuivuu liian nope- asti ja sen loppulu- juus kärsii sekä siihen tulee halkeilua Tasoi- te ei kerkeä kerää- mään riittävää lujuutta kutistumia vastaan vaan halkeilee liian nopeasti kuivuessaan	Talviaikana ei työkohteen lämpötila saa olla tarpeetto- man korkea Mitataan työskentelytilan il- man kosteus ja tarkistetaan valmistajan suosittelemat arvot Yleensä heti tasoi- ttamisen jälkeen ympäröivä ilma ei saa olla liian kuivattavaa ja sen suhteellisen kosteuden tuleekin olla yli 50 % Kun tasoi- te on lujittunut riit- tävästi, niin tulee kuivu- misolosuhteita parantaa las- kemalla ilman suhteellista kosteutta ja nostamalla läm- pötilaa
	Kosteaa ilma	Tasoi- tteen kuivuminen hidastuu	Voi olla ongelmana syksyllä tai kesällä

		Tasoiheen loppulujuus voi kärsiä	Mitataan työskentelytilan ilman kosteus ja tarkistetaan valmistajan suosittelemat arvot
	Tärisivät laitteet	Hydrataation alkuvaiheessa syntyneiden heikkojen sauvamaisten kiteiden lujuus ei vielä ole riittävä ottamaan vastaan tärinästä tulevaa rasitusta vaan ne katkeavat, jolloin tasoiheen loppulujuus heikkenee Tasoihemassan erottuminen Tasoiheen pinta voi myös jäädä aaltoilevaksi	Yleensä vain korjauskohtien ongelma tuotantolaitoksissa Suunnitellaan työvaiheet siten, ettei tänä pääse vaikuttamaan lujuudenkehityksen alkuvaiheessa olevaan tasoihteeseen
	Tasoihte on pitkään ilman pinnoitetta	Tasoiheen ominaisuudet kärsivät	Pyritään suorittamaan pinnoitus heti, kun tasoihte on riittävästi kuivunut ja lujittunut Suojataan tasoiheen pinta jälkihoitoaineilla Jälkihoitoainetta tai tasoiheen peittämistä olisi suositeltavaa käyttää myös hyvin kuivattavissa olosuhteissa
	Tasoiheen ei anneta lujittua riittävästi	Koska tasoiheen lujuuden kehityksen aika riippuu monesta tekijästä, niin tasoihte ei välttämättä ole saavuttanut riittävä lujuutta pinnoituksen alkaessa ja tasoihte murtuu	Mikäli aikaa ei ole paljoa tasoiheen lujittumiselle, niin tulisi valita vähimmäislujuusvaatimuksia suuremmat lujuudet omaavia tasoihteita, jotka ovat nopeastikuivuvia tuotteita (sisältävät yleensä aluminaattisementtiä) Vaihtoehtoisesti tulee tasoiheen antaa lujittua riittävän kauan Tasoihteiden lujuusarvot on yleensä testattu 28 d:n ikäisiltä tasoihteilta, joten lujittumisajat voivat olla osalla tuotteista hyvinkin pitkät



	Tasoite kastuu kuivumisen ja lujuutumisen aikana ennen pinnoitusta	Kalsiumsulfaattitasoitteen lujuusominaisuudet kärsivät Kuivumisajat ennen pinnoitusta pitenevät	Ei tuoda vettä tilaan, jossa kalsiumsulfaattipohjainentasoite kuivuu Vältetään myös veden käyttöä tiloissa, joissa sementtipohjainen tasoite kuivuu ja poistetaan vesi mahdollisimman nopeasti tasoitteen päältä
Tasoitteen pinnan käsittely ennen pinnoitusta	Tasoitteen pintaa ei hiota ennen pinnoitusta	Mahdollisia heikkoja kohtia ei havaita hionnalla Tasoitteen pinnassa olevia epäpuhtauksia ei poisteta, jolloin tartunta tasoitteen ja pinnoitteen välillä voi heiketä Tasoitteen pinnassa mahdollisesti olevaa heikkoa kerrosta ei saada poistettua Tasoitteen pinnassa mahdollisesti olevia epätasaisuuksia ei saada poistettua ja lopputuloksen ulkonäkö kärsii Jos tasoitteen pinnassa on käytetty jälkihoitoaineita, niin ne saattavat estää pinnoitteen tartunnan Kalsiumsulfaattitasoitteiden heikko pinnassa oleva kipsiliimakerros murtuu pinnoitettaessa Kipsiliimakerros hidastaa kalsiumsulfaattitasoitteiden kuivumista	Hiotaan mieluummin myös tasoitteet, joiden pintaa ei tarvitsisi hioa ennen pinnoitusta etenkin silloin, jos tasoitteen pinta on päässyt liikaantumaan tai siihen on käytetty jälkihoitoainetta Kalsiumsulfaattitasoitteiden pintaan tuleva heikko kipsiliima kerros tulee hioa pois, näin saadaan myös kuivumisaikaa lyhennettyä
	Tasoitteen pinta kiillottuu hiottaessa	Saattaa olla, että joidenkin tasoitteiden kohdalla pinnan kiillottuminen heikentää pinnoitteen tartuntaa Suurempi karkea tartuntapinta-ala kuitenkin mahdollistaa paremman tartunnan kuin sileä	Pyritään hiomaan tasoitteen pinta karkeaksi Käytetään karkeita hiomapapereita tai mahdollisesti jopa timanttihiontaa Myös verkkohionnan on joskus koettu olevan hyvä vaihtoehto

	Tasoihteessa olevat kuidut nousevat pystyyn hiottaessa	Kuidut näkyvät pinnoitteen lävitse ja tekevät lattian pinnasta "karvaisen" näköisen	Hiotaan ensin kuidut tasoihteesta pystyyn ja asennetaan pinnoitteen pohjuste, jonka jälkeen katkotaan pystyssä olevat kuidut esimerkiksi verkkohiomakoneella
	Tasoihteen pintaa hiotaan liikaa	Lähelle nollapaksuutta hiottu tasoihte ei kykene ottamaan vastaan pinnoituksesta tulevaa kuormaa, vaan murtuu	Tasoihtepaksuutta valittaessa tulee huomioida myös hionta Hiontamenetelmää valittaessa, tulee huomioida tasoihtekerroksen paksuus
Laadunvarmistus	Työntekijöitä ei perehdytetä tasoihtustyöhön riittävästi	Mikäli tasoihtajat eivät tiedä, että lattia pinnoitetaan, niin saattaa työn jälki ja tasoihteen loppulujuus olla sopivat lattiapäällysteille, mutta eivät pinnoitteille	Tasoihtajille pidetään perehdytys, jossa kerrotaan työn lopputuloksen vaatimukset, syyt niihin ja keinot niihin pääsemiseksi sekä vääristä työmenetelmistä tulevat ongelmat
	Mestän vastaanottoa ei tehdä riittävällä tarkkuudella	Alustassa olevat virheet saattavat jäädä huomaamatta ja tasoihte irtoaa alustastaan Huolimattoman kolojen tukkimisen seurauksena tasoihteen pintaan saattaa tulla painaumuksia, kun tasoihte valuu koloihin Tasoihteen pintaan saattaa nousta roskia Aikataulussa ei pysytä, jos ongelmat huomataan vasta tasoihtustyön suunniteltuna aloituspäivänä	Koska tasoihtustyön tekijä harvoin tekee alustan esivalmistelut itse, on tärkeää, että mestän vastaanotto suoritetaan ja mahdolliset alustan virheet voidaan korjata hyvissä ajoin ennen tasoihtusta Kun tasoihtaja ottaa mestän vastaan, niin samalla hän voi taata, että työ tulee onnistumaan halutulla laatutasolla kyseiselle alustalle
	Pumppauspöytäkirjaa ei tehdä	Mikäli ongelmia ilmenee tasoihteessa jälkikäteen, on niiden syytä hankalampi selvittää Tieto tasoihtuksen aikana ilmenneistä ongelmista ei siirry pinnoittajalle	Pumppauspöytäkirja tulisi tehdä aina tasoihtustyöstä Myös kirjanpito käsinsekoitettavista tasoihteista olisi hyvä tehdä
	Leviämätestejä ei tehdä	Tasoihteen seossuhteet voivat olla väärät ja tasoihteen ominaisuudet jäädä heikoiksi	Leviämätestejä tulisi tehdä aina ennen tasoihtamisen aloitusta ja varsinkin laajoja alueita tasoihtettaessa työn

			aikana ja niiden tulokset dokumentoida
	Tasoiheen tartuntavetolujuutta ei tarkisteta ennen pinnoitusta	Tasoiheen toteutuneesta tartuntavetolujuudesta ei saada varmuutta ja mahdollisesti heikko lujuus jää huomaamatta	Tartuntavetolujuuskokeet ovat suositeltavia, varsinkin kohteissa, joissa heikko tartuntavetolujuus voi aiheuttaa suuria kustannuksia Pienemmissä kohteissa alustan lujuutta voidaan arvioida esimerkiksi hionnan pölyävyydestä, tasoihepintaa terävällä esineellä raappamalla tai hilaristikko-testerillä Kuitenkin, jos tasoiheen epäillään olevan liian heikko, niin tulisi tartuntavetolujuuskokeet tehdä Onko tartuntavetolujuutta syytä epäillä, mikäli tasoiheeseen ollaan käytetty vähimmäislujuusvaatimukset täyttävää tasoihetta, jota ei ole toteutettu laboratorion tarkkuudella ja laboratorion hallituissa olosuhteissa?
	Tasoiheen tartunta alustaansa ei varmisteta	Pinnoituksen yhteydessä tai käytössä tasoihe ja pinnoite irtoavat alustastaan ja murtuvat	Tasoiheen tartunta alustaansa tulee varmistaa kauttaaltaan koputteleamalla tasoiheen pintaa, jotta varmistutaan ettei kopoja alueita ole
	Tasoiheen puristuslujuutta ei tutkita	Liian heikko tasoihe ei kestä kuormitusta ja murtuu	Tasoiheen puristuslujuutta voidaan tutkia kimmovasaralla, mikäli epäillään, ettei tasoihe täytä vaatimuksia Onko puristuslujuutta syytä epäillä, mikäli tasoiheeseen ollaan käytetty C25 tasoihetta, jota ei ole toteutettu laboratorion tarkkuudella ja laboratorion hallituissa olosuhteissa?

	Hiontajälkeä ei tarkasteta ennen pohjustusta	Tartuntaongelmia voi esiintyä	Hiontajälki tulisi tarkistaa aina työn jälkeen silmämääräisesti ja kädellä tunnustelemalla Erityisesti pystyrakenteiden vierustat tulisi tarkistaa huolella, sillä niiden hionta on hankalaa
Pinnoitus	Mestän vastaanottoa ei suoriteta riittäväällä tarkkuudella	Pinnoitusta aletaan tehdä heikolle alustalle	Pinnoittajan olisi myös itse hyvä varmistaa, ettei alusta ole liian heikko, jottei hän anna takuuta huonolle alustalle tehtävästä pinnoituksesta Pinnoittaja voi paljastaa heikon alustan muun muassa seuraamalla hionnasta lähtevää pölyn määrää, raaputtamalla tasoitteen pintaa terävällä esineellä tai käyttämällä hilaristikkotesteriä
	Pinnoitusmestän vastaanottoa ja tasoitustyön luovutusta ei tehdä samaan aikaan	Tieto mahdollisista ongelmista tasoitustyön aikana ei välttämättä siirry pinnoittajalle	Tasoitustyön suoritus ja pinnoitusmestän vastaanotto olisi suositeltavaa tehdä yhtä aikaa Mahdolliset ongelmakohtat saadaan selville ja niiden kohdalla voidaan tehdä tarkempaa tarkastelua Myös tasoittajat saavat arvokasta tietoa, jota he voivat käyttää hyödykseen seuraavissa kohteissa
	Mallityötä ei tehdä	Koko tasoiteala pinnoitetaan kerralla ja vasta pinnoituksen jälkeen huomataan, etteivät tuotteet sovellu yhteen Pinnoite saattaa heikentää tasoitteen lujuuutta, jolloin tasoitus joudutaan poistamaan ja tekemään uudelleen sekä pinnoitus suorittamaan eri tuotteella Lattiapinnasta ei saada ulkonäöllisesti riittävän hyvää	Mallityö olisi aina suositeltavaa tehdä, sillä mallityö voi paljastaa tasoitteen ja pinnoitteen yhteensopimattomuuden Myös pinnoitustyö menetelmien oikeanlaisuudesta voidaan varmistua mallityön avulla, jolla todetaan halutun ulkonäön saavuttaminen

	Betonia tiiviimän tasoitepinnan ominaisuuksia ei oteta pinnoituksessa huomioon	Pinnoite ei kykene muodostamaan riittävää tartuntaa tasoitteeseen	Joskus voi olla perusteltua tehdä pinnoituksen pohjustus siten, että ensin levitetään runsaasti ohennettu pohjustuskerros tasoitteen päälle ja tämän kerroksen päälle asennetaan oikealla seossuhteella valmistettu pohjuste Ohennettu pohjuste kykenee tunkeutumaan syvemmälle alustaansa ja myös lujittaa alustansa pintaosia, jolloin heikompikin tasoite kestää paremmin pinnoittamisesta ja käytöstä tulevat rasitukset murtumatta
--	--	---	--

## 8. LÄHDELUETTELO

- [1] K. Aalto-Korte, B. Bäck, M.-L. Henriks-Eckerman, S. Jungerwelter, E. Mäkelä, M. Pesonen, K. Suuronen, K. Ylinen, Epoksi-turvallinen pinnoituskemikaalien käyttö, Työterveyslaitos, 2015, verkkosivu Saatavissa (viitattu 6.8.2020): <https://www.ttl.fi/tyoymparisto/altisteet/epoksi-turvallinen-pinnoituskemikaalien-kaytto/>
- [2] T. Aarre, F. Østergaard, Test Report: Measurement of bond strenght by pull-off, Taastrup, 2010, julkaisematon, raportti
- [3] T. Aarre, F. Østergaard, Test Report: Measurement of bond strenght by pull-off, Taastrup, 2010, julkaisematon, raportti
- [4] Alustan betonointi ja lattian tasoitus ennen pinnoitusta tai maalausta, Ardex Oy, Saatavissa (viitattu 13.7.2020): <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiQpOfu48nqAhVKxosKHRTRBroQFjABegQIA-xAB&url=https%3A%2F%2Fardex.fi%2Fwp-content%2Fuploads%2F2020%2F03%2F7.0-Alustan-betonointi-ja-lattian-tasoitus-ennen-pinnoitusta-tai-maalausta.pdf>
- [5] Betonilattian pinnoitus, Betoniteollisuus ry, verkkosivu, Saatavissa (viitattu 27.8.2020): <https://betoni.com/arkkitehtisuunnittelu/arkkitehtisuunnittelu/lattiat/betonilattian-pinnoitus/>
- [6] Betonilattioiden ja olemassa olevan vanhan tasoitteen vetolujuuden mittaust, 2020, julkaisematon, raportti
- [7] Betonitekniikan oppikirja 2004, Suomen Betoniuhdistys r.y., Helsinki, 2004
- [8] BS 8204-1:2003, Screeds, bases and in situ floorings - Part 1: Concrete bases and cement sand levelling screeds to receive floorings - Code of practice, British Standards Institution, 2003
- [9] BS 8204-7:2003, Screeds, bases and in situ floorings - Part 7: Pumpable self-smoothing screeds - Code of practice, British Standard, 2003
- [10] by45/bly7, Betonilattiat 2018, Suomen Betoniyhdistys r.y., Helsinki, 2018
- [11] by54/bly12, Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2010, Suomen Betoniyhdistys r.y., Helsinki, 2010
- [12] P. Cyril, Installation of bases and screeds for resin floorings and coatings, 9.2005, Saatavissa (viitattu 6.8.2020): <https://search-proquest-com.lib-proxy.tuni.fi/technology1/docview/204115250/AA4E323D64254746PQ/1?accountid=14242>
- [13] J. K. Fink, Additives for High Performance Applications - Chemistry and Applications, 2017, Saatavissa (viitattu 13.8.2020):

[https://app.knovel.com/web/toc.v/cid:kpAHPACA01/viewerType:toc//root\\_slug:viewerType%3Aatoc/url\\_slug:root\\_slug%3Aadditives-high-performance?kpromoter=federation](https://app.knovel.com/web/toc.v/cid:kpAHPACA01/viewerType:toc//root_slug:viewerType%3Aatoc/url_slug:root_slug%3Aadditives-high-performance?kpromoter=federation)

- [14] GUIDE TO THE SPECIFICATION & APPLICATION OF SCREEDS, The Resin Flooring Association, Saatavissa (viitattu 25.8.2020): <https://www.ferfa.org.uk/guidance/publications/>
- [15] GUIDE TO THE SPECIFICATION AND APPLICATION OF SYNTHETIC RESIN FLOORING, The Resin Flooring Association, 13.12.2018, Saatavissa (viitattu 8.4.2020): <https://www.ferfa.org.uk/wp-content/uploads/2018/05/SpecGuideCPD.pdf>
- [16] T. Haimala, E. Häkkä-Rönholm, L. Rautiainen, BLY 11 Teollisuuslattioiden pinnoitus, VTT Rakennetekniikka, 8.11.1999, Saatavissa (viitattu 27.8.2020 6.8.2020): [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewjfqjCzL\\_wAhVMplsKHZVfCyMQFjAAegQIBRAD&url=http%3A%2F%2Fwww.bly.fi%2Ffile%2Fbly-11.pdf%3F641373&usq=AOvVaw3rDOyxt8cGM1Ku3xcdHaHt](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewjfqjCzL_wAhVMplsKHZVfCyMQFjAAegQIBRAD&url=http%3A%2F%2Fwww.bly.fi%2Ffile%2Fbly-11.pdf%3F641373&usq=AOvVaw3rDOyxt8cGM1Ku3xcdHaHt)
- [17] M. Harinen, työpäällikkö, Heikkinen Yhtiöt, puhelinkeskustelu. Haastattelu 5.5.2020
- [18] J. Heinonen, toimitusjohtaja, Master Chemicals Oy, puheenjohtaja, Suomen Betnilattiayhdistys r.y., puhelinkeskustelu. Haastattelu 15.3.2020
- [19] S. Hirsijärvi, H. Hurme, Tutkimushaastattelu: teemahaastattelun teoria ja käytäntö, Gaudeamus, Helsinki, 2008
- [20] H. Immonen, tekninen päällikkö, Ardex Oy, puhelinkeskustelu. Haastattelu 24.6.2020
- [21] L. Kaila, P. Meriläinen, P. Ojala, P. Pihko, Lukion kemia reaktio 4; Metallit ja materiaalit, Sanoma Pro Oy, Helsinki, 2010
- [22] P. Kapulainen, M. Raatikainen, toimitusjohtaja, tekninenasiantuntija, TKR Marketing Oy, puhelinkeskustelu. Haastattelu 16.4.2020
- [23] C. Kivimäki, L. Koistinen, Ratu 0405, Lattiatasoitetyö, Menetelmät ja menekit, Rakennustieto Oy, 2012
- [24] A. Kokko, työpäällikkö, Heikkinen Yhtiöt, puhelinkeskustelu. Haastattelu 28.4.2020
- [25] P. Kokko, Pinnoitenäytteiden tartuntalujuuden laboratoriotutkimukset, Tampere, 2017, julkaisematon, raportti
- [26] P. Kokko, Pinnoitenäytteiden tartuntalujuuden laboratoriotutkimukset, Tampere, 2017, julkaisematon, raportti
- [27] J. Komonen, Betonirakenteiden korjaaminen, Esikäsittelyt ja laastipaikkauksen periaatteet, 2018, Saatavissa (viitattu 26.8.2020): <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewjanNK-3bjrAhXIAhAIHViJCd4QFjAAegQIA->

xAB&url=http%3A%2F%2Fwww.betoniyhdistys.fi%2Fmedia%2Fkurssimateriaalia%2Fbkrf-2018%2F6\_korjauskurssi-2018-esikasittelyt\_\_komonen.pdf&usg=AOvVaw1xD

- [28] J. Komonen, T. Merikallio, S. Niemi, Betonilattiarakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen, Betonikeskus ry, Helsinki, 2007
- [29] J. Komonen, tutkimuspäällikkö, Contesta Oy, puhelinkeskustelu. Haastattelu 4.6.2020
- [30] J. Kontio, Tasoitteiden ja pinnoitteiden yhteensopivuus, Betonipäivät, 2018
- [31] J. Kontio, toimitusjohtaja, Build Care Oy, puhelinkeskustelu. Haastattelu 30.3.2020
- [32] Lattiapäällysteiden ja –pinnoitteiden valintaohje, Suomen Yliopistokiinteistöt Oy, 1.6.2017, Saatavissa (viitattu 27.8.2020) <https://sykoy.fi/wp-content/uploads/Lattiap%C3%A4%C3%A4llysteiden-ja-pinnoitteiden-valintaohje.pdf>
- [33] Lattiatasoite vetokoe, 2018, julkaisematon, raportti
- [34] Lattiatasoiteiden nopea päällystettävyyys, Saint-Gobain Finland Oy, Saatavissa (viitattu 15.7.2020): <https://www.fi.weber/alkadryr/lattiatasoiteiden-nopea-paalystettavyys>
- [35] G. Lauren, kehityspäällikkö, Saint Gobain Finland Oy, Weber, puhelinkeskustelu. Haastattelu 28.4.2020
- [36] Lausunto, Suomen Betonilattiyhdistys r.y., Helsinki, 2020, julkaisematon, lausunto
- [37] J. Lehtonen, johtaja, SPT-painting Oy, puhelinkeskustelu. Haastattelu 14.5.2020
- [38] V. Leino, suunnittelupäällikkö, Sweco Rakennetekniikka Oy, puhelinkeskustelu. Haastattelu 4.6.2020
- [39] P. Lindberg, tuotekehityspäällikkö, Kiilto Oy, puhelinkeskustelu. Haastattelu 24.4.2020
- [40] R. Niemelä, tuotekehityspäällikkö, Fescon Oy, puhelinkeskustelu. Haastattelu 14.4.2020
- [41] S. Niemi, Betonirakenteiden kosteuden mittaaminen ja onnistunut päällystäminen, 2010, Saatavissa (viitattu 10.8.2020): <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj8vuLa2JDrAhXmIYsKHY- jjAp0QFjAAegQIBhAB&url=https%3A%2F%2Fwww.rakennustieto.fi%2FDownloads%2FRK%2FRK100401.pdf&usg=AOvVaw1uR4w6ZRRJUDN8attBA4xS>
- [42] S. Niemi, yksikönpäällikkö, Vahanen Rakennusfysiikka Oy, puhelinkeskustelu. Haastattelu 23.6.2020
- [43] J. Nikkola, L. Wirtanen, Research report: PULL-OFF ADHESION STRENGTH, 2015, julkaisematon, raportti



- [44] T. Ojala, EPOKSILATTIATUOTTEIDEN TARTUNTA KAHTeen ERI TASOITTEESEEN, 2013, julkaisematon, raportti
- [45] T. Ojala, Lattiatuotteiden tartunta tasoitteisiin, 2010, julkaisematon, raportti
- [46] T. Ojala, tuotekehityskemisti, Teknos Oy, puhelinkeskustelu. Haastattelu 14.4.2020
- [47] Opas kestäviin lattiapinnoitteisiin ja asennusalustan vaatimuksiin, ArmeKa engineering ja finnester coatings, 2020, Saatavissa (viitattu 29.6.2020): <http://floor.armeKaengineering.com/files/armeKa.ota.fi/tiedostot/Lattiapinnoiteopas2020.pdf>
- [48] J. Plank, Self-Levelling Flooring Compounds Based on Ternary Binder Systems, 2017, Saatavissa (viitattu 12.8.2020): <https://www.cimsa.com.tr/ca/docs/71DDE-CEE521E470BA4ADA95A091840/8F12E5AB70764F83A47F19E06C3F3C28.pdf>
- [49] primerin toimivuus tasoitteiden päällä, 2018, julkaisematon, raportti
- [50] PSK 2703, Betonilattioiden pintakäsittely. Käyttösuositus prosessiteollisuudelle, PSK Standardisointi yhdistys ry, 20.11.2008
- [51] H. Raad, tuotepäällikkö, Saint Gobain Finland Oy, Weber, puhelinkeskustelu. Haastattelu 2.7.2020
- [52] S. Rastas, toimitusjohtaja, Nanten Oy, puhelinkeskustelu. Haastattelu 29.5.2020
- [53] J. Roinisto, LABORATORIOKokeita CASCO FLOOR EXPERT CLS + NANTEN PINNOITTEELLA, Laatta 1, Vantaa, 2021, raportti
- [54] J. Roinisto, LABORATORIOKokeita CASCO FLOOR EXPERT CLS + NANTEN PINNOITTEELLA, Laatta 2, Vantaa, 2021, raportti
- [55] J. Roinisto, LABORATORIOKokeita CASCO FLOOR EXPERT HL50 + MASTER CHEMICALS PINNOITTEELLA, Laatta 14, Vantaa, 2021, raportti
- [56] J. Roinisto, LABORATORIOKokeita CASCO FLOOR EXPERT HL50 + NANTEN PINNOITTEELLA, Laatta 13, Vantaa, 2021, raportti
- [57] J. Roinisto, LABORATORIOKokeita FESCON ANON + MASTER CHEMICALS PINNOITTEELLA, Laatta 10, Vantaa, 2021, raportti
- [58] J. Roinisto, LABORATORIOKokeita FESCON ANON + MASTER CHEMICALS PINNOITTEELLA, Laatta 9, Vantaa, 2021, raportti
- [59] J. Roinisto, LABORATORIOKokeita FLOWBASE + MASTER CHEMICALS PINNOITTEELLA, Laatta 5, Vantaa, 2021, raportti
- [60] J. Roinisto, LABORATORIOKokeita FLOWBASE + MASTER CHEMICALS PINNOITTEELLA, Laatta 6, Vantaa, 2021, raportti
- [61] J. Roinisto, LABORATORIOKokeita FLOWHYBRID + MASTERS CHEMICALS PINNOITTEELLA, Laatta 7, Vantaa, 2021, raportti

- [62] J. Roinisto, LABORATORIOKOKKEITA FLOWHYBRID + MASTERS CHEMICALS PINNOITTEELLA, Laatta 8, Vantaa, 2021, raportti
- [63] J. Roinisto, LABORATORIOKOKKEITA KIILTO PRO HARD PLAN + MASTER CHEMICALS PINNOITTEELLA, Laatta 12, Vantaa, 2021, raportti
- [64] J. Roinisto, LABORATORIOKOKKEITA KIILTO PRO HARD PLAN, Laatta 11, Vantaa, 2021, raportti
- [65] J. Roinisto, LABORATORIOKOKKEITA KIILTO PRO INDUSTRI K + MASTERS CHEMICALS PINNOITTEELLA, Laatta 15, Vantaa, 2021, raportti
- [66] J. Roinisto, LABORATORIOKOKKEITA KIILTO PRO INDUSTRI K + MASTERS CHEMICALS PINNOITTEELLA, Laatta 16, Vantaa, 2021, raportti
- [67] J. Roinisto, LABORATORIOKOKKEITA KIILTO PRO MAXIRAPID + NANTEN PINNOITTEELLA, Laatta 19, Vantaa, 2021, raportti
- [68] J. Roinisto, LABORATORIOKOKKEITA KIILTO PRO MAXIRAPID + NANTEN PINNOITTEELLA, Laatta 20, Vantaa, 2021, raportti
- [69] J. Roinisto, LABORATORIOKOKKEITA KIILTO PRO ROTAVJÄMNING + MASTERS CHEMICALS PINNOITTEELLA, Laatta 17, Vantaa, 2021, raportti
- [70] J. Roinisto, LABORATORIOKOKKEITA KIILTO PRO ROTAVJÄMNING + MASTERS CHEMICALS PINNOITTEELLA, Laatta 18, Vantaa, 2021, raportti
- [71] J. Roinisto, LABORATORIOKOKKEITA PCL PERPILAN MULTI + NANTEN PINNOITTEELLA, Laatta 4, Vantaa, 2021, raportti
- [72] J. Roinisto, LABORATORIOKOKKEITA PCL PERPILAN MULTI + NANTEN PINNOITTEELLA, Laatta 3, Vantaa, 2021, raportti
- [73] RT 14-10984, BETONIN SUHTEELLISEN KOSTEUDEN MITTAUS, Rakennustieto Oy
- [74] RT 14-11103, SisäRYL 2013, Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset, Talonrakennuksen sisätyöt, Rakennustietosäätiö, 2013
- [75] RT 29-11064, Rakennusmaalaukset, Tuotteita ja käsitteitä, Rakennustietosäätiö, 2012
- [76] H. Rytövuori, H. Siro, Betonilattioiden päällystettävyyden tutkimuskeskus, Espoo, 1981
- [77] J. Saarinen, ALUSTABETONIN KOSTEUSPITOISUUDEN VAIKUTUS PINNOITTEEN TARTUNTAAN, Betoni, No 4, 2010, s. 50–55
- [78] J. Salminen, lattiapinnoitusurakoitsija, Lattiatasoiitteet, Sähköposti 9.2.2021
- [79] J. Savolainen, työpäällikkö, Heikkinen Yhtiöt, puhelinkeskustelu. Haastattelu 5.5.2020
- [80] J. Savolainen, työpäällikkö, Heikkinen Yhtiöt, sähköposti, 21.5.2020

- [81] SFS 3939, LATTIANPÄÄLLYSTEET. KESTÄVYYDEN MÄÄRITTÄMINEN RASKAASTI KUORMITETULLA PYÖRIVÄLLÄ TEOLLISUUSPYÖRÄLLÄ, Suomen standardisoimisliitto, Helsinki, 1988,
- [82] SFS 5446, BETONI. TARTUNTALUJUUS = Betong. Vidhäftningdhållfasthet = Concrete. Bond strength, Suomen standardisoimisliitto, 1988
- [83] SFS-EN 12504-2 Betonin testaus rakenteista. Osa 2: Rikkomaton aineenkoetus. Kimmoarvon määrittäminen kimmovasaralla = Testing concrete in structures. Part 2: Non-destructive testing. Determination of rebound number, Suomen standardisoimisliitto, Helsinki, 2013
- [84] SFS-EN 13139, Laastivivaainekset = Aggregates for mortar, Suomen standardisoimisliitto, 2002
- [85] SFS-EN 13813, Tasoitemassat ja lattiatasoitteet. Tasoitemassat. Ominaisuudet ja vaatimukset = Screed material and floor screeds. Screed material. Properties and requirements, Suomen standardisoimisliitto, 2002
- [86] SFS-EN 13892-2, Methods of test for screed materials. Part 2: Determination of flexural and compressive strength, Suomen standardisoimisliitto, 2003
- [87] SFS-EN 13892-3, Methods of test for screed materials. Part 3: Determination of wear resistance. Böhme, Suomen standardisoimisliitto, Helsinki, 2015
- [88] SFS-EN 13892-4:en, Methods of test for screed materials. Part 4: Determination of wear resistance-BCA, Suomen standardisoimisliitto, Helsinki, 2003
- [89] SFS-EN 13892-5:en, Methods of test for screed materials. Part 5: Determination of wear resistance to rolling wheel of screed material for wearing layer, Suomen standardisoimisliitto, 2004
- [90] SFS-EN 13892-8 Methods of test for screed materials. Part 8: Determination of bond strength, Suomen standardisoimisliitto, 2003
- [91] SFS-EN 425, JOUSTAVAT JA LAMINOIDUT LATTIANPÄÄLLYSTEET. KESTÄVYYDEN MÄÄRITTÄMINEN PYÖRIVÄLLÄ TUOLINPYÖRÄLLÄ, Suomen Standardisoimisliitto, Helsinki, 2002
- [92] SFS-EN ISO 2409, MAALIT JA LAKAT. HILARISTIKKOKOE = Paints and varnishes. Cross-cut test, Suomen standardisoimisliitto, 2013
- [93] SFS-EN ISO 4624:2016, Maalit ja lakat. Tarttuvuuden arviointi vetokokeella = Paints and varnishes. Pull-off test for adhesion (ISO 4624:2016), Helsinki, 2016
- [94] J.D.N. Shaw, 4 Industrial flooring, 2002, Saatavissa (viitattu 30.6.2020): <https://doi.org/10.1016/B978-075064452-5/50059-6>
- [95] J. Sikstus, tuotepäällikkö, Sto Finexter Oy, puhelinkeskustelu. Haastattelu 28.5.2020
- [96] L. Sulanto, toimitusjohtaja, Master floor Oy, puhelinkeskustelu. Haastattelu 8.5.2020

- [97] Suoritustasoilmoitus, SHÖNOX HS 10, Oy Sika Finland Ab, Saatavissa (viitattu 13.7.2020): [https://media-pms2.schoenox.net/cpr/SCHONOXHS10\\_fi\\_fi\\_dop.pdf](https://media-pms2.schoenox.net/cpr/SCHONOXHS10_fi_fi_dop.pdf)
- [98] Suoritustasoilmoitus, SHÖNOX HS 50, Oy Sika Finland Ab, Saatavissa (viitattu 13.7.2020): [https://media-pms2.schoenox.net/cpr/SCHONOXHS50\\_fi\\_fi\\_dop.pdf](https://media-pms2.schoenox.net/cpr/SCHONOXHS50_fi_fi_dop.pdf)
- [99] Suoritustasoilmoitus, SHÖNOX SP-X, Oy Sika Finland Ab, Saatavissa (viitattu 13.7.2020): [https://media-pms2.schoenox.net/cpr/SCHONOXSPX\\_fi\\_fi\\_dop.pdf](https://media-pms2.schoenox.net/cpr/SCHONOXSPX_fi_fi_dop.pdf)
- [100] H. Taipola, toimitusjohtaja, Bermanto Oy, puhelinkeskustelu. Haastattelu 28.5.2020
- [101] Taitorakenteiden tarkastusohje: Liikenneviraston ohjeita 17/2013, Liikennevirasto, 2013, Saatavissa (viitattu 24.8.2020): [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjby-palp7PrAhVmw4sKHax1BQA4FBAWMAB6BAgCEAE&url=https%3A%2F%2Fjuikkaisut.vayla.fi%2Fpdf3%2Flo\\_2013-17\\_taitorakenteiden\\_tarkastusohje\\_web.pdf&usg=AOvVaw3DtYiQqcn8TwvVj4PAK47C](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjby-palp7PrAhVmw4sKHax1BQA4FBAWMAB6BAgCEAE&url=https%3A%2F%2Fjuikkaisut.vayla.fi%2Fpdf3%2Flo_2013-17_taitorakenteiden_tarkastusohje_web.pdf&usg=AOvVaw3DtYiQqcn8TwvVj4PAK47C)
- [102] J. Tamminen, toimitusjohtaja, Betton Oy, puhelinkeskustelu. Haastattelu 16.4.2020
- [103] Tasoitelattiat, suunnitteluohje, Saint-Gobain Finland Oy, Saatavissa (viitattu 15.7.2020): [https://www.fi.weber/files/fi/2018-12/8-21%20Tasoitelattiat\\_suunnitteluohje.pdf](https://www.fi.weber/files/fi/2018-12/8-21%20Tasoitelattiat_suunnitteluohje.pdf)
- [104] Tasoitetaulukko, SHÖNOX, Oy Sika Finland Ab, Saatavissa (viitattu 13.7.2020): [https://media-pms2.schoenox.net/schonox/brochures/tasoitetaulukko\\_schonox\\_web.pdf](https://media-pms2.schoenox.net/schonox/brochures/tasoitetaulukko_schonox_web.pdf)
- [105] Technical data Flowfast Quartz Classic, Flowcrete, Saatavissa (viitattu 1.7.2020): <https://www.flowcrete.co.uk/media/2612/flowcrete-uk-sds-flowfast-quartz-classic-december-2018.pdf>
- [106] Technical data, Aqualock OneCoat, Flowcrete, Saatavissa (viitattu 8.7.2020): <https://www.flowcrete.co.uk/media/4294/flowcrete-uk-sds-aqualock-onecoat-december-2018.pdf>
- [107] Technical data, Deckshield ED1, Flowcrete, Saatavissa (viitattu 1.7.2020): <https://www.flowcrete.co.uk/media/10777/deckshield-ed1-may-2019.pdf>
- [108] Technical data, Deckshield ED2, Flowcrete, Saatavissa (viitattu 1.7.2020): <https://www.flowcrete.co.uk/media/10778/deckshield-ed2-may-2019.pdf>
- [109] Technical data, Deckshield ID, Flowcrete, Saatavissa (viitattu 1.7.2020): <https://www.flowcrete.co.uk/media/3587/deckshield-id-may-2019.pdf>
- [110] Technical data, Deckshield Rapide ED1, Flowcrete, Saatavissa (viitattu 8.7.2020): <https://www.flowcrete.co.uk/media/10779/deckshield-rapide-ed1-may-2019.pdf>
- [111] Technical data, Deckshield Rapide ID, Flowcrete, Saatavissa (viitattu 1.7.2020): <https://www.flowcrete.co.uk/media/3586/deckshield-rapide-id-may-2019.pdf>

- [112] Technical data, Flowfast Quartz Classic for Wet Areas, Flowcrete, Saatavissa (viitattu 1.7.2020): <https://www.flowcrete.co.uk/media/2611/flowcrete-uk-sds-flowfast-quartz-classic-for-wet-areas-december-2018.pdf>
- [113] Technical data, Flowfast Quartz Structure, Flowcrete, Saatavissa (viitattu 1.7.2020): <https://www.flowcrete.co.uk/media/2613/flowcrete-uk-sds-flowfast-quartz-structure-december-2018.pdf>
- [114] Technical data, Flowfast SHF, Flowcrete, Saatavissa (viitattu 1.7.2020): <https://www.flowcrete.co.uk/media/2610/flowcrete-uk-sds-flowfast-shf-december-2018.pdf>
- [115] Technical data, Flowfast SHF, Flowcrete, Saatavissa (viitattu 1.7.2020): <https://www.flowcrete.co.uk/media/2610/flowcrete-uk-sds-flowfast-shf-december-2018.pdf>
- [116] Technical data, Flowshield Comfort, Flowcrete, Saatavissa (viitattu 1.7.2020): <https://www.flowcrete.co.uk/media/5020/flowshield-comfort-may-2019.pdf>
- [117] Technical data, MasterTop BC 325 N, BASF SE, Saatavissa (viitattu 8.7.2020): [https://assets.master-builders-solutions.com/fi-fi/mbs\\_tds\\_master-top\\_bc\\_325n.pdf](https://assets.master-builders-solutions.com/fi-fi/mbs_tds_master-top_bc_325n.pdf)
- [118] Technical data, MasterTop BC 361N, BASF SE, Saatavissa (viitattu 8.7.2020): [https://assets.master-builders-solutions.com/fi-fi/mbs\\_tds\\_master-top\\_bc\\_361n.pdf](https://assets.master-builders-solutions.com/fi-fi/mbs_tds_master-top_bc_361n.pdf)
- [119] Technical data, MasterTop BC 375 N, BASF SE, Saatavissa (viitattu 8.7.2020): [https://assets.master-builders-solutions.com/fi-fi/mbs\\_tds\\_master-top\\_bc\\_375n.pdf](https://assets.master-builders-solutions.com/fi-fi/mbs_tds_master-top_bc_375n.pdf)
- [120] Technical data, Peran CHD, Flowcrete, Saatavissa (viitattu 8.7.2020): <https://www.flowcrete.co.uk/media/5018/flowcrete-uk-sds-peran-chd-december-2018.pdf>
- [121] Technical data, Perman Comfort, Flowcrete, Saatavissa (viitattu 1.7.2020): <https://www.flowcrete.co.uk/media/2684/flowcrete-uk-sds-peran-comfort-december-2018.pdf>
- [122] Tekninen tiedote, NM050 Super lattiapinnoite, Tremco CPG Finland Oy, Saatavissa (viitattu 9.7.2020): [https://www.tremco-europe.com/fi\\_FI/etusivu/download/251/download.html](https://www.tremco-europe.com/fi_FI/etusivu/download/251/download.html)
- [123] Tekninen tietolehti, StoPox CS 100, Sto Finexter Oy, Saatavissa (viitattu 8.7.2020): [https://www.sto.fi/web-docs/0000/SDB/T\\_14204x001\\_0223\\_FI\\_01\\_01.PDF](https://www.sto.fi/web-docs/0000/SDB/T_14204x001_0223_FI_01_01.PDF)
- [124] Tekninen tietolehti, StoPox WB 100, Sto Finexter Oy, Saatavissa (viitattu 8.7.2020): [https://www.sto.fi/web-docs/0000/SDB/T\\_01496x001\\_0223\\_FI\\_02\\_01.PDF](https://www.sto.fi/web-docs/0000/SDB/T_01496x001_0223_FI_02_01.PDF)
- [125] Tekninen tietolehti, StoPur BB 100, Sto Finexter Oy, Saatavissa (viitattu 8.7.2020): [https://www.sto.fi/web-docs/0000/SDB/T\\_03778x003\\_0223\\_FI\\_02\\_01.PDF](https://www.sto.fi/web-docs/0000/SDB/T_03778x003_0223_FI_02_01.PDF)

- [126] Tuote-esit, ARDEX K 80, Ardex Oy, Saatavissa (viitattu 9.7.2020): <https://ardex.fi.hostnordic.me/wp-content/uploads/2019/08/ARDEX-K-80-teollisuustasoite.pdf>
- [127] Tuote-esite, ARDEX A 45, Ardex Oy, Saatavissa (viitattu 13.7.2020): <https://ardex.fi.hostnordic.me/wp-content/uploads/2019/06/ARDEX-A-45-korjausmassa.pdf>
- [128] Tuote-esite, ARDEX A 46, Ardex Oy, Saatavissa (viitattu 9.7.2020): <https://ardex.fi.hostnordic.me/wp-content/uploads/2019/03/ARDEX-A-46-korjausmassa-ulkotiloihin.pdf>
- [129] Tuote-esite, ARDEX EP 2000, Ardex Oy, Saatavissa (viitattu 14.7.2020): <https://ardex.fi/wp-content/uploads/2019/03/ARDEX-EP-2000-h%C3%B6yrynsulku.pdf>
- [130] Tuote-esite, ARDEX K 70, Ardex Oy, Saatavissa (viitattu 9.7.2020): <https://ardex.fi/wp-content/uploads/2019/03/ARDEX-K-70-oikaisumassa.pdf>
- [131] Tuote-esite, ARDEX K 75, Ardex Oy, Saatavissa (viitattu 13.7.2020): <https://ardex.fi/wp-content/uploads/2019/03/ARDEX-K-75-oikaisumassa.pdf>
- [132] Tuote-esite, ARDEX K301, Ardex Oy, Saatavissa (viitattu 9.7.2020): <https://ardex.fi.hostnordic.me/wp-content/uploads/2019/03/ARDEX-K-301-lattiatasoite-ulkotiloihin.pdf>
- [133] Tuote-esite, ARDEX P 51, Ardex Oy, Saatavissa (viitattu 13.7.2020): <https://ardex.fi.hostnordic.me/wp-content/uploads/2019/05/ARDEX-E-100-akryyliis%C3%A4aine.pdf>
- [134] Tuote-esite, ARDEX P 82, Ardex Oy, Saatavissa (viitattu 14.7.2020): <https://ardex.fi.hostnordic.me/wp-content/uploads/2019/05/ARDEX-P-82-pohjustusaine.pdf>
- [135] Tuote-esite, Kiilto HardPlan, Kiilto Oy, Saatavissa (viitattu 10.7.2020): <https://pim.kiilto.com/kiilto-pim-api/api/pdf/download/5ed7a8eae4b05445822e50a8>
- [136] Tuote-esite, MASTERCRYL 100 N, Master Chemicals Oy, Saatavissa (viitattu 7.7.2020): <https://www.master-chemicals.fi/wp-content/uploads/Mastercryl-100-N-Tuote-esite.pdf>
- [137] Tuote-esite, Mastercryl 112 primeri, Master Chemicals Oy, Saatavissa (viitattu 7.7.2020): <https://www.master-chemicals.fi/wp-content/uploads/MASTERCRYL-112-Tuote-esite.pdf>
- [138] Tuote-esite, Mastercryl 419 massa, Master Chemicals Oy, Saatavissa (viitattu 7.7.2020): <https://www.master-chemicals.fi/wp-content/uploads/MASTERCRYL-419-Tuote-esite.pdf>
- [139] Tuote-esite, VIACRETE PU-SC, Master Chemicals Oy, Saatavissa (viitattu 7.7.2020): <https://www.master-chemicals.fi/wp-content/uploads/VIACRETE-PU-SC-Tuote-esite.pdf>

- [140] Tuote-esite, VIASOL EP-P210, Master Chemicals Oy, Saatavissa (viitattu 7.7.2020): <https://www.master-chemicals.fi/wp-content/uploads/VIASOL-EP-P210-Tuote-esite-2.pdf>
- [141] Tuote-esite, VIASOL-EP-T730, Master Chemicals Oy, Saatavissa (viitattu 7.7.2020): <https://www.master-chemicals.fi/wp-content/uploads/VIASOL-EP-T703-Tuote-esite.pdf>
- [142] Tuotekortti, Knauf LM80, Knauf Oy, Saatavissa (viitattu 10.7.2020): [https://knauf.fi/fileadmin/user\\_upload/tuotekortit/TKO\\_LM80.pdf](https://knauf.fi/fileadmin/user_upload/tuotekortit/TKO_LM80.pdf)
- [143] Tuotekortti, wbervetonit 5400, Saint-Gobain Finland Oy, Saatavissa (viitattu 9.7.2020): <https://www.fi.weber/files/fi/2019-04/webervetonit-5400-Lampolattia-massa-Tuotekortti.pdf>
- [144] Tuotekortti, weberfloor 4610, Saint-Gobain Finland Oy, Saatavissa (viitattu 9.7.2020): <https://www.fi.weber/files/fi/2019-04/weberfloor-4610-Industry-Top-Tuotekortti.pdf>
- [145] Tuotekortti, weberfloor 4630, Saint-Gobain Finland Oy, Saatavissa (viitattu 9.7.2020): <https://www.fi.weber/files/fi/2019-04/weberfloor-4630-Industry-Lit-Tuotekortti.pdf>
- [146] Tuotekortti, webervatonit 3100, Saint-Gobain Finland Oy, Saatavissa (viitattu 9.7.2020): <https://www.fi.weber/files/fi/2019-04/webervetonit-3100-Hienotasoite-Tuotekortti.pdf>
- [147] Tuotekortti, webervetonit 110 fine, Saint-Gobain Finland Oy, Saatavissa (viitattu 1.9.2020): <https://www.fi.weber/files/fi/2019-03/webervetonit-110-fine-Plaano-Plus-Tuotekortti.pdf>
- [148] Tuotekortti, webervetonit 120, Saint-Gobain Finland Oy, Saatavissa (viitattu 9.7.2020): <https://www.fi.weber/files/fi/2019-04/webervetonit-120-reno-Sanee-raus-Plaano-Tuotekortti.pdf>
- [149] Tuotekortti, webervetonit 3300, Saint-Gobain Finland Oy, Saatavissa (viitattu 9.7.2020): <https://www.fi.weber/files/fi/2019-04/webervetonit-3300-Oikaisuta-soite-Tuotekortti.pdf>
- [150] Tuotekortti, webervetonit 4400, Saint-Gobain Finland Oy, Saatavissa (viitattu 9.7.2020): <https://www.fi.weber/files/fi/2019-04/webervetonit-4400-Pikatasoite-Tuotekortti.pdf>
- [151] Tuotekortti, webervetonit 4601, Saint-Gobain Finland Oy, Saatavissa (viitattu 9.7.2020): <https://www.fi.weber/files/fi/2019-04/webervetonit-4601-Teollisuus-Pohja-Plaano-Tuotekortti.pdf>
- [152] Tuotekortti, webervetonit 4655, Saint-Gobain Finland Oy, Saatavissa (viitattu 9.7.2020): <https://www.fi.weber/files/fi/2019-04/webervetonit-4655-Teollisuus-Pika-Plaano-Tuotekortti.pdf>
- [153] Tuoteseloste, 2010 INDUSTRY, Bostik Oy, Saatavissa (viitattu 10.7.2020): [https://www.bostik.com/globalassets/tdsdocuments/2010-industry-fi\\_finland-fi/technical-data-sheet/p0713\\_2010\\_industry\\_fi\\_tds.pdf](https://www.bostik.com/globalassets/tdsdocuments/2010-industry-fi_finland-fi/technical-data-sheet/p0713_2010_industry_fi_tds.pdf)

- [154] Tuoteseloste, Fescorapid, Fescon Oy, Saatavissa (viitattu 9.7.2020): <https://www.fescon.fi/ProductPagePDF/4609/52>
- [155] Tuoteseloste, FlowBase, Fescon Oy, Saatavissa (viitattu 9.7.2020): <https://www.fescon.fi/ProductPagePDF/4609/1460>
- [156] Tuoteseloste, FlowPlan, Fescon Oy, Saatavissa (viitattu 9.7.2020): <https://www.fescon.fi/ProductPagePDF/4609/48>
- [157] Tuoteseloste, Nanten Akryyli 20 N pinnoite, Nanten Oy, Saatavissa (viitattu 1.7.2020): <https://nanten.fi/wp-content/uploads/2021/02/Nanten-Akryyli-20-N.pdf>
- [158] Tuoteseloste, Nanten Akryyli 20N M1, Nanten Oy, Saatavissa (viitattu 1.7.2020): <https://nanten.fi/wp-content/uploads/2021/02/Nanten-Akryyli-20-N-M1.pdf>
- [159] Tuoteseloste, Nanten HM BIO pinnoite, Nanten Oy, Saatavissa (viitattu 1.7.2020): <https://nanten.fi/wp-content/uploads/2021/02/Nanten-HM-Bio-pinnoite.pdf>
- [160] Tuoteseloste, Nanten PU BIO pinnoite, Nanten Oy, Saatavissa (viitattu 1.7.2020): <https://nanten.fi/wp-content/uploads/2021/02/Nanten-PU-Bio-pinnoite.pdf>
- [161] Tuoteseloste, Nanten PU Flex BIO pinnoite, Nanten Oy, Saatavissa (viitattu 1.7.2020): <https://nanten.fi/wp-content/uploads/2021/02/Nanten-PU-Flex-Bio-pinnoite.pdf>
- [162] Tuoteseloste, Nanten SL BIO pinnoite, Nanten Oy, Saatavissa (viitattu 1.7.2020): <https://nanten.fi/wp-content/uploads/2021/02/Nanten-SL-Bio-pinnoite.pdf>
- [163] Tuoteseloste, SHÖNOX HS 10, Oy Sika Finland Ab, Saatavissa (viitattu 13.7.2020): [https://media-pms2.schoenox.net/schonox/docs/schonoxhs10\\_fi\\_fi\\_tds.pdf](https://media-pms2.schoenox.net/schonox/docs/schonoxhs10_fi_fi_tds.pdf)
- [164] Tuoteseloste, SHÖNOX HS 50, Oy Sika Finland Ab, Saatavissa (viitattu 13.7.2020): [https://media-pms2.schoenox.net/schonox/docs/schonoxhs50\\_fi\\_fi\\_tds.pdf](https://media-pms2.schoenox.net/schonox/docs/schonoxhs50_fi_fi_tds.pdf)
- [165] Tuoteseloste, SHÖNOX SP-X, Oy Sika Finland Ab, Saatavissa (viitattu 13.7.2020): [https://media-pms2.schoenox.net/schonox/docs/schonoxspx\\_fi\\_fi\\_tds.pdf](https://media-pms2.schoenox.net/schonox/docs/schonoxspx_fi_fi_tds.pdf)
- [166] Tuoteseloste, SP-X SuperPlan, Oy Sika Finland Ab, Saatavissa (viitattu 10.7.2020): [https://media-pms2.schoenox.net/casco/docs/cascospxsuperplan\\_fi\\_fi\\_tds.pdf](https://media-pms2.schoenox.net/casco/docs/cascospxsuperplan_fi_fi_tds.pdf)
- [167] Tuoteseloste, Teknofloor 500F, Teknos Group Oy, Saatavissa (viitattu 9.7.2020): [https://www.teknos.com/document/tds/fi\\_684\\_15.pdf](https://www.teknos.com/document/tds/fi_684_15.pdf)
- [168] Tuoteseloste, Tikkurila Temafloor P300, Tikkurila Oyj, Saatavissa (viitattu 1.7.2020): <https://tikkurila.fi/sites/default/files/temafloor-p300-fi-pds-tikkurila-1615474830.pdf>



- [169] Tuoteseloste, Tikkurila Temafloor PU, Tikkurila Oyj, Saatavissa (viitattu 1.7.2020): <https://tikkurila.fi/sites/default/files/temafloor-pu-fi-pds-tikkurila-1616148037.pdf>
- [170] Tuoteseloste, ZM RAPID, Oy Sika Finland Ab, Saatavissa (viitattu 10.7.2020): [https://media-pms2.schoenox.net/casco/docs/cascozmrapiid\\_fi\\_fi\\_tds.pdf](https://media-pms2.schoenox.net/casco/docs/cascozmrapiid_fi_fi_tds.pdf)
- [171] Tuotetiedot, Uniplan Eco TDR, Mapei Oy, Saatavissa (viitattu 13.7.2020): [https://cdnmedia.mapei.com/docs/librariesprovider41/products-documents/4022-uniplanecotdr-fi.pdf?sfvrsn=da3beb33\\_0](https://cdnmedia.mapei.com/docs/librariesprovider41/products-documents/4022-uniplanecotdr-fi.pdf?sfvrsn=da3beb33_0)
- [172] Tuotetiedot, Uniplan Eco, Mapei Oy, Saatavissa (viitattu 10.7.2020): [https://cdnmedia.mapei.com/docs/librariesprovider41/products-documents/10308-uniplaneco-fi.pdf?sfvrsn=f40682c9\\_0](https://cdnmedia.mapei.com/docs/librariesprovider41/products-documents/10308-uniplaneco-fi.pdf?sfvrsn=f40682c9_0)
- [173] Tuotetietoesite, Sikafloor-169, Oy Sika Finland Ab, Saatavissa (viitattu 1.7.2020): [https://fin.sika.com/dms/getdocument.get/55d4bbad-2b94-4408-a90f-a091d79bee85/sikafloor\\_-169.pdf](https://fin.sika.com/dms/getdocument.get/55d4bbad-2b94-4408-a90f-a091d79bee85/sikafloor_-169.pdf)
- [174] Tuotetietoesite, Sikafloor-2540 W, Oy Sika Finland Ab, Saatavissa (viitattu 1.7.2020): [https://fin.sika.com/dms/getdocument.get/29013e43-a18e-48ed-a196-b1ec91a31b07/sikafloor\\_-2540\\_w.pdf](https://fin.sika.com/dms/getdocument.get/29013e43-a18e-48ed-a196-b1ec91a31b07/sikafloor_-2540_w.pdf)
- [175] Tuotetietoesite, Sikafloor-263 SL N, Oy Sika Finland Ab, Saatavissa (viitattu 1.7.2020): [https://fin.sika.com/dms/getdocument.get/ed54e731-7d92-4e4e-ae0c-59fd464c0137/sikafloor\\_-263\\_sl\\_n.pdf](https://fin.sika.com/dms/getdocument.get/ed54e731-7d92-4e4e-ae0c-59fd464c0137/sikafloor_-263_sl_n.pdf)
- [176] Tuotetietoesite, Sikafloor-264 N, Oy Sika Finland Ab, Saatavissa (viitattu 1.7.2020): [https://fin.sika.com/dms/getdocument.get/3a395c46-94c4-4b6f-824f-c6a7885fe760/sikafloor\\_-264\\_n.pdf](https://fin.sika.com/dms/getdocument.get/3a395c46-94c4-4b6f-824f-c6a7885fe760/sikafloor_-264_n.pdf)
- [177] Tuotetietoesite, Sikafloor-3000 FX, Oy Sika Finland Ab, Saatavissa (viitattu 1.7.2020): [https://fin.sika.com/dms/getdocument.get/14b61c43-1c6a-40e4-bc7f-1d7e908155e3/sikafloor\\_-3000\\_fx.pdf](https://fin.sika.com/dms/getdocument.get/14b61c43-1c6a-40e4-bc7f-1d7e908155e3/sikafloor_-3000_fx.pdf)
- [178] Tuotetietoesite, Sikafloor-3000, Oy Sika Finland Ab, Saatavissa (viitattu 1.7.2020): [https://fin.sika.com/dms/getdocument.get/ea3fefb8-9a8a-4593-a530-2fb7d8ffba05/sikafloor\\_-3000.pdf](https://fin.sika.com/dms/getdocument.get/ea3fefb8-9a8a-4593-a530-2fb7d8ffba05/sikafloor_-3000.pdf)
- [179] Tuotetietoesite, Sikafloor-3240 ECF, Oy Sika Finland Ab, Saatavissa (viitattu 1.7.2020): [https://fin.sika.com/dms/getdocument.get/d968a989-5957-4efc-8ec5-6f4dda98404e/sikafloor\\_-3240\\_ecf.pdf](https://fin.sika.com/dms/getdocument.get/d968a989-5957-4efc-8ec5-6f4dda98404e/sikafloor_-3240_ecf.pdf)
- [180] Tuotetietoesite, Sikafloor-327, Oy Sika Finland Ab, Saatavissa (viitattu 1.7.2020): [https://fin.sika.com/dms/getdocument.get/b6499c80-5f6a-4b34-9e05-edbb3ab3e628/sikafloor\\_-327.pdf](https://fin.sika.com/dms/getdocument.get/b6499c80-5f6a-4b34-9e05-edbb3ab3e628/sikafloor_-327.pdf)
- [181] Tuotetietoesite, Sikafloor-330, Oy Sika Finland Ab, Saatavissa (viitattu 1.7.2020): [https://fin.sika.com/dms/getdocument.get/632c7679-9e15-4c9a-80b0-6aacbe3f66be/sikafloor\\_-330.pdf](https://fin.sika.com/dms/getdocument.get/632c7679-9e15-4c9a-80b0-6aacbe3f66be/sikafloor_-330.pdf)
- [182] Tute-esite, ARDEX E 100, Ardex Oy, Saatavissa (viitattu 13.7.2020): <https://ardex.fi/hostnordic.me/wp-content/uploads/2019/05/ARDEX-E-100-akryyliis%C3%A4aine.pdf>
- [183] Tutkimusselostus: Tasoitteen halkeilun tutkimus, 2018, julkaisematon, raportti

- [184] Työmaaohje pumpattavat lattiatasoitteet 2019, Fescon Oy, Saatavissa (viitattu 14.7.2020): [https://www.fescon.fi/Download/22908/Ty%c3%b6maaohje\\_2019.pdf](https://www.fescon.fi/Download/22908/Ty%c3%b6maaohje_2019.pdf)
- [185] M. Uusitalo, aluemyyntipäällikkö, Teknos Oy, puhelinkeskustelu. Haastattelu 14.4.2020
- [186] S. Vuorikoski, tekninen päällikkö, Mapei Oy, puhelinkeskustelu. Haastattelu 29.5.2020

## LIITE A: HAASTATTELUT

Nimi: Gunnar Lauren

Yritys: Saint Gobain Finland Oy / Weber

Titteli: Kehityspäällikkö, Lattiatuotteet ja -rakenteet, Weber suomi ja Weber pohjoismaat, konsernin lattiaosaamiskeskuksen vetäjä

Päivä: 28.04.2020

Paikka: Puhelinkeskustelu

Luottamustoimet: -

Aiemmat työtehtävät: Vuodesta 1995 asti toiminut Weberillä

Saako vastaukset julkaista: Saa

### 1) Miksi pinnoitettavia lattioita tasoitetaan?

Pinnoitteen alustan tulee olla suora, sileä ja riittävän kova. Nämä ominaisuudet saavutetaan tasoitteella. Betonilla ei välttämättä aina saavuteta riittävää kovuutta ja tasalaa-tuisuutta, sillä sementtiliima nousee betonin pintaan. Pintabetonin kanssa on sama ongelma.

Pinnoitteet eivät kärsi alustan alkalisuudesta samalla tavalla kuin esimerkiksi muovimatot. Alkalisuojan takia pinnoitettavaa lattiaa ei tarvitse tasoittaa.

Koska pinnoitemateriaalit ovat kalliita niin pienempi pinnoitteen kulutus käy edulliseksi. Sileän tasoitepinnan päälle pinnoitettaessa materiaali menekki on pienempi kuin epätasaisen betonin päälle pinnoitettaessa.

### 2) Suosittelisitko tasoitetta pinnoitteen alle? Minkälaisia tasoitteita ette suosittelisi pinnoitteen alle? Onko jokin pinnoite (Akryyli, Polyuretaani, Epoksi) sellainen, jonka alle tasoite ei sovellu / soveltuu erityisen hyvin? Vaikuttaako rakennuksen käyttö lattiapinnoitteen ja -tasoitteen yhteensopivuuteen? Miksi?

Tasoitteen tulee olla niin sanotusti itsestään kuivuva, jotta kuivuminen tapahtuisin nopeasti ja pinnoittaminen voidaan aloittaa. Loukkuun jäänyt kosteus heikentäisi koko rakennetta.

Akryylimassojen primeri ei välttämättä toimi itsestään leviävien tasoitteiden päällä. Akryyliprimeri ei imeydy tasoitteeseen ja hilseilee sen päältä pois. Tämän takia akryyliprimeriä käytettäessä tulisi tehdä pieni koealue, jonka avulla nähtäisiin, imeytyykö ja kii-vuuko akryyliprimeri normaalisti tasoitteen päällä. Sen sijaan epoksilla ja polyuretaanilla ei ole ollut tartunnan kanssa minkäänlaisia ongelmia käytettäessä tasoitteita.

Työn aikana olisi hyvä jokaisesta rakennekerroksesta varmistaa, että ne ovat riittävän lujia, jotta yhteistoiminnasta voidaan varmistua. Tasoitteen pinnan lujuuksia tehdään erityisesti teollisuuslattioiden yhteydessä. Tasoitteita ei tulisi arvostella betoninormien kautta sillä ainut yhteneväisyys betonin ja tasoitteen välillä on se, että ne ovat sementti-pohjaisia tuotteita. Tasoitteen tärkein ominaisuus on taivutusvetolujuus. Se kertoo kuinka hyvin tasoite kestää dynaamisia kuormituksia muun muassa pyörärasituksen alla. Taivutusvetolujuus kertoo myös, kuinka hyvin tasoite kestää alustansa liikkeitä. Sen sijaan staattinen kuormituksen alle joutuvan tasoitteen puristuslujuus on sen dominoiva ominaisuus. Tämä tulee kysymykseen kuitenkin vain tilanteissa, kun raskas esine seisoo tasoitteen päällä. Betonilla yleensä taivutusvetolujuus on heikko. Taivutusvetolujuutta saadaan nostettua betonin lujuusluokkaa nostamalla. Sen sijaan tasoitteissa olevat polymeerit tekevät niistä joustavamman kuin betonista. Tämän takia tasoitteet saavuttavat vaadittavan taivutusvetolujuustason alhaisemmilla puristuslujuustasoilla kuin betoni. Kun betonin vaatimukset otetaan virheellisesti käyttöön myös tasoitteelle, niin tasoitteelta saatetaan vaatia aivan turhaan liian suuria puristuslujuusarvoja.

Tasoite ei kutistu läheskään yhtä paljon kuin betoni. Tämän takia tasoitteen halkeiluriski on paljon pienempi kuin betonin.

- 3) Yleensä pinnoitevalmistajat antavat vaatimuksia betonialustalle. (Lämpötila, kosteus, puristuslujuus, tartuntavetolujuus, puhtaus, vapaa likaisuudesta, ...) Voidaanko näitä vaatimuksia suoraan käyttää myös tasoitteelle? Miksi? Miten tasoite- ja betonialustat eroavat toisistaan pinnoitteen kannalta? Miten nämä erot vaikuttavat yhteistoimintaan?

Joudutaan käyttämään samoja vaatimuksia myös tasoitteille, koska muitakaan ei ole saatavilla. Nämä vaatimukset kuitenkin perustuvat betonin ominaisuuksiin, joten ne eivät ole täysin soveltuvia tasoitteelle. Tasoitteilla nimenomaan taivutusvetolujuus on tärkeämpi ominaisuus kuin puristuslujuus pinnoittamisen kannalta.

Tasoitteet ovat tiiviimpiä kuin betoni. Tasoitteen pinnassa on paljon pieniä huokosia ja betonin pinnassa on paljon isoja huokosia. Tämä saattaa olla osasy siihen, miksei akryyliprimeri imeydy tasoitteeseen. Osasy imeytymisongelmaan voi olla akryylin primerin viskositeetti ja isot polymeeripartikkelit. Jos akryyliprimeri korvataan epoksiprimerillä, niin systeemi toimii.

Betonissa on isompi runkoaine kuin tasoitteessa, mutta pinnoitteeseen se ei juurikaan vaikuta.

- 4) Mitä ominaisuuksia tasoitteelta vaaditaan, kun sen päälle asennetaan pinnoite? Miksi juuri näitä ominaisuuksia vaaditaan? Kuka määrittelee tasoitteelta vaaditut ominaisuudet / kenen pitäisi määrittellä? Vaikuttavatko arkkitehdin vaatimukset lattialle tasoitteen valintaan? Miten?

Tasoitteelta vaaditaan suoruutta ja tasaisuutta, jotta pinnoitteen kulutusta saadaan vähennettyä.

Arkkitehti voi antaa vaatimuksia lopputuloksen esteettisyydestä. Mikäli arkkitehti haluaa tasoitteen päälle asennettavaksi vain kirkkaan lakan, niin tasoitteen tulee näyttää betonilattialta. Lakkapinta on usein todella ohut, joten tasoitteen tulee olla tasainen ja kova, jotta se kestä. Rakennesuunnittelijan tulisi määrittää millaiseen rasitukseen tasoite joutuu, sillä se vaikuttaa tasoitteen valintaan. Esimerkiksi Weberillä on oma sarja teollisuuslattiatasoitteille, jotka ovat kovia, itsestään kuivuvia ja täyttävät vaatimukset.

Katso myös kohta kaksi.

- 5) Minkälainen tulee olla betonialustan, jotta se voidaan tasoittaa ja pinnoittaa onnistuneesti? Miksi näitä toimenpiteitä vaaditaan? Tuleeko betonialusta esikäsitellä ennen tasoitusta? Miksi?

Betonialustan kosteustaso tulee olla riittävän alhainen, jottei kosteus aiheuta liiallista rasitusta pinnoitteelle. Pinnoite ei läpäise kosteutta. Jos alapäin tulee kosteutta, kerääntyy se pinnoitteen alle, johon muodostuu 100 % suhteellinen kosteus. Tämän takia maanvaraiset lattiat tulisi pinnoittaa kosteutta läpäisevällä pinnoitteella.

Ennen tasoitusta tulee sementtiliima ja muut tartuntaa heikentävät aineet poistaa kevyellä hionnalla.

Ennen tasoitusta asennetaan betonilattian päälle vielä dispersio. Dispersiokäsittelyn pääasiallinen tarkoitus on sitoa pölyä betonin pinnasta ja tiivistää betonin huokokset, jolloin saadaan nätimpi tasoitepinta. Tasoitteeseen sekoitettavan vesimäärän on tarkoitus pysyä tasoitteessa eikä imeytyä betonialustaan. Primeri estää tasoitteessa olevan kosteuden imeytymisen betoniin.

Koska tasoite ei juuri kutistu, niin sen takia ei tarvitse tehdä liikuntasauvoja. Kuitenkin alustassa olevat rakenteelliset liikuntasumat tulee tasoitteeseenkin tehdä, sillä ohut tasoitekerros ei kestä koko rakenteessa tapahtuvia liikkeitä. Esimerkiksi parkkitaloihin on tehty 220 000 m<sup>2</sup> yhtenäinen tasoitekerros, joka on toiminut moitteettomasti.

Tasoitteet ovat pääsääntöisesti tarkoitettu sisäkäyttöön ja normaalilämpötilaan. Myös pakkashuoneita pystytään tasoittamaan. Ongelmia tulee kuitenkin, jos tasoite on kostea ja jäätyy sekä sulaa monta kertaa. Tällaisissa olosuhteissa tasoite pakkasrapautuu.

- 6) Mitkä tekijät tasoitteen kuljetuksessa, varastoinnissa ja käytössä vaikuttavat erityisesti sen lujuus ominaisuuksiin? Vaikuttavatko ympäristöolosuhteet tasoitteen ominaisuuksiin? Miten ne vaikuttavat? Mitä tasoitetyötekniikassa tulee erityisesti huomioida, kun tasoitteen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Tasoiitteet ovat kuivatuotteita, joten niiden säilöminen kuivassa on tärkeää. Tasoiitteet säilyvät kuivissa olosuhteissa 6-12 kuukautta.

Jos tasoiite kuivuu alla +10 °C:ssa, niin tasoiitteen kuivuminen hidastuu ja tasoiitteen lujuuskehitys häiriintyy. Hyvissä kuivumisolosuhteissa lämpötila on noin +20 °C. Mikäli ilman suhteellinen kosteus on korkea tasoiitteen kuivumisen aikana, niin tasoiitteen lopplujuus saattaa kärsiä 5-10 %. Tämän takia kuivatuksen aikana tulee olla normaali tuuletus.

Pumppauspöytäkirja, johon merkitään alustan, ulkotilan ja sisätilan lämpötilat, aika primeroinnista pumppauksen alkuun, pumppaustapa, tuotteen leviäminen pumpatessa ja olosuhteet, toimii työmaalla laadunvarmistuksena. Laadunvarmistusta tehdään myös tehtaalla jo tasoiitemassan eri aineosillekin.

Tasoiitteeseen ei saa lisätä liikaa vettä. Tämän takia pumppauspöytäkirjan osana on tasoiitteen leviämistesti, jotta vesisementtisuhteesta voidaan varmistua. Liiallisen veden käytöstä tasoiitteen lujuus kärsii ja tasoiitteen kuivuminen hidastuu. Liiallinen veden käyttö ei juurikaan lisää kutistumaa. Ainoastaan tilanteissa, joissa tasoiitemassan osaset pääsevät erottumaan, voi kutistuma lisääntyä.

Tasoiitteissa on vaahdonesto ja vaahdonpoisto aineita. Tämän takia tasoiitemassaan ei muodostu ilmakuplia, vaikka tasoiite sekoitettaisiinkin väärin. Pumppauksen yhteydessä tasoiite levitetään leveällä liipillä, verkkotelalla tai piikkitelalla. Tällä käsittelyllä varmistetaan, että tasoiitepinnasta tulee tasainen ja siitä poistuu kaikki ilmakuplat.

- 7) Tarvitseeko tasoiitettua pintaa käsitellä ennen kuin sen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Ei tarvitse käsitellä. Ja olisi suotavaa olla käsittelemättä tasoiitepintaa. Ideaalitilanteessa pinnoite levitetään tasoiittamista seuraavana päivänä. Tällä vältetään se, ettei työmaan muut työvaiheet kuljeta likaa tasoiitteen päälle. Mikäli pinnoitus suoritetaan useamman päivän päästä tasoiittamisesta, niin tasoiitepinta tulisi hioa kevyesti ja imuroida, jotta liat saadaan poistettua.

- 8) Kuinka pinnoitustyö tulisi suorittaa, kun pinnoitteen alla on tasoiite? Eroaako se jotenkin tilanteesta, jossa pinnoitteen alla on betonialusta? Miksi?

Pinnoitustyön suoritus ei poikkea, vaikka betonialustan sijasta pinnoitteen alla olisi tasoiitealusta. Kuitenkin pinnoitevalmistajan ohjeet olisivat tässäkin kohtaa hyvä tarkistaa.

- 9) Miten tasoiiteyön laadunvarmistus hoidetaan? Onko siinä parantamisen varaa? Mitä?

Urakoitsijan tulee täyttää pumppauspöytäkirja, josta hän jättää yleensä kopion myös työmaalle. Ennen tasoiitusta tulee varmistaa, että alusta on kunnossa. Urakoitsija käy yleensä ennen tarjouksen jättämistä tarkistamassa mestan ja lisää havaitsemansa puutteet tarjoukseensa.

Joskus pinnan vetolujuusmittauksia tehdään, mikäli tilan käyttöraja on korkea. Tämän takia teollisuuden tiloissa vetokokeet ovat yleisempiä kuin kävelyrajaan joutuvissa tiloissa.

- 10) Onko tasoiitteen ja pinnoitteen yhteiskäytössä parantamisen varaa? Millaisia ongelmia on esiintynyt tasoiitteen ja pinnoitteen yhdistämisestä? Mistä ne ovat johtuneet?

Tällä hetkellä on trendinä, että pinnoitteet tulevat vihreämmiksi. Varsinkin bisfenoli F aiheuttaa ongelmia. Pinnoitteet tulisi saada myös terveellisimmiksi pinnoitetyöntekijälle. Koko EHS (Environment, health and safety) tulisi olla kunnossa, jotta pinnoitteet saataisiin turvallisemmiksi. Epoksi on huomattavasti myrkyllisempi käyttäjälle kuin polyuretaani. Esimerkiksi ruotsissa epoksin käyttö on käytännössä kielletty, koska se on herkistävä aine, joka voi aiheuttaa allergisia reaktioita. Mikäli epoksia haluttaisiin käyttää, tulisi työntekijä olla täysin suojattu. Akryylin metyyylimetakrylaatti aiheuttaa pistävän hajun. Tällaiset ongelmat pitäisi saada kuntoon, jotta pinnoitteet saadaan käyttäjäystävällisemmäksi.

Paksut epoksi kerrokset kutistuvat paljon, jolloin ne vaativat paljon alustaltaan. Epokskerros irtoaa tasoiitteen päältä, sillä kutistuminen aiheuttaa suuremman voiman kuin alustan tartuntavetolujuus on. Tämän takia paksuja pinnoitekerroksia ei tasoiitteiden

kanssa tulisi käyttää. Tasoitteella tulisi hoitaa alustan paksuus kuntoon ja pinnoitteella tulisi saada aikaan ominaisuuksiltaan halutunlainen pinta.

- 11) Minkälaisiin toimenpiteisiin ryhdytään, jos on todettu, ettei tasoite sovellu pinnoitteen alle? Voiko tasoitteen korjaus aiheuttaa ongelmia? Kuka (yleensä) maksaa epäonnistuneesta tasoitetyöstä aiheutuneet kustannukset? Miksi?

Mikäli pinnoitekerros on tehty liian paksuna ja se on repeytynyt irti, tulee koko pinnoite poistaa ja tehdä uudelleen ohuempana kerroksena.

Mikäli akryyliprimiiri ei kuivu tasoitteen päälle, niin tulee akryyliprimiiri vaihtaa epoksi-primiiriin.

Kaikki ongelmat eivät välttämättä johdu työvireistä tai materiaalien yhteensopimattomuudesta. Esimerkiksi pinnoitteet eivät kestä lasitehtaissa, joissa 1000 °C lasimassa roiskuu lattialle. Mikään ei kestä enää tilanteessa, jossa lämpötilan vaihtelut ovat 500-700 °C, joten tämä ei varsinaisesti ole tasoitteen ja pinnoitteen yhteiskäytöstä johtuva ongelma.

Jos virhe johtuu tekijästä, niin tekijä maksaa. Jos kohteessa on suunnitteluvirhe, niin suunnittelija maksaa. Joskus on päädytty diplomaattiseen ratkaisuun, eli urakoitsija, rakennusliike ja materiaalivalmistaja ovat kaikki maksaneet yhdessä korjaustyön.

- 12) Tuleeko mieleenne vielä jotain lisättävää aiheesta? Mitä?

EHS:n ja työturvallisuuden merkitystä ei voi liikaa korostaa.

Painepesu varsinkin höyrypesu vaatii erityismateriaaleja. Oikeastaan ainut pinnoite, joka kestää höyrypesua on akryyli. Tasoitteelle ei höyrypesusta kuitenkaan tule juuri rasitusta, sillä sen päällä oleva pinnoite suojaa sitä kuumuudelta. Tämän takia tasoitteeksi tulee valita sellainen tuote, joka kestää akryylin suuren kutistuman.

Materiaalivalmistajat tuskin kertovat omien tuotteidensa ongelmista kovin tarkasti.

- 13) Olisiko teillä tiedossanne kohteita, joista olisi dokumentoitua aineistoa ja, joissa tasoitteen ja pinnoitteen yhdistäminen olisi sujunut erityisen hyvin tai huonosti? Voisinko saada nämä dokumentit osaksi diplomityöni lähdeaineistoa? Tietoja tullaan käsittelemään luottamuksellisesti.

Pohjoismaissa on yritetty tehdä kauan aikaa sitten referenssilistoja. Nämä listat löytyvät myynnin ja markkinoinnin puolelta. Hassan Raadilta saattaisi saada jotain referenssilistoja.

Nimi: Hassan Raad  
 Yritys: Saint Gobain Finland Oy / Weber  
 Titteli: Tuotepäällikkö  
 Päivä: 2.7.2020  
 Paikka: Puhelinkeskustelu

Luottamustoimet: EN 13813 Standardisointiryhmän toiminnassa mukana epävirallisesti ja kansallisella tasolla Rakennusteollisuuden lattiatasoitteiden ja päällysteiden tuotemäärittely ohjeen kehityksessä mukana.

Aiemmat työtehtävät: Opiskelujen ohella työskennellyt NCC:llä erilaisissa tehtävissä, valmistamisen jälkeen työskennellyt rakennusmestarina. Vuonna 2010 siirtynyt Saint Gobainille Kahi ja Leca -tuotteiden tuotekehityspäälliköksi. Vuonna 2016 siirtynyt lattiatasoitteiden ja muurauslaastien tuotepäälliköksi ja tuotekehityspäälliköksi Kahille. Vuonna 2019 tuotepäällikköjen tiimin vetäjä (Weber, Isover, Gyproc).

Saako vastaukset julkaista: Saa

#### 1) Miksi pinnoitettavia lattiaita tasoitetaan?

Kun tasoitetta käytetään, on betonialusta sen verran huonolaatuinen, ettei pinnoitetta voida siihen suoraan asentaa. Tasoitteen käyttäminen on tehokasta, helppoa, ergonomista ja nopeaa sekä sillä saadaan helposti täytettyä laatuvaatimukset, joita alustalle asetetaan. Lattiatasoitteet ovat yleensä nopeasti fysikaalisesti tai kemiallisesti kuivuvia tuotteita, joiden kuivuminen jatkuu pinnoittamisen jälkeenkin. Nopean kuivumisensa ansiosta ne ovat myös pinnoitettavissa nopeasti. Esimerkiksi osa tasoitteista kuivuu 10 mm/päivä hyvissä kuivumisolosuhteissa.

Lattiatasoite keksittiin vuonna 1968 Paraisilla, Suomessa.

Betonin alkalisuus on mattoliimojen ja mattopäällysteissä olevien pehmentimien ongelma. Ongelma koskee myös muita muovilaatuja kuten esim. parketin/laminaatin alusluovat yms. Alkalisuus saa aikaan sekundäärisiä päästöjä. Tasoitekerros ei auta, jos alustan kosteus on yli 91 %, jolloin vesi ei liiku enää höyrynä vaan kapillaarisesti ja kuljettaa OH-ioneja. Betonin alkalisuus ei ole ongelmallista pinnoitteiden kannalta, joten sen takia ei pinnoitettavaa lattiaa tarvitse alkaa tasoittamaan.

Pinnoitteen alustan tulee olla todella tasainen, jotta lopputulos olisi esteettisesti hyvä, sillä ohuet pinnoitteet eivät suoristaa lattiaa. Itsestään siliävillä tasoitteilla saavutetaan helposti aaltoilematon lopputulos.

Betonin pinta voi olla todella huokoinen sementtiliiman poistamisen jälkeen, minkä takia pinnoitetta kuluu paljon. Koska pinnoite on kallista ja sen menekkiä halutaan pienentää, niin lattia voidaan tasoittaa. Tasoitteen pinta on tiivis, jolloin pinnoitteen menekkiä saadaan vähennettyä. Esimerkiksi pinnoitteen menekki tasoitetulle alustalle voi olla 250 g/m<sup>2</sup> ja tasoittamattomalle betonille 450-550 g/m<sup>2</sup>.

#### 2) Suosittelisitko tasoitetta pinnoitteen alle? Minkälaisia tasoitteita ette suosittelisi pinnoitteen alle? Onko jokin pinnoite (Akryyli, Polyuretaani, Epoksi) sellainen, jonka alle tasoite ei sovellu / soveltuu erityisen hyvin? Vaikuttaako rakennuksen käyttö lattiapinnoitteen ja -tasoitteen yhteensopivuuteen? Miksi?

Ensimmäisessä kohdassa käytyt asiat ovat hyviä perusteluja tasoitteen käytölle. Tasoite tulee kuitenkin valita oikein kohteeseen.

Tasoitteet, jotka eivät kestä rasiutusta, eli joiden lujuus tai kulutuksenkestävyys on heikko, eivät myöskään sovellu ohuilla pinnoitteilla pinnoitettaviksi. Ohut pinnoite ei kykene jakamaan kuormaa, vaan kaikki kuorma siirtyy tasoitteelle. Varsinkin dynaamiset kuormat ja pumppukärryjen pyörät aiheuttavat suuria rasituksia tasoitteelle. Kaikki tasoitteet eivät kestä tällaista kuormitusta. Betoni sen sijaan kestäisi tällaiset kuormat kuitenkin helposti.

Osa tasoitteista ei kestä liuotinhenteisiä pinnoitteita. Tämän takia vesiohenteisen pinnoitteen valinta tasoitetta käytettäessä olisi järkevää. Liuottimen vaikutuksesta tasoite saattaa jäädä pehmeäksi. Tasoitteissa on paljon komponentteja, muun muassa leviävyyttä parantavia ainesosia, hidastimia, kuituja ja dispersioliimoja. Kaikki komponentit eivät välttämättä kestä liuottimia. Osa tasoitteista muodostuu kahdesta komponentista. Esimerkiksi kipsi- ja aluminaattikomponenteista, jotka keskenään reagoidessaan muo-

dostavat paisuvaa etringiittiä, jolloin tasoite tiivistyy ja leviää paremmin. Mikäli liuotin pääsee osallistumaan tähän reaktioon, niin sen toiminta häiriintyy ja etringiitin muodostuminen kestää pitemmän aikaa. Tämän takia pintaan voi tulla halkeamia tai epätasaisuutta.

Voi olla, että markkinoilla on tasoitteita, jotka eivät kestä pidempää kosteusrasitusta. Tämän takia vesiohenteiset pinnoitteet eivät välttämättä sovellu tällaisten tasoitteiden päälle. Pääsääntöisesti sementtipohjaiset tasoitteet sietävät kosteusrasitusta. Kipsitasoitteisiin en ota kantaa.

Tasoitteen tulee olla riittävän luja käyttörasitusta vastaan, kestää kemiallisen rasituksen, jonka pinnoitteen ohenin aiheuttaa, olla nopeasti pinnoitettavissa ja pinnan vetolujuuden tulee täyttää sille asetetut vaatimukset.

Polyuretaaneista ja epokseista tasoitteiden kanssa käytettäväksi soveltuvat vesiohenteiset tuotteet, joissa ei ole liuotinaineita. Hyväksyntä tulee kuitenkin saada pinnoitevalmistajalta. Teknoksen kanssa olemme myös tehneet yhteistyötä ja testanneet tuotteiden yhteensopivuutta, joten voimme näille tuotteille antaa hyväksynnän itse. Aikoinaan on testattu paljon eri pinnoitteiden ja tasoitteiden yhteensopivuutta. Tästä kuitenkin aiheutui ongelmia, sillä epäonnistuneissa kohteissa syylistä koetettiin hakea tuotevalmistajasta, vaikka todellinen syy oli esimerkiksi liian kostealle tasoitteelle pinnoittaminen. Tämän lisäksi pinnoitevalmistajat muuttivat tuotteidensa reseptejä, jolloin yhteensopivuus olisi pitänyt tutkia uudelleen. Tieto reseptimuutoksesta ei kuitenkaan kulkeutunut tasoitevalmistajalle, jolloin ongelmia ilmeni. Tämän takia tänä päivänä suosittelemme teknisissä dokumenteissamme ainoastaan sellaiset pinnoitteet, jotka ovat testattu ja meillä on tietoa niiden jatkuvan laadunvalvonnan tuloksista.

Kun akryyliä käytetään tasoitteen kanssa, niin sen pohjusteena tulisi käyttää epoksi-primeriä. Epoksiprimerin ansiosta lattia saa parhaimman kulutuskestävyyden, joka ilmaistaan RWA-lukuna (pyörivän tuolin pyörän kulutuskestävyys). Tämä johtuu siitä, että epoksiprimerin partikkelikoko on pieni ja se kykenee tunkeutumaan paremmin ja syvemmälle alustaan, jolloin se muodostaa hyvän tartuntasillan tasoitteen ja pinnoitteen välille.

Ohuiden pinnoitteiden kanssa tasoitteen kulutuskestävyys on tärkeä ominaisuus. Mikäli korkealujuuksiset epoksit asennetaan paksuina kerroksina, niin ne pystyvät kantamaan kuormat, joita lattiaan kohdistuu. Ohuina kerroksina asennetuilla pinnoitteilla ei tällaista ominaisuutta ole, vaan kaikki kuormat kohdistuvat suoraan tasoitteeseen. Tällöin myös tasoitteen ja pinnoitteen hyvä tartunta korostuu.

Rakennuksen käyttötarkoitus ohjaa tasoitteen valintaa myös vetolujuuden osalta.

- 3) Yleensä pinnoitevalmistajat antavat vaatimuksia betonialustalle. (Lämpötila, kosteus, puristuslujuus, tartuntavetolujuus, puhtaus, vapaa likaisuudesta, ...) Voidaanko näitä vaatimuksia suoraan käyttää myös tasoitteelle? Miksi? Miten tasoite- ja betonialustat eroavat toisistaan pinnoitteen kannalta? Miten nämä erot vaikuttavat yhteistoimintaan?

Samoja vaatimuksia ei voida sellaisenaan käyttää tasoitealustalle. Suomessa on kansallisia ohjeistuksia kosteusmittausten tekemisestä. Näitä ovat muun muassa Betonirakentajien ohjeet ja SisäRYL:n ohjeet. Mielestäni näissä teoksissa esitetyt ohjeet ovat osin vanhentuneita ja ne olisi syytä päivittää. Esimerkiksi nopeasti päällystettävä tasoite on päällystettävissä 10 mm/päivä tahdilla, jolloin 30 mm paksuinen tasoite voidaan päällystää kolmen päivän päästä. Aikaisemmin tällaisia tuotteita kutsuttiin nopeasti kuivuviksi tasoitteiksi tai pikatasoiteiksi. Nämä nimitykset ovat hieman harhaanjohtavia, sillä tasoite ei ole vielä kuivunut täysin kuivaksi parissa päivässä. Muutaman ensimmäisen päivän aika tasoitteesta haihtuu vain noin 3 % kosteutta, jolloin tasoitteen suhteellinen kosteus voi olla kolmen päivän päästä vielä 97 %. Tästä huolimatta tasoite voidaan kuitenkin päällystää, sillä kuivuminen tapahtuu päällysteen alla kemiallisesti ja fysikaalisesti. Esimerkiksi SisäRYL ei anna lupaa matolla päällystämiseen ennen kuin alustan suhteellinen kosteus alittaa 75-80 %. Tämä on ongelmallista tasoitevalmistajan kannalta, jonka mielestä matto voidaan asentaa esimerkiksi 90 % suhteellisessa kosteudessa. Betonissa on yhdessä kuutiossa noin 200 litraa vettä. Tasoitteessa vettä ei ole läheskään näin paljon, joten sitä ei myöskään tarvitse haihduttaa pois niin paljon. Aluminaattisementtipohjaisten tasoitteiden kuivuminen on muutenkin paljon nopeampaa kuin Portlandsementtipohjaisten. Jos kiloon aluminaattisementti lisätään kilo vettä, niin lähes koko vesimäärä sitoutuu tasoitteeseen. Sen sijaan, jos aluminaattisementti korvataan portlandsementillä, niin vettä sitoutuu vain noin 300 g ja 700 g vettä tulisi haihduttaa pois.



Osalla tasoitteista päästään betonin puristuslujuuksiin. Esimerkiksi C30/37 lujuuteen päästään myös tasoitteella.

Tasoitteen taivutusvetolujuus on parempi kuin betonilla, koska tasoitteessa käytetään mm. dispersioliimaa ja osassa tasoitteita käytetään kuituja. Dispersioliima ja kuidut tuovat tasoitteeseen sitkeyttä ja jäykkyyttä. Betonin taivutusvetolujuus on 1/10 puristuslujuudesta ja tasoitteella se on paljon suurempi. Korkean taivutusvetolujuuden ansiosta tasoitteet voidaan asentaa ohuina kerroksina. RIL:n kuormitusohjeet vaativat lattialta 2 kN pistekuorman ja 2 kN/m<sup>2</sup> tasaisen kuorman kestävyys. Jotta tämä kestävyys saavutettaisiin pintabetonilaatalla, niin betonia tarvitaan noin 80 mm. Sen sijaan tasoitetta riittää 25 mm kelluvan lattian päälle.

Betoni ja tasoite ovat molemmat sementtipohjaisia materiaaleja ja siinä suhteessa ne eivät juuri eroa. Molemmat voidaan kierrättää. Sen sijaan tasoitteiden pintaan ei sementtiliimaa muodostu, joten tasoitteita ei tarvitse hioa ennen pinnoittamista. Koska tasoitteen pinnassa ei ole pehmeää sementtiliimaa, niin se ei myöskään pölyä samalla tavalla kuin betoni, joten työmaan työympäristö pysyy viihtyisämpänä.

Tasoitteet ovat tiiviimpiä ja betonit huokoisempia. Tämän takia pinnoitteen tartunta betoniin on yleensä parempi, sillä tartuntapinta-alaa on enemmän. Pinnoitteen materiaalineneki kasvaa, sillä se tunkeutuu betonin huokosiin.

- 4) Mitä ominaisuuksia tasoitteelta vaaditaan, kun sen päälle asennetaan pinnoite? Miksi juuri näitä ominaisuuksia vaaditaan? Kuka määrittelee tasoitteelta vaaditut ominaisuudet / kenen pitäisi määrittellä? Vaikuttavatko arkkitehdin vaatimukset lattialle tasoitteen valintaan? Mitä?

Tasoitteen pinnan tulee olla tasainen, pinnan vetolujuuden tulee olla riittävä ja puristuslujuutta vaaditaan myös tasoitteilta. Mielestäni tasoitteen puristuslujuus ei vaikuta suuressa määrin pinnoitettavuuteen, vaan tasoitteen taivutusvetolujuus ja pinnan kovuus ovat huomattavasti tärkeämpiä ominaisuuksia. Vastaan on tullut kohteita, joissa on vaadittu tasoitteelta C50 puristuslujuutta, mikä on ollut aivan turhaa. Muita tasoitteen tärkeitä ominaisuuksia ovat tartunta ja iskunkestävyys. Tasoitteen kulutuksen kestävyyttä voidaan vaatia. Kulutuskestävyyden mittaukseen on monta eri tapaa. Pinnan kovuus vaaditaan ilmoitettavaksi magnesiitti-tasoitteilta. Tämän lisäksi on tunkemakovuuksia ja muita kovuusluokkia, pinnoitetun tasoitteen kestävyys, pH-arvo, leviamä, kutistuma, paisuma, sitoutumisaika ja kemiallinen kestävyys, joita tasoitteille voidaan ilmoittaa. Tosin kemiallista kestävyyttä ei juuri tasoitteelta vaadita, jos lattia pinnoitetaan, sillä pinnoite ottaa vastaan kemiallisen rasituksen.

Mikäli pinnoitus halutaan tehdä nopealla aikataululla, niin tulisi valita nopeasti päällystettävä tasoite. Tällaisessa tasoitteessa on enemmän aineita, jotka sitoutuvat nopeasti, jolloin kuivuminen ja lujuuden kehitys tapahtuvat nopeasti. Esimerkiksi joillain tasoitteilla puristuslujuus kehittyy seuraavasti: kaksi tuntia levityksestä puristuslujuus on kuusi ja puoli, kolme tuntia levityksestä puristuslujuus on 11, neljä tuntia levityksestä puristuslujuus on 13,6, kuusi tuntia levityksestä puristuslujuus on 16, kahdeksan tuntia levityksestä puristuslujuus on 18 ja yhden päivän päästä levityksestä puristuslujuus on 23. Tasoitteen taivutusvetolujuus ja pinnan kovuus kehittyvät puristuslujuuden kanssa samaa tahtia.

Alustan sileyttä ja tasaisuutta voidaan vaatia, jotta esimerkiksi trukilla voidaan ajaa turvallisesti, miellyttävästi ja helposti. Toisaalta sileys ja tasaisuus vaikuttavat myös pinnan esteettiseen ulkonäköön.

Lujuus ominaisuuksia vaaditaan, jotta lattia kestävä käytöstä tulevan rasituksen.

Rakennuttaja kertoo toiveensa lattian pintamateriaalista, josta menee tieto suunnittelun ohjaukseen ja suunnittelijalle. Arkkitehti ehdottaa pintamateriaalille väriä ja tuotetta. Pintamateriaalin valinnan jälkeen rakennesuunnittelija määrittelee tasoitteen ja siltä vaaditut ominaisuudet.

- 5) Minkälainen tulee olla betonialustan, jotta se voidaan tasoittaa ja pinnoittaa onnistuneesti? Miksi näitä toimenpiteitä vaaditaan? Tuleeko betonialusta esikäsitellä ennen tasoitusta? Miksi?

Vanhan kipsitasoitteen päälle ei tulisi suoraan sementtitasoitetta asentaa. Kipsi, alumiini ja vesi saattavat reagoida keskenään, jolloin alusta saattaa rikkoutua. Tämän

takia kipsitasoitteen päälle tulisi asentaa ensin epoksiprimeri ja sen päälle vasta tasoite. Epoksiprimeri pitää kipsitasoitteen ja sementtitasoitteen erillään, jolloin rektiota ei pääse tapahtumaan.

Tasoitteen näkökulmasta betoni voidaan luokitella hyvä- tai huonolaatuiseksi. Hyvällä betonilla on yli 0,5 MN/m<sup>2</sup> lujuutta ja huonolla betonilla alle 0,5 MN/m<sup>2</sup>. Huonolaatuisia betoneita voidaan vahvistaa muun muassa epoksilla tai tasoitteella ja lasikuituverkolla. Mikäli betonin kantavuus ei ole riittävä ja siitä irtoa ainesta niin on syytä harkita, että poistetaanko koko vanha betoni vai ainoastaan heikot irtoavat osat.

Tasoitteen alle asennetaan pohjuste primeri, jos tasoitus on tarkoitus asentaa niin, että se on kiinni alustassaan. Primerillä on mahdollista saada yli 3 MN/m<sup>2</sup> tartuntoja. Esimerkiksi suoraan vanerille asennetun tasoitteen tartunta on vain 1 MN/m<sup>2</sup> verran. Primeri myös sitoo alustassa olevaa pölyä ja auttaa tasoitetta leviämään. Tämän lisäksi tasoitekerroksesta tulee siistimpi, sillä primeri tukkii alustan huokokset, jolloin niissä oleva ilma ei pääse tasoitteeseen ja tasoitteen kosteus ei pääse imeytymään alustaan. Näin tasoitteen pinnasta ei tule reikäinen.

Periaatteessa alustaa ei tarvitse hioa ennen tasoittamista. Esimerkiksi ontelolaataston pintaa ei hiota ennen tasoitteen levitystä. Tartunta hoidetaan primerillä, eikä sementtiliima ole ongelma.

- 6) Mitkä tekijät tasoitteen kuljetuksessa, varastoinnissa ja käytössä vaikuttavat erityisesti sen lujuus ominaisuuksiin? Vaikuttavatko ympäristöolosuhteet tasoitteen ominaisuuksiin? Miten ne vaikuttavat? Mitä tasoitetyötekniikassa tulee erityisesti huomioida, kun tasoitteen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Tasoite tulee varastoida oikein, jottei se pääse kosteuden kanssa tekemisiin ja kovettumaan. Tasoitteita ei myöskään tulisi varastoida liian kauan, sillä tasoitesäkit eivät ole aivan tiiviitä ja kosteus pääsee tunkeutumaan niiden lävitse ajan saatossa.

Liikaa vettä käytettäessä tasoitemassa ei ole enää hyvälaatuisia. Ylimääräinen vesi tulee haihduttaa tasoitteesta pois, se johtaa lujuuden alenemiseen ja tasoite saattaa erottua. Pintaan erottunut pehmeä kerros tulee hioa pois, jotta pohjalla oleva lujempi tasoitemassa saadaan esiin.

Vaikka lattiatasoite on itsestään siliävää ja pumpattavaa, niin tulee se silti hevostella. Hevostelulla saadaan pinnassa olevat ilmakuplat pois ja autetaan tasoitekerrosta leviämään tasaiseksi. Tasoitetyössä tulee käyttää oikeita työkaluja, jotta tasoittamistyö onnistuisi.

Mikäli tasoitemassan pumppausletku on musta, niin se ei saisi olla suorassa auringonpaisteessa tasoittamisen aikana. Tällöin tasoite ei pääse ylikuumenemaan ja sen levittäminen onnistuu helposti.

Tasoitettava lattia ei saa olla liian kylmä. Riittävä alustan lämpötila on + 10 °C. Tasoitteeseen lisättävä vesi ei saa olla liian kuumaa. Tasoitemassan lämpötilan tulisi olla yli + 10 °C.

Tasoitemassa ei saa altistua sateelle asennuksensa ja kovettumisensa aikana.

Tasoitemassaa pumpattaessa letkun tulisi olla noin 50-80 m pitkä. Liian lyhyessä letkussa tasoite ei kerkeä tekeytymään ja vaikuttaa jäykältä, jolloin on vaaran, että tasoitteen lisätään liikaa vettä.

Kun tasoitetaan tilassa, jossa on tärkeä laite, niin tasoitteen pintaa saattaa muodostua aaltoja. Muuten tärinä ei haittaa tasoitustyötä.

Ennen tasoituksen aloittamista tulisi tehdä tasoitemassalle leviämätesti, jotta vesisementtisuhde saadaan säädettyä oikeanlaiseksi.

Huonoissa kuivumisolosuhteissa tasoitteen lujuudenkehitys häiriintyy ja tasoite voi jäädä pehmeäksi ja epätasaiseksi. Pelkästään hyvä lämpötila ei riitä vaan, myös ilman suhteellinen kosteus tulee olla riittävän alhainen, jotta kuivumista voi tapahtua. Kuivumisen aikana ei saa olla kuitenkaan vetoa tai suoraa auringonpaistetta, jottei tasoitteessa oleva kosteus haihtuisi liian nopeasti pois.

- 7) Tarvitseeko tasoitettua pintaa käsitellä ennen kuin sen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Tasoitetta ei tarvitse esikäsitellä. Muun muassa hiontaa ei vaadita, elleivät muut työvaiheet ole sotkeneet alustaa. Tasoitetta voidaan hiota näissä tapauksissa kevyesti paperilla ja alusta tulee imuroida ennen pinnoitusta. Imurointi olisi muutenkin hyvä suorittaa

aina ennen pinnoitusta, jotta voidaan varmistua siitä, että pinnoite tarttuu alustaansa. Tasoitteen päälle asennetaan kuitenkin primeri ennen varsinaisen pinnoitteen asentamista. Mikäli pinnoitteen oman primerin tartunta alustaan on huono, niin alusta voidaan primeroida epoksilla, jonka tartunta on hyvä.

- 8) Kuinka pinnoitustyö tulisi suorittaa, kun pinnoitteen alla on tasoite? Eroaako se jotenkin tilanteesta, jossa pinnoitteen alla on betonialusta? Miksi?

Betonin pinnasta tulee sementtiliima poistaa, mutta tasoitteelle tätä ei tarvitse tehdä. Laadunvalvontakokeet tulee suorittaa muun muassa pinnan lujuuden varmistamiseksi.

- 9) Miten tasoiteyön laadunvarmistus hoidetaan? Onko siinä parantamisen varaa? Mitä?

Tasoitteelle voidaan tehdä SisäRYL:in mukaiset tarkastelut. Alustan tasaisuus voidaan tarkistaa. Tämän lisäksi työmaalla voidaan tarkistaa alustan vetolujuus. Kosteusmittaus tehdään yleensä ennen pinnoitusta, mutta sen arvo on kriittisempi betonilla kuin tasoitteella. Mitattavien suureiden ohella tulee tehdä myös silmämääräinen tarkastus alustalle.

- 10) Onko tasoitteen ja pinnoitteen yhteiskäytössä parantamisen varaa? Millaisia ongelmia on esiintynyt tasoitteen ja pinnoitteen yhdistämisestä? Mistä ne ovat johtuneet?

Materiaalivalmistajien tulisi tehdä enemmän yhteistyötä, jotta rakenteita voitaisiin suunnitella helposti.

Osa tuotteista ei yksinkertaisesti toimi yhdessä, jolloin primeri saattaa alkaa hilseilemään tasoitteen pinnasta.

Pinnoitteita on myös asennettu kostean tasoitteen päälle, jolloin pinnoite hilseilee pois.

Joskus urakoitsijat valitsevat kohteisiin vääränlaisia tasoitteita, joiden lujuusominaisuudet eivät ole riittävät.

Tasoitteen ja pinnoitteen välillä voi olla myös tartunta-ongelmia, sillä betonille tarkoitettu pinnoite pystyy muodostamaan lujemman tartunnan huokoiseen betoniin kuin sileään tasoitteeseen.

Ongelmat johtuvat yleensä kiireestä. Kiireessä esimerkiksi betonin ja tasoitteen ei anneta kuivua rauhassa.

- 11) Minkälaisiin toimenpiteisiin ryhdytään, jos on todettu, ettei tasoite sovellu pinnoitteen alle? Voiko tasoitteen korjaus aiheuttaa ongelmia? Kuka (yleensä) maksaa epäonnistuneesta tasoitetyöstä aiheutuneet kustannukset? Miksi?

Mikäli on todettu, ettei lattiasta tullut hyvä, niin voidaan tehdä sama työ uudestaan päälle tai purkaa koko tasoitekerros. Joskus voidaan vahvistaa tasoitetta kovemmallalla tasoitteella. Korjaustöissä ongelmana on, että aikataulu venyy.

Jos epäonnistumiselle lähdetään maksajaa etsimään, niin tulee selvittää, että mistä epäonnistuminen johtuu. Jos on vääränlainen tasoite valittu kohteeseen, niin tasoitteen valitsija joutuu maksamaan. Mikäli pumppausurakoitsija tietää, että lattian pintaan asennetaan pinnoite, niin hänen tulee ilmoittaa, että kyseinen tasoite ei kohteeseen välttämättä sovellu, jolloin virhe voidaan vielä korjata. Useinkaan tasoiteurakoitsija ei tiedä millainen pintamateriaali kohteeseen on valittu tai hän ei osaa kyseenalaistaa tasoitevalintaa. Mikäli tasoitemateriaalissa havaitaan virhe niin tuotevalmistaja joutuu maksamaan. Jos työnsuorituksessa on virhe, niin maksaja löytyy työntekijästä. Mikäli lattian kosteudet ovat olleet liian korkeat, ja pinnoittaminen on aloitettu, niin pinnoitusluvan antaja joutuu maksamaan.

- 12) Tuleeko mieleenne vielä jotain lisättävää aiheesta? Mitä?

-

- 13) Olisiko teillä tiedossanne kohteita, joista olisi dokumentoitua aineistoa ja, joissa tasoitteen ja pinnoitteen yhdistäminen olisi sujunut erityisen hyvin tai huonosti? Voisinko saada nämä dokumentit osaksi diplomityöni lähdeaineistoa? Tietoja tullaan käsittelemään luottamuksellisesti.

Aineistoa löytyy mattopäällysteistä, mutta ei juurikaan pinnoitteista.

Nimi: Heikki Immonen  
 Yritys: ARDEX Oy  
 Titteli: Tekninen päällikkö  
 Päivä: 24.6.2020  
 Paikka: Puhelinkeskustelu  
 Luottamustoimet: Uimahalli- ja kylpylätekninen yhdistys ry, UKTY hallituksen jäsen  
 Aiemmat työtehtävät: YIT-Yhtymän asunto tuotannosta siirtynyt Ardexille 1998  
 Saako vastaukset julkaista: Saa

1) Miksi pinnoitettavia lattiaita tasoitetaan?

Aina betonivalut eivät onnistu. Syy tähän voi olla esimerkiksi työn toteutuksessa. Joskus myös sementtiliiman poistamisen jälkeen alta paljastuneen betonin pinta ei vastaa pinnoitteen asettamia vaatimuksia.

Pinnoitteet ovat suunniteltu asennettavaksi suoraan betonin päälle. Tämän takia olisi ongelmallista, jos pinnoite ei kestäisi betonin alkalisuutta. Alkaisen kosteuden kanssa voi tulla ongelmia joidenkin päällysteiden kanssa, mutta ei pinnoitteiden.

Minulla ei ole kokemusta kuitubetonin ja teräsbetonin eroista alustana.

2) Suosittelisitko tasoitetta pinnoitteen alle? Minkälaisia tasoitteita ette suosittelisi pinnoitteen alle? Onko jokin pinnoite (Akryyli, Polyuretaani, Epoksi) sellainen, jonka alle tasoite ei sovellu / soveltuu erityisen hyvin? Vaikuttaako rakennuksen käyttö lattiapinnoitteen ja -tasoitteen yhteensopivuuteen? Miksi?

En automaattisesti suosittelisi tasoitetta pinnoitteen alle. Jos alustan toleranssit eivät ole kohdallaan, niin tasoitteen käyttö on perusteltua. Onnistuneet betonilattiat eivät vaadi tasoitusta ennen pinnoittamista.

Suurin osa tasoitteista ei sovellu pinnoitettavaksi. Esimerkiksi muovimattojen tai laatoitusten alustaksi tarkoitetut yleistasoitteet ovat yleensä lujuudeltaan liian heikkoja pinnoitettavaksi. Tutkimustietoa ja käytännön kokemusta löytyy niistä tasoitteista, joita itse suosittelen pinnoitteen alle.

Kaikkien pinnoitteiden alle löytyy kyllä sopiva tasoite. Tartuntavetolujuustutkimuksia on tehty eri pinnoitevalmistajien kassa yhteistyössä.

Käyttörasitus vaikuttaa tasoitteen valintaan. Betonilattiat 2018 BY45 julkaisussa on eritelty eri rasituksien tiloja. Kovimmat lujuusvaatimukset tasoitteelle asettavat teollisuustilat.

3) Yleensä pinnoitevalmistajat antavat vaatimuksia betonialustalle. (Lämpötila, kosteus, puristuslujuus, tartuntavetolujuus, puhtaus, vapaa likaisuudesta, ...) Voidaanko näitä vaatimuksia suoraan käyttää myös tasoitteelle? Miksi? Miten tasoite- ja betonialustat eroavat toisistaan pinnoitteen kannalta? Miten nämä erot vaikuttavat yhteistoimintaan?

Samoja vaatimuksia käytetään ilman muuta myös tasoitteelle. Ohjeissa mainitaan, että suurien käyttörasitusten ollessa kyseessä tulisi tasoitteen käyttöä välttää. Tasoitetta kuitenkin voidaan käyttää, jos se täyttää samat vaatimukset kuin mitä betonilta haetaan.

Betoni on huokoisempi materiaali kuin tasoite. Tämän takia pinnoitteiden pohjustuskäsittely voidaan joutua tekemään eri tavalla. Esimerkiksi pohjustimen laimennussuhde saattaa vaihdella eri alustan mukaan.

Tasoitteessa on pienempi raekoko kuin betonissa ja se vaikuttaa juuri materiaalin puristuslujuusominaisuuksiin. Tämän takia tasoite voi olla puristuslujuudeltaan heikompi kuin alla oleva betonialusta, mutta tartuntavetolujuus ja kulutuskestävyys saadaan kuitenkin riittävälle tasolle myös tasoitteissa.

4) Mitä ominaisuuksia tasoitteelta vaaditaan, kun sen päälle asennetaan pinnoite? Miksi juuri näitä ominaisuuksia vaaditaan? Kuka määrittelee tasoitteelta vaaditut ominaisuudet / kenen pitäisi määrittellä? Vaikuttavatko arkkitehdin vaatimukset lattialle tasoitteen valintaan? Miten?

Tartuntavetolujuus on tärkein tasoitteen ominaisuus, kun sitä lähdetään pinnoittamaan. Alan kirjallisuudesta löytyy juuri tartuntavetolujuudelle asetettuja vähimmäisarvoja.

Pinnoitteen lujuudenkehityksen aikana muodostuu suuria vaakasuuntaisavetojännityksiä, jotka kohdistuvat alustaan. Mikäli tasoitteen tartuntavetolujuus ei ole riittävä, niin pinnoite repii itsensä irti kovettumisensa aikana alustastaan. Kulutuskestävyyttä ei välttämättä tarvitse ilmoittaa, mutta se kuitenkin kertoo tasoitteen ominaisuuksista jotain. Puristuslujuutta voidaan vaatia tasoitteelta, jos lattian pintaan kohdistuu rasituksia.

Suunnitteluasiakirjoissa tulisi ottaa kantaa betonin lujuusominaisuuksiin, jotta se kestää käyttörasituksen. Mikäli tasoite on suunniteltu kohteeseen, niin tulisi pinnoitteen vaatimukset kyetä täyttämään tasoitteella. Arkkitehti ei ota kantaa tasoitteen tekniisiin ominaisuuksiin, vaan keskittyy väreihin. Joissain kohteissa seinän ja lattian rajapinnan tasoittamistapaan saattaa arkkitehti puuttua, jotta voidaan tehdä halutunlainen lista pinnoitteella. Tällaisissa kohteissa saatetaan tehdä holkkamainen tasoitus.

- 5) Minkälainen tulee olla betonialustan, jotta se voidaan tasoittaa ja pinnoittaa onnistuneesti? Miksi näitä toimenpiteitä vaaditaan? Tuleeko betonialusta esikäsittellä ennen tasoitusta? Miksi?

Tasoitteen tuote-esitteessä on lueteltu alustan vaatimukset. Pinnasta tulee poistaa heikkoainesosa, joka betonissa usein on sementtiliima. Varsinkin varhainen teräshierto nostaa paljon sementtiliimaa betonin pintaan. BY 45 antaa betonilattian puhdistamiseen erilaisia keinoja. Suunnitteluasiakirjoissa määritellään alustan vaatimukset, joiden mukaan puhdistustapa tulisi valita. Uudiskohteissa puhdistusmenetelmä on kohtalaisen helpposti määriteltävissä, mutta korjauskohteissa määrittely on hankalampaa. Korjauskohteissa alustan kuntoa ja laatua ei tiedetä ennen rakenteiden avaamista ja yllätyksiä saatetaan löytyä.

Alustan esikäsittelyksi on tasoitekohtaisesti määritelty pohjustuskäsittely. Hionnan, puhdistuksen ja imuroinnin jälkeen betonin pintaan asennetaan esikäsittelyaine. Primerointi sitoo hienon pölyn alustasta. Ensisijaisesti pöly tulisi kuitenkin poistaa imuroimalla. Pohjustin parantaa myös tasoitteen työstettävyyttä, sillä alla oleva huokoinen betoni ei pääse imemään kosteutta tasoitemassasta heti. Varsinkin itsetiivistävillä tasoitemassoilla primeri estää tasoitteen pinnan rakkulaisuutta. Jos tasoitemassassa oleva kosteus pääsisi imeytymään betoniin niin ilma, jonka tilalle kosteus menee, kulkeutuu tasoitemassaan. Esikäsittelyaineita on useammanlaisia. Kohteen luonteen mukaan tulee valita kohteeseen parhaiten soveltuva tuote. Mikäli esimerkiksi alustan kosteus on suuri, niin alustan esikäsittelyaineena tulisi käyttää mieluiten järeämpää epoksipohjaista pohjusteta. Epoksipohjaisilla tuotteilla pystytään hieman kasvattamaan pinnan lujuutta. Tämän ominaisuuden takia korjauskohteissa saatetaan hakea luotettavuutta epoksipohjaisella pohjusteella. Pohjustusainekäsittely voidaan tehdä myös useampaan kertaan ja sen pintaan voidaan asentaa sirotetta. Kevyimmät pohjusteet ovat keinohartsidispersioita, jota laimennetaan vedellä.

- 6) Mitkä tekijät tasoitteen kuljetuksessa, varastoinnissa ja käytössä vaikuttavat erityisesti sen lujuusominaisuuksiin? Vaikuttavatko ympäristöolosuhteet tasoitteen ominaisuuksiin? Miten ne vaikuttavat? Mitä tasoitetyötekniikassa tulee erityisesti huomioida, kun tasoitteen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Jauhetuotteet eivät ole lämpötilalle kovin herkkiä varastoinnin aikana. Jauhetuotteiden säkit ovat kolmikerroksisia pahvi-muovi-pahvi säkkejä. Tällaiset säkit eivät ole täysin hermeettisiä, joten tuotteiden tulisi olla kosteudelta suojattuja varastoinnin ja kuljetuksen aikana. Korkea ilman suhteellinen kosteus saattaa vaikuttaa tuotteen säilymiseen. Säkkejä tulisi siirrellä niin ettei niihin tulisi vaurioita ja kauan auki olleessa säkissä olevaa tuotetta ei tulisi käyttää.

Tasoitteiden varastointiajat määräytyvät kemikaalilainsäädännön mukaan. Varastointiaikoja ei tule ylittää, sillä tuotteen tekniset ominaisuudet kärsivät ajan saatossa. Tuote voi esimerkiksi hidastua ja sen lujuusominaisuudet heiketä ajan saatossa.

Rakennustöiden yleisissä laatuvaatimuksissa on esitetty millaisissa vähimmäisolosuhteissa työtä voi tehdä. Tärkeitä ominaisuuksia ovat lämpötila ja suhteellinen kosteus. Tasoitteelle tulee luoda hyvät kuivumisolosuhteet. Kuitenkaan ”liian hyviä” kuivumisolosuhteita ei tulisi tehdä. Kun tuotteesta lähdetään poistamaan tehostetusti vettä, niin tasoitteeseen voi tulla suuriakin kutistumia. Esimerkiksi läpivetoa tai liian suurta lämmittämistä ei tulisi tasoitteen kuivumiseen käyttää.

Ennen tasoitustyön aloittamista tulee tarkistaa, että alusta omaa riittävän lujuuden. Usein ongelmatilanteissa pinnoittamisen jälkeen tasoite irtoaa alustastaan, sillä alusta ei ole riittävän luja. Pohjustus tulee tehdä asianmukaisesti ennen tasoitusta.

Tasoittaessa tulee noudattaa tuotteen työaikaa. Mikäli edellinen tasoiterintama on jo työaikansa loppupuolella ja siihen koitetaan liittää uutta tasoitetta, niin kohtaan tulee muodostumaan todennäköisesti työsauma, joka näkyy pinnoitettavan lattian valmiissa pinnassa hyvinkin herkästi.

Tasoite tulee sekoittaa asianmukaisesti, jottei tasoitemassaan muodostu paakkuja. Liian lyhyt sekoitusaika saattaa myös heikentää massan työstettävyyttä. Usein lyhyen työajan omaavia tasoitemassoja saatetaan sekoittaa liian lyhyitä aikoja, sillä työntekijöillä tuntuu olevan kiire myös sekoittaessa. Tasoitemassa tulisikin sekoittaa kunnolla, eikä liisätä vettä työstettävyyden parantamiseksi, jottei tasoitteen ominaisuudet kärsisivät.

Tasoitemassaa tulee myös sekoittaa oikeanlaisella työvälineellä. Mikäli vispilä on vääranlainen, voi se ajaa massaan paljon ilmaa, jolloin tasoitemassan pinnasta tulee rakkulainen. Mitä karkeampi tasoitemassa on kyseessä, niin sitä enemmän se voi sitoa ilmaa itseensä sekoituksen aikana. Jotta ilmakuplat saataisiin pois, tulee tasoitemassan pinta käsitellä piikkirissalla, joka rikkoo ilmakuplat.

Vesimäärä tulee olla oikeanlainen tasoitemassaa tehdessä. Säkin kyljessä on annettu sopiva vesimäärä tuotteen käytölle. Ylimääräistä vettä käytettäessä massan ominaisuudet kärsivät. Ainut ominaisuus, joka itsesiliävissä massoissa paranee ylimääräisen veden käytöstä, on tuotteen itsesiliävyys. Erityisesti kuivumiskyky heikkenee, pinnoitettavuus aika pitenee, tasoitteen kutistumat kasvavat ja lujuus sukeltaa pinnoituskelvottoman puolelle, jos ylimääräistä vettä käytetään.

Tärisävä laite tasoitettavalla alueella voi aiheuttaa karkearunkoaineisen tuotteen erotumista.

7) Tarvitseeko tasoitettua pintaa käsitellä ennen kuin sen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Käsittely riippuu valitusta tasoitteesta. Yleensä pinta hiotaan. Hionnalla voidaan tarkistaa, että tasoite on alustassaan kiinni kauttaaltaan ja parantamaan pintaestetiikkaa pienet epätasaisuudet poistamalla. Pinnan hionta ei heikennä tasoitteen ominaisuuksia, vaikka pinta saattaa kiillottua hionnan seurauksena. Erityisesti korkealujuustasoitteet kiillottuvat pinnastaan herkemmin, joten niiden hiominen on hankalaa.

Ennen pinnoitusta tulee tarkistaa myös pinnoitevalmistajan ohjeet. Yleensä pinnoitteiden alle asennetaan esikäsitelyaine.

Sementtipohjaisia tasoitteita ei voida asentaa tai hioa nolla paksuuteen. Mikäli tasoitemassaa on liian ohut kerros, niin sen lujuus ei ole enää tuotteen lupaaman kaltainen. Usein liian ohut tasoitekerros on jopa huonompi alusta kuin sen alla oleva vanha ja heikko betonialusta. Tämän takia valmistajan ohjeessa esitettyjä mini tai maksimi paksuuksia ei saa ylittää.

8) Kuinka pinnoitustyö tulisi suorittaa, kun pinnoitteen alla on tasoite? Eroaako se jotenkin tilanteesta, jossa pinnoitteen alla on betonialusta? Miksi?

Koska olen tasoitevalmistaja niin minulla ei ole kokemusta pinnoittamisesta.

9) Miten tasoiteyön laadunvarmistus hoidetaan? Onko siinä parantamisen varaa? Mitä?

Vesimäärän tulee olla oikea ja se tulee tarkistaa. Vesimittakannulla voidaan vakioida vesimäärä, joka tulee tasoitesäkkiä kohti lisätä. Vesimittakannuun voidaan tehdä reikä halutun vesimäärän kohdalle, jolloin ylimääräinen vesi valuu pois kannusta ja seossuhteet saadaan pidettyä oikean laisina. Pumpputasoiteille tämä tapa ei sovellu, vaan pumpupaajan tulee itse koettaa suhteuttaa vesimäärä oikeaksi ja tehdä leviämätesti ja verrata leviämätestin tulosta käsin sekoitetun ja vesimittakannulla mitatun tasoitemassan leviämään. Jos leviämät ovat saman suuruiset on suhde oikeanlainen. Leviämätestin laitteistoon kuuluu akryylileviämälatta ja 10 cm halkaisijaltaan ja korkeudeltaan oleva putki. Testissä putki asetetaan keskelle vakioimukykyistä akryylilattaa ja se täytetään tasoitteella. Putki nostetaan pois ja annetun aikamäärän jälkeen mitataan tasoitteen leviäminen. Tavoi-tetasopintoihin tulee päätyä hallitusti työn aikana, joko korkomerkein tai laserin avulla.

Tasoitetyön jälkeen tilan kuivumisolosuhteet tulisi järjestää sopiviksi. Ilmanalan tulisi olla tasalaatuinen ensimmäisen vuorokauden ajan. Erityisesti lämpötilan vaihtelua tulisi seurata. Kuivumisaikaan vaikuttaa tasoittekerroksen paksuus ja käytetty tasointe sekä vesimäärä. Pinnoitusta ei tulisi tehdä ennen kuin tasointe on kuivunut riittävästi.

Tarpeen mukaan vetolujuutta voidaan testata vetokokein. Kovin systemaattista vetokokeen tekeminen ei kuitenkaan ole, vaan se voidaan tehdä esimerkiksi vain mallityölle.

- 10) Onko tasointteen ja pinnoitteen yhteiskäytössä parantamisen varaa? Millaisia ongelmia on esiintynyt tasointteen ja pinnoitteen yhdistämisestä? Mistä ne ovat johtuneet?

Tasointteen tulee olla pinnoitettavissa oleva. Joissain tilanteissa on luultu, että heikompi tasointte on ollut pinnoittekelpoinen. Todellisuudessa valitun tasointteen lujuus ei kuitenkaan ole vastannut pinnoitteen asettamia vaatimuksia. On myös ollut tilanteita, joissa lattia on tasointtu heikolla tasointteella. Keneltäkään kysymättä tilanne on korjattu siten, että heikon tasointteen päälle on asennettu lujempi tasointte. Tämä ei kuitenkaan auta, sillä heikko kerros jää rakenteeseen ja murtumakohta siirtyy alemmas. Tämän takia alustan tulisikin olla vähintään yhtä luja kuin tasointteenkin, jotta pinnoitustyö onnistuisi. Yleensä tällaisia virheitä pääsee käymään, kun haetaan edullisinta ratkaisua, ajattelematta pinnoitteen tasointteelle asettamia vaatimuksia. Liian heikkoja tasointteita käytettäessä lattian halkeilu ja korkkaamisriski kasvaa.

Ylimääräisen veden käyttö myös alentaa lujuutta merkittävästi. Liika vesi aiheuttaa runkoaineen painumisen tasointtekerroksen pohjalle, jolloin tasointtekerros ei ole tasalaatuinen. Tällöin pintakerros kutistuu herkemmin. Kun märkätilavuutta kasvatetaan ja tasointte lähtee kuivumaan niin kutistuman kehitys saattaa mennä lujuudenkehityksen edelle, jolloin tasointteen pinta alkaa halkeilemaan voimakkaasti.

- 11) Minkälaisiin toimenpiteisiin ryhdytään, jos on todettu, ettei tasointte sovellu pinnoitteen alle? Voiko tasointteen korjaus aiheuttaa ongelmia? Kuka (yleensä) maksaa epäonnistuneesta tasointtetyöstä aiheutuneet kustannukset? Miksi?

Heikot ainesosat tulee poistaa eli heikko tasointtekerros joudutaan uusimaan. Joskus tasointteen pinta on halkeillut, mutta tasointteen tartunta alustaan on ollut tartuntavetolujuuskokeiden mukaan hyvä. Tällöin pinnoitevalmistajalla on ollut impregnointiainetta, joka täyttää halkeamat ja pinnoitus on voitu suorittaa.

Pohjustusainekäsittelyllä voidaan vain pinnan lujuutta parantaa. Pohjuste ei kuitenkaan kykene tunkeutumaan kovinkaan syvälle tasointteeseen, joten tällä tavalla voidaan ainoastaan murtopintaa siirtää syvemmälle.

Maksajaa etsittäessä pitää tunnistaa syy seuraus suhteet. Sitä ei voida automaattisesti poissulkea, että tuotteessa on vikaa. Tuotteen laadunvarmistusketjusta voidaan etsiä ne aineet, joita tuotteessa on käytetty. Mikäli työnteknisessä suorituksessa on vikaa, niin maksaja on työn tekijä. Joskus myös kiinteistönomistaja saattaa toiminnallaan estää laadukkaan lopputuloksen saavuttamisen yleensä aikataulu tai kustannussyistä. Tällöin kiinteistönomistaja voi ottaa tietämättään suuren vastuun työn onnistumisesta.

- 12) Tuleeko mieleenne vielä jotain lisättävää aiheesta? Mitä?

Lattioiden pinnoituksen trendi on viime vuosina ollut nousussa. Tämä johtuu siitä, että on todettu joidenkin muiden lattian pintamateriaalien olevan ongelmaherkkiä. Näiden tilalle on haluttu tuoda kestäviä materiaaleja.

- 13) Olisiko teillä tiedossanne kohteita, joista olisi dokumentoitua aineistoa ja, joissa tasointteen ja pinnoitteen yhdistäminen olisi sujunut erityisen hyvin tai huonosti? Voisinko saada nämä dokumentit osaksi diplomityöni lähdeaineistoa? Tietoja tullaan käsittelemään luottamuksellisesti.

Harva onnistunut kohde tulee maahantuojoille saakka, mutta kaikki epäonnistuneet tulevat tietoomme.



Nimi: Juha Tamminen  
 Yritys: Betton Oy  
 Titteli: Toimitusjohtaja 33 vuotta  
 Päivä: 16.04.2020  
 Paikka: Puhelinkeskustelu  
 Luottamustoimet: -  
 Aiemmat työtehtävät: -  
 Saako vastaukset julkaista: Saa

1) Miksi pinnoitettavia lattioita tasoitetaan?

Tasoite suoristaa ja silottaa betonivalun, jolloin lopputulos näyttää esteettisesti siistiltä. Kun betonista poistetaan sementtiliima, tulevat betonin huokoiset näkyviin. Betonivalun jälki on usein myös epätasaista ja valun pintaan on jäänyt jälkiä työstä. Kaikki pinnan virheet paistavat yleensä lävitse lattiapinnoitteista.

Pinnoitteiden alla käytetään pohjusteena tiivistä epoksiprimeriä, joka ei reagoi betonin alkalisuuden kanssa. Tämän takia tasoitteen mahdollisesti antamaa alkalisuojaa ei voida pitää perusteluna pinnoitettavan lattian tasoittamiselle.

2) Suosittelisitko tasoitetta pinnoitteen alle? Minkälaisia tasoitteita ette suosittelisi pinnoitteen alle? Onko jokin pinnoite (Akryyli, Polyuretaani, Epoksi) sellainen, jonka alle tasoite ei sovellu / soveltuu erityisen hyvin? Vaikuttaako rakennuksen käyttö lattiapinnoitteen ja -tasoitteen yhteensopivuuteen? Miksi?

Tasoitteen käyttö on aina suositeltavaa, sillä tasoittamalla saadaan esteettisesti kaunis pinta.

Sementtipohjaiset tasoitteet soveltuva pinnoitettaviksi. Kipsipohjaisia tasoitteita ei pinnoitteen kanssa tulisi käyttää. Pinnoitevalmistajan tulisi tarkasti määrittellä mitä ominaisuuksia se vaatii tuotteensa alustalta. Tasoitteen valintaan vaikuttavat tilan käytöstä tulva rasisuus ja pinnoitteen asettamat vaatimukset alustalleen. Nämä määräävät tasoitteen lujuusluokat ja kerrospaksuudet. Itsesiliäviä tasoitteita tulisi käyttää vähintään kahden millin kerrospaksuuksina, jolloin CE-merkinnän mukainen lujuus toteutuu ja tasoite siliää.

Hyvälaatuinen tasoite kestää kaikki pinnoitemateriaalit. Eri pinnoitteiden välillä ei ole eroja.

3) Yleensä pinnoitevalmistajat antavat vaatimuksia betonialustalle. (Lämpötila, kosteus, puristuslujuus, tartuntavetolujuus, puhtaus, vapaa likaisuudesta, ...) Voidaanko näitä vaatimuksia suoraan käyttää myös tasoitteelle? Miksi? Miten tasoite- ja betonialustat eroavat toisistaan pinnoitteen kannalta? Miten nämä erot vaikuttavat yhteistoimintaan?

Samoja vaatimuksia voidaan käyttää myös tasoitteelle. Alustan tulee olla puhdas ja siinä ei saa olla öljyläikkiä. Alustan tulee olla myös kuiva eikä sen päällä saa olla seisovaa vettä. Normaalisti sisätasoitteilla alustan kosteus tulisi olla alle 85 % RH. Tasoite eroaa betonipinnasta ainoastaan pinnan sileyden puolesta.

4) Mitä ominaisuuksia tasoitteelta vaaditaan, kun sen päälle asennetaan pinnoite? Miksi juuri näitä ominaisuuksia vaaditaan? Kuka määrittelee tasoitteelta vaaditut ominaisuudet / kenen pitäisi määrittellä? Vaikuttavatko arkkitehdin vaatimukset lattialle tasoitteen valintaan? Miten?

Tasoitteen tulee olla riittävän luja ja sen tulee olla kuivunut riittävästi. Kuivatusaika tulee olla tasoitteen käyttöohjeen mukainen, jottei pinnoite reagoisi, kuplisi tai irtoisi kosteuden takia.

Rakennesuunnittelijan tulisi osittain määrittellä tasoitteelle asetetut vaatimukset. Kuitenkin pinnoitetoimittajan tulisi ilmoittaa millaisia ominaisuuksia heidän tuotteensa vaatii alustaltaan. Koska halutaan yleensä rakentaa halvalla, niin valikoidaan heikko tasoite, jota käytetään ohuina kerrospaksuuksina, ellei tasoitteelta vaadittuja ominaisuuksia ole määriteltä. Tällainen tasoite ei todennäköisesti tule kestäämään pinnoitteen alla.

Arkkitehdin valitseman pinnoite määrittelee alustalle asetetut vaatimukset.

- 5) Minkälainen tulee olla betonialustan, jotta se voidaan tasoittaa ja pinnoittaa onnistuneesti? Miksi näitä toimenpiteitä vaaditaan? Tuleeko betonialusta esikäsitellä ennen tasoitusta? Miksi?

Sementtiliima tulee poistaa, niin että betonin kiviaines tulee esiin ja alustan kosteuden tulee maksimissaan olla RH 85 %. Alusbetonin lujuus tulee tuntea. Mikäli alusbetoni on jostain syystä heikkoa, voidaan joutua alustaa lujittamaan epoksiprimerillä. Vaadittu betonialustan lujuus tulee tarkastaa epoksin toimittajalta. Käytöstä johtuvat kovat rasitukset kuten trukki liikenne asettavat lujuudelle myös omat vaatimuksensa. Betonipinta tulee esikäsitellä primerillä ennen tasoitusta. Pohjusteena voidaan käyttää perinteistä dispersiota. Mikäli alustasta nousee kosteutta tai alustaa tulee lujittaa, voidaan käyttää tarkoitukseen sopivaa primeriä. Primeri on esiliimakerros ja oikein, ohuena kerroksena levitettynä primeri auttaa tasoitetta siliämään ja estää kuplien muodostumista tasoitekerrokseen levityksen jälkeen. Primeri myös vähentää alustan imevyyttä, jolloin tasoite kuivuu tasaisemmin.

- 6) Mitkä tekijät tasoitteen kuljetuksessa, varastoinnissa ja käytössä vaikuttavat erityisesti sen lujuus ominaisuuksiin? Vaikuttavatko ympäristöolosuhteet tasoitteen ominaisuuksiin? Miten ne vaikuttavat? Mitä tasoitetyötekniikassa tulee erityisesti huomioida, kun tasoitteen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Tasoitteen ikä vaikuttaa sen ominaisuuksiin. Tasoitteille on annettu tietty säilyvyysaika, jonka jälkeen valmistaja ei enää anna takuuta tasoitteen toiminnalle.

Säilytystilojen tulisi olla kuivat, jottei kosteus pääse muodostamaan kovettuneita paakkuja tasoitteeseen.

Lämpötila, ilmankosteus ja alustan kosteus vaikuttavasti suuresti tasoitteen levitystyöhön ja lopputulokseen. Liika kuuminen kuivattaa tasoitteen liian nopeasti, minkä seurauksena tasoite halkeaa eikä saavuta suunniteltua lujuutta. Myös vetoisuus haihduttaa tasoitteesta kosteutta nopeammin, joten vetoa työtilassa ei saisi olla. Tasoitettakin tulisi jälkihoitaa, kuten betonia levittämällä muovikalvo päälle tai kostuttamalla, mikäli olosuhteet sitä vaativat. Minimi työstölämpötila on yleensä + 10 astetta. Ihanneolosuhteina tasoittamiselle voidaan pitää RH 65 % ja lämpötilaa + 15–25 astetta. Matala lämpötila, korkea kosteus ja paksu kerros hidastaa tasoitteen asettumista kuivumista ja sitä kautta pinnoittamisen aloittamista.

Tasoitteen levitys pinnoitteen alustaksi ei juurikaan eroa levityksestä päällysteen alustaksi. Ainoana erona voidaan pitää sitä, että pinnoite ei kestä pinnassa esiintyviä kuplia tai huokosreikiä, mutta päällysteiden kanssa tämä ei juurikaan ole ongelma. Piikkiteläus tulee tehdä pinnoitteiden yhteydessä, sillä se rikkoo ilmakuplat ja tasoitemassassa mahdollisesti olevat paakut. Se myös poistaa tasoitteen pintajännityksen muutamaksi sekunniksi, jolloin pinnasta tulee sileämpi ja tasaisempi. Myös tasoitteen sekoitus tulee tehdä oikein ja vesi-sementtisuhde tulee olla oikeanlainen. Oikeaan määrään vettä lisätään tasoitejauhe ja sekoitetaan massa tasoitteille tarkoitettulla vispilällä sopivalla kierrosnopeudella (300-400 RPM). Esimerkiksi porakoneella ei tulisi sekoittaa tasoitetta, sillä sen kierrosnopeus on liian suuri (2000 RPM). Liian nopealla sekoituksella saattavat tasoitteiden partikkelit (sementti, lisäaineet, hiekka) erota toisistaan. Sekoituksen lopuksi tulisi vielä varmistaa, että massa on paakutonta. Maalivispilää ei tasoituksen sekoitukseen tulisi käyttää, sillä se hakkaa ilmaa tasoitteeseen, jolloin tasoitteen pintaan tulee ilmasta aiheutuvia kuoppia, jotka näkyvät pinnoitteen alta. Niin sanottu spiraalivispilä on suunniteltu tasoitteen sekoitukseen ja se ei kuljeta ilmaa massaan sekoitusvaiheessa. Pumpusekoituksessa vesi-sementtisuhde nähdään laitteella. Pumpkauksen alussa tehdään koesekoitus tai koe-erä. Ensimmäiset pari sakkia tasoitetta eivät välttämättä ole hyvänlaatuista ja koe-erällä nämä saadaan poistettua ennen tasoittamisen varsinaista aloitusta. Myös työn aikana tulisi tarkkailla, että tasoitteen laatu pysyy tasaisena. Vesimäärän lisääminen auttaa toki tasoitteen siliämistä, mutta se korreloi suoraan tasoitteen lujuusominaisuuksiin niitä heikentävästi. Tasoitteen valmistaja antaa tasoitteeseen käytettävän vesimäärän yleensä hyvin tarkasti. Tätä vesimäärää ei tulisi ylittää tai alittaa, mikäli halutaan laadukas lopputulos, sillä tasoite on suunniteltu juuri tietylle vesimäärälle.

- 7) Tarvitseeko tasoitettua pintaa käsitellä ennen kuin sen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Esikäsitteilytarve riippuu pinnoitteesta. Usein pinta hiotaan auki kevyesti hiekkapaperilla ja imuroidaan. Hionnalla saadaan tasoitteen pinnassa olevat mahdolliset epätasaisuudet pois. Kovilla tasoitteilla pinta jää yleensä hyvin sileäksi, kiiltäväksi ja tiiviiksi, jolloin hionnalla voidaan hieman parantaa tasoitteen imukykyä. Pinnoite tarttuu silloin paremmin tasoitteeseen.

- 8) Kuinka pinnoitustyö tulisi suorittaa, kun pinnoitteen alla on tasoite? Eroaako se jotenkin tilanteesta, jossa pinnoitteen alla on betonialusta? Miksi?

Tasoite ei muuta pinnoitustyön suoritusta. Tasoitevalmistajan ohjeista löytyy kuivumisajat eri paksuisille tasoitekerroksille. Pinnoite asettaa alustansa kosteuspitoisuudelle vaatimuksia. Tasoitteen ohjeen mukaan tulee varmistua siitä, että tasoite on kerennyt kuivuman tarpeeksi pinnoitustyön suorittamista varten.

- 9) Miten tasoiteyön laadunvarmistus hoidetaan? Onko siinä parantamisen varaa? Mitä?

Tasoitteelle voidaan tehdä vetokokeita. Myös hilaristikkotesterin avulla voidaan tehdä kokeita, joilla selvitetään tasoitteen toteutunut lujuusluokka. Hilaristikko on metalli levy, jossa on levyn läpäiseviä meneviä uria. Uria pitkin vedetään kynää, joka voidaan asettaa vastaamaan kolmea eri lujuusluokkaa. Kynä tekee tasoitteeseen pienet viillot. Metallilevyä käännetään 45 astetta ja tehdään uudet viillot. Tämän seurauksena tasoitteen pintaan muodostuu salmiakkikuvio. Mikäli salmiakkikuvio ei murre omaa tasoite vähintään kynän osoittaman lujuusluokan. Jos taas tasoite murtuu, on se heikompaa kuin kynän lujuusarvo. Hilaristikko koe on nopea ja helppo toteuttaa, eikä se riko tasoitteen pintaa samalla lailla kuin vetokoe. Muitakin työkaluja löytyy Wolffilta alustan laaduntarkastuskustasta.

- 10) Onko tasoitteen ja pinnoitteen yhteiskäytössä parantamisen varaa? Millaisia ongelmia on esiintynyt tasoitteen ja pinnoitteen yhdistämisestä? Mistä ne ovat johtuneet?

Pinnoitettavat lattiat tulisi suunnitella pinnasta alaspäin. Pinnoitevalmistajien tulisi antaa selkeät ohjeet siitä, millaisia vaatimuksia pinnoite asettaa alustalleen ja suunnittelun tulisi lähteä näistä vaatimuksista.

Suurimpia ongelmia tasoitteiden ja pinnoitteiden yhdistämisessä ovat tilanteet, joissa tasoitekerros on liian ohut, tasoitemassa on liian heikkolaatuinen tai tasoite on primeroitu huonosti. Työvirheiden takia yleinen ongelma ovat ilmakuplat tasoitteen pinnassa, joita pinnoite ei pysty peittämään. Lopullinen pinnoite saattaa halkeilla ja irrota tai repiä alustan mukanaan, mikäli tasoite ei ole sopiva.

- 11) Minkälaisiin toimenpiteisiin ryhdytään, jos on todettu, ettei tasoite sovellu pinnoitteen alle? Voiko tasoitteen korjaus aiheuttaa ongelmia? Kuka (yleensä) maksaa epäonnistuneesta tasoitetyöstä aiheutuneet kustannukset? Miksi?

Tasoite pitäisi poistaa ja tehdä uusiksi. Mikäli tasoitetyönurakoitsija on sama kuin pinnoittaja voidaan epäonnistuneen työn syyllistä helposti etsiä hänestä. Kuitenkin, jos betonilattian, tasoitteen ja pinnoitteen ovat tehneet eri urakoitsijat on syyllistä vaikeampi löytää. Tällöin suunnitelmistakin aletaan helposti etsimään virheitä. Esimerkiksi suunnitelmissa yleensä esiintyvä ilmaus "Soveltuvalla tasoitteella" on aika laaja ja tulkinnan varainen tapa kertoa tasoitteelta vaadituista ominaisuuksista.

- 12) Tuleeko mieleenne vielä jotain lisättävää aiheesta? Mitä?

Tavarantoimittajana olemme kiinnostuneita siitä, millaisiin kohteisiin tuotteet asennetaan. Tarjouksia tulisi tehdä sen perusteella, että tuote todella sopii kohteeseen, eikä lähtemällä kovaan hintakilpailuun.

Kun suunnitelmissa on maininta, että tehdään tällä tasoitteella tai vastaavalla, niin vastaavuus tulee arvioida tasoitteen CE-merkinnän mukaan. CE-merkki kertoo millaiseen

käyttötarkoitukseen ja mille rasitukselle tuote soveltuu ja mitä muita ominaisuuksia tuotteella on. Nimenomaan CE-merkin kautta tulisi määritellä haluttu tai vaadittu tasoite.

- 13) Olisiko teillä tiedossanne kohteita, joista olisi dokumentoitua aineistoa ja, joissa tasoitteen ja pinnoitteen yhdistäminen olisi sujunut erityisen hyvin tai huonosti? Voisinko saada nämä dokumentit osaksi diplomityöni lähdeaineistoa? Tietoja tullaan käsittelemään luottamuksellisesti.

Dokumentoitua tietoa ei ole.

Mustat lattiat ovat erityisen haasteellisia, sillä pinnoitteiden väreistä nimenomaan mustassa näkyy pienimmätkin alustan virheet.

Eräässä kohteessa Helsingissä, tehtiin valkoinen pinnoitus tasoitteen päälle. Tässä kohteessa tilaaja oli todella tyytyväinen ja lattiasta ei löytynyt pienintäkään virhettä.

Nimi: Pertti Lindberg

Yritys: Kiilto Oy

Titteli: Tuotekehityspäällikkö

Päivä: 24.04.2020

Paikka: Puhelinkeskustelu

Luottamustoimet: Mukana suomen edustaja teknillisessä komiteassa TC303, SFS-EN 13813

Tasoitmassat ja lattiatasoitteet. tasoitmassat. ominaisuudet ja vaatimukset

Aiemmat työtehtävät: Diplomityö laasteista, valmistunut Tampereen teknillisestä korkeakoulusta 1984, ollut tutkijana Tampereen teknillisessä korkeakoulussa, jonka jälkeen tehnyt töitä tasoitteiden ja laastien parissa. Vuodesta 1987 alkaen töissä Kiillolla.

Saako vastaukset julkaista: Saa

1) Miksi pinnoitettavia lattioita tasoitetaan?

Tasaiselle pinnalle voidaan asentaa ohuempi pinnoite onnistuneesti. Karkeampi alusta vaatii suuremman kerrospaksuuden pinnoitemassaa. Paksumpi pinnoite kerros on kalliimpi kuin ohuempi pinnoite ja lattian tasoitus. Tasoitepinta on myös laadultaan hyvä tasainen alusta pinnoitteelle.

Pinnoitteet eivät vaadi tasoitetta alkalisuojaksi, sillä ne kestävät hyvin alkalista betonia. Sen sijaan liiallinen alustan kosteus voi olla ongelma pinnoitteen kannalta.

Saneerauskohteissa tulee alustan kunto selvittää ennen pinnoitusta. Pahimmassa tapauksessa vanha heikko tasoite joudutaan jyrsimään pois, sillä heikkoa kerrosta ei saa jäädä lattiarakenteeseen.

2) Suositteletko tasoitetta pinnoitteen alle? Minkälaisia tasoitteita ette suosittelisi pinnoitteen alle? Onko jokin pinnoite (Akryyli, Polyuretaani, Epoksi) sellainen, jonka alle tasoite ei sovellu / soveltuu erityisen hyvin? Vaikuttaako rakennuksen käyttö lattiapinnoitteen ja -tasoitteen yhteensopivuuteen? Miksi?

Monissa tapauksissa tasoite on välttämätön, sillä betonipinta ei useinkaan ole suora ja sileä. Kuitenkin paras vaihtoehto olisi levittää pinnoite hyvälle betonipinnalle, sillä mitä vähemmän kerroksia lattiarakenteessa on, sitä luotettavampi se on.

Hienotasoiitteet ovat heikohkoja ja niiden kerrosvahvuus on ohut, joten ne eivät sovellu pinnoitettavaksi. Yleistasoitteiden minimikerrosvahvuus tulisi olla 2-3 mm, jotta lattia soveltuisi pinnoitettavaksi.

Akryylibetoni reagoidessaan kutistuu voimakkaasti, jolloin se aiheuttaa suuria vetojännityksiä pintaan. Tämän takia se vaatii alustaltaan hyvän tartuntalujuuden, jollaista ohut yleistasoihtekerros ei kykene antamaan. Akryylibetoni tulisikin asentaa suoraan hyvälaatuisen betonin päälle, vaikka silloin akryyliä kuluisikin enemmän. Polyuretaani ja epoksi eivät kutistu samalla tavalla kuin akryyli, joten ne soveltuvat paremmin tasoitteen päälle. Tasoitteen minimi vetolujuus tulee kuitenkin olla 1,5 MPa epoksia ja polyuretaania käytettäessä. Polyuretaanin kohdalla tulee alustan olla ehdottomasti riittävän kuiva ennen pinnoitusta.

Betonin lujuusominaisuuksista tulee varmistua ennen pinnoitusta. Hyvällä tasoitteella ei voida korjata heikkoa betonia. Rakenteen toimivuuden kannalta tasoitteen vetolujuus on paljon tärkeämpi kriteeri kuin puristuslujuus.

Käyttörasitus tulee ottaa huomioon tasoitetta valittaessa. Kovapyöräinen pumppukärky rasittaa enemmän kuin kumipyörät.

Tasoitteen ja pinnoitteen välinen adheesio tulee olla kunnollinen eli tartunnan tulee olla hyvä. Alustaa ei saisi hioa kiiltäväksi vaan karheaksi, jolloin pinnoitteella on enemmän tartuntapinta-alaa.

3) Yleensä pinnoitevalmistajat antavat vaatimuksia betonialustalle. (Lämpötila, kosteus, puristuslujuus, tartuntavetolujuus, puhtaus, vapaa likaisuudesta, ...) Voidaanko näitä vaatimuksia suoraan käyttää myös tasoitteelle? Miksi? Miten tasoite- ja betonialustat eroavat toisistaan pinnoitteen kannalta? Miten nämä erot vaikuttavat yhteistoimintaan?

Tasoite on yksinkertaistettuna mikrobetonia, joten betonialustalle asetetut vaatimukset soveltuvat myös pääosin tasoitealustalle.

Betoni on portlandsementti pohjaista, jolloin sen pH-arvo on 13 paikkeilla. Sen sijaan tasoitteissa käytetään aluminaattisementtiä, jolloin sen pH arvo on suuruusluokkaa 11. Tasoitteessa voi olla 15 eri ainesosaa. Sen sijaan betonissa lisäaineita käytetään vähemmän. Alustan pH-arvolla ei ole juurikaan vaikutusta alustan ja pinnoitteen yhteistoimintaan, sillä pinnoite on kemiallisesti melko kestävä.

Betonointityössä tulee olla tarkkana, jottei hyvän betonimassan pintaan jää heikkoa kerrosta huonon jälkihoidon tai työvirheen takia. Hyvän betonin voi pilata ammattitaidottomuudella ja huonostakin betonista ammattilainen voi saada aikaan melko hyvän betonipinnan. Betonin pinnasta tulee hioa sementtiliima pois ennen pinnoitusta tai tasoitusta. Sen sijaan tasoitteen pintaa ei välttämättä tarvitse hioa ennen pinnoitusta. Koska betonin runkoaine on isompaa kuin tasoitteen, niin sen tartuntapinta-ala on yleensä suurempi kuin tasoitteen. Suurempi tartuntapinta-ala edesauttaa hyvän tartunnan aikaansaamista.

- 4) Mitä ominaisuuksia tasoitteelta vaaditaan, kun sen päälle asennetaan pinnoite? Miksi juuri näitä ominaisuuksia vaaditaan? Kuka määrittelee tasoitteelta vaaditut ominaisuudet / kenen pitäisi määrittellä? Vaikuttavatko arkkitehdin vaatimukset lattialle tasoitteen valintaan? Miten?

Tasoitteen pinnan tulee olla suora ja tasainen varsinkin ohuilla pinnoitteilla. Pinta ei saa olla aivan kiiltävä, jottei tartunta heikkenisi. Pinnoite määrittää suuren osan alustan vaatimuksista. Pinnoitteita on markkinoilla paljon erilaisia, jolloin pinnoitevalmistajalla tulee olla selkeät vaatimukset pinnoitteen alustalle, jotta voidaan valita sopiva tasoite pinnoitteen alle.

Kaikkien rakenneosien tulee olla riittävän hyviä, mutta ei "yli hyviä", jottei kustannukset nousisi tarpeettomasti. Arkkitehti tai suunnittelija määrittää pinnoitteen tyyppin ja yleensä siinä vaiheessa tiedetään myös tilan käyttöärasitus ja -olosuhde, jolloin voidaan valita sopiva tasoite. Tasoite tulisi valita vasta sen jälkeen, kun lattian pintamateriaali tiedetään, jottei valita liian heikkoa tasoitetta. Puristuslujuus esitetään yleensä aina pinnoitteen alustalleen asettamana vaatimuksena ja tartuntavetolujuutta vaaditaan vain harvoin. Tämä on kummallista, sillä nimenomaan tartuntavetolujuuden kanssa esiintyy ongelmia pinnoitettaessa eikä puristuslujuuden. Rakennesuunnittelijan tulisi määrittellä tilan käyttöärasitus. Rakennesuunnittelijan tulisi pystyä määrittelemään pinnoitevalmistajien ohjeiden ja tilan käyttöärasituksen perusteella tasoitteelle asetetut vaatimukset. Pinnoitevalmistajan tulisi kyetä määrittelemään alustalle asetetut vaatimukset tarkasti, koska oppilaitokset eivät käsittele aihetta perinpohjaisesti vaan oppi tulee käytännön kokemuksen kautta.

- 5) Minkälainen tulee olla betonialustan, jotta se voidaan tasoittaa ja pinnoittaa onnistuneesti? Miksi näitä toimenpiteitä vaaditaan? Tuleeko betonialusta esikäsitellä ennen tasoitusta? Miksi?

Betonialusta tulee hioa ja imuroida sekä primeroida vesiohenteisella primerilla. Primerin tarkoitus ei ole sitoa pölyä, vaan alustan tulisi olla puhdistettu. Primerillä parannetaan tartuntaa ja pinnan laatua, sillä primeroinnilla betonin ilmahuokokset saadaan tukittua, jolloin tasoitepintaan ei tule rakkuloita. Primeri myös hidastaa tasoitteen kuivumista alapäin, jolloin tasoitteen lujuus pysyy hyvänä. Lämpötilan sekä ilmankosteuden tulisi olla sopiva, jottei kuivuminen ja lujittuminen hidastu. Nämä vaateet esitetään tuote-esitteissä. Kuumassa kemialliset reaktiot tapahtuvat nopeammin, mikä lyhentää tuotteen käyttöaika.

Liikuntasaumajaon tulee olla riittävä alustassa, koska rakenteet elävät muun muassa lämpölaajenemisen ja rakenteen kuivumisen seurauksena. Betoni kutistuu enemmän kuin tasoite. Mitä hienompi tasoite niin sitä enemmän se kutistuu. Kunhan liikuntasumat on tehty järkevästi ja alusta primeroitu ja puhdistettu hyvin tasoite pysyy alustassaan kiinni. Uivien rakenteiden ongelmaksi saattaa tulla betonin tai tasoitteen reunanousu. Terävissä kulmissa kuten pilarien kohdalla on riski, että tasoitteen tai betonin pintaan tulee hiushalkeamia.

- 6) Mitkä tekijät tasoitteen kuljetuksessa, varastoinnissa ja käytössä vaikuttavat erityisesti sen lujuus ominaisuuksiin? Vaikuttavatko ympäristöolosuhteet tasoitteen ominaisuuksiin? Miten ne vaikuttavat? Mitä tasoitetyötekniikassa tulee erityisesti huomioida, kun tasoitteen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Varastointi ja kuljetus kosteassa aiheuttaa tasoitejauheen kovettumisen eli kokkareita muodostuu tasoitemassaan, jolloin tasoitepinnan laatu kärsii. Tämän takia tasoite tulisi säilyttää kuivassa. Tuotteessa esitetyjä viimeisiä käyttöpäiviä tulisi noudattaa. Tuore tuote on lujempaa ja sillä on parempi reaktiivisuus. Täysmuovisäkeissä olevat tasoitteet kestävät paremmin kosteutta kuin paperi-muovi-paperi säkissä olevat tasoitteet. Muovisäkit ovat myös kestävämpiä ja ne voidaan kierrättää. Kylmissä lämpötiloissa ja kosteissa olosuhteissa tasoitteen kuivuminen ja kovettuminen hidastuu. Kesähelteillä kun ilmansuhteellinen kosteus on suuri, niin vanhan kuvan lattian avaaminen voi vain lisätä kosteutta rakenteeseen. Kuumuus lyhentää tasoitteen työaikaa, joten liian kuumissa olosuhteissa tasoittaminenkaan ei ole suositeltavaa, jottei työaika lopu kesken. Tasoitesäkitä ei välttämättä löydä kaikkia ohjeita tasoitteenkäytöstä. Tämän takia tulisi käydä valmistajan nettisivuilta etsimässä tuotekortti, jossa olisi tarkemmat ohjeet tasoitteen käytöstä kuljetuksesta ja varastonnista.

Tasoitetyötä on tehty pitkään samalla tavalla. Eräs muutos tasoitetyössä on, että työtä pyritään nykyään tekemään pystyasennossa ergonomisemmin. Tasoitteita pumpataan letkun kautta ja niitä levitetään varrellisella hammas-, sileällä, piikkilastalla tai rissalla. Rissa ei sovellu paksuille tasoitekerroksille ja lastat taas sopivat. Piikkitelalla voidaan puhkoa ilmahuokosia, mutta sitä harvemmin käytetään tasoittamisessa. Piikkitelasta käytetään enemmän pinnoitetyössä. Tasoitteeseen ei saisi pumpata ilmaa tasoitemassaa sekoittaessa. Tasoitteessa on tosin sellaisia lisäaineita, jotka estävät ilmakuplien muodostusta. Liiallinen veden käyttö heikentää tasoitteen lujuutta ja lisää massan erottuvuutta sekä lisää tasoitteen kutistumaa. Liiallinen veden käyttö on yksi yleisimmistä työvirheistä tasoitteita käytettäessä.

- 7) Tarvitseeko tasoitettua pintaa käsitellä ennen kuin sen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Tasoitteiden pintaa ei erityisemmin tarvitse käsitellä. Mahdolliset vetojäljet, kohoumat ja ryysteet sekä muista työvaiheista tulleet kolot tai liat voidaan poistaa hiomalla ja paikkauksilla. Mikäli tasoitepinta on puhdas ja siinä ei ole epätasaisuuksia ei hiontaa tarvita. Pinnoitteen oma primeri tulee asentaa ennen pinnoitetta.

- 8) Kuinka pinnoitustyö tulisi suorittaa, kun pinnoitteen alla on tasoite? Eroaako se jotenkin tilanteesta, jossa pinnoitteen alla on betonialusta? Miksi?

Pinnoitetyön suoritus ei eroa. Betoni voi olla karkeampi alusta, jolloin pinnoitetta kuluu enemmän.

- 9) Miten tasoiteyön laadunvarmistus hoidetaan? Onko siinä parantamisen varaa? Mitä?

Tavarantoimittaja hoitaa laadunvalvonnan tehtaassaan. Tasoitevalmistaja ei puutu työmaan laadunvarmistukseen. Työtä voi arvioida työmaalla rakennusliike, tasoitetyöura-koitsija sekä valvoja. Tasoittaja vastaa omasta työstään ja sen laadusta. Kun epäillään tasoitteen laatua, niin työmaalla voidaan tehdä vetokokeita eli tartuntatestejä konsulttien toimesta.

- 10) Onko tasoitteen ja pinnoitteen yhteiskäytössä parantamisen varaa? Millaisia ongelmia on esiintynyt tasoitteen ja pinnoitteen yhdistämisestä? Mistä ne ovat johtuneet?

Tasoite tulisi valita vasta kun pinnoite tiedetään, jotta voidaan valita soveltuva tasoite. Esimerkiksi liiallisen veden käyttö tasoitemassaa sekoittaessa voi tehdä tasoitteen pintaan pieniä hiushalkeamia, jotka näkyvät vasta kun pinnoitteen primeri asennetaan. Ohuen maalikerroksen lävitse hiushalkeilu voi näkyä, jolloin joudutaan tekemään toinen maalikerros päälle. Syytä hiushalkeilulle voi olla vaikea löytää varsinkin, jos tasoite on kauttaaltaan kiinni alustassaan.

Akryylibetonin kovettuessaan kutistuu, jolloin se voi repiä itsensä irti alustastaan, jos tasoitteen tartuntalujuus ei ole riittävä. Tämä on ongelmallista varsinkin ohuilla tasoitekerroksilla. Akryylibetonin kanssa tulisikin käyttää lujaa tasoitetta ja useita millimetrejä vahvaa kerrosta. Akryyli tulisi kuitenkin mieluummin asentaa suoraan betonipinnan päälle

ilman tasoitekerrosta. Akryylibetoninvalmistajilta tulisi saada enemmän ohjeistusta alustan vaatimuksiin. Akryylibetoni on erikoisala, joten sen käytön ohjeistus tulisi tulla nimenomaan erikoisalan osajilta eli akryylibetonin valmistajilta.

- 11) Minkälaisiin toimenpiteisiin ryhdytään, jos on todettu, ettei tasoite sovellu pinnoitteen alle? Voiko tasoitteen korjaus aiheuttaa ongelmia? Kuka (yleensä) maksaa epäonnistuneesta tasoitetyöstä aiheutuneet kustannukset? Miksi?

Alustaa tulee arvioida esimerkiksi tartuntalujuustestillä. Pintaa voidaan hioa, jos epäillään, että vain lattian pintakerros on heikkolaatuinen. Alta voi paljastua kovempaa betonia. Joskus pelkkä hionta ei riitä vaan joudutaan käyttämään sinkopuhdistusta tai jyrsintää. Naulalla voidaan testata, onko pinnan laatu sopiva. Mikäli naulalla raapiessa jää syviä jälkiä betonin pintaan niin lattia on liian heikko. Mikäli vain paikoin löytyy heikkoja kohtia betonista, voidaan ne piikata pois. Pahimmassa tapauksessa koko rakenne joudutaan uusimaan.

Mikäli lattiatasoite on liian heikko, voidaan tasoitteen pinta impregnoida pölyä sitovalla ja pintaa lujittavalla liuoksella. Tällä tavalla saavutetaan ainoastaan tasoitteen pinnan lujittuminen ja heikko kerros jää vielä pinnan alle. Tästä syystä tämä tapa ei ole suositeltava. Jos tasoite on irti alustastaan, voidaan siihen paineen avulla injektoida ohutta epoksia. Näissä korjauksissa voi tulla ongelmia M1-luokan kanssa.

Jos rakenne on väärin suunniteltu, niin kyse on suunnitteluvirheestä. Jos tuotteessa on vikaa, niin tavarantoimittaja vastaa kustannuksista ja, jos työnsuorituksessa on vikaa niin työnsuorittaja vastaa kustannuksista. Aina tilanteet eivät ole näin yksiselitteisiä, jolloin voidaan joutua riitatilanteisiin tai tekemään kompromisseja.

- 12) Tuleeko mieleenne vielä jotain lisättävää aiheesta? Mitä?

Ei.

- 13) Olisiko teillä tiedossanne kohteita, joista olisi dokumentoitua aineistoa ja, joissa tasoitteen ja pinnoitteen yhdistäminen olisi sujunut erityisen hyvin tai huonosti? Voisinko saada nämä dokumentit osaksi diplomityöni lähdeaineistoa? Tietoja tullaan käsittelemään luottamuksellisesti.

Koetuotteista on saatu aineistoa, mutta sitä ei haluta julkaista. Urakoitsijoilla voisi olla enemmän referenssikohteita.



Nimi: Raimo Niemelä  
 Yritys: Fescon Oy  
 Titteli: Tuotekehityspäällikkö  
 Päivä: 14.04.2020  
 Paikka: Sähköpostiviesti  
 Luottamustoimet: -  
 Aiemmat työtehtävät: Kuivatuotteiden tuotekehitys yli 30 vuotta  
 Saako vastaukset julkaista: Saa

- 1) Miksi pinnoitettavia lattiaita tasoitetaan?

Valulattia ei ole riittävän tasaisen sellaisenaan.

- 2) Suositteletko tasoitetta pinnoitteen alle? Minkälaisia tasoitteita ette suosittelisi pinnoitteen alle? Onko jokin pinnoite (Akryyli, Polyuretaani, Epoksi) sellainen, jonka alle tasoite ei sovellu / soveltuu erityisen hyvin? Vaikuttaako rakennuksen käyttö lattiapinnoitteen ja -tasoitteen yhteensopivuuteen? Miksi?

Tähän kysymykseen pitää lähtökohtaisesti vastaus saada pinnoitevalmistajilta. Pääsääntöhan on, että minkä tahansa tuotteen valmistaja määrittelee, millaiselle alustalle se soveltuu.

- 3) Yleensä pinnoitevalmistajat antavat vaatimuksia betonialustalle. (Lämpötila, kosteus, puristuslujuus, tartuntavetolujuus, puhtaus, vapaa liikaisuudesta, ...) Voidaanko näitä vaatimuksia suoraan käyttää myös tasoitteelle? Miksi? Miten tasoite- ja betonialustat eroavat toisistaan pinnoitteen kannalta? Miten nämä erot vaikuttavat yhteistoimintaan?

Kts edellinen kohta. Kevyesti hiotun betonin pinnassa on sementti- ja kiviainespartikkeleita. Tasoitteen pinnassa voi olla pääosin ihan samoja aineksia. Toki sideaine voi olla muutakin kuin portlandsementtiä. Sideaineiden kosteuden kestävyudessa voi olla eroja. Esim. kipsiä ei suositella kosteisiin olosuhteisiin. Lujuuden, lämpötilan, kosteuden ja puhtauden suhteen alustan kriteerit ovat tasoitteille yleensä samat kuin betonillekin. Kosteuden suhteen tulee myös alustan sideaineen ominaisuudet huomioida.

- 4) Mitä ominaisuuksia tasoitteelta vaaditaan, kun sen päälle asennetaan pinnoite? Miksi juuri näitä ominaisuuksia vaaditaan? Kuka määrittelee tasoitteelta vaaditut ominaisuudet / kenen pitäisi määrittellä? Vaikuttavatko arkkitehdin vaatimukset lattialle tasoitteen valintaan? Miten?

Tyypillisesti vaaditaan tiettyä puristuslujuutta ja pinnan vetolujuutta. Alan yleisissä ohjeistuksissakin. Pinnan vetolujuus on mielestäni tasoitteen tärkein kriteeri. Kts kohta 2. Suunnittelijan/arkkitehdin varmistettava kriteerit pinnoitevalmistajilta.

- 5) Minkälainen tulee olla betonialustan, jotta se voidaan tasoittaa ja pinnoittaa onnistuneesti? Miksi näitä toimenpiteitä vaaditaan? Tuleeko betonialusta esikäsitellä ennen tasoitusta? Miksi?

Tasoitteen vaatimukset alustalle mainittu ko tasoitteen tuotelehdessä. Yleensä edellytetään alustan ns. primerointi. Sillä varmistetaan tartuntaa alustaan ja mahdollistetaan tasoitteelle riittävä työstettävyyssäikä sekä estetään alustan huokosista tulevan ilman aiheuttamat "kraaterit".

- 6) Mitkä tekijät tasoitteen kuljetuksessa, varastoinnissa ja käytössä vaikuttavat erityisesti sen lujuus ominaisuuksiin? Vaikuttavatko ympäristöolosuhteet tasoitteen ominaisuuksiin? Miten ne vaikuttavat? Mitä tasoitetyötekniikassa tulee erityisesti huomioida, kun tasoitteen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Tasoiheen säilyvyyteen vaikuttaa kosteusolosuhteet, (lämpötila ja sen vaihtelut) ja varastointi aika. Itse työssä on erityisen tärkeää noudattaa tasoihevalmistajan tuotelehden työohjeita. Vesimäärä ja sekoitusohjeet erityisen olennaisia. Liika vesi ja vaillinainen sekoittaminen saattaa aiheuttaa tasoiheen pintaosaan erottumista ja siten lujisuuden heikentymistä. Parketti/laminaatti päällysteen lujusvaatimukset alustalle vähäisemmät kuin esim muovimaton.

- 7) Tarvitseeko tasoihetta pintaa käsitellä ennen kuin sen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Yleensä kevyt hionta. ja kohta 2.

- 8) Kuinka pinnoitustyö tulisi suorittaa, kun pinnoitteen alla on tasoihe? Eroaako se jotenkin tilanteesta, jossa pinnoitteen alla on betonialusta? Miksi?

kts kohta 2.

- 9) Miten tasoiheyden laadunvarmistus hoidetaan? Onko siinä parantamisen varaa? Mitä?

ns pumppauspöytäkirjan käyttö ja valvonta

- 10) Onko tasoiheen ja pinnoitteen yhteiskäytössä parantamisen varaa? Millaisia ongelmia on esiintynyt tasoiheen ja pinnoitteen yhdistämisestä? Mistä ne ovat johtuneet?

pinnoitteen alustalle asettamia vaatimuksia ei ole huomioitu riittävästi, esim. kosteus

- 11) Minkälaisiin toimenpiteisiin ryhdytään, jos on todettu, ettei tasoihe sovellu pinnoitteen alle? Voiko tasoiheen korjaus aiheuttaa ongelmia? Kuka (yleensä) maksaa epäonnistuneesta tasoihetyöstä aiheutuneet kustannukset? Miksi?

esim. tasoiheen tasoihtaminen, jos mahdollista. Syyllinen tai epäselvissä tapauksissa "talkoilla"

- 12) Tuleeko mieleenne vielä jotain lisättävää aiheesta? Mitä?

Yksinkertaiset luonnonlait pitäisi välillä muistaa paremmin...ja pinnoitetyyppejä on monenlaisia erilaisia. Esim epoksinpinnoitteet eivät ole keskenään samanlaisia. Valmistajan ohjeet aina tarkistettava huolella.

- 13) Olisiko teillä tiedossanne kohteita, joista olisi dokumentoitua aineistoa ja, joissa tasoiheen ja pinnoitteen yhdistäminen olisi sujunut erityisen hyvin tai huonosti? Voisinko saada nämä dokumentit osaksi diplomityöni lähdeaineistoa? Tietoja tullaan käsittelemään luottamuksellisesti.

referenssejä kannattaa kysellä pinnoitevalmistajilta

Nimi: Sami Vuorikoski

Yritys: Mapei Oy

Titteli: Tekninen päällikkö

Päivä: 29.05.2020

Paikka: Puhelinkeskustelu

Luottamustoimet: Väyläviraston SILKO betonityöryhmän jäsen, väyläviraston sillan kansien vedeneristys henkilösertifiointi koulutuksen luennoitsija ja toimikunnan jäsen

Aiemmat työtehtävät: Vahasella tutkijana ja suunnittelijana 13 vuotta, Sto:lla teknisenä tuote-päällikkönä, betonituotteet ja lattiapinnoitteet

Saako vastaukset julkaista: Saa

1) Miksi pinnoitettavia lattioita tasoitetaan?

Tasointa käytetään, jotta alusta täyttäisi sille asetetun tasaisuus vaatimuksen. Betonin pinta voidaan saada tehtyä siten, että se voidaan pinnoittaa suoraa ja tähän tulisi pyrkiä.

Pinnoitteet eivät vaadi tasointeella saatavaa alkalisuojaa. Alkalisuus on ennemminkin mattoliimojen ongelma.

Mikäli kuitubetonia hiotessa ei saada kuituja katkeamaan, voidaan pinta joutua tasointamaan ennen pinnoitusta.

Tasointekerros on lisäkustannus. Yksi ylimääräinen rakennekerros on myös aina riski.

Jos alustan lujuus ei täytä pinnoitteen lujuusvaatimuksia, voidaan heikkoa alustaa vahvistaa paksulla tasointekerroksella. Riittävä kerrospaksuus on riippuvainen valitusta tasointeesta.

2) Suositteletko tasointa pinnoitteen alle? Minkälaisia tasointeita ette suosittelisi pinnoitteen alle? Onko jokin pinnoite (Akryyli, Polyuretaani, Epoksi) sellainen, jonka alle tasointe ei sovellu / soveltuu erityisen hyvin? Vaikuttaako rakennuksen käyttö lattiapinnoitteen ja -tasointeen yhteensopivuuteen? Miksi?

Mikäli alusta on liian karkea ja hionnan tekeminen olisi kovin työlästä tai alusta on liian epätasainen, suosittelisin tasointa.

Liian heikot tasointeet eivät sovellu pinnoitteen alle. Alustan puristuslujuuden tulee olla vähintään K25 ja pinnan vetolujuuden arvon tulee olla vähintään 1,5 MPa. Liian heikkoa tasointa käytettäessä voi pinnoite irrota tai tasointe lohkeilla ja halkeilla. Pinnoitteet yleensä kuivumisensa aikana kutistuvat ja voivat leikata itsensä irti, mikäli alustan tartuntavetolujuus on liian pieni.

Pinnoitemateriaalilla ei ole vaikutusta tasointatarpeeseen.

Esimerkiksi parvekelaattojen pohjaan tulee asentaa epoksiprimeri ja kvartsihiekkä ennen polyuretaanipinnoitetta. Kvartsihiekkä parantaa tartuntaa ja estää epoksin lasittumisen.

Eri pinnoitteet soveltuvat erilaisiin rasitusolosuhteisiin. Nämä rasitusolosuhteet on otettu huomioon pinnoitteen alustalleen asettamisessa vaatimuksissa. Myös tilan käyttörajoitus vaikuttaa tasointeen valintaan. Esimerkiksi kauppakeskuksissa lattia joutuu aivan erilaiseen rasitukseen kuin asunnossa, joten tasointeelta ja pinnoitteiltaan vaaditaan erilaisia ominaisuuksia.

3) Yleensä pinnoitevalmistajat antavat vaatimuksia betonialustalle. (Lämpötila, kosteus, puristuslujuus, tartuntavetolujuus, puhtaus, vapaa likaisuudesta, ...) Voidaanko näitä vaatimuksia suoraan käyttää myös tasointeelle? Miksi? Miten tasointe- ja betonialustat eroavat toisistaan pinnoitteen kannalta? Miten nämä erot vaikuttavat yhteistoimintaan?

Samoja vaatimuksia tulee käyttää. Alustan vaatimukset ovat samat riippumatta siitä mitä materiaalia alusta on.

Alustana betonin ja tasointeen ei tulisi erota toisistaan. Hyvälaatuinen tasointealusta helpottaa pinnoitustyötä, sillä alusta on sileä eikä vaadi massiivisia hiontoja. Pinnoitteen tai primerin materiaalimenekissä ei ole suuria eroja, mutta betoni on yleensä hieman imu-kykyisempi kuin tasointe. Osa käyttökohteista saattaa vaatia ylitasointa. Tällaisia ovat esimerkiksi epoksinpinnoitettava uima-allas, joka tulisi tasointa sementtiepoksitasointeella ennen pinnoitusta. Tämä on tarpeellista, jotta saadaan suljettua alustan mikrohuokokset.

- 4) Mitä ominaisuuksia tasoitteelta vaaditaan, kun sen päälle asennetaan pinnoite? Miksi juuri näitä ominaisuuksia vaaditaan? Kuka määrittelee tasoitteelta vaaditut ominaisuudet / kenen pitäisi määrittellä? Vaikuttavatko arkkitehdin vaatimukset lattialle tasoitteen valintaan? Miten?

Puristuslujuuden tulee olla K25 ja vetolujuuden 1,5 N/mm<sup>2</sup>. Lujuus arvoja vaaditaan, jottei pinnoite tai tasoite leikkaannu irti kuivuessaan. Luja tasoite saattaa leikkaantua heikon alustan päältä irti kuivuessaan.

Tasoitteille asetetut vaatimukset tulevat pinnoitteiden kautta. Pinnoitevalmistajat antavat alustalle vaatimuksen EN-standardin rasitusluokan ja CE-merkinnän käyttötarkoituksen mukaan.

Arkkitehti määrittelee pintamateriaalin ja rakennesuunnittelijan tulisi suunnitelmissaan huomioida pintamateriaali.

Isoissa kauppakeskuksissa pumpputasoitekerrokset ovat yleisiä.

- 5) Minkälainen tulee olla betonialustan, jotta se voidaan tasoittaa ja pinnoittaa onnistuneesti? Miksi näitä toimenpiteitä vaaditaan? Tuleeko betonialusta esikäsitellä ennen tasoitusta? Miksi?

Alustan tulee olla riittävän kuiva. Pinnoite määrää sen kuinka kuiva alustan tulee olla. Uusissa valuissa suurin osa betonin kuivumiskutistumasta tulisi olla tapahtunut ennen pinnoittamista. Epoksinpinnoite on joustamaton, joten betonin kuivumiskutistuma aiheuttaa halkeamia myös pinnoitteeseen. Polyuretaanipinnoitteet ovat elastisempia, joten ne sietävät paremmin kuivumiskutistumaa.

Alustan tulee olla kiinteä, luja ja puhdas tartuntaa heikentävistä epäpuhtauksista, kuten sementtiliimasta, liasta, pölystä tai öljystä. Epäpuhtaudet ja sementtiliima voidaan poistaa jyrsimällä, paperi- tai timanttihionnalla, sinko- tai hiekkapuhaltamalla. Öljyt ja rasvat ovat haasteellisia, sillä ne estävät tehokkaasti muiden aineiden tartunnan. Öljystä tai rasvasta tahriutunut alusta joudutaan joko pohjustamaan erikoispohjusteella tai tahrat jyrsitään pois ja kohta paikataan ennen pinnoitusta.

Useimmiten betoni tulee primeroida ennen tasoitusta. Ilman pohjustetta betoni imee tasoitteessa olevan kosteuden ja tasoitteen työstettävyyden menetetään. Tasoitteen ja betonin rajapinnassa tasoite saattaa kuivua liian nopeasti, jolloin tasoitteen pohjaan jää jauhoinen heikko tartuntakerros. Tämän takia tartunta pettää. Vaikka alusta olisi mattakotutettu ennen tasoitusta, niin primeriä joudutaan kuitenkin käyttämään, sillä se sulkee betonin ilmahuokosia, joista voisi muodostua tasoitteen pintaan huokosrakkulaa. Osa pohjusteista myös parantaa tasoitteen tartuntaa alustaan.

- 6) Mitkä tekijät tasoitteen kuljetuksessa, varastoinnissa ja käytössä vaikuttavat erityisesti sen lujuus ominaisuuksiin? Vaikuttavatko ympäristöolosuhteet tasoitteen ominaisuuksiin? Miten ne vaikuttavat? Mitä tasoitetyötekniikassa tulee erityisesti huomioida, kun tasoitteen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Varastoinnissa ja kuljetuksessa tulee noudattaa valmistajan ohjeita. Esimerkiksi osa tuotteista ei saa jäätyä. Mikäli tuote, joka ei saa jäätyä pääsee jäätymään voi siitä esimerkiksi seurata tasoitteen pinnan kirjavuutta ja kuivumisongelmia. Jäähtynyt tuote ei tällöin enää vastaa ominaisuuksiltaan alkuperäistä eikä sitä tulisi käyttää, jos tuote ei saa jäätyä. Tasoitteita tulee varastoida ja kuljettaa kuivissa tiloissa, jottei laasti tai polymeerit paakkuunnu ilmankosteudesta. Jäätymisellä ja/tai kostumisella on tasoitteen lujuusominaisuuksia heikentävä vaikutus.

Tasoittaessa tulee käyttää oikeaa vesimäärää. Ylimääräinen vesi saattaa helpottaa tuotteen levittämistä, mutta loppulujuus kärsii merkittävästi. Ylimääräisen veden käyttämisen seurauksena tapahtuu myös erottumista. Mikäli on käytetty hieman ylimääräistä vettä, niin tasoitteen pintaan tulee muutaman millin heikko kerros, jonka voi hioa pois. Heikon kerroksen alta saattaa löytyä kovempi kerros. Mikäli ylimääräistä vettä on käytetty runsaasti ei pintakerroksen alta löydy kovempaa kerrosta.

Osa tasoitteista vaatii piikkitelasuksen ja osa hevostelun. Käsitteilytapa on kuitenkin tasoite kohtaista. Piikkitelalla saadaan tasoitemassassa oleva ilma pois, jolloin tasoitteen pintaan ei tule rakkuloita. Hevostelulla saadaan tasoitemassan pinta tasaantumaan.

- 7) Tarvitseeko tasoitettua pintaa käsitellä ennen kuin sen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Tasoitettu pinta pohjustetaan käytännössä aina ennen varsinaisen pinnoitteen levittämistä. Joissain tapauksissa mattakostutus saattaa riittää.

Ennen pinnoitusta, tasoitteesta ja pinnoitteesta riippuen, saattaa olla syytä kevyellä hionnalla avata tasoitteen pinta. Kaikkien tasoitteiden kohdalla hionta ei kuitenkaan ole tarpeellinen. Timanttihionta on syytä tehdä, jos tasoitemassassa on käytetty liikaa vettä ja tasoitteen pintaan on päässyt muodostumaan heikko liemikerros.

- 8) Kuinka pinnoitustyö tulisi suorittaa, kun pinnoitteen alla on tasoite? Eroaako se jotenkin tilanteesta, jossa pinnoitteen alla on betonialusta? Miksi?

Ei eroa.

- 9) Miten tasoiteyön laadunvarmistus hoidetaan? Onko siinä parantamisen varaa? Mitä?

Alustan lujuus olisi hyvä tarkistaa aina vetokokein. Näin voidaan varmistua siitä, että tasoite täyttää alustan lujuusvaatimukset. Vetokokeita ei paljontaan tehdä työmailla tai vaihtoehtoisesti käytettävä testauslaite ei ole kalibroitu. Vetokokeita saatetaan tehdä myös käsikampikoneilla, joiden virhemarginaali on suuri.

Mikäli raaputtamalla tasoitetta irtoaa reilusti, voidaan todeta saman tien, ettei tasoite täytä lujuusvaatimuksia.

Ennen tasoitetyön aloitusta tulisi tarkistaa, että tasoitteen leviämä on tuotteen ohjeen mukainen. Leviämätestillä voidaan tarkistaa, että vesimäärä on oikeanlainen. Työtä tehdessä tulisi mittaustyökalujen olla standardien mukaisia. Leviämää ei juurikaan testata työmailla tällä hetkellä, vaan luotetaan silmämääräiseen arvioon. Usein silmämääräisen arvion perusteella tehdään liian notkeaa massaa.

- 10) Onko tasoitteen ja pinnoitteen yhteiskäytössä parantamisen varaa? Millaisia ongelmia on esiintynyt tasoitteen ja pinnoitteen yhdistämisestä? Mistä ne ovat johtuneet?

Epoksipohjustusta käytettäessä saatetaan joskus vaatia, että pinta on kylvetty hikalla ja eikä kiillä. Lasittuneeseen kiiltävään epoksiin ei kuitenkaan tartu mikään kiinni.

Joskus tasoitteen pinta saattaa olla huokoinen. Työtä tehdessä, ei välttämättä tiedetä, kuinka reikäisyys voitaisiin estää.

Usein työmaalle on valikoitunut myös liian heikko tasoite. Tasoitteen valitsija ei ota huomioon pinnoittajan suosittelemia tasoitelaatuja tai lattian pintamateriaali vaihtuu sen jälkeen, kun tasoitetyö on jo tehty. Mikäli käy ilmi, että alusta on liian heikko, niin pinnoittaja ei välttämättä anna takuuta lattialle. Usein takuu annetaan tapauskohtaisesti, mikäli alustan vaatimukset eivät täyty.

- 11) Minkälaisiin toimenpiteisiin ryhdytään, jos on todettu, ettei tasoite sovellu pinnoitteen alle? Voiko tasoitteen korjaus aiheuttaa ongelmia? Kuka (yleensä) maksaa epäonnistuneesta tasoitetyöstä aiheutuneet kustannukset? Miksi?

Liian heikoksi osoittautunut tasoitekerros ei useinkaan saa pinnoittajalta takuuta. Käytännössä joudutaan miettimään, että voidaanko heikkoa tasoitekerrosta lujittaa vai pitääkö tasoite poistaa ja tehdä uudelleen. Yleensä ohjeistuksena on poistaa liian heikko tasoite betonialustaan ja suorittaa tasoitus uudelleen.

Halkeilleiden vanhojen betonilattioiden vahvistuksessa voidaan käyttää epoksipohjustetta ja lasikuituverkkoa. Halkeamia silloittamalla pienennetään riskiä, että halkeama siirtyisi myös lattian pintaan.

Mikäli vain tasoitteen pinnassa on erottumisetta johtuen heikko kerros, niin voidaan timanttihionnalla saada esiin tasoitteen luja kerros. Alustan lujuudesta tulisi vielä varmistua vetokokeella.

Tasoitteen pinnassa olevat rakkulat täytetään täyteaineella tai pohjusteella ylilastotamalla. Huokosten täyttämistä kutsutaan huokoskittaukseksi. Ohuilla pinnoitella rakkulat saattavat näkyä pinnoitteen lävitse tai rakkuloissa oleva ilma nousee pinnoitteen pintaan ja pinnoitteesta tulee rakkulainen.

Maksaja riippuu kohteesta ja virheen tekijästä.

12) Tuleeko mieleenne vielä jotain lisättävää aiheesta? Mitä?

Suurin ongelma liian veden käyttö. Myös tasoitteen liian nopea kuivuminen kuivassa ja paahteisessa paikassa aiheuttaa kuivumiskutistumia, jotka saavat tasoitteen irtoamaan alustastaan.

13) Olisiko teillä tiedossanne kohteita, joista olisi dokumentoitua aineistoa ja, joissa tasoitteen ja pinnoitteen yhdistäminen olisi sujunut erityisen hyvin tai huonosti? Voisinko saada nämä dokumentit osaksi diplomityöni lähdeaineistoa? Tietoja tullaan käsittelemään luottamuksellisesti.

Emme jaa tietoja kohteistamme.

Nimi: Jorma Sikstus  
 Yritys: Sto Finexter Oy  
 Titteli: Tuotepäällikkö StoCretec-tuotteet  
 Päivä: 15.05.2020, 28.05.2020  
 Paikka: Sähköposti, Puhelinkeskustelu  
 Luottamustoimet: -  
 Aiemmat työtehtävät: Sto:lla aloittanut vuoden 2004 lopulla. Toiminut välissä teknisenä toimihenkilönä sekä myyjänä vuoden sekä seitsemän kuukautta konsulttina. Palannut Stolle kaksi vuotta sitten.  
 Saako vastaukset julkaista: Saa osin?

1) Miksi pinnoitettavia lattiaita tasoitetaan?

Pinnoitteet vaativat suoran alustan. Betonipinta on usein epätasainen, joten se joudutaan tasoittamaan. Betonillakin voidaan saavuttaa hyvä alusta pinnoitteelle, mutta näin ei useinkaan ole. Betonialustan laatu riippuu muun muassa käytetyn kivianeen maksimirakenteesta. Ohuita pinnoitteita käytettäessä lattian alustan epätasaisuus paistaa pinnoitteen lävitse.

Betonipinta on melko huokonen, jolloin se imee reilusti pinnoitemateriaalia. Tasoitteen pinta on tiiviimpi, joten pinnoitteen menekki ei kasva suunnitellusta määrästä, jolloin kustannukset eivät kasva.

Mikäli kuitubetonissa käytetyt teräskuidut ovat ruostuvia ja niitä jääpintaan, voisivat ne haitallisesti näkyä pinnoitteen läpi, jollei käytetä tasoitusta. Tämän ongelman voi ratkaista tasoittamalla teräskuidut piiloon.

Pinnoitteet eivät vaadi alkalisuojaa. Akryyli ja epoksi soveltuvat alkaliselle alustalle. Polyuretaanipinnoitetta käytettäessä tulee asentaa epoksiprimeri, joka suojaa pinnoitetta alkalisuudesta.

2) Suositteletko tasoitetta pinnoitteen alle? Minkälaisia tasoitteita ette suosittelisi pinnoitteen alle? Onko jokin pinnoite (Akryyli, Polyuretaani, Epoksi) sellainen, jonka alle tasoite ei sovellu / soveltuu erityisen hyvin? Vaikuttaako rakennuksen käyttö lattiapinnoitteen ja -tasoitteen yhteensopivuuteen? Miksi?

On tilanteita, joissa voisin suositella tasoitteen käyttöä pinnoitteen alla. Tämä riippuu kuitenkin merkittävästi kohteen rasitustasosta ja pinnoituksen materiaaleista. Tasoitteet, jotka alittavat pinnoitteelle asetetut lujuus- ja tartuntalujuusvaatimukset eivät sovellu pinnoitettavaksi. Tasoitteen tartuntalujuuden tulee olla vähintään 1,5 MPa. Pinnoitteelta vaaditaan hyvin usein tartuntavetolujuutta 1,5 MPa ja tasoitteen tulee olla yhtä luja kuin pinnoitteenkin. Lattian pinnalle asetetaan tartuntavetolujuusvaatimuksia pitkäaikaiskestävyyden saavuttamiseksi. Tasoitteen lujuusluokan tulee olla yleensä vähintään C30. Eri pinnoitteet voivat tosin antaa erilaisia lujuusvaatimuksia alustalleen. Tasoitteiden kerrospaksuuksien on myös oltava riittäviä, jotta lattiarakenne toimisi. Pumpattavia tasoitteita käytettäessä kerrospaksuus on yleensä 10-15 mm. Pinnoitteiden kutistuma on suoraan verrannollinen kerrospaksuuteen.

Lattian käytöstä tuleva rasitus vaikuttaa oleellisesti tasoitteen ja pinnoitteen yhteensopivuuteen. Esimerkiksi teollisuushalleissa, joissa ajetaan kovapyörätrukeilla tai parkkihalleissa on käyttörasitus niin kova, että se asettaa suuret lujuusvaatimukset tasoitteelle. Sen sijaan asuinrakentamisessa käytöstä ei juuri aiheudu suuria rasituksia, joten tasoitteelta ei vaadita niin paljon. Koulut, sairaalat, päiväkodit ja toimistot jäävät rasitukseltaan tähän väliin. Mikäli alapohjasta pääsee kosteutta nousemaan tasoitteeseen, voi se vaurioitua. Tämä on kuitenkin tasoite kohtaista.

3) Yleensä pinnoitevalmistajat antavat vaatimuksia betonialustalle. (Lämpötila, kosteus, puristuslujuus, tartuntavetolujuus, puhtaus, vapaa likaisuudesta, ...) Voidaanko näitä vaatimuksia suoraan käyttää myös tasoitteelle? Miksi? Miten tasoite- ja betonialustat eroavat toisistaan pinnoitteen kannalta? Miten nämä erot vaikuttavat yhteistoimintaan?

Tasoitteet ovat sementtipohjaisia mineraalitasoiteita, jolloin niihin pätee vaatimukset, kuten kaikilla muillakin sementtipohjaisilla laasteilla. Tasoitteen pinnasta tulee sementti-

liima poistaa kuten betoninkin pinnasta. Tasoitteen on oltava riittävän lujaa, eli minimissä vetolujuuden tulee olla 1,5 MPa. Kaikki tartuntaa heikentävät aineet tulee olla poistettu ennen pinnoitusta myös tasoitteen pinnasta sekä betonialustasta ennen tasoitusta. Alustan pinnoitukselle tulee olla yleensä vähintään + 10 °C, tämäkin on tuotekohtainen vaatimus, joka voi vaihdella.

Puhdistettu betonin pinta harvoin on yhtä tasainen kuin tasoitepinta. Betoninpinta on usein imukykyisempi kuin tasoite ja siten myös lujempi tartunta-alusta esimerkiksi epoksiprimereille. Huokoisempaan betoniin primeri pääsee tunkeutumaan paremmin.

- 4) Mitä ominaisuuksia tasoitteelta vaaditaan, kun sen päälle asennetaan pinnoite? Miksi juuri näitä ominaisuuksia vaaditaan? Kuka määrittelee tasoitteelta vaaditut ominaisuudet / kenen pitäisi määrittellä? Vaikuttavatko arkkitehdin vaatimukset lattialle tasoitteen valintaan? Miten?

Vetolujuuden tulee olla vähintään sama kuin mitä pinnoitteelta vaaditaan tartuntavetolujuutena. Myös vanhojen lattioiden vetolujuus tulisi tarkistaa ennen pinnoitusta, jottei tulisi yllätyksiä.

Rakennesuunnittelija määrittelee tasoitteelle asetetut vaatimukset.

Arkkitehti, joka toimii pääsuunnittelijana, valitsee pinnoitteen. Pinnoitteelle asetetut tartuntavetolujuusvaatimukset tulevat suoraan tasoitteelle. Arkkitehti voi myös vaikuttaa tasoitteen valintaan varsinkin, jos tasoitteen päälle tulee vain kirkas pölynsidonta ja tasoite jää näkyviin.

- 5) Minkälainen tulee olla betonialustan, jotta se voidaan tasoittaa ja pinnoittaa onnistuneesti? Miksi näitä toimenpiteitä vaaditaan? Tuleeko betonialusta esikäsitellä ennen tasoitusta? Miksi?

Alustan tulee olla luja, puhdas tartuntaa haittaavista aineista ja sementtiliima tulee olla poistettu. Sementtiliima voidaan poistaa esimerkiksi sinkopuhalluksella tai timanttilaikkahionnalla. Tasoitettavassa pinnassa olevat vauriot ja kolot tulee paikata pinnan tasoon ennen tasoitusta. Alustan tulee olla riittävän lämmin, eli vähintään plus viisi astetta. Työkentelytilassa ei saa olla vetoisuutta, sillä se voi nahoittaa tasoitteen pinnan. Alustan tulee olla riittävän kuiva ennen tasoitusta eikä siihen saa kulkeutua kosteutta, jottei tasoite vaurioituisi myöhemminkään. Tartuntaa haittaavat aineet tulee myös poistaa alustasta ennen tasoitusta. Kaikki alustan ominaisuudet tulee olla kunnossa, jotta saavutetaan onnistunut lopputulos ja se mitä tasoitukselta ja pinnoitukselta on tavoiteltu. Työn suorituksella on suuri vaikutus lopputuloksen onnistumiseen. Myös suunnittelijan asettamat vaatimukset pinnalle tulee olla riittävällä tasolla, jotta toivottava lopputulos olisi toteutusvaiheessa selvillä.

Ennen tasoitusta on vielä harjattava dispersioliima alustaan. Dispersio parantaa ja varmistaa tasoitteen tartunnan alustaan sekä sitoo pölyjä ja kyllästää betonin huokoisia, joissa oleva ilma voisi tehdä tasoitteen pinnasta reikäisen. Todella huokoisien alustojen päälle tulee primeri asentaa kahteen kertaan, jotta voidaan varmistua siitä, ettei tasoitteen pintaan tule reikiä. Käsien levitettävät tasoitteet eivät yleensä vaadi primeriä vaan betonialusta tulee ainoastaan kostuttaa.

- 6) Mitkä tekijät tasoitteen kuljetuksessa, varastoinnissa ja käytössä vaikuttavat erityisesti sen lujuus ominaisuuksiin? Vaikuttavatko ympäristöolosuhteet tasoitteen ominaisuuksiin? Miten ne vaikuttavat? Mitä tasoitetyötekniikassa tulee erityisesti huomioida, kun tasoitteen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Kosteassa varastossa tai ulkona kosteissa olosuhteissa, voi säkkeihin tai siloihin muodostua tasoitteeseen paakkuja. Tämä voi muodostua ongelmaksi, jos tasoitustyötä joudutaan lykkäämään ja tasoitejauhe seisoo silossa pitkään. Tällöin tasoite voi joutua moneen kertaan alltiiksi lämpötilanvaihteluille, jolloin tasoitemassan sekaan voi tiivistyä kostetta. Kosteuden takia muodostuneet paakut voivat vaikuttaa tasoitustyön ulkonäköön ja materiaalihävikkiä voi syntyä paljonkin.

Tasoitetyö ja tasoitteen koostumus tulee tehdä asianmukaisesti ohjeiden mukaan, kuten tasoitepinta jäisi valmiiksi pinnaksi. Pumpputasoitteet ovat yleensä itsestään siliiviä tai pienen käsittelyn jälkeen tasaantuvat aivan suoraksi. Vesimäärän tulee olla tuotteen



ohjeen mukainen. Liiallista vettä käytettäessä voi tasoitteeseen tulla halkeilua ja erottumista. Sekoitus tulee tehdä valmistajan ohjeen mukaan. Osaa tasoitteista voidaan piikkitelata tai käsitellä hammaslastalla. Käsitelyllä pyritään saamaan tasoitteen pinnassa oleva aaltoilu tasaantumaan ja ilmarakkulat poistettua.

- 7) Tarvitseeko tasoitettua pintaa käsitellä ennen kuin sen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Tasoitteen pinta on usein suotavaa hioa kevyesti, poistaen mahdollinen erottunut ja liimamainen pintakerros. Erottunut heikko pinta kerros haittaa tartuntaa, joten se tulee poistaa. Muuten voi pinnoite irrota tasoitteesta. Hionnaksi riittää paperi tai konehionta. Hionta ei aina ole välttämätön ennen pinnoitusta. Sen tarve riippuu tasoitteen laadusta ja pinnasta sekä tasoituksen onnistumisesta. Käsitäsoitetta käytettäessä on tasoitteen reuna usein hieman koholla, joten hionta on välttämätön.

- 8) Kuinka pinnoitustyö tulisi suorittaa, kun pinnoitteen alla on tasoite? Eroaako se jotenkin tilanteesta, jossa pinnoitteen alla on betonialusta? Miksi?

Tietääkseni tasoitteen käyttö ei aiheuta erityistoimenpiteitä pinnoittamiseen. Betonialustan pinnoitus ei eroa tasoitealustan pinnoituksesta, jos laadunvarmistuksella varmistetaan molemmissa alustan riittävä kunto ennen pinnoitusta. Pitkälti tarkastus on silmämääräistä. Alustan tulee olla riittävän luja ja tasainen.

- 9) Miten tasoiteyön laadunvarmistus hoidetaan? Onko siinä parantamisen varaa? Mitä?

Koska en ole tasoittamisen ammattilainen, niin en osaa eritellä laadunvarmistustoimenpiteitä. Pinnoitustyön tekijän kannattaa tarkastaa ja hyväksyä tai hylätä tasoitettu pinta oman oikeusturvan vuoksi. Yleensä työmaapöytäkirjaan tai muihin asiakirjoihin merkitään, että pinnoittaja on hyväksynyt alustan. Pinnoittaja tekee yleensä silmämääräisen tarkastuksen. Koputtelemalla pintaa voidaan tarkistaa, onko tasoite hyvin kiinni alustassa, onko "kopoa". Vetokokeilla voi myös varmistua tasoitteen laadusta.

- 10) Onko tasoitteen ja pinnoitteen yhteiskäytössä parantamisen varaa? Millaisia ongelmia on esiintynyt tasoitteen ja pinnoitteen yhdistämisestä? Mistä ne ovat johtuneet?

Jos tasoitteen tartuntaa alustaan ei varmisteta, voi se irrota alustastaan. Myös pinnoite voi irrota tasoitteesta, mikäli tasoitteen pintaan on jäänyt puhdistamaton heikko kerros. Pääosin ongelmat johtuvat työvirheistä, jotka seuraava urakoitsija hyväksyy. Tietyn tyyppiset tasoitteet voivat myös vaurioitua pinnoitteen alla, mikäli niihin pääsee kulkeutumaan kosteutta alapohjassa, toimimattomien salaojien ja kapillaarikatkon ansiosta. Tasoitteen pintaan muodostuneet reiät voivat johtua siitä, ettei dispersiota ole käytetty riittävästi huokoisilla alustoilla tai tasoitteen sekoituksessa massa on tullut ilmaa, jota ei levityksen yhteydessä ole poistettu. Liasta veden käytöstä on aiheutunut tasoitteen halkeilua ja erottumista.

- 11) Minkälaisiin toimenpiteisiin ryhdytään, jos on todettu, ettei tasoite sovellu pinnoitteen alle? Voiko tasoitteen korjaus aiheuttaa ongelmia? Kuka (yleensä) maksaa epäonnistuneesta tasoitetyöstä aiheutuneet kustannukset? Miksi?

Jos tuote on suunnittelijan määräämä, vastuu on useammalla. Jos tuote on urakoitsijan vaihtama, päävastuu on urakoitsijalla. Korjattu ei koskaan ole kerralla onnistuneen veroinen. Yleensä heikot tai kopot tasoitteet tulee poistaa kokonaan. Mikäli kopot alueet ovat pieniä, niin niitä voidaan injektoida hartsilla. Epäonnistuneita tasoitepintoja ei pysty lujittamaan.

- 12) Tuleeko mieleenne vielä jotain lisättävää aiheesta? Mitä?

Ei.

- 13) Olisiko teillä tiedossanne kohteita, joista olisi dokumentoitua aineistoa ja, joissa tasoitteen ja pinnoitteen yhdistäminen olisi sujunut erityisen hyvin tai huonosti? Voisinko saada nämä dokumentit osaksi diplomityöni lähdeaineistoa? Tietoja tullaan käsittelemään luottamuksellisesti.

Valitettavasti ei ole tarjota, koska toimitamme vain vähäisesti sementtitasointeja Suomessa.

Nimi: Jussi Heinonen  
 Yritys: Master Chemicals Oy  
 Titteli: Omistaja, Toimitusjohtaja  
 Päivä: 31.03.2020  
 Aika: 9:06-9:52  
 Paikka: Puhelinkeskustelu  
 Luottamustoimet: Suomen Betonilattaiyhdistys ry puheenjohtaja ensimmäistä kautta  
 Aiemmat työtehtävät: Sementtiteollisuus yhdeksän vuotta myyntijohtaja, Lujabetoni Oy:llä kolme vuotta tehdaspäällikkönä  
 Saako vastaukset julkaista: Saa

- 1) Miksi pinnoitettavia lattioita tasoitetaan? Onko pinnoitteen kannalta hyvän betonipinnan aikaansaaminen liian haasteellista työmaalla? Tarvitseeko pinnoite alkalisuojan? Vaikuttaako kuitubetonin tai perinteisen teräsbetoni käyttö tasoittamistarpeeseen, kun lattia pinnoitetaan? Miksi?

Kun betonilattian pinta ei täytä laatuvaatimuksia päällystämislle tai pinnoittamiselle, niin lattia joudutaan tasoittamaan.

Pinnoittamisen kannalta ei tasoitetta tarvitse käyttää alkalisuojan aikaan saamiseksi, sillä pinnoitteet eivät kärsi alkalisesta betonista.

Kuitubetonia käytettäessä betonin pinnassa olevat kuidut nousevat pystyyn. Koska pinnoitteen kalvopakkuudet ovat ohuita, niin pystyyn nousseet kuidut haittaavat hyvän lopputuloksen saavuttamista. Pystyyn nousseet kuidut tulee poistaa ennen pinnoitusta tai ne tulee peittää tasoitteella. Poistamista on tehty toholla polttamalla pinnassa olevia kuituja, mutta se ei luonnollisesti ole hyvä tapa. Hiomalla lattiaa on myös koetettu poistaa pinnassa pystyssä olevia kuituja, mutta yleensä primeroinnin yhteydessä nämä kuidut nousevat uudelleen pystyyn.

- 2) Suositteisitko tasoitetta pinnoitteen alle? Olisiko jokin tilanne missä suosittelisit tai harkitsisit tasoitetta? (Julkiset tilat) Minkälaisia tasoitteita ette suosittelisi pinnoitteen alle? Onko jokin pinnoite (Akryyli, Polyuretaani, Epoksi) sellainen, jonka alle tasoite ei sovellu / soveltuu erityisen hyvin? Miksi?

Tasoitteita tulee ehdottomasti käyttää kohteissa, joissa betonipinta ei täytä laatuvaatimuksia. Ensisijaisesti paras vaihtoehto pinnoitteen alle olisi kuitenkin hyvin tehty betonilattia. Hyvin tehtyä betonialustaa ei kannata tasoittaa myöskään sen takia, koska lattia-rakenteen kuivumiseen menee enemmän aikaa. Kuitenkaan aina hyvän betonilattian aikaan saaminen ei onnistu ja myös kuitubetoni asettaa omat rajoitteensa suoraan betonin päälle pinnoittamiseen.

Alle tulevan tasoitteen valintaan vaikuttaa pinnoitteen laatu. Lujuusarvoiltaan heikkoja tasoitteita ei suositella pinnoitteen alle.

Akryylin alle ei tulisi asentaa tasoitetta, sillä akryyli aiheuttaa alustalleen suuria rasituksia. Tasoitteiden vetolujuus ja tartunta alustaan ei yleisesti ottaen ole riittävän hyvä. Myös hieptoepoksien lujuusarvot ovat akryyliin lailla koreita, jolloin tasoitteen lujuus ominaisuudet eivät välttämättä ole riittävät. Asiasta kannattaa kuitenkin keskustella materiaalitöimittäjien kanssa, jotta sopiva tasoite hierto epoksiin alle löydettäisiin. Sen sijaan polyuretaanit ovat elastisia ja soveltuvat hyvin tasoitteiden kanssa käytettäväksi.

- 3) Yleensä pinnoitevalmistajat antavat vaatimuksia betonialustalle. (Lämpötila, kosteus, puristuslujuus, tartuntavetolujuus, puhtaus ja vapaa likaisuudesta) Voidaanko näitä vaatimuksia suoraan käyttää myös tasoitteelle? Miksi?

Betonialustan vaatimuksia voidaan periaatteessa käyttää myös tasoitteille. Alustan lämpötilan ja kosteuden tulee olla sallittujen arvojen sisällä sekä lujuusominaisuuksien tulee myös tasoitteen kohdalla täytyä. Sementtiliima tulee myös poistaa tasoitteestakin.

Koska tasoite on ohut pintarakente, sen tartunta alustaansa tulee varmistaa ja myös tasoitteen lujuuksien tulee olla riittävät.

- 4) Mitä ominaisuuksia tasoitteelta vaaditaan, kun sen päälle asennetaan pinnoite (Akryyli, Epoksi, Polyuretaani)? (Esteettisyys ja lujuus) Kuka määrittelee tasoitteelta vaaditut ominaisuudet / kenen pitäisi määrittellä? Vaikuttavatko arkkitehdin vaatimukset lattialle tasoitteen valintaan?

Tasoitteen kuivumisaika tulee olla riittävä, jotta ylimääräinen kosteus tasoitteesta poistuu ennen pinnoitusta. Myös alla olevan betonin tulee olla kuivunut ja lujittunut ennen pinnoittamista. Tasoitteen vetolujuuden ja puristuslujuuden tulee olla riittävät, jotta pinnoittaminen voidaan suorittaa onnistuneesti. Akryylin alla ei tulisi käyttää tasoitetta.

Suunnittelijan tulisi tietää minkälainen tasoite pinnoitteen alle asennettaisiin. Paras tieto materiaalien yhteensopivuudesta on kuitenkin materiaalitoimittajilla. Tällä hetkillä yleensä oikeanlaisen tasoitteen valitseminen jää pääurakoitsijalle, sillä tasoitustarve käy usein ilmi vasta rakentamisvaiheessa. Tällöin ei välttämättä suunnittelijalta kysytä millainen tasoite tulisi valita. Ja mikäli pääurakoitsija ei huomaa pinnoiteurakoitsijaltakaan etukäteen kysyä pinnoitteen asettamia vaatimuksia, niin voi olla, ettei valittu tasoite sovellu pinnoitteen alle. Materiaalitoimittajilta tulisi aina varmistaa soveltuvatko materiaalit yhteen.

Arkkitehdin valinnat voivat vaikuttaa tasoitteen valintaan, mikäli kohde on sen tyyppinen. Jos tasoite jäisi näkyväksi pinnaksi arkkitehdin mielipidettäkin kuultaisiin.

- 5) Minkälainen tulee olla betonialustan, jotta se voidaan tasoittaa ja pinnoittaa onnistuneesti? (Geometria, puhtaus, kuivuus, lämpötila...) Tuleeko betonialusta esikäsitellä ennen tasoitusta? Miksi?

Betonialusta olisi paras pinnoittaa sellaisenaan, mikäli sen laatu vain on riittävä. Mikäli näin ei ole, niin betonialustan tulee olla kuivunut ja kovettunut sekä sementtiliima tulee poistaa timanttihionalla. Koska betoni on kova materiaali niin sementtiliiman poisto vaatii järeämmän timanttihionnan. Mikäli on kyseessä vanha betonilattia, voidaan sinkopuhalluksella saada epäpuhtaudet paremmin irti betonin pinnasta timanttihiontaan verrattuna. Vanhoissa lattioissa on myös käytetty jyrshintää. Lämpötilan tulee olla sopiva tasoittamista varten. Kaadot olisi ensisijaisesti tehtävä betonilla eikä tasoitteella. Betonialusta tulee primeroida valmistajan ohjeen mukaisesti tartunnan varmistamiseksi.

- 6) Mitkä tekijät tasoitteen kuljetuksessa, varastoinnissa ja käytössä vaikuttavat erityisesti sen lujuus ominaisuuksiin? Vaikuttavatko ympäristöolosuhteet tasoitteen ominaisuuksiin? Mitä tasoitetyötekniikassa tulee erityisesti huomioida, kun tasoitteen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Tasoitteen varastointiajassa on noudatettava valmistajan ohjeita. Tuotteen kesto eri lämpötiloissa ja kosteutta vastaan tulee huomioida kuljetuksen ja varastoinnin aikana. Tasoitteeseen käytön aikana sen ominaisuuksiin vaikuttaa lämpötila, ilman suhteellinen kosteus ja vetoisuus. Pääsääntöisesti liika ilmankosteus hidastaa tasoitteen kuivumista. Kuivempi ilma olisi siis parempi kuin kosteampi ilma. Pintakosteutta tulisi kuitenkin tasoitteessa olla. Lämpötilan kanssa tulee noudattaa valmistajan ohjeita. Viileissä lämpötiloissa kuivuminen ja kovettuminen hidastuvat. Noin 20 astetta olisi optimi tasoituslämpötila suurimmalla osalla tuotteista. Vetoisuus aiheuttaa sen, että pinta kuivuu nopeammin kuin muu rakenne, jolloin tulee pintahalkeilua.

En ole tasoitelattioiden työtekniikan ammattilainen, joten seikkaperäistä vastausta en voi antaa. Tasoitteen tulee kuitenkin olla oikeanlainen. Tartunnasta tulee varmistua. Levitys tulee tehdä huolella, jotta saadaan tiivis pinta. Pinta tulee vielä hioa.

- 7) Tarvitseeko tasoitettua pintaa käsitellä ennen kuin sen päälle tulee pinnoite? (Hionta, sinkopuhdistus, happopeittäminen, jyrshintä, vesisuihkupuhdistus, hiekkapuhallus, liekkihajaus) Miksi?

Tasoite tulisi hioa, jotta sementtiliima saataisiin poistettua. Timanttihionta on hyvä vaihtoehto tässäkin kohtaa.

- 8) Kuinka pinnoitustyö tulisi suorittaa, kun pinnoitteen alla on tasoite? Eroaako se jotenkin tilanteesta, jossa pinnoitteen alla on betonialusta? Miksi?

Urakoitsijan tulee arvioida tasoitteen pintaa, tartuntaa alustaansa ja lujuuden riittävyyttä. Varsinaisesti pinnoitustyö ei poikkea mitenkään.

- 9) Miten tasoiteyön laadunvarmistus hoidetaan? Onko siinä parantamisen varaa? Miksi?

Parantamisen varaa laadunvarmistuksessa varmasti löytyy. Voi olla, että tasoitetyöntekijä ei ole tietoinen pinnoitteen alustalleen asettamista vaatimuksista, jolloin virheitä saattaa tulla. Tasoittajan olisi tutustuttava huolella tuotevalmistajien antamiin ohjeisiin tasoitteen käytöstä. Tasoitteita ei testata kovinkaan usein. Vetolujuus testi olisi kuitenkin helppo tehdä ja sillä voitaisiin varmistua, että tartunta tulee olemaan riittävä.

- 10) Onko tasoitteen ja pinnoitteen yhteiskäytössä parantamisen varaa? Millaisia ongelmia on esiintynyt tasoitteen ja pinnoitteen yhdistämisestä? Mistä ne ovat johtuneet? (ohjeet, urakkaraja, tiedon kulku, tiedon puute) Minkälaisiin toimenpiteisiin ryhdytään, jos on todettu, ettei tasoite sovellu pinnoitteen alle? Kuka (yleensä) maksaa epäonnistuneesta tasoitustyöstä aiheutuneet kustannukset? Miksi?

Yhteiskäytössä löytyy parantamisen varaa. Markkinoilla olevien tasoitteiden kirjo on kovin laaja, jolloin valinnassa tulee olla tarkkana. Myös kesken rakentamista saattaa päällyste vaihtua pinnoitteeseen tai vielä rakentamisen alussa ei tiedetä, mikä pintamateriaali valitaan. Kun pintamateriaali muuttuu, niin muuttuu samalla myös tasoitteelle asetetut vaatimukset.

Pahimmassa tapauksessa kun on käytetty heikkolaatuista tasoitetta, niin pinta voi rikkoutua ja tartunta pinnoitteen alla pettää. Tällöin lattia joudutaan uusimaan tai paikkaamaan.

Tiedon puute ja ohjeistuksen puutteellisuus sekä ymmärtämättömyys ovat suurimpia syitä, minkä takia tasoitustyöt ovat epäonnistuneet. Tasoitevalmistaja ei välttämättä ymmärrä, mitä vaatimuksia pinnoite tuo alustalleen. Tai vaikka ymmärtää niin urakoitsija ei välttämättä ymmärrä vaatimuksia ja ostaa rautakaupasta halvinta tasoitetta. Tasoittamisen hoitaa usein joku muu kuin pinnoittaja, jolla todennäköisesti olisi tietämystä alustalle asetetuista vaatimuksista.

Liian heikko tasoite kannattaa poistaa. Joskus on imeytetty liuottimella ohennettu primeriä tasoitteeseen, mutta nämä kohteet eivät enää täytä M1-luokan vaatimuksia. Ainut järkevä tapa olisi poistaa heikko tasoite.

Yleensä rakennusliike joutuu omalla kustannuksellaan uusimaan tasoitteen. Mikäli tasoitustyö on tehty aliurakkana voi aliurakoitsija joutua maksamaan uuden tasoitustyön, riippuen sopimusasiakirjoista.

- 11) Mitkä tekijät ovat johtaneet onnistuneeseen tai epäonnistuneeseen tasoitettuun ja pinnoitettuun lattiaan? Miksi?

Seikat tulleet esille jo aiemmin.

- 12) Tuleeko mieleenne vielä jotain lisättävää aiheesta? Mitä?

Nimi: Markku Uusitalo  
 Yritys: Teknos Oy 24 vuotta  
 Titteli: Aluemyyntipäällikkö  
 Päivä: 14.04.2020  
 Paikka: Puhelinkeskustelu  
 Luottamustoimet: -  
 Aiemmat työtehtävät: YIT yhtymä, pintakäsittelyosasto, työnjohtaja, 10 vuotta  
 Saako vastaukset julkaista: Saa

- 1) Miksi pinnoitettavia lattiaita tasoitetaan?  
 Yleisimpiä syitä tasoittamiselle ovat ulkonäkökysymykset ja tekniset asiat. Esimerkiksi tasoitteilla tehdään kaatokorjauksia ja saneerauskohteissa tasoitteita käytetään yhdessä lattialämmityksen kanssa. Myös ontelolaattojen pinnat tasoitetaan tai tehdään pintavalu. Epoksi ja polyuretaani eivät kärsi alkalisuudesta.  
 Kuitubetoni ei aiheuta tarvetta tasoitukselle, kunhan pinnan kuidut katkaistaan.
- 2) Suositteletko tasoitetta pinnoitteen alle? Minkälaisia tasoitteita ette suosittelisi pinnoitteen alle? Onko jokin pinnoite (Akryyli, Polyuretaani, Epoksi) sellainen, jonka alle tasoite ei sovellu / soveltuu erityisen hyvin? Vaikuttaako rakennuksen käyttö lattiapinnoitteen ja -tasoitteen yhteensopivuuteen? Miksi?  
 Teollisuuslattioihin, joissa on raskasta käyttöä eivät pääsääntöisesti tasoitteet sovellu. Kiemanteollisuus ja elintarviketeollisuus, joissa käytetään hierontamassalattioita ovat hyviä esimerkkejä turhan raskaasta käytöstä tasoitteelle. Mikäli tasoitetta kuitenkin käytetään, suositellaan epoksipohjaista tasoitetta tai mieluummin tehtäisiin pintavalu, mikäli mahdollista. Kevyemmässä käytössä tasoitteet toimivat hyvin. Tasoite, joka soveltuu epoksiin alle, soveltuu se myös polyuretaanin alle. Tasoitteen soveltuvuuden kannalta ei ole juurikaan merkitystä millainen pinnoite sen päälle asennetaan. Lattiankäyttötarkoituksella on suurempi merkitys. Heikkoa kerrosta ei saisi tehdä betonin ja pinnoitteen väliin. Tasoitetta tulee olla riittävän paksusti, jotta se kestäisi pinnoitteen alla. Vähimmäismääränä voidaan pitää kolmea millimetriä.
- 3) Yleensä pinnoitevalmistajat antavat vaatimuksia betonialustalle. (Lämpötila, kosteus, puristuslujuus, tartuntavetolujuus, puhtaus, vapaa likaisuudesta, ...) Voidaanko näitä vaatimuksia suoraan käyttää myös tasoitteelle? Miksi? Miten tasoite- ja betonialustat eroavat toisistaan pinnoitteen kannalta? Miten nämä erot vaikuttavat yhteistoimintaan?  
 Itse en ole tasoitteiden ammattilainen, sillä toimin pinnoitteiden kanssa. Käsittääkseni samoja vaatimuksia voidaan käyttää, kunhan pidetään mielessä lattian käyttötarkoitus. Markkinoilta löytyy monenlaisia tasoitteita, joista kaikki eivät sovellu raskaampaan käyttöön. Tasoite tulisi valita tasoitevalmistajan käyttöohjeen mukaan. Heikkoja kerroksia ei tulisi tehdä betonin ja pinnoitteen väliin, jottei rakenne murru.
- 4) Mitä ominaisuuksia tasoitteelta vaaditaan, kun sen päälle asennetaan pinnoite? Miksi juuri näitä ominaisuuksia vaaditaan? Kuka määrittelee tasoitteelta vaaditut ominaisuudet / kenen pitäisi määritellä? Vaikuttavatko arkkitehdin vaatimukset lattialle tasoitteen valintaan? Miten?  
 Tasoitteen tulee olla riittävän kova, riittävästi kuivunut ja sille tehtävät esikäsitteilyt on tehty oikein. Pinnoitteen primerin tulee kyetä tarttumaan alustaansa. Huolellinen imurointi on hyvä suorittaa, jotta primeri pääsee tarttumaan. Tasoitevalmistajat eivät anna ohjeita pinnan esikäsitteilyyn, vaikka heidän ohjeissaan lukee, että tasoite on ylimaalattavissa määrätyillä maaleilla tai maalityypillä. Tasoite olisi kuitenkin hyvä auki hioa. Rakennesuunnittelijan tulisi määritellä millainen tasoite pinnoitteen alle tulisi asentaa. Arkkitehdin vaatimukset eivät juurikaan vaikuta pinnoitustyöhön. Ainoastaan tilanteessa, jossa tasoite jäisi viimeiseksi pinnaksi, niin arkkitehdin näkemyksellä on merkitystä.
- 5) Minkälainen tulee olla betonialustan, jotta se voidaan tasoittaa ja pinnoittaa onnistuneesti? Miksi näitä toimenpiteitä vaaditaan? Tuleeko betonialusta esikäsitellä ennen tasoitusta? Miksi?  
 Betonialustan tulee olla riittävän kuiva riippuen tasoitteesta. Sementtiliimat tulee poistaa ennen tasoitusta, jotta tasoite tarttuisi alustaansa. Heikot kohdat tulee myös poistaa

ja pinnan tulee olla puhdas. Hyvä olisi saada näkyviin puhdas kova kiviaines. Tasoitteiden alle on asennettava primeri, tasoitevalmistajan ohjeen mukaan.

- 6) Mitkä tekijät tasoitteen kuljetuksessa, varastoinnissa ja käytössä vaikuttavat erityisesti sen lujuus ominaisuuksiin? Vaikuttavatko ympäristöolosuhteet tasoitteen ominaisuuksiin? Miten ne vaikuttavat? Mitä tasoitetyötekniikassa tulee erityisesti huomioida, kun tasoitteen päälle tulee pinnoite? Miksi?
- Itse en tiedä kovinkaan paljon tasoitteista, sillä valmistamme pinnoitteita, mutta valmistajanohteiden noudattaminen on ensiarvoisen tärkeää. Kuivia jauheita ei saisi säilyttää kosteissa olosuhteissa. Myös varastointiaikoja tulee noudattaa. Työ tulee tehdä tasoitevalmistajan ohjeiden mukaan. Liikaa vettä ei saa käyttää tasoitteen työstettävyyttä parantamaan, sillä se voi aiheuttaa tasoitteen pintaan heikon kerroksen, joka toki voidaan hioa pois ennen pinnoitusta. Pinnoitteen alle sopiva tasoite sopii myös päällysteen alle, mutta toiseen suuntaan en voi varmaksi sanoa. Tasoitevalmistajat varmasti tietävät aiheesta paremmin.
- 7) Tarvitseeko tasoitettua pintaa käsitellä ennen kuin sen päälle tulee pinnoite? Miksi?
- Tasoitettu pinta tulisi hioa auki ja se tulee imuroida huolellisesti, jotta pinnoitteen pohjuste saadaan imeytymään hyvin tasoitteeseen. Betoni on huokoisempaa kuin kovan luokan tiivistasoite, joten pohjusteen tulee olla erilaista tasoitetulle pinnalle kuin betonipinnalle.
- 8) Kuinka pinnoitustyö tulisi suorittaa, kun pinnoitteen alla on tasoite? Eroaako se jotenkin tilanteesta, jossa pinnoitteen alla on betonialusta? Miksi?
- Työsuorituksessa ei ole eroa, jos primerointia ei lasketa, kuten edellä mainitsin. Tasoitteet ovat yleensä nopeasti kuivuvia, joten tasoitteen kosteusmittausta ei välttämättä tehdä. Paksuissa tasoitekerroksissa kosteus tulee kuitenkin huomioida.
- 9) Miten tasoiteyön laadunvarmistus hoidetaan? Onko siinä parantamisen varaa? Mitä?
- Itse olen perehtynyt pinnoitteisiin, en niinkään tasoitteisiin, mutta sanoisin, että aina on parantamisen varaa. Kiire ei ainakaan paranna laatua.
- 10) Onko tasoitteen ja pinnoitteen yhteiskäytössä parantamisen varaa? Millaisia ongelmia on esiintynyt tasoitteen ja pinnoitteen yhdistämisestä? Mistä ne ovat johtuneet?
- Asuinrakentamisessa on esiintynyt maalin irtoamisia. Teollisuuden kohteissa ei ole ongelmia esiintynyt, sillä siellä ei juurikaan tasoitteita käytetä. Maalipinnan irtoamisesta ei aivan täyttä selvyyttä ole saatu, mutta yhtenä syynä on pidetty irtoavaa ainesosaa tasoitteen ja pinnoitteen välillä. Eli imurointi on tehty huolimattomasti ennen pinnoitustyön aloittamista. Vesiohenteiset epoksit kuivuvat hyvin nopeasti eivätkä imeydy alustaansa yhtä hyvin kuin vastaavat liuotinhenteiset tuotteet. Kiireessä tehdessä ei malteta tehdä kunnolla loppuun saakka, jolloin jokin tärkeä vaihe saattaa jäädä tekemättä.
- 11) Minkälaisiin toimenpiteisiin ryhdytään, jos on todettu, ettei tasoite sovellu pinnoitteen alle? Voiko tasoitteen korjaus aiheuttaa ongelmia? Kuka (yleensä) maksaa epäonnistuneesta tasoitetyöstä aiheutuneet kustannukset? Miksi?
- Totallisesti sopimaton tasoite tulee poistaa ja tehdä uudelleen. Esimerkiksi liian ohut tasoitekerros ei ole kestänyt pinnoituksen alla. Tällaiset ongelmat ovat kuitenkin yleensä yksityisillä henkilöillä, jolloin he ovat itse joutuneet hoitamaan kustannukset. Isommissa kohteissa maksajaa haetaan yleensä suunnittelijasta tai urakoitsijoista. Urakoitsijoiden tulee ilmoittaa, mikäli havaitsevat virheitä suunnitelmissa ennen kuin työtä ruvetaan tekemään.
- 12) Tuleeko mieleenne vielä jotain lisättävää aiheesta? Mitä?
- Ei lisättävää.
- 13) Olisiko teillä tiedossanne kohteita, joista olisi dokumentoitua aineistoa ja, joissa tasoitteen ja pinnoitteen yhdistäminen olisi sujunut erityisen hyvin tai huonosti? Voisinko saada nämä dokumentit osaksi diplomityöni lähdeaineistoa? Tietoja tullaan käsittelemään luottamuksellisesti.

Nimi: Matti Raatikainen, [Petri Kapulainen](#)

Yritys: TKR Marketing Oy

Titteli: Raatikainen: toimitusjohtaja, tekninen asiantuntija, 2004 alkaen

[Kapulainen, tekninen asiantuntija](#)

Päivä: 16.04.2020

Paikka: Puhelinkeskustelu ([Sähköposti 15.04.2020](#))

Luottamustoimet: Koulutustyöryhmissä ja koulutuksissa, joissa koulutetaan viemärisaneeraajia ja rakenteiden tiivistäjiä

Aiemmat työtehtävät: 40 vuotta rakennusalalla mm. teknisenä myyjänä ja rakennusurakoitsijana

Saako vastaukset julkaista: Saa osittain.

1) Miksi pinnoitettavia lattioita tasoitetaan?

Lattioissa voi olla pahojakin rapaumia/koloja, kuoppia (varsinkin autotallit, tuotantotilat) Saneerauksen yhteydessä vanhoja pintamateriaaleja poistettaessa huomataan usein, että olemassa oleva tasoite on kopo tai pehmeää. Käyttötarkoituksen muutoksissa seinien vanhat paikat aiheuttavat paljon korkoeroja. Oikaisun tarve, korkoerot saattavat olla häiritseviä.

Tasoittamalla haetaan tasaista alustaa pinnoitteelle. Tasoitteelle voi olla tarvetta, mikäli kaatokorjauksia halutaan tehdä. TRK pinnoitteet eivät vaadi alkalisuojaa.

2) Suositteletko tasoitetta pinnoitteen alle? Minkälaisia tasoitteita ette suosittelisi pinnoitteen alle? Onko jokin pinnoite (Akryyli, Polyuretaani, Epoksi) sellainen, jonka alle tasoite ei sovellu / soveltuu erityisen hyvin? Vaikuttaako rakennuksen käyttö lattiapinnoitteen ja -tasoitteen yhteensopivuuteen? Miksi?

Jos alusta on epätasainen tai heikko niin suosittelen tasoitusta.

Tasoitteen soveltuvuudesta on vaikea sanoa yleisohjetta, joku käyttää sitä väärin kuitenkin.

Tasoitteen laatu merkitsee myös paljon, tästä syystä ohjeissa ja suunnitelmissa olisi kiinnitettävä enemmän huomiota tasoitteen ominaisuuksiin.

Kokemus pohjaisesti akryylibetonin alla tasoite on riski, johtuen pinnan kovuudesta ja joustamattomuudesta.

Tasoituksen tarve riippuu mitä pinnoituksella haetaan, onko kyseessä haitta-ainesulku vai viimeiseksi pinnaksi jäävä pinnoite.

Jos kyseessä märkätila on kaadot tietenkin tehtävä tasoitteella.

Tasoitteella on kovat vaatimukset pinnoituksen alla esim. trukki liikenne asettaa vaatimuksia.

Paras lopputulos saadaan, jos pinnoite levitetään suoraan betonialustalle, mikäli tartunta on kriittisin ominaisuus, jota pinnoitteelta vaaditaan. Tämä johtuu siitä, että pinnoitteella on kova tartunta alustansa ja tasoitteella ei saavuteta yhtä hyvää tartuntavetolujuutta kuin betonilla. Kovalle kulutukselle joutuviin lattioihin ei suositella tasoitetta pinnoitteen alle, sillä se saattaa irrota rasituksessa. Polyuretaani- ja epoksinpinnoitteiden alle tasoitetta voidaan asentaa. Tyypillisimpiä virheitä tasoitevalinnoissa, kun käytetään ohuita pinnoitteita kuten epoksia tai tkr:ää (kasviöljypohjaista pinnoitetta), on se, että sen alle valitaan liian matalan kulutusluokan tasoite eli liian pehmeä tasoite. Kulutusluokka 22 on liian pehmeä tasoite pinnoitteen alle. Näin heikko tasoite on tarkoitettu päällysteiden alle. Pinnoitteen alle tulevan tasoitteen kovuusluokka tulee olla 30 - 32. Tämä johtuu siitä, että pinnoite ei suojaakaan tasoitetta esimerkiksi iskuilta vaan tasoite voi murtua pinnoitteen alla.

3) Yleensä pinnoitevalmistajat antavat vaatimuksia betonialustalle. (Lämpötila, kosteus, puristuslujuus, tartuntavetolujuus, puhtaus, vapaa likaisuudesta, ...) Voidaanko näitä vaatimuksia suoraan käyttää myös tasoitteelle? Miksi? Miten tasoite- ja betonialustat eroavat toisistaan pinnoitteen kannalta? Miten nämä erot vaikuttavat yhteistoimintaan?

Vaatimuksia ei voi suoraan käyttää tasoitteelle.



Ovat tyystin eri tuotteita, eivät vertailukelpoisia. esim. Kosteuden mittausta ei kerro oikeaa tulosta tasoitteista, joissa vesi sitoutuu sementin hydrataatioon.

Huokoisuus, emäksisyys, tuotteen raekoko, kosteuden sitomiskyky, kosteuden siotto-kyky, elastisuus, kutistuminen....

Pitää tietää mitä valittu pinnoitus kestää? esim. Muovimatto+liima ei kestä betonin emäksisyyttä, joku tuote on herkkä kosteudelle joku taas alusta huokoisuudelle.

Koska olemme pinnoitevalmistajia, niin kysymys on hieman hankala. Tasoitteita on monenlaisia ja esimerkiksi sellaiselle tasoitteelle, joka yhdessä primeroinnin kanssa sitoo alleen jäävää huonoa betonia, ei samoja ohjeita voida suoraan käyttää. Alustan raekoon muuttuessa pinnoitteen materiaalimenekki kasvaa.

Muovimatto, jonka liima on vaurioitunut kosteusrasituksesta, poistetaan ja muovimatto korvataan TKR pinnoitteella ja samalla muodostuu kapseloiva kerros mahdollisille rakenteissa oleville haitta-aineille.

- 4) Mitä ominaisuuksia tasoitteelta vaaditaan, kun sen päälle asennetaan pinnoite? Miksi juuri näitä ominaisuuksia vaaditaan? Kuka määrittelee tasoitteelta vaaditut ominaisuudet / kenen pitäisi määrittellä? Vaikuttavatko arkkitehdin vaatimukset lattialle tasoitteen valintaan? Miten?

Hyvä kysymys, riippuu pinnoitteesta ja tilojen lopullisesta käytöstä sekä pinnoitteen käyttötarkoituksesta (toimiiko vesieristeenä, haitta-ainesulkuna, kipinäsuojana, maadoittavana...)

Ominaisuuksia vaaditaan, että pinnoite kestäisi suunnitellun käyttötarkoituksen.

Tämä on hiukan sokea paikka, suunnittelija määrittelee tasoitteen ominaisuudet (ainakin pitäisi). Ikävä kyllä usein suunnittelijan tieto ja suunniteluun käytettävä aika ei riitä kohteen erikoisvaatimusten huomioimiseen. Lisäksi tilaaja asettaa hintahaarukkaa mikä saattaa sulkea laadukkaammat tasoitteet urakan ulkopuolelle. Tarjouskyselyvaiheessa hinta ratkaisee, ei ominaisuudet.

Arkkitehdin vaatimusten ei yksistään pitäisi vaikuttaa tasoitteen valintaan, harvemmin näin käy. Tällä hetkellä, tasoitteen ominaisuuksien määrittely on hajallaan. Mielestäni suunnittelijan pitäisi tämä homma tehdä.

Kovaan kulutukseen joutuvan lattian kovuusluokitus tulee olla 30-32. Elastiset pinnoitteet kuten TKR eivät aiheuta kuivuessaan jännityksiä. Sen sijaan epoksin kovettuminen aiheuttaa jännityksiä, jotka tulee huomioida tasoitetta valittaessa. Tarttuvuusvaatimus tasoitteelle voi olla 3 N luokkaa, jos käytöstä tuleva kuormitus on suurta. Yleensä tasoitteilla tartunta on luokkaa 1-1,5 N. Vain erikoiskoistasoitteet omaavat suuren tarttuvuuden.

- 5) Minkälainen tulee olla betonialustan, jotta se voidaan tasoittaa ja pinnoittaa onnistuneesti? Miksi näitä toimenpiteitä vaaditaan? Tuleeko betonialusta esikäsitellä ennen tasoitusta? Miksi?

Tasainen, kauttaaltaan hiottu leikattuun kiveen asti, pelkkä hiomapaperilla pyyhkäisy ei riitä.

Hionta vaaditaan, että saadaan betonilattian heikko kohta eli sementtiliima pois pinnasta.

Betonialusta käsittely pinnoitevalmistajan ohjeen mukaan, esikäsittele eli primerointi voi myös vaihdella alustan RH%:n mukaan.

Tasoite vaatii alleen huokoisen ja imevän alustan. Kuten pinnoitteenkin alle paras alusta myös tasoitteen alle on betoni, jonka kiviaines on pinnastaan halkaistu ja näyttää mosaiikkibetonilta tartunnan varmistamiseksi. Primerointi voidaan suorittaa, jotta pöly saadaan sidottua.

- 6) Mitkä tekijät tasoitteen kuljetuksessa, varastoinnissa ja käytössä vaikuttavat erityisesti sen lujuusominaisuuksiin? Vaikuttavatko ympäristöolosuhteet tasoitteen ominaisuuksiin? Miten?

ne vaikuttavat? Mitä tasoitetyötekniikassa tulee erityisesti huomioida, kun tasoitteen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Kuljetuksen ja varastoinnin oltava valmistajan ohjeiden mukaisia, kosteat olot tekevät paakkuja tasoitteisiin eivätkä ne ole silloin tasalaatuisia. Ympäristöolosuhteet vaikuttavat, liian kuivailma ja alipaineistus voivat aiheuttaa kuplia ja liian nopeaa kuivumista, mikä taas vaikuttaa halkeiluun. Tasoitteen levityksessä on kaksi erittäin tärkeää asiaa, oikea kerrospaksuus ja oikea vesimäärä!! Tämä on käsityötä ja usein menee pieleen. Väärät olosuhteet ja työtekniikat muuttavat tasoitteen ominaisuuksia ja silloin ne ei välttämättä toimi kuten on ajateltu pinnoitteen alla.

7) Tarvitseeko tasoitettua pintaa käsitellä ennen kuin sen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Riippuu pinnoitteesta ja käyttötarkoituksesta.

Pääsääntöisesti ei tarvitse. Alustan tulee kuitenkin olla puhdas, joten imurointi olisi hyvä suorittaa ennen pinnoitusta, jotta tartunta olisi hyvä. Hiontaa voidaan käyttää, mikäli tasoitteen pintaan on jäänyt epätasaisuuksia.

8) Kuinka pinnoitustyö tulisi suorittaa, kun pinnoitteen alla on tasoite? Eroaako se jotenkin tilanteesta, jossa pinnoitteen alla on betonialusta? Miksi?

Riippuu siitä, onko tasoite vanhaa vai itse asentamaa vaatimukset täyttävää tasoitetta. Ei voida tietää miten vanha tuntematon tasoite on kiinni alustassa ja miten se reagoi uuteen pinnoitteeseen? Onko välistä hiottu sementtiliima pois?

9) Miten tasoiteyön laadunvarmistus hoidetaan? Onko siinä parantamisen varaa? Mitä?

Tällä hetkellä tasoitteen laadunvarmistuksen ainoa työkalu on asennuspöytäkirja. Paljon on parantamisen varaa, tekijöiden ammattitaito ja ohjeiden lukutaito, lisäksi tiedän kymmeniä kohteita missä tasoite on vaihdettu halvempaan kaikessa hiljaisuudessa.

Asenne korjaa paljon. Vesi-kiintoainesuhdetta, joka tasoitteelle on annettu, tulisi ehdottomasti noudattaa tasoitustyössä. Jos liikaa vettä käytetään, tulee tasoitteesta huo-koista ja sen lujuus alenee.

10) Onko tasoitteen ja pinnoitteen yhteiskäytössä parantamisen varaa? Millaisia ongelmia on esiintynyt tasoitteen ja pinnoitteen yhdistämisestä? Mistä ne ovat johtuneet?

Vaaditaan kauheasti tuoteperhettä, sekin on ihan ok, mutta tärkeämpää olisi tuotteiden ohjeiden mukainen käyttö. Tällöin ominaisuudet ovat sitä mitä ilmoitetaan ja ongelmia ei ole, vaikka tuotteet eri tuoteperheen tuotteita CE-merkintä kertoo tarvittavat tiedot, jos tuotetta on käytetty ohjeiden mukaan. Ongelmia ei ole syntynyt erimerkkisten tasoitteiden ja pinnoitteiden yhdistelmillä, jos kaikkia tuotteita on käytetty oikein.

11) Minkälaisiin toimenpiteisiin ryhdytään, jos on todettu, ettei tasoite sovellu pinnoitteen alle? Voiko tasoitteen korjaus aiheuttaa ongelmia? Kuka (yleensä) maksaa epäonnistuneesta tasoitetyöstä aiheutuneet kustannukset? Miksi?

Jyrsitty tasoite pois ja tasoitettu uudelleen. Paikka korjaus aiheuttaa yleensä ongelmia. Lisäksi voi tulla aikataulu ongelmia. Yleensä, jos tasoitteen soveltavuudessa on ollut ongelmia, maksaa tilaaja. Toisinaan taas urakoitsija, joka ei ole osannut laskea keikkaa oikein.

12) Tuleeko mieleenne vielä jotain lisättävää aiheesta? Mitä?

Tilaaajan osaamattomuus, eli aina ei tiedetä lopullista käyttötarkoitusta ja tämä johtaa väärin materiaalien valintaan työmaalla.

Halvan hinnan hakeminen, harvoin laatu kulkee halvan hinnan kanssa rinnakkain.

Tekijöiden osaaminen, valitettavasti suorittavan portaan ammattitaito on usein heikkoa ja ikävä kyllä tässäkin hinta usein ratkaisee.

Asennuspöytäkirjalla tasoiteurakoitsija vakuuttaa, että hän on käyttänyt suunniteltua tasoitetta. Mikäli urakoitsija käyttää eritasoitetta, kuin on ilmoittanut asennuspöytäkirjassa, on se asiakirjanväärennös. Dokumentointi on tärkeää.

- 13) Olisiko teillä tiedossanne kohteita, joista olisi dokumentoitua aineistoa ja, joissa tasoitteen ja pinnoitteen yhdistäminen olisi sujunut erityisen hyvin tai huonosti? Voisinko saada nämä dokumentit osaksi diplomityöni lähdeaineistoa? Tietoja tullaan käsittelemään luottamuksellisesti.

Meillä on KMAC puolella lukuisia kohteita.

Lisätietoja Petrilältä. Muun muassa laaja kuvapankki pinnoitustyöstä.

Nimi: Sami Rastas  
 Yritys: Nanten Oy, Nanten Group  
 Titteli: Toimitusjohtaja  
 Päivä: 29.05.2020  
 Paikka: Puhelinkeskustelu  
 Luottamustoimet: Suomen Betonilattayhdistys ry:n jäsen  
 Aiemmat työtehtävät: Aloitti Nantenilla 1995, vaihtoi BASF Oy:lle 2010 myynti-insinööriksi ja myöhemmin myyntipäälliköksi. Siirtyi Nantenille liiketoimintajohtajaksi 2018 ja vuonna 2019 toimitusjohtajaksi.  
 Saako vastaukset julkaista: Saa

1) Miksi pinnoitettavia lattioita tasoitetaan?

Betonilattioita ei aina onnistuta tekemään riittävän hyvin, joten niitä joudutaan tasoittamaan. Tasoitteen käytön tarkoitus on saada pohja tasaisemmaksi, jotta lopputulos olisi visuaalisesti parempi. Pinnoitekerros myötäilee alustan muotoa. Mikäli betonin pinta jää liian epätasaiseksi, ei lopputuloksesta saada aikaan visuaalisesti riittävän hyvää ilman tasoitekerrosta. Tasoituksen voi toki tehdä myös pinnoitteesta ja täytehiekasta valmistettavalla täytemassalla. Tasoitteet ovat edullisempia tuotteita kuin pinnoitteet, mutta pinnoitteilla tasoittaessa kuivumisajat ovat maksimissaan vuorokauden luokkaa. Varsinkin paksummilla kerrospaksuuksilla tasoitteella tasoittaminen tulee edullisemmaksi, kuin pinnoitteella tasoittaminen.

2) Suositteletko tasoitetta pinnoitteen alle? Minkälaisia tasoitteita ette suosittelisi pinnoitteen alle? Onko jokin pinnoite (Akryyli, Polyuretaani, Epoksi) sellainen, jonka alle tasoite ei sovellu / soveltuu erityisen hyvin? Vaikuttaako rakennuksen käyttö lattiapinnoitteen ja -tasoitteen yhteensopivuuteen? Miksi?

Tällä hetkellä ja tämänhetkisellä ohjeistuksella käytettävän tasoitteen tulee täyttää pinnoitettavalle alustalle vaadittavat arvot. Tasoitteiden käyttöä ei voida kieltää. Mikäli tasoitteilla saavutetaan alustalle asetetut vaatimukset, niin tasoitteita voi käyttää.

Tasoitteet, jotka eivät saavuta pinnoitteen vaatimia lujuusarvoja, eivät sovellu pinnoitettaviksi. Tasoitteen vaadittavaa lujuusluokkaa määriteltäessä tulee huomioida myös tilan käyttörasitus. Teollisuuslattioilta vaaditaan C25/30 lujuus ja kolmosen kulutuskestävyysluokkaa, kun rasitus on kovaa. Kovaa rasitusta ovat esimerkiksi pumppukärryliikenne ja isot pistekuormat. Sen sijaan kevyellä liikenteellä olevat päiväkodinlattiat eivät vaadi rasituksensa takia alustaltaan niin kovia vaatimuksia. Jos päiväkotilattiaan asennetaan vielä elastinen polyuretaanipinnoite, joka ei myöskään vaadi alustaltaan yhtä suuria lujuusarvoja kuin esimerkiksi epoksi, niin tasoitteen lujuusluokaksi voi riittää C20.

Toinen lujuusominaisuus, jota alustalta vaaditaan, on vetolujuus. Esimerkiksi suurtauluskeittiössä, jossa käytetään akryylipinnoitetta, tulee vetolujuuden olla vähintään 2 N/mm<sup>2</sup>. Sen sijaan polyuretaanilla pinnoitettu lattia, joka joutuu pelkästään kävelyrasitukselle alttiiksi, vaatii alustaltaan ainoastaan vetolujuutta 1,2 N/mm<sup>2</sup>. Toimistotuolit saavat aikaan yllättävän suuria rasituksia, joiden takia heikommät tasoitteet murtuvat pinnoitteen alla.

Polyuretaani on elastinen ja hitaasti kuivuva tuote, joten se ei tee läheskään yhtä suuria jännitteitä kuivuessa kuin esimerkiksi akryyli. Akryyli on puolestaan nopeasti kuivuva tuote, joten se vaatii alustaltaan suurempia lujuusarvoja. Pinnoitteen kuivumisen aikana, liian alhaisen vetolujuuden omaavat/saavuttaneet tasoitteet todennäköisesti halkeavat tasoitteen keskeltä ja huonosti alustassaan kiinni olevat tasoitteet irtoavat pohjastaan. Murtuminen tapahtuu heikommasta kohdasta.

Akryylipinnoitteen käyttö tasoitteiden kanssa on haastavinta. Polyuretaanin kanssa tasoitteen käyttö on helpointa. Tämä johtuu siitä, että polyuretaani on elastinen ja jakaa kuormaa elastisuuden ansiosta.

3) Yleensä pinnoitevalmistajat antavat vaatimuksia betonialustalle. (Lämpötila, kosteus, puristuslujuus, tartuntavetolujuus, puhtaus, vapaa likaisuudesta, ...) Voidaanko näitä vaatimuksia suoraan käyttää myös tasoitteelle? Miksi? Miten tasoite- ja betonialustat eroavat toisistaan pinnoitteen kannalta? Miten nämä erot vaikuttavat yhteistoimintaan?

Betonialustan vaatimuksia voidaan käyttää sellaisenaan myös tasoitealustalle tämänhetkisen tietämyksen mukaan.

Paksu betonialusta täyttää yleensä aina pinnoitteiden vaatimat lujuusarvot. Tasoitteita sen sijaan on paljon erilaisia ja niitä tehdään eripaksuisina kerroksina. Ohuet kerrokset eivät välttämättä saavuta riittäviä lujuusarvoja. Sen sijaan markkinoilla on tuotteita, jotka ovat nopeasti kuivuvia korjausmassoja ja niiltä riittävät lujuudet yleensä löytyvät.

Käsittääkseni tasoitestandardeissa tasoitteiden lujuus arvot mitataan/testataan vasta 28 vuorokauden kuluttua asennuksesta. Tämän takia pinnoitettaessa tasoitteiden lujuus ei monessakaan tapauksessa ole kerennyt täysin kehittymään, sillä rakentaminen halutaan tehdä nopeassa aikataulussa.

Betonialustat ovat huokoisempia kuin tasoitealustat, joten pohjustimen menekki on pienempi tasoitealustalla. Maakostean betonin yhteydessä pohjustimen menekki on kaikista suurin.

Betoni tulee aina hioa ennen pinnoitusta. Sen sijaan tasoitetuilta alustoilta puuttuu hionta- ohjeistus.

- 4) Mitä ominaisuuksia tasoitteelta vaaditaan, kun sen päälle asennetaan pinnoite? Miksi juuri näitä ominaisuuksia vaaditaan? Kuka määrittelee tasoitteelta vaaditut ominaisuudet / kenen pitäisi määrittellä? Vaikuttavatko arkkitehdin vaatimukset lattialle tasoitteen valintaan? Miten?

Alustalta vaadittavat lujuusarvot tulee täytyä. Lujuusarvoissa tulee huomioida käytettävän materiaalin lujuudenkehitysaika. Pinnoitteen tartuntaan alustaan lujuus ei vaikuta. Alustan tulee kuitenkin olla riittävän luja, jottei se murre pinnoitteen kuivumisen aikana tai alustaan kohdistuvasta rasituksesta. Epoksi- ja polyuretaanipinnoitteet ovat täysin kovettuneita seitsemän vuorokauden ikäisinä, joten sen puolesta lattiaa voidaan alkaa rasittaa viikon päästä pinnoituksesta. Kuitenkin tasoite ei välttämättä vielä tuolloin ole saavuttanut lopullista lujuuttaan, riippuen tasoitteen ominaisuuksista ja asennusaikataulusta. Mikäli tasoitteen lujuus ei ole kehittynyt riittävästi, niin rasitusta ei tulisi aloittaa. Kuitenkin aikataulu tulee usein vastaan.

Käytetty pinnoite määrittelee tasoitteen vaatimukset C25/30 ja tartuntavetolujuus 1,5–2,0 N/mm<sup>2</sup>. Tasoittamistarve tulee joissakin tapauksissa ilmi vasta työmaalla pinnoitusvaiheessa, jolloin suunnitelmissa ei ole tasoitteelle esitetty vaatimuksia. Tässä tapauksessa tasoitus on lisätty ja tasoitteen määrittelee työmaan työnjohto ja tasoitteen hyväksyy valvoja.

- 5) Minkälainen tulee olla betonialustan, jotta se voidaan tasoittaa ja pinnoittaa onnistuneesti? Miksi näitä toimenpiteitä vaaditaan? Tuleeko betonialusta esikäsitellä ennen tasoitusta? Miksi?

Seuraavalla kerroksella ei voi huonoa alustaa parantaa. Betonialustan tulee olla luja, puhdas ja siinä ei saa olla sementtiliimaa. Sementtiliima poistetaan yleensä timanttihionalla. Isoilla alueilla sinkopuhdistus on hyvä vaihtoehto poistaa sementtiliima. Jos betonin pinta on heikko, voidaan se jyrsiä. Näillä toimenpiteillä poistetaan sementtiliima ja heikko betonipintakerros sekä saadaan betonin kiviaines esiin hyvän tartunnan aikaansaamiseksi. Pölyt ja liat sekä epäpuhtaudet tulee alustasta poistaa ennen tasoitusta, sillä ne heikentävät tartuntaa. Käsittääkseni primeriä käytetään tasoitteiden alla.

- 6) Mitkä tekijät tasoitteen kuljetuksessa, varastoinnissa ja käytössä vaikuttavat erityisesti sen lujuus ominaisuuksiin? Vaikuttavatko ympäristöolosuhteet tasoitteen ominaisuuksiin? Miten ne vaikuttavat? Mitä tasoitetyötekniikassa tulee erityisesti huomioida, kun tasoitteen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Pinnoitevalmistajana en seikkaperäisesti tasoitetyötekniikasta tiedä. Varastointiajat eivät saa olla liian pitkät. Varastointitilassa ei saisi olla kosteutta. Tasoitteen lujuuteen eniten vaikuttaa vesisementtisuhte. Ylimääräisen veden käyttö voi alentaa tasoitteen lopulujuutta. Työmaalla tulisikin valvoa sekoitusajojen täyttymistä, sekoitetun massan laadua sekä toteutunutta puristuslujuutta. Osa tasoitemassoista on hyvin tarkkoja sekoitusajan suhteen. Tasoitteen työstettävyyttä saattaa heikentää, mikäli sekoitusaika ei ole ohjeen mukainen.

- 7) Tarvitseeko tasoitettua pintaa käsitellä ennen kuin sen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Osan mielestä tasoitteen pinta tulisi hioa ja imuroida ja toisten mielestä tasoitteen pinnalle ei tarvitse tehdä mitään. Tasoitteen toimittajan tulisi ilmoittaa tasoitteen pinnan esikäsitellyn tarpeellisuudesta. Mikäli tasoitteen pintaan muodostuu heikko pintakerros, tulee se poistaa esimerkiksi timanttihiomalla tai sinkopuhdistamalla ennen pinnoitusta.

- 8) Kuinka pinnoitustyö tulisi suorittaa, kun pinnoitteen alla on tasoite? Eroaako se jotenkin tilanteesta, jossa pinnoitteen alla on betonialusta? Miksi?

Itse levitystyössä ei ole eroa, sillä molemmat ovat sementtipohjaisia alustoja. Tasoitetut alustat ovat usein tiiviimpiä ja kovempia, jolloin pohjatyö tulee tehdä huolellisesti. Näin varmistetaan riittävä tarttuvuus seuraavalle kerrokselle. Betonialustoille suositellaan pohjustuksen asentamista kahteen kertaan.

- 9) Miten tasoiteyön laadunvarmistus hoidetaan? Onko siinä parantamisen varaa? Mitä?

Sekoitusajkojen tulisi olla riittävät, veden käyttöä tulisi valvoa ja pohjatyöt tulisi tehdä huolella. Työmaalla tulisi myös valaa tasoitteesta näyte, jolla voidaan varmistua siitä, että tasoitteella on saavutettu luvut ominaisuudet.

- 10) Onko tasoitteen ja pinnoitteen yhteiskäytössä parantamisen varaa? Millaisia ongelmia on esiintynyt tasoitteen ja pinnoitteen yhdistämisestä? Mistä ne ovat johtuneet?

Heikkolaatuinen tasoite voi haljeta keskeltä ja likaiselle alustalle tehty tasoite voi irrota pohjasta. Yleensä epäonnistumiset johtuvat tiedon kulun puutteista. Tasoittaja ei välttämättä tiedä millainen pintamateriaali kohteessa on, joten hän ei osaa ottaa sen asettamia vaatimuksia huomioon. Näin voidaan esimerkiksi valikoida vääränlainen tasoite tai pohjatyötä ei tehdä riittävällä huolellisuudella. Joskus tasoitteet ovat saattaneet jäädä todella huokoisiksi, jolloin pinnoitteen pohjustustyö ja pohjusteen menekki kasvavat. Maakostean betonin yhteydessä primerin menekki saattaa olla jopa kolminkertainen. Akryylipohjuste voidaan asentaa useampaan kertaan, jos alusta on huokoinen. Kun alusta on huokoinen ja heikko, niin joissain tapauksissa voidaan asentaa epoksipohjuste ennen akryylipohjusteen asentamista. Kokemukseen perustuen, epoksi kuivuu hitaammin ja lujittaa alustan pintaa, jolloin alusta kestää paremmin akryylipinnoitteelta tulevat suuret kuivumisajan jännitykset.

- 11) Minkälaisiin toimenpiteisiin ryhdytään, jos on todettu, ettei tasoite sovellu pinnoitteen alle? Voiko tasoitteen korjaus aiheuttaa ongelmia? Kuka (yleensä) maksaa epäonnistuneesta tasoitetyöstä aiheutuneet kustannukset? Miksi?

Tasoite tulee poistaa joko hiomalla, piikkaamalla tai jyrsimällä riippuen tilan koosta ja tasoitekerroksen paksuudesta. Tasoitteita ei pystytä lujittamaan jälkikäteen. Jos alusta on huono ei pintakerroksella pystytä sitä parantamaan.

- 12) Tuleeko mieleenne vielä jotain lisättävää aiheesta? Mitä?

Vaikka on käytetty sellaista tasoitetta, joka täyttää lujuusvaatimukset, niin on silti saavutettu epäonnistua.

80- ja 90-luvuilla pinnoitteita käytettiin pääsääntöisesti teollisuudessa. 2000-luvun alkupuolella alettiin pinnoitteita käyttämään ilmastointikonehuoneissa ja teknisissä tiloissa. 2010 alkoi tulla enemmän julkiselle puolelle elastisia polyuretaanipinnoiteratkaisuja. Julkisissa tiloissa käytetään melko yleisesti tasoitteita. Historian takia pinnoitteiden alustalleen asettamat vaatimukset ovat peräisin teollisuudesta. Pienemmän käyttörajoituksen takia tulisikin pohtia onko alustalle asetetut vaatimukset liian suuret julkisissa tiloissa.

Vaikka laboratoriossa tasoite voi saavuttaa hyvät lujuusarvot, niin työmaalla on paljon muuttuvia tekijöitä, joiden takia lujuusarvoja ei välttämättä kyetä saavuttamaan. Tasoite-

massan seossuhteissa ja sekoitusajassa tulisi noudattaa tarkasti valmistajan antamia ohjeita, jotta tavoiteltuun lopputulokseen päästäisiin. Pelkkä silmämääräinen arvio tasoitteen notkeudesta ei ole riittävää laadunvarmistusta.

Kuitubetonissa kuidut saattavat nousta pystyyn. Muovikuitujen poistaminen lattian pinnasta on hankalampaa kuin metallikuitujen. Ensimmäisen primerikerroksen jälkeen metallikuidun juuri lujittuu ja kuitu katkeaa helposti timanttihiomalla. Notkeammat muovikuidut eivät tahdo hionnalla katketa. Tämän takia muovikuitubetonin pinta saatetaan joutua tasoittamaan ennen pinnoitusta.

Tasoitteiden kanssa olisi suositeltavaa pohjustukseen käyttää vesiohenteista tai sata prosenttiasia pohjusteita, jotka eivät sisällä liuottimia.

Alkaisen betonin takia ei ole pinnoitteiden kohdalla esiintynyt ongelmia oman kokemukseni mukaan.

- 13) Olisiko teillä tiedossanne kohteita, joista olisi dokumentoitua aineistoa ja, joissa tasoitteen ja pinnoitteen yhdistäminen olisi sujunut erityisen hyvin tai huonosti? Voisinko saada nämä dokumentit osaksi diplomityöni lähdeaineistoa? Tietoja tullaan käsittelemään luottamuksellisesti.

Itsellämme ei ole aineistoa. Epäonnistuneista kohteista aineisto jää rakennusliikkeelle ja urakoitsijalle. Heiltä voisin kysyä aineistoa. Kyseenalaisten pohjien vetolujuutta on joskus mitattu.

Nimi: Tero Ojala  
 Yritys: Teknos Oy  
 Titteli: Tuotekehityskemisti, 22 vuotta  
 Päivä: 14.04.2020, [3.8.2020](#)  
 Paikka: Puhelinkeskustelu, [sähköposti](#)  
 Luottamustoimet: -  
 Aiemmat työtehtävät: Neste, diplomityö ja tutkimuskemisti  
 Saako vastaukset julkaista: Saa

1) Miksi pinnoitettavia lattiaita tasoitetaan?

Rakennustyömaalla on kiire, jolloin valubetonipintaa ei keretä tekemään kunnolla. Tämän takia pinta joudutaan vielä tasoittamaan, jotta se saataisiin oikeaan korkoon ja sen laatu olisi sopiva pinnoitteelle. Mikäli työmiehille annettaisiin enemmän aikaa, tasoittamiselta voitaisiin välttyä.

Alkalisuus ei ole pinnoitteiden ongelma. Erityisesti epoksi kestää hyvin betonin alkalisuutta.

Kuitubetonilatioissa kuidut tulee katkaista pinnasta. Kuitulatioissa on enemmän reikäisyyttä, jolloin lattia tulee primeroida ja kitata ennen pinnoitusta. Varsinaisesti tasoitus-tarvetta kuitubetonin käyttö ei aiheuta.

Korjauskohteissa, joissa käyttötarkoitus muuttuu, voidaan vaatia parempaa tasaisuutta, jolloin tarvitaan tasoitteita.

2) Suositteletko tasoitetta pinnoitteen alle? Minkälaisia tasoitteita ette suosittelisi pinnoitteen alle? Onko jokin pinnoite (Akryyli, Polyuretaani, Epoksi) sellainen, jonka alle tasoite ei sovellu / soveltuu erityisen hyvin? Vaikuttaako rakennuksen käyttö lattiapinnoitteen ja -tasoitteen yhteensopivuuteen? Miksi?

Tasoitteita ei suositella lähtökohtaisesti pinnoitteiden alle. Pinnoitteet ovat tarkoitettu betonialustalle.

Tasoitteita, joilla on hyvä puristuslujuus, voidaan käyttää pinnoitteen alla. Tasoitteet kuitenkin ovat tiiviimpiä kuin huokoisempi betoni, jolloin pinnoitteen tartunta on heikompi tasoitteeseen. Tartunnasta tulee varmistua. Kovassa mekaanisessa rasituksessa heikko tasoite ei välttämättä kestä, jolloin se murtuu ja rikkoo myös pinnoitteen.

Teknos ei tuota akryyli massoja, joten sen toiminnasta ei ole kokemusta. Polyuretaani on elastinen ja joustava ja sen koheesiivisuus eli sisäinen lujuus ei ole samaa luokkaa kuin epokseissa, joten se soveltuu epoksia paremmin tasoitteen päälle. Tosin polyuretaanipinnoitteen alle asennetaan yleensä epoksipohjustuslakka. Polyuretaani kykenee myös siloittamaan pieniä halkeamia paremmin kuin epoksi.

Suuren mekaanisen rasituksen alaisia lattiaita ei tulisi tasoittaa. Myös suurelle kemialliselle rasitukselle altistuvat tilat ja usein pestävät elintarviketeollisuuden lattiat, joihin tulee myös lämpörasitusta eivät sovellu tasoitettaviksi. Asuinrakennuksissa, joissa on lievä rasitus ja pääasiassa vain jalankulkua, tasoitetta voidaan käyttää. Julkisissa tiloissa voi käyttää tasoitteita, mikäli rasitus on alhainen ja tasoitteen sopivuus pinnoitejärjestelmän kanssa on todettu. Teollisuuden tiloihin tasoitetta ei tulisi laittaa.

3) Yleensä pinnoitevalmistajat antavat vaatimuksia betonialustalle. (Lämpötila, kosteus, puristuslujuus, tartuntavetolujuus, puhtaus, vapaa liikaisuudesta, ...) Voidaanko näitä vaatimuksia suoraan käyttää myös tasoitteelle? Miksi? Miten tasoite- ja betonialustat eroavat toisistaan pinnoitteen kannalta? Miten nämä erot vaikuttavat yhteistoimintaan?

Samoja vaatimuksia voidaan osittain myös käyttää tasoitteelle. Puristuslujuus tulee olla samaa luokkaa. Lämpötila on alustasta riippumaton. Yleensä alustan minimilämpötila on + 10 °C. Tasoitteiden etuna on, että niiden kosteuspitoisuus on alhaisempi, mikäli valmistajan ohjeita noudatetaan. Kosteus poistuu nopeammin tavoitteesta kuin betonista. Liikaa vettä käytettäessä tasoitteen lujuusominaisuudet alkavat kärsimään. Likainen tasoite tulee puhdistaa timanttihionnalla ja pinta tulee imuroida. Betoni tulee aina esikäsitellä timanttihionnalla, sinkopuhdistuksella tai happopeittauksella. Hionta ei ole välttämätön tasoitteelle, sillä sen pintaan ei muodostu samanlaista sementtiliimakerrosta. Testeillä on myös todettu, ettei tartunta tasoitteeseen välttämättä merkittävästi parane hiomalla pintaa. Tämä kuitenkin riippuu käytettävästä tasoitteesta.



Betonin ja tasoitteen suurimpana erona on pinnan huokoisuus. Myös betonin lujuus on pääsääntöisesti parempi kuin tasoitteella. Tasoitteen käyttöä tulee harkita aina käytörasituksen mukaan.

2 mm itsestään siliävät liuotteettomat epoksimassat omaavat suhteellisen ison koheesion eli sisäisen lujuuden. Sitä saadaan alennettua hiekkatäytteellä, jota yleensä lisätään 1:1 suhteessa. Tämän ansiosta epoksi ei revi itseään niin kovasti irti alustastaan kovettuessaan. Polyuretaanilla ei ole tämän tasoista ongelmaa.

- 4) Mitä ominaisuuksia tasoitteelta vaaditaan, kun sen päälle asennetaan pinnoite? Miksi juuri näitä ominaisuuksia vaaditaan? Kuka määrittelee tasoitteelta vaaditut ominaisuudet / kenen pitäisi määrittellä? Vaikuttavatko arkkitehdin vaatimukset lattialle tasoitteen valintaan? Miten?

Lujuuksien on oltava samaa luokkaa kuin betonilla. Eli puristuslujuuden tulee olla luokkaa 30 MPa ja tartuntavetolujuuden 2,5 MPa. Maalausjärjestelmän tartunta tulee erikseen tarkistaa. Myös kulutuskestävyys olisi hyvä tarkastaa. Jos lujuusvaatimukset toteutuvat ja testeissä ei havaita ongelmia, niin tulee lattiakin toimimaan hyvin.

Osittain vaatimukset johtuvat epoksin koheesiivisuudesta ja osittain käytön aiheuttamista rasituksista.

Ongelmana usein on, että työmaavaiheessa todetaan, ettei valubetonipinta sovellu pinnoitettavaksi. Tämän takia lattiaa aletaan tasoittamaan, eikä kiireessä keritä miettimään sen vaikutusta pinnoitettavuuteen.

Suunnittelijan tulisi yhdessä pinnoitevalmistajan kanssa valita sopiva tasoite pinnoitteen alle.

Arkkitehdin vaatimukset eivät useinkaan vaikuta tasoitteen valintaan.

- 5) Minkälainen tulee olla betonialustan, jotta se voidaan tasoittaa ja pinnoittaa onnistuneesti? Miksi näitä toimenpiteitä vaaditaan? Tuleeko betonialusta esikäsitellä ennen tasoitusta? Miksi?

Aihe ei sinänsä kuulu pinnoitevalmistajan erityisosaamiseen, mutta alusta tulisi tiimantihioa auki. Hionnalla saadaan betonin pinnassa oleva hauras sementtiliimakerros poistettua ja tasoitteen tartunta saadaan paremmaksi. Tasoitteen alle tulee useissa tuotteissa asentaa perimeri, joka on vesiohenteinen dispersio.

- 6) Mitkä tekijät tasoitteen kuljetuksessa, varastoinnissa ja käytössä vaikuttavat erityisesti sen lujuusominaisuuksiin? Vaikuttavatko ympäristöolosuhteet tasoitteen ominaisuuksiin? Miten ne vaikuttavat? Mitä tasoitetyötekniikassa tulee erityisesti huomioida, kun tasoitteen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Ei kuulu varsinaisesti pinnoitevalmistajan keskeiseen osaamiseen. Liiallinen veden käyttö heikentää tasoitteen lujuusominaisuuksia. Lämpötilan tulee olla myös sopiva, jotta tasoitetyö onnistuisi. Usein tasoitetyötä tehdään huonoissa olosuhteissa eli liian alhaisessa lämpötilassa ja korkeassa kosteuspitoisuudessa. Liiallinen ilmankosteus on huono, sillä vesi ei pääse haihtumaan tasoitteesta, jolloin tasoite voi jäädä liian kosteaksi.

- 7) Tarvitseeko tasoitettua pintaa käsitellä ennen kuin sen päälle tulee pinnoite? Miksi?

On havaittu joskus, että hionta ja imurointi parantaa tartuntaa. Kaikilla tasoitteilla näin ei kuitenkaan ole. Tasoitevalmistajan ohjeissa usein todetaan, että tasoite voidaan maalata. Tämä ei kuitenkaan kerro sitä, millainen esikäsitely tulee tehdä ja millaisella maalilla pinta voidaan maalata, jotta se tarttuu alustaansa. Tämän takia pinnoitteen soveltuvuudesta kysytään usein pinnoitevalmistajalta. Tällaisessa tilanteessa on vaikea sanoa kelle vastuu pinnoitteen ja tasoitteen yhteensopivuudesta kuuluu. Ongelmana on ohjeen puute tasoitteen esikäsitelystä, kun lattia pinnoitetaan.

- 8) Kuinka pinnoitustyö tulisi suorittaa, kun pinnoitteen alla on tasoite? Eroaako se jotenkin tilanteesta, jossa pinnoitteen alla on betonialusta? Miksi?

Pinnoitustyö ei sinänsä eroa millään lailla. Esikäsitely tulee tehdä, silloin kun siitä on havaittu olevan hyötyä. Alusta tulee imuroida huolellisesti. Pohjusteina epoksikirkaslakkoja käytettäessä ne ohennetaan. Betonin kohdalla ohennetta käytetään 20-30 %, mutta tasoitteiden kanssa ohennetta käytetään jopa 50 %. Mitä enemmän pohjustuslakkaa ohennetaan, niin sitä paremmin se tunkeutuu tiiviiseen tasoitteeseen.

- 9) Miten tasoiteyön laadunvarmistus hoidetaan? Onko siinä parantamisen varaa? Mitä?  
 Ei kuulu varsinaisesti pinnoitevalmistajan keskeiseen osaamiseen. Tasoitteen vesimäärällä ja tasoittamistyöolosuhteet ovat keskeisiä hyvän laadun aikaansaamiseksi. Kii-reessä usein joudutaan laadusta tinkimään.
- 10) Onko tasoitteen ja pinnoitteen yhteiskäytössä parantamisen varaa? Millaisia ongelmia on esiintynyt tasoitteen ja pinnoitteen yhdistämisestä? Mistä ne ovat johtuneet?  
 Tartuntaongelmia on tullut esiin. Myös epoksimassa on haljennut, koska alla on käytetty käyttörasitukseen nähden liian heikkoa tasoitetta. Kuitenkin tartuntaongelmat ovat yleisempiä. Tartunta voi pettää jo pienessä raiutuksessa kuten jalankulussa. Tällaisissa kohteissa korjaus voidaan tehdä levittämällä paljon ohennettua lakkaa tasoitteen päälle ja pinnoittamalla lattia uudelleen. Erityisesti vesiohenteiset maalit eivät tartu alustaan niin hyvin kuin liuotinohenteiset, osittain veden pintajännityksen takia. Koska tasoitteet ovat yleensä tiiviitä, niin hyvän tartunnan aikaansaaminen on jo muutenkin hankalaa sen ja pinnoitteen välillä.
- 11) Minkälaisiin toimenpiteisiin ryhdytään, jos on todettu, ettei tasoite sovellu pinnoitteen alle? Voiko tasoitteen korjaus aiheuttaa ongelmia? Kuka (yleensä) maksaa epäonnistuneesta tasoitetyöstä aiheutuneet kustannukset? Miksi?  
 Tasoitteen poistamiseen ei olla ryhdytty. Yleensä ongelma ratkaistaan valitsemalla toinen pinnoitetyyppi tai maalausjärjestelmä. Tasoitteen ja betoni tartuntaa on vaikea läh-teä korjaamaan, mutta tasoitetyötä ennen tulisi primeri asentaa, jotta tartunta pysyy hy-vänä.  
 Primerien ohentaminen ohenteella ei sinänsä vaikuta M1 -hyväksyntään. Luottimet haihtuvat lähes täysin primerista ja M1-hyväksynnän edellyttämät testit on tehty ohenne-tuilla primereilla. Sen sijaan ne haittaavat työmaalla työskentelyä haju- ja liuotepäästö-haittoina, jotka täytyy ottaa huomioon pinnoitustöitä suunnitellessa. Jossain tapauksissa työmaakohtaiset rajoitukset estävät täysin liuotteellisten tuotteiden käytön. Vesiohenteis-ten pohjusteiden tarve on selvästi lisääntynyt.  
 Mikäli tasoite ei täytä annettuja vaatimuksia kuuluu siitä tulleet kustannukset tasoite-työntekijälle. Tasoitteen soveltuvuuden varmennusta harvoin kuitenkaan tehdään ken-tällä vetokokeilla. Osittain siitä syystä koska kokeista tulee koloja lattiaan, jotka tulee pai-kata. Mikäli epäillään, että tasoitteen lujuus alittaa siltä vaaditun arvon, niin koe tulisi tehdä. Tällaisia tilanteita ovat esimerkiksi tilanteet, joissa on käytetty liikaa vettä tasoit-teen työstettävyyden parantamiseksi ja huonoissa olosuhteissa tehdyt tasoitustyöt.
- 12) Tuleeko mieleenne vielä jotain lisättävää aiheesta? Mitä?  
 Ei lisättävää.
- 13) Olisiko teillä tiedossanne kohteita, joista olisi dokumentoitua aineistoa ja, joissa tasoitteen ja pinnoitteen yhdistäminen olisi sujunut erityisen hyvin tai huonosti? Voisinko saada nämä do-kumentit osaksi diplomityöni lähdeaineistoa? Tietoja tullaan käsittelemään luottamukselli-sesti.  
 Joitain vetokokeita saattaa olla saatavilla.

Nimi: Anssi Kokko

Yritys: Heikkinen Yhtiöt

Titteli: Työpäällikkö, tarjouslaskenta, Pinnoitustyöt; työnjohto, urakkaneuvottelut, materiaali tilaukset yms.

Päivä: 28.04.2020

Paikka: Puhelinkeskustelu

Luottamustoimet: -

Aiemmat työtehtävät: Vastaa työtä olen Pinnoitus Paukkosella tehnyt neljä ja puoli vuotta. Heikkiselle tulin elokuussa 2018. Ennen Paukkosta olin Nanten lattiat Oy:llä kolme vuotta.

Saako vastaukset julkaista: Saa

1) Miksi pinnoitettavia lattioita tasoitetaan?

Tasoitus tehdään, jos lattia on käyttötarkoitukseen liian epätasainen. Syynä voi olla ulkonäkö esim. koulut tai lattian toimivuus esim. teollisuustila, jossa ilmatyönnällä kulkevia robotteja, tai korkea tila, jossa trukeilla korkeita nostoja. Betonillakin voidaan saada tasainen ja hyvä pinta, mutta useinkaan näin ei ole. Pinnoitteellakin voidaan hieman epätasaista betonivalua tasoittaa, mutta halvempi vaihtoehto tasoitteen käyttäminen.

Joskus suunnitelmiin on määritelty matala-alkalinen tasoite pinnoitteen alle. Tämä ei kuitenkaan pinnoitteen kannalta ole tarpeellista, sillä pinnoitteet eivät reagoi alkalisen kosteuden kanssa.

Kuitubetonilattiakohteissa kuitubetoninkäyttö ei ole ollut syy tasoittamiselle. Toki, jos kuitua olisi noussut pintaan paljon pystyyn, voidaan lattia tasoittaa. Metallikuidut leikataan leikkureilla ja osa lähtee hionnassa pois. Hionta kuitenkin yleensä vain nostaa metallikuidut pystyyn. Muovikuidut poltetaan pinnasta tai hiotaan pois.

2) Suositteletko tasoitetta pinnoitteen alle? Minkälaisia tasoitteita ette suosittelisi pinnoitteen alle? Onko jokin pinnoite (Akryyli, Polyuretaani, Epoksi) sellainen, jonka alle tasoite ei sovellu / soveltuu erityisen hyvin? Vaikuttaako rakennuksen käyttö lattiapinnoitteen ja -tasoitteen yhteensopivuuteen? Miksi?

Kevyemmän rasituksen tiloihin kuten kouluun tai päiväkotiin tasoitteita suositellaan, jotta saadaan hyvä lopputulos. Tasoitteen tulee kuitenkin täyttää sille asetetut vaatimukset. Hierrettävät epoksi ja akryyli sekä polyuretaanisementti ovat sellaisia pinnoitteita, joiden alle tasoite ei kovin hyvin sovellu. Esimerkiksi akryylipinnoite kovettuu nopeasti, jolloin se repii itsensä irti alustastaan. Kovemman rasituksen tiloissa useimmat välikerrokset on nähty riskeinä. Tämän takia niissä on vältetty tasoitetta. Jos lattiaan kohdistuu suuria pistekuormia ja on kova kulutusrasitus, niin kerrosrakenteita ei ole järkevää tehdä. Pääasiassa kävelyrasitukseen joutuviissa tiloissa tasoitteita käytetään pinnoitteiden kanssa paljonkin.

Polyuretaanipinnoitteita käytettäessä puristuslujuuden alaraja on yleensä C25 ja kaikilla pinnoitteilla tartuntavetolujuuden alaraja on 1,5 MPa. Vähänkään raskaammassa käytössä puristuslujuusvaatimus on C30. Mikäli käytetään C20 luokan tasoitetta, ja sen päälle asennetaan ensin epoksiprimeri ja sitten polyuretaanipinnoite, niin pinnoite repeytyy mattona irti. Repeytyneen pinnoitteen pohjaan jää kiinni tasoitteen pinta, koska epoksiprimeri tarttuu todella hyvin kiinni alustansa.

3) Yleensä pinnoitevalmistajat antavat vaatimuksia betonialustalle. (Lämpötila, kosteus, puristuslujuus, tartuntavetolujuus, puhtaus, vapaa likaisuudesta, ...) Voidaanko näitä vaatimuksia suoraan käyttää myös tasoitteelle? Miksi? Miten tasoite- ja betonialustat eroavat toisistaan pinnoitteen kannalta? Miten nämä erot vaikuttavat yhteistoimintaan?

Lähtökohtaisesti samoja vaatimuksia voidaan käyttää. Lähtökohtaisesti pinnoitevalmistajan tulisi määrittää tuotteelleen soveltuvan alustan vaatimukset.

Tasoitteen pinta on tiiviimpi kuin betonin. Tämän takia tasoitteen primerointi tulisi tehdä mahdollisimman hyvin. Ensiksi tulisi tasoitteen pintaan levittää paljon ohennettu primerikerros. Toinen primerikerros tulisi levittää vielä oikealla seossuhteella, jonka jälkeen voidaan pinnoite levittää. Tällä lailla saadaan lujitettua tasoitteen pintaa ja tartunta paranee, kun ohuempi primeri pääsee tunkeutumaan syvemmälle tasoitteeseen.

Akryylin alle asennetaan yleensä akryyliprimeri. Akryyliprimerit eivät välttämättä kuivu kaikkien tasoitteiden päällä. Tämän takia, mikäli akryylinpinnoite uskalletaan tasoitteen päälle tehdä, esimerkiksi wc-tilaan, niin primerinä käytetään epoksiprimiä. Epoksiprimi ei kovetu niin nopeasti kuin akryyliprimeri (mikäli se kovettuu ylipäätään), joten se ei revi itseään irti alustastaan. Epoksiprimi myös lujittaa tasoitteen pintaa, jolloin se kestää paremmin akryylinpinnoitteen kovettumisen. Akryyliprimeriä ei voida ohentaa kuten epoksiprimiä, joten se ei pysty muodostamaan yhtä hyvää tartuntaa kuin epoksiprimi. Epoksiprimillä ei ole myöskään havaittu kuivumisongelmia tasoitteiden kanssa.

- 4) Mitä ominaisuuksia tasoitteelta vaaditaan, kun sen päälle asennetaan pinnoite? Miksi juuri näitä ominaisuuksia vaaditaan? Kuka määrittelee tasoitteelta vaaditut ominaisuudet / kenen pitäisi määrittellä? Vaikuttavatko arkkitehdin vaatimukset lattialle tasoitteen valintaan? Miten?

Vetolujuus ja puristuslujuus tulee olla riittävät, jotta pinnoite pysyisi kiinni eikä tasointe alkaisi murentumaan. Tasointepinnassa olevat liipanjäljet ja epätasaisuudet sekä liat olisi hyvä hioa paperilla pois. Timanttihiontaa ei vaadita, sillä tasointeen pintaan ei muodostu samanlaista sementtiliimakerrosta kuin betonin pintaan. Ilmarakkuloita voidaan kitata epoksi- tai akryyliäyttemassalla tai primeriin voidaan tehdä paksunnos, esimerkiksi fillerihiellä, jotta reiät saataisiin tiivistettyä.

Pinnoitevalmistajien ja BLY:n tulisi määrittellä tasointeelle asetetut vaatimukset. Arkkitehdit melko pitkälti noudattavat pinnoitevalmistajien ohjeita.

- 5) Minkälainen tulee olla betonialustan, jotta se voidaan tasointaa ja pinnoittaa onnistuneesti? Miksi näitä toimenpiteitä vaaditaan? Tuleeko betonialusta esikäsitellä ennen tasointusta? Miksi?

Betonialustasta tulee sementtiliima, irtoaines ja lika poistaa joko timanttihiomalla, sinkopuhdistamalla tai jyrsimällä. Paperihionnalla tai kuparilaikalla ei sementtiliimaa saada poistettua riittävän hyvin betonin pinnasta. Sementtiliimasta tulisikin poistaa vähintään 70 %. Tätä on kuitenkin vaikea mitata, joten mielellään suurin osa tai kaikki sementtiliimat tulisi poistaa. Hionnalla tulisi saada betonin kivi esille. Hionta tehdään riittävän tartunnan aikaansaamiseksi.

Tasointeprimeri tulee asentaa ennen tasointusta. Tasointajat osaisivat vastata paremmin siihen, miksi primeriä käytetään. Käsitöksen mukaan primerillä saadaan tiivistettyä tasointeen pinta, sillä primeri estää osittain tasointeessa olevan kosteuden imeytymisen betoniin. Primerin avulla saadaan myös parannettua tasointeen tartuntaa betoniin.

- 6) Mitkä tekijät tasointeen kuljetuksessa, varastoinnissa ja käytössä vaikuttavat erityisesti sen lujuus ominaisuuksiin? Vaikuttavatko ympäristöolosuhteet tasointeen ominaisuuksiin? Miten ne vaikuttavat? Mitä tasointetyötekniikassa tulee erityisesti huomioida, kun tasointeen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Tasointeosasto varmasti osaa tähän kohtaan vastata paremmin. Tasointeet eivät saisi kastua kuljetuksessa ja varastoinnissa ja niitä tulisi käyttää lämpimissä olosuhteissa. Mestojen tulisi olla tarpeeksi lämpimiä ja kuivia. Tasointeiden käytössä olisi tärkeää noudattaa valmistajan ohjeita. Kun tasointeen päälle tulee pinnoite, niin tulee primerointiin kiinnittää erityistä huomiota. Esimerkiksi muovimattojen yhteydessä tasointeen pinnassa olevat pienet huokokset eivät vaikuta juuri lattiapinnan ulkonäköön. Sen sijaan pinnoitteen yhteydessä lattian pintaan saattaa jäädä reikiä, mikäli alla olevassa tasointeen pinnassa on isoja huokosia. Hyvällä betonipinnan primeroinnilla tasointepinnan huokokset voidaan välttää. Primeriä levittäessä tulisikin käyttää harjaa, kun tasointeen päälle tulee pinnoite. Joskus primeri voidaan levittää kahteen kertaan ensin ohuempi primerikerros jonka päälle asennetaan vielä paksumpi primerikerros samalla idealla kuin pinnoitteen primeroinnissa.

Tasointeen sekoitus tulee tehdä valmistajan ohjeiden mukaan. Myös tasointustyön olosuhteet tulee olla valmistajan ohjeiden mukaiset. Mikäli tasointemassaan lisätään liikaa vettä voi massa jäädä liian heikoksi pinnoittelelle.

- 7) Tarvitseeko tasointettua pintaa käsitellä ennen kuin sen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Usein paperihionta riittää. Hionnalla saadaan mahdolliset liipinjäljet ja harjanteet pois. Hionnalla saadaan paljastettua myös tasoitteen heikot kohdat. Mikäli hionnan aikana havaitaan pölyävyydessä eroavaisuuksia, niin on todennäköistä, että pölyävä kohta on heikompi. Hiontaa ei välttämättä tarvitse tehdä ennen pinnoitusta. Kuitenkin hionta olisi hyvä suorittaa varmuuden vuoksi, jotta kaikki mahdolliset virheet alustassa huomattaisiin.

- 8) Kuinka pinnoitustyö tulisi suorittaa, kun pinnoitteen alla on tasoite? Eroaako se jotenkin tilanteesta, jossa pinnoitteen alla on betonialusta? Miksi?

Tasoitetulle alustalle on helpompi levittää pinnoite. Koska tasoitepinta on tiiviimpi niin pohjatyöt vähenevät. Koska betonipinnassa on usein enemmän koloja, niin joudutaan siihen käyttämään enemmän primeriä ja tekemään enemmän paikkakorjauksia.

- 9) Miten tasoiteyön laadunvarmistus hoidetaan? Onko siinä parantamisen varaa? Mitä?

Olosuhteet kuten lämpötilat ja ilmankosteudet tulee tarkistaa ennen tasoitusta. Pohjien tulee olla riittävän puhtaat ennen tasoitusta. Esimerkiksi muista työvaiheista tulevat liat tulee poistaa lattiasta ennen tasoitusta kuten myös ennen pinnoitustakin. Ammattimaisen henkilökunnan tulee olla tasoittamassa. Tasoitteen pinnasta voidaan ottaa vetolujuuskokeita, jolla voidaan varmistua riittävästä tartunnasta. Vetolujuuskokeita pitäisi tehdä nykyistä enemmän. Erityisesti isot rakennusliikkeet tekevät vetokokeita ja niistä sovitaan jo urakkaneuvotteluissa.

- 10) Onko tasoitteen ja pinnoitteen yhteiskäytössä parantamisen varaa? Millaisia ongelmia on esiintynyt tasoitteen ja pinnoitteen yhdistämisestä? Mistä ne ovat johtuneet?

Käyttötarkoitukseen tulisi valita oikeanlainen tasoite. Liian heikon puristuslujuuden omaavan tasoitteen päältä pinnoite lähtee irti. Myös vetolujuus saattaa tasoitteella jäädä liian alhaiseksi. Riskejä lisää se, että tasoittamisen ja pinnoittamisen hoitaa eri yritykset. Tällöin pinnoittaja ei varmuudella tiedä miten tasoitustyö on sujunut.

- 11) Minkälaisiin toimenpiteisiin ryhdytään, jos on todettu, ettei tasoite sovellu pinnoitteen alle? Voiko tasoitteen korjaus aiheuttaa ongelmia? Kuka (yleensä) maksaa epäonnistuneesta tasoitetyöstä aiheutuneet kustannukset? Miksi?

Liian heikot tasoitteet ja kopot tasoitteet joudutaan poistamaan. Korjaaminen ei oikein onnistu, mikäli tasoite on liian heikko.

Pinnoittaja, joka ottaa mestan vastaan joutuu maksamaan heikosta tasoitteestakin johtuvat korjaukset. Näin voi käydä, vaikka tasoittaja olisikin luvannut, että tasoite täyttää kaikki lujuusvaatimukset.

- 12) Tuleeko mieleenne vielä jotain lisättävää aiheesta? Mitä?  
Ei.

- 13) Olisiko teillä tiedossanne kohteita, joista olisi dokumentoitua aineistoa ja, joissa tasoitteen ja pinnoitteen yhdistäminen olisi sujunut erityisen hyvin tai huonosti? Voisinko saada nämä dokumentit osaksi diplomityöni lähdeaineistoa? Tietoja tullaan käsittelemään luottamuksellisesti.

Dokumentoitua aineistoa on vähän, vaikka kohteita on paljon.

Nimi: Harry Taipola  
 Yritys: Bermanto Oy  
 Titteli: Lattiapinnoitteet, projekti- ja materiaalityöntekijä  
 Päivä: 28.05.2020  
 Paikka: Puhelinkeskustelu  
 Luottamustoimet: -  
 Aiemmat työtehtävät: Aloittanut Tremcolla 90-luvun lopulla siirtynyt Rescon Mapein ja Nanten Oy:n kautta Bermannolle.  
 Saako vastaukset julkaista: Saa

1) Miksi pinnoitettavia lattioita tasoitetaan?

Valetun betonin pinta ei ole riittävän hyvä laadullisesti. Betonin pinta on usein liian epätasainen pinnoitteelle.

Pinnoitteet eivät alkalisen kosteuden takia tuota emissioita, joten tasoitusta ei tarvitse tehdä alkalisuojaksi. Alkalisen kosteuden ongelma liittyy yleensä mattoliimoihin.

Kuitubetoni ei varsinaisesti eroa teräsbetonilattiasta pinnoittamisen kannalta, joten kuitubetonin käyttö ei ole syy tasoittamiselle ennen pinnoitusta. Pinnassa pystyssä olevat kuidut on katkaistava, jos niitä esiintyy.

Saneerauskohteissa vanhat tasoitteet poistetaan ja uutta tasoitekerrosta ei aina asenneta ollenkaan, sillä vanhoja heikkoja tai kopoja tasoitekerroksia ei rakenteeseen saa jäädä.

2) Suositteletko tasoitetta pinnoitteen alle? Minkälaisia tasoitteita ette suosittelisi pinnoitteen alle? Onko jokin pinnoite (Akryyli, Polyuretaani, Epoksi) sellainen, jonka alle tasoite ei sovellu / soveltuu erityisen hyvin? Vaikuttaako rakennuksen käyttö lattiapinnoitteen ja -tasoitteen yhteensopivuuteen? Miksi?

En suosittelisi tasoitetta pinnoitteen alle. Välillä kuitenkin joudutaan tasoitteen päälle pinnoittamaan. Perustasoitteiden sisäinen vetolujuus ei yleensä ole riittävä, jotta se voitaisiin pinnoittaa. Tasoitteen tartunta alustaan ja tasoitteen lujuus tulee myös olla riittävä, jotta pinnoitus voidaan suorittaa onnistuneesti. Tasoitteen tartunta alustaan ja tasoitteen sisäinen vetolujuus tulee olla vähintään 1,5 N/mm<sup>2</sup>. Teollisuuskohteissa, joissa käytetään hiertopinnoitteita, suositellaan vetolujuudeksi yli 2 N/mm<sup>2</sup> ja alustan tulee myös olla kovempi. Tasoitevalmistaja ja pinnoitevalmistaja etsivät yleensä yhdessä pinnoitteen alle sopivan tasoitteen.

Hierrettävät epoksit ja akryylit vaativat alustaltaan kovempia lujuusominaisuuksia, sillä ne kutistuvat kuivessaan. Kutistumisesta tulee pinnoitteeseen vetojännityksiä, jotka kohdistuvat alustaan. Mikäli tasoite ei ole riittävän lujaa, kiskoo kovettuva akryyli tasoitteen irti alustastaan.

Kovien rasiinien tiloissa, joissa on pistekuormia, kemikaalirasitusta ja vesirasitusta ei tulisi tasoitetta käyttää pinnoitteen alla.

3) Yleensä pinnoitevalmistajat antavat vaatimuksia betonialustalle. (Lämpötila, kosteus, puristuslujuus, tartuntavetolujuus, puhtaus, vapaa likaisuudesta, ...) Voidaanko näitä vaatimuksia suoraan käyttää myös tasoitteelle? Miksi? Miten tasoite- ja betonialustat eroavat toisistaan pinnoitteen kannalta? Miten nämä erot vaikuttavat yhteistoimintaan?

Samoja vaatimuksia tulee käyttää myös tasoitealustalle. Tasoitteen puristuslujuus tulee olla betonin luokka eli noin 25–30 N/mm<sup>2</sup>, tasoitteella tulee olla riittävä tartunta alustaan ja sisäinen lujuus tulee myös olla riittävä.

Tasoitteen kerrospaksuus on huomattavasti ohuempi kuin betonin. Tasoitteiden lujuus- ja tartuntaominaisuudet eivät täyty, mikäli kerrospaksuus on riittämätön. Koska betoni ei ole tasaista, niin tasoitetta tulee eripaksuisia kerroksia eri kohtiin.

Kovien betonien ja teollisuustasoitteiden kanssa pinnoitteen tartunnassa alustaan voi esiintyä ongelmia. Tämän takia tällaisissa kohteissa alustan esikäsittelyssä tulisi käyttää sinkopuhdistusta.

4) Mitä ominaisuuksia tasoitteelta vaaditaan, kun sen päälle asennetaan pinnoite? Miksi juuri näitä ominaisuuksia vaaditaan? Kuka määrittelee tasoitteelta vaaditut ominaisuudet / kenen

pitäisi määritellä? Vaikuttavatko arkkitehdin vaatimukset lattialle tasoitteen valintaan? Miten?

Alustan tulee olla riittävän kuiva ja luja. Ympäröivän ilman tulee myös olla riittävän kuivaa. Suomen Betonilattaiyhdistys ry. ja Suomen Betoniyhdistys ry. antavat ohjeita ja suosituksia pinnoitettaville alustoille. Rakennusmääräyskokoelmassa on myös yleisiä ohjeistuksia. Rakennesuunnittelijan tulee määritellä soveltuva tasoite pinnoitteen alle. Materiaalitoimittajilla on paljon tietoa tuotteistaan, joten suunnittelija voi heiltä kysyä apua oikean tasoitteen valintaan.

Arkkitehti määrittelee pintamateriaalin, mikä vaikuttavat alustan vaatimuksiin.

- 5) Minkälainen tulee olla betonialustan, jotta se voidaan tasoittaa ja pinnoittaa onnistuneesti? Miksi näitä toimenpiteitä vaaditaan? Tuleeko betonialusta esikäsitellä ennen tasoitusta? Miksi?

Sementtiliima eli heikko pintamateriaali tulee poistaa. Timanttihionta riittää, mutta sinkopuhdistusta käytetään yleensä isommissa halleissa. Jos käytetään paksumpaa pinnoitetta, voidaan alustaa joutua jyrsimään riittävän tartunnan aikaansaamiseksi.

Betoni pohjustetaan dispersiolla ennen tasoitetta. Pohjustetta käytetään, jotta tasoite tarttuisi hyvin alustaansa. Pohjuste estää betonia imemästä tasoitteessa olevaa vettä sekä liima-aineita ja myös sulkee betonin huokosia, jolloin ilmakuplia ei pääse muodostumaan tasoitteen pintaan.

- 6) Mitkä tekijät tasoitteen kuljetuksessa, varastoinnissa ja käytössä vaikuttavat erityisesti sen lujuus ominaisuuksiin? Vaikuttavatko ympäristöolosuhteet tasoitteen ominaisuuksiin? Miten ne vaikuttavat? Mitä tasoitetyötekniikassa tulee erityisesti huomioida, kun tasoitteen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Tasoitteeseen voi työn tekijä lisätä ylimääräistä vettä, jolloin tasoite olisi helpompi levittää. Tämän takia tasoitteen valmistajan lupaamia lujuusarvoja ei kuitenkaan saavuteta, vaan tasoite jää heikoksi.

Ympäröivän ilman kosteus ja lämpötila sekä alustan lämpötila vaikuttavat tasoittamistyön onnistumiseen. Kylmemmässä tasoitteet muuttuvat jähmeämmiksi ja kosteissa olosuhteissa kuivumisaika pitenee.

Sekoituaikoja tulee noudattaa, jotta aineet sekoittuvat keskenään. Sekoitus ajalla on suora vaikutus pinnan laatuun. Piikkitelauksella saadaan sekoittamisessa tullut ilma pois tasoitteesta. Tämän ansiosta tasoitteen pintaan ei muodostu rakkuloita, jotka häiritisivät pinnoitusta.

- 7) Tarvitseeko tasoitettua pintaa käsitellä ennen kuin sen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Tasoitteiden pintaan nousee sitoutumatonta sementtiä, joka tulee poistaa hionnalla. Tasoitteen heikko pintakerros heikentäisi tartuntaa, sillä se ei ole kunnolla kiinni muussa tasoitteessa. Hionnan tyyppi riippuu käytetystä tasoitteesta ja päälle tulevasta pinnoituksesta. Jos tasoite on tarkoitus maalata, niin paperi hionta riittää. Julkisissa kohteissa, joissa käytetään kahden millimetrin paksuisia epokseja tai polyuretaaneja, tasoitteen pinta hiotaan timantilla kevyesti. Hionnalla poistetaan myös tasoitteen pinnassa olevia epätasaisuuksia.

- 8) Kuinka pinnoitustyö tulisi suorittaa, kun pinnoitteen alla on tasoite? Eroaako se jotenkin tilanteesta, jossa pinnoitteen alla on betonialusta? Miksi?

Eivät eroa toisistaan.

- 9) Miten tasoiteyön laadunvarmistus hoidetaan? Onko siinä parantamisen varaa? Mitä?

Tasoitettaessa tehdään vesimäärän tarkastus valurenkaalla eli leviämättestillä. Valu-epytäk kirjoja tulisi tehdä tasoitustyön yhteydessä. Alustan ja ympäröivän ilman lämpötilaa tulisi tarkkailla työn aikana.

Kun tasoite on kuivunut, niin tasoitteen vetolujuus voidaan testata. Vetolujuustestillä saadaan selville se, kuinka hyvin tasoite on kiinni alustassaan. Vetolujuustestin yhteydessä voidaan myös tarkistaa tasoitteen kerrospaksuus. Aivan liian heikko tasoite voi paljastua raaputtamalla tasoitteen pintaa. Mikäli tasoitteen pinnasta lähtee paljon irtoavaa ainetta, niin tasoitteen lujuusominaisuuksia voi alkaa epäilemään.

- 10) Onko tasoitteen ja pinnoitteen yhteiskäytössä parantamisen varaa? Millaisia ongelmia on esiintynyt tasoitteen ja pinnoitteen yhdistämisestä? Mistä ne ovat johtuneet?

Mikäli suunnitelmat muuttuvat kesken työmaan ja matot vaihtuvat pinnoitteeseen, niin jo tehty tasoitealusta saattaa olla liian heikko pinnoitettavaksi. Käytössä tasoite hajoaa pinnoitteen alla, jolloin myös pinnoite halkeaa.

- 11) Minkälaisiin toimenpiteisiin ryhdytään, jos on todettu, ettei tasoite sovellu pinnoitteen alle? Voiko tasoitteen korjaus aiheuttaa ongelmia? Kuka (yleensä) maksaa epäonnistuneesta tasoitetyöstä aiheutuneet kustannukset? Miksi?

Tilaaaja, tasoiteurakoitsija ja pinnoiteurakoitsija keskustelevat ongelmatilanteissa millaisiin toimenpiteisiin ryhdytään, kun tasoite on ollut liian heikko. Liian heikkoja tasoitteita voidaan lujittaa esimerkiksi epoksipohjaisilla erikoistuotteilla. M1-luokan kanssa ei ole ollut ongelmaa, heikkoja tasoitteita lujittaessa. Kopot alueet joudutaan jyrsimään ja tekemään uudelleen. Kustannuksien maksaja sovitaan neuvotteluissa.

- 12) Tuleeko mieleenne vielä jotain lisättävää aiheesta? Mitä?

Mattojen sijasta nykyään on alettu käyttämään enemmän pinnoitteita. Syynä voi olla kosteusriskit ja alkalisuuden kanssa reagointi. Suomen olosuhteissa ilman kosteus on aika ajoin suuri, jolloin kuivuminen on hidasta. Lattioissa betonin tulee kuivua riittävästi ennen tasoitusta ja tasoitteen tulee kuivua riittävästi ennen pintamateriaalin asennusta. Jos pinnassa käytetään mattoa, niin sen liima kastelee alusrakenteen ja tiiviin pinnan lävitse ei kosteus pääse enää kuivumaan. Tästä voi ajan saatossa aiheutua ongelmia. Pinnoitteiden kanssa harvemmin on emissio-ongelmia. Ongelmia voi kuitenkin esiintyä, jos käytetään liikaa liuottimia.

- 13) Olisiko teillä tiedossanne kohteita, joista olisi dokumentoitua aineistoa ja, joissa tasoitteen ja pinnoitteen yhdistäminen olisi sujunut erityisen hyvin tai huonosti? Voisinko saada nämä dokumentit osaksi diplomityöni lähdeaineistoa? Tietoja tullaan käsittelemään luottamuksellisesti.

Ei ole.



Nimi: Joonas Savolainen  
 Yritys: Heikkinen Yhtiöt  
 Titteli: Työpäällikkö, tarjouslaskenta, pinnoitustyöt  
 Päivä: 5.5.2020  
 Paikka: Puhelinkeskustelu  
 Luottamustoimet: -  
 Aiemmat työtehtävät: Vuonna 2007 aloittanut asentajana kesätöissä. Vuonna 2010 aloittanut myytiedustajana Nanten lattiat Oy:llä. Vuonna 2013 oman yrityksen Pinnoitus Paukkonen Oy perustaminen. Elokuussa 2018 siirtynyt Heikkiselle.  
 Saako vastaukset julkaista: Saa

1) Miksi pinnoitettavia lattioita tasoitetaan?

Tasoihteella saavutetaan pinnoitteelle esteettisesti parempi lopputulos. Eli tasoihteita käytetään yleensä kohteissa, joissa lattian tulee olla erityisen suora. Betonialustallakin voidaan saada aikaan hyvä lopputulos, joka riittää teollisuuden lattiaksi, mutta esimerkiksi julkisentalan kohteet sairaalat, päiväkodit, koulut tms. esteellisyys vaatimukset ovat huomattavasti korkeammat.

2) Suositteletko tasoitetta pinnoitteen alle? Minkälaisia tasoihteita ette suosittelisi pinnoitteen alle? Onko jokin pinnoite (Akryyli, Polyuretaani, Epoksi) sellainen, jonka alle tasoihte ei sovellu / soveltuu erityisen hyvin? Vaikuttaako rakennuksen käyttö lattiapinnoitteen ja -tasoihteen yhteensopivuuteen? Miksi?

Suosittelen silloin kun tasoittamisella saavutetaan pinnoitukseen selkeästi jotain etua. Etuja voi olla pinnoitteen suurempi/siistimpi lopputulos tai vaikka betonin haasteellisen kuidun hävittäminen. Oikein käytetyllä tasoihteella voidaan myös saada huomattavia kustannussäästöjä.

Parhaiten tasoihteet soveltuvat siveltävien polyuretaanipohjaiset pinnoitteiden alle, jossa ohuessa pohjusteessa on suurin kutistuma. Näiden käyttökohteet ovat yleensä myös kevyemmän rasituksen tiloja, jolloin lattian kuormitukseen ei riko tasoitetta pinnoitteen alla. Epoksi- ja akryylihohjaisten pinnoitteiden alla tasoihteiden käytön kanssa tulee olla erityisen tarkka, johtuen pinnoitteen kutistumasta. Ominaisuuksiltaan hyvienkin tasoihteiden lujuudet voivat heittää merkittävästi huonoissa olosuhteissa tai vesi-sementtisuhteen ollessa pielessä.

Lattioiden tulevat käyttökohteet vaikuttavat merkittävästi niin pinnoitteen, kun mahdollisen tasoihteen käyttämiseen. Esimerkiksi lujan betonilattian ja epoksinpinnoitteen puristuslujuus kestää varmasti traktorien, sekä panssarivaunujenkin painon ja pitää lattian ehjänä, mutta jos väliin lisätään tasoihte, on se heikoin osa lattiaa. Myös elintarviketilojen ja tehtaiden käytössä tasoihteiden käyttöä tulee välttää, koska tasoihteet eivät kestä prosessissa tai pesussa käytettävää kuumaa vettä.

3) Yleensä pinnoitevalmistajat antavat vaatimuksia betonialustalle. (Lämpötila, kosteus, puristuslujuus, tartuntavetolujuus, puhtaus, vapaa likaisuudesta, ...) Voidaanko näitä vaatimuksia suoraan käyttää myös tasoihteelle? Miksi? Miten tasoihte- ja betonialustat eroavat toisistaan pinnoitteen kannalta? Miten nämä erot vaikuttavat yhteistoimintaan?

Mielestäni samat vaatimukset pätevät aina kun puhutaan betonilattioiden päällystämässä. Myös tasoihteen lopputulokselta haetaan hyvin paljon samoja asioita, kun pinnoitteen. Eli hyvää tartuntaa alustaan, sekä sileää - kestävä pintaa.

Käytettäessä siveltäviä pinnoitteita tasoitelattioiden pohjustaminen on yleensä helpompaa ja pohjaprimerin menekki on selvästi pienempi, kuin betonialustalla. Huokoinen tasoihte on taas vaikeampi saada tiiviiksi, kuin betonilattioissa, joka on onnistuneeseen pinnoitteeseen taas aivan välttämätön.

4) Mitä ominaisuuksia tasoihteelta vaaditaan, kun sen päälle asennetaan pinnoite? Miksi juuri näitä ominaisuuksia vaaditaan? Kuka määrittelee tasoihteelta vaaditut ominaisuudet / kenen pitäisi määrittellä? Vaikuttavatko arkkitehdin vaatimukset lattialle tasoihteen valintaan? Miten?

Pinnoitteet vaativat tasoihteelta tiettyä lujuutta (C25) sekä vetolujuutta 1,5MPa. Mutta pitkälti tuleva lattian käyttötarkoitus sanelee tasoihteelta vaadittavat ominaisuudet. BLY on määrittänyt alustoille keskiraskaan kulutuksen tiloihin 1,5MPa ja kovan rasituksen tiloihin 2,0MPa vetolujuus arvoa.

Vaaditut ominaisuudet määrittää pinnoitevalmistaja. He testaavat tuotteensa ja määrittävät päällystettävien alustojen ominaisuudet.

- 5) Minkälainen tulee olla betonialustan, jotta se voidaan tasoihtaa ja pinnoittaa onnistuneesti? Miksi näitä toimenpiteitä vaaditaan? Tuleeko betonialusta esikäsitellä ennen tasoihtamista? Miksi?

Betonialustan tulee olla puhdas pölyltä ja liialta. Myös sementtiliima täytyy poistaa timanttihionnalla tai sinkkopuhdistuksella tms.

- 6) Mitkä tekijät tasoihteen kuljetuksessa, varastoinnissa ja käytössä vaikuttavat erityisesti sen lujuus ominaisuuksiin? Vaikuttavatko ympäristöolosuhteet tasoihteen ominaisuuksiin? Miten ne vaikuttavat? Mitä tasoihtotekniikassa tulee erityisesti huomioida, kun tasoihteen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Tasoihteosasto osaa varmasti vastata tähän kysymykseen paremmin.

- 7) Tarvitseeko tasoihtettua pintaa käsitellä ennen kuin sen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Ohkaisia tasoihtekerroksia ns. käsitasoihteita, jota käytetään polyuretaanipinnoitteiden kanssa, ei tarvitse paperihioa. Kun tasoihteen pinnassa on virheitä, kuten lastanjälkiä, tulisi tasoihtepinta paperihioa. Tasoihteeseen tulleet reiät paikataan ja stoppareiden irtoamisesta aiheutuneet epätasaisuudet suoritetaan ennen pinnoitusta. Paksummissa tasoihteissa tasoihteen pintaa nousee sementtiliimaa, joka tulee poistaa huolellisesti ennen pinnoitusta. Hionnalla saadaan myös tasoihteen kiviaines esiin, jolloin tartunta paranee. Käsitelut ovat yleensä noin kahdesta kolmeen millimetriin paksuja kerroksia ja pumpattavat tasoihteet ovat paksuudeltaan yli kuusi millimetriä. Tämän takia pumpattavat tasoihteet tulee hioa ennen pinnoitusta.

- 8) Kuinka pinnoitustyö tulisi suorittaa, kun pinnoitteen alla on tasoihte? Eroaako se jotenkin tilanteesta, jossa pinnoitteen alla on betonialusta? Miksi?

Pinnoitustyö ei uudiskohteissa eroa, vaikka betoni sijasta alustana olisikin tasoihte.

- 9) Miten tasoihteyden laadunvarmistus hoidetaan? Onko siinä parantamisen varaa? Mitä?

Kun tasoihtaja ja pinnoittaja tulee samasta yrityksestä, niin he pystyvät keskustelemaan ja kehittämään yhteistyötä kohde kohteelta. Mikäli pinnoittamisen ja tasoihtamisen tekee eri yritykset, niin tasoihteyden lopputulos ei välttämättä ole yhtä laadukas. Tämän takia tarjouksien tekeminen toisen yrityksen tasoihtelattialle voi olla hankalaa, sillä esimerkiksi betonialusta käytännössä aina vaatii 200-300 g/m<sup>2</sup> primeriä, mutta huonosti tehtyä tasoihtelattiaa primeröitäessä voi menekki olla huomattavasti suurempi. Mikäli epäillään, että tasoihte ei täytä lujuusvaatimuksia, niin tasoihteelle tehdään vetolujuusmittaus ennen pinnoitusta.

- 10) Onko tasoihteen ja pinnoitteen yhteiskäytössä parantamisen varaa? Millaisia ongelmia on esiintynyt tasoihteen ja pinnoitteen yhdistämisestä? Mistä ne ovat johtuneet?

Ongelmat ovat usein johtuneet tasoihtealustan huonosta primeroinnista. Huonon primeroinnin takia tasoihteen pintaan tulee paljon reikiä. Reikäinen tasoihte tuottaa ylimääräistä työtä pinnoittajalle, jolloin kustannukset kasvavat. Jos tasoihteen pohjatöitä ei olla tehty huolella tai tasoihteen vesisementtisuhteet ovat väärät, niin tasoihte voi jäädä pehmeäksi tai kopoksi.

- 11) Minkälaisiin toimenpiteisiin ryhdytään, jos on todettu, ettei tasoite sovellu pinnoitteen alle? Voiko tasoitteen korjaus aiheuttaa ongelmia? Kuka (yleensä) maksaa epäonnistuneesta tasoitetyöstä aiheutuneet kustannukset? Miksi?

Joskus liian heikkoja tasoitteita on kyllästetty/tiivistetty ohennetulla epoksilla. Korjauksen jälkeen puristus- ja vetolujuus tulee tarkistaa. Tasoitteita on vaikea saada tiiviiksi primeroimalla vesipohjaisilla tuotteilla, joten liotinpohjaiset tuotteet soveltuvat paremmin heikon tasoitteen tiivistämiseen. Kopot tasoitealueet tulee paikka korjata ennen pinnoitusta. Hiomakone yleensä paljastaa kopot alueet.

Mikäli tasoitteen pinnassa on ilmakuplia, niin joudutaan tasoite primeroimaan useamman kerran värillisellä primerillä. Yksittäiset reiät voidaan paikallisesti paikata ennen pinnoitusta.

Epäonnistuneissa kohteissa maksajaa etsitään tapauskohtaisesti. Yleensä pinnoittaja joutuu maksajaksi. Mikäli tasoitustyössä on mennyt jotain oleellisesti pieleen, niin maksaja voi olla tasoittaja tai tasoitevalmistaja. Mikäli betonialusta on ollut huono, niin maksaja voi olla rakennusliike tai betoniurakoitsija.

- 12) Tuleeko mieleenne vielä jotain lisättävää aiheesta? Mitä?

-

- 13) Olisiko teillä tiedossanne kohteita, joista olisi dokumentoitua aineistoa ja, joissa tasoitteen ja pinnoitteen yhdistäminen olisi sujunut erityisen hyvin tai huonosti? Voisinko saada nämä dokumentit osaksi diplomityöni lähdeaineistoa? Tietoja tullaan käsittelemään luottamuksellisesti.

Tasoitteen lujuuksiin ja epoksitiivistyksiin liittyen saattaisi löytyä kohteita Anssilta.

Nimi: Jussi Lehtonen  
 Yritys: SPT-Painting Oy  
 Titteli: Johtaja, lattiapinnoiteurakointi  
 Päivä: 14.05.2020  
 Paikka: Puhelin  
 Luottamustoimet: Suomen Betonilattiayhdistys ry., hallituksen jäsen  
 Aiemmat työtehtävät: Pinnoiteurakointi aloitettu vuonna 1989  
 Saako vastaukset julkaista: Saa

1) Miksi pinnoitettavia lattioita tasoitetaan?

Tasoitetta joudutaan käyttämään, kun pinnoitettavaksi tarkoitettu betoni ei ole riittävän tasainen tai suora. Syynä tähän voi olla valun epäonnistuminen tai esimerkiksi sadekuuro, joka rikkoo betonin pinnan.

Pinnoitteet eivät vaadi alustaltaan matalaa alkalisuutta, joten alkalisuojan takia ei betonia tarvitse tasoittaa ennen pinnoitusta.

Varsinkaan ohutkuituja sisältävää betonia ei tulisi käyttää pinnoitteiden alla. Ohutkuidut jäävät betonin pintaan yleensä pystyyn ja ne tulisi poistaa ennen pinnoitusta. Tämän takia pinnassa olevia kuituja on poltettu. Myöskään tasoitteissa ei tulisi olla kuituja, jos se halutaan pinnoittaa. Kahden millimetrin paksuinen pinnoite ei pysty peittämään pystyyn jääneitä kuituja.

Saneerauskohteissa jyrskitty tai piikattu betonipinta on niin epätasainen, että se tulee tasoittaa ennen pinnoitusta. Aina jyrskintää tai piikkausta ei tarvita vaan mattolattian alta saattaa löytyä hyvä laatuinen betonialusta. Hyvästä betonialustasta joudutaan mahdolliset mattoliimat kuitenkin timanttihiomaan pois ennen pinnoitusta.

Tilaja tai rakennusliike ei välttämättä haluaisi tehdä tasoitusta, koska se nostaa kustannuksia. Kuitenkin, jos halutaan hyvä lopputulos, niin käytännössä tasoitus tulisi tehdä. Tasoittamisen voi tehdä myös epoksilla ja epoksihiekillä, mutta lopputulos on kuitenkin näin kalliimpi kuin tasoitetta käytettäessä.

Tavoitteena kuitenkin on, ettei pinnoitteen alla jouduttaisi käyttämään tasoitetta. Sillä tasoitetta käytettäessä on riskinä, että tasoite irtoaa betonista.

2) Suositteletko tasoitetta pinnoitteen alle? Minkälaisia tasoitteita ette suosittelisi pinnoitteen alle? Onko jokin pinnoite (Akryyli, Polyuretaani, Epoksi) sellainen, jonka alle tasoite ei sovellu / soveltuu erityisen hyvin? Vaikuttaako rakennuksen käyttö lattiapinnoitteen ja -tasoitteen yhteensopivuuteen? Miksi?

Keittiössä käytettävä akryylibetoni on nopeasti kovettuva ja se myös kutistuu kovettumisensa aikana. Tämän takia akryylibetoni saattaa repiä tasoitteen irti alustastaan. Akryylibetonin alle en suosittelisi tasoitetta. Jos akryylibetonin kanssa joudutaan tasoitetta käyttämään, tulee sen ehdottomasti olla C30-C35 lujuusluokkaa.

Epoksin ja polyuretaanin alle tasoitteet soveltuvat paremmin.

Jos tasoitteita joudutaan käyttämään niin tasoitteen minimilujuus tulisi olla C30, mutta suositeltavampaa olisi kuitenkin käyttää C35 lujuusluokan tasoitetta, jossa ei ole kuitua. Itse suosittelisin Cascon SP-X:ää, vastaavia tuotteita löytyy myös Kiilloilta, Weberiltä ja kaikilta muiltakin toimittajilta.

Teollisuudessa, jossa ajetaan trukeilla, on rasitus niin kova, ettei tasoitteita tulisi käyttää. Isojen kuormien alla tasoitteet alkavat helposti murenemaan. Sen sijaan tiloissa, joissa rasitus on pääasiassa kävelyä, tasoitteen käyttö onnistuu.

3) Yleensä pinnoitevalmistajat antavat vaatimuksia betonialustalle. (Lämpötila, kosteus, puristuslujuus, tartuntavetolujuus, puhtaus, vapaa likaisuudesta, ...) Voidaanko näitä vaatimuksia suoraan käyttää myös tasoitteelle? Miksi? Miten tasoite- ja betonialustat eroavat toisistaan pinnoitteen kannalta? Miten nämä erot vaikuttavat yhteistoimintaan?

Pinnoitettavan tasoitteen vetolujuuden tulee olla vähintään 1,5 N/mm<sup>2</sup>. Mattotasoitteita ei tule käyttää pinnoitteen alla, sillä ne ovat lujuusominaisuuksiltaan liian heikkoja.

Betonialusta tulee timanttihioma ennen pinnoitusta, mutta tasoitetta ei tarvitse. Tasoite voidaan paperihioa tai jättää hiomatta.

Tasoite on hienorakeisempaa kuin betoni, joten se muodostaa tiiviimmän alustan pinnoitteelle. Tiiveyden ja tasaisuuden takia materiaali ja primeri menekki on pienempi tasoitealustoissa kuin betonialustoissa. Pinnoitteen tekniseen toimintaa tiiveys ei kuitenkaan vaikuta.

Nopea kuivumisaika on pinnoitettavan tasoitteen etu.

- 4) Mitä ominaisuuksia tasoitteelta vaaditaan, kun sen päälle asennetaan pinnoite? Miksi juuri näitä ominaisuuksia vaaditaan? Kuka määrittelee tasoitteelta vaaditut ominaisuudet / kenen pitäisi määrittellä? Vaikuttavatko arkkitehdin vaatimukset lattialle tasoitteen valintaan? Miten?

Suomen Betonilattiayhdistys ja Suomen Betoniyhdistys ovat antaneet suunnittelijoille suosituksia minimi lujuusvaatimuksista pinnoitettaville tasoitteille. Koska asiasta ei ole paljoa tietoa saatavilla, niin yleensä rakennusliikkeen edustaja kysyy pinnoittajalta, millaista tasoitetta tulisi käyttää, jos sitä tarvitaan. Suunnitelmissa ei tasoitteen lujuusominaisuuksiin tällä hetkellä oteta juuri kantaa. Suunnittelija on saattanut kirjoittaa ainoastaan, että: "Varmistettava tasoitteen yhteensopivuus pinnoitteen kanssa." Koska pinnoiteurakoitsijat eivät ota suunnitteluvastuuta tasoitteesta, niin suunnittelijan tulisi suunnitella pinnoitteen alle tuleva tasoite. Tasoitteen valinta on enemmän teknistä suunnittelua, joten arkkitehti ei puutu tasoitteen valintaan.

- 5) Minkälainen tulee olla betonialustan, jotta se voidaan tasoittaa ja pinnoittaa onnistuneesti? Miksi näitä toimenpiteitä vaaditaan? Tuleeko betonialusta esikäsitellä ennen tasoitusta? Miksi?

Koska en ole tasoittamisen ammattilainen, niin tasoitteen alustan vaatimuksista minulla ei ole kovinkaan paljoa tietoa. Käsittääkseni alustan tulee olla hiottu tai jyrsitty puhdas pohja, jossa ei saa olla sementti liimaa tai muita tartuntaa haittaavia epäpuhtauksia. Betonialustaan myös asennetaan primeri ennen tasoitusta.

Tasoitteen pintaan ei saa muodostua reikiä, sillä se vaikeuttaa pinnoitustyötä. Keittiössä, joissa on paikalliskaato kaivolle, tehdään kaato akryylillä. Myös seinän vierellä olevat kaadot toteutetaan akryylillä, sillä tasoite on itsestään siliävää eikä sillä voida kaatoja tehdä.

- 6) Mitkä tekijät tasoitteen kuljetuksessa, varastoinnissa ja käytössä vaikuttavat erityisesti sen lujuus ominaisuuksiin? Vaikuttavatko ympäristöolosuhteet tasoitteen ominaisuuksiin? Miten ne vaikuttavat? Mitä tasoitetyötekniikassa tulee erityisesti huomioida, kun tasoitteen päälle tulee pinnoite? Miksi?

En ole tasoitteen tekijä, joten en osaa vastata. Tasoitteen lujuusominaisuuksia ei välttämättä saavuteta, jos tasoitetta sekoitettaessa on käytetty liikaa vettä. Myös ympäristöolosuhteet tasoitettaessa ja käytetty kalusto voivat vaikuttaa lujuuteen heikentävästi.

- 7) Tarvitseeko tasoitettua pintaa käsitellä ennen kuin sen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Tasoitetun pinnan käsittelyksi riittää paperihionta ja imurointi ennen primeroinnin ja massauksen tekemistä. Pinnoiteurakoitsijalla on vastuu pinnoitteen tartumisesta alustansa. Hionnalla saadaan tartuntaa heikentävät epäpuhtaudet pois tasoitealustasta. Mikäli tasoite on reikäinen tai siinä on koloja, tulee ne kitata epoksikiteillä ennen pinnoitusta.

- 8) Kuinka pinnoitustyö tulisi suorittaa, kun pinnoitteen alla on tasoite? Eroaako se jotenkin tilanteesta, jossa pinnoitteen alla on betonialusta? Miksi?

Tasoitteen pinnassa ei ole tartuntaa heikentävää sementtiliimaa, mutta betonin pinnassa on. Tämän takia betonialusta vaatii rankemman hionnan eli käytännössä sinkopuhdistuksen tai timanttihionnan. Hionnalla saadaan myös betonin kiviaines esiin, jolloin tartunta paranee entisestään. Kolot paikataan epoksikiteillä ja hiekalla samalla lailla kuin tasoitteidenkin kohdalla.

- 9) Miten tasoiteyön laadunvarmistus hoidetaan? Onko siinä parantamisen varaa? Mitä?

Koko laadunvarmistusketjua en tunne. Joskus tasoitteesta otetaan tartuntaveto-koita, jolla saadaan selville se, onko tasoite kiinni alustassaan. Ennen pinnoitusta tehdään mestan vastaanotto. Ennen mestan vastaanottoa tilaaja on tehnyt tai teettänyt tarvittavat laadunvarmistustoimenpiteet, jotta saadaan pinnoituslupa. Periaate on sama kuin kosteusmittauksissakin.

Mikäli tasoitetta irtoaa tai pölyää paljon pinnoittajan hiotessa sitä, niin tasoite on todennäköisesti oletettua heikompaa. Pinnoittaja saattaa myös tehdä itse pintakosteusmittauksia, mutta sitä ei voida pitää virallisena kosteusmittauksena.

- 10) Onko tasoitteen ja pinnoitteen yhteiskäytössä parantamisen varaa? Millaisia ongelmia on esiintynyt tasoitteen ja pinnoitteen yhdistämisestä? Mistä ne ovat johtuneet?

Tasoite on jäänyt suunniteltua heikommaksi, koska on käytetty liikaa vettä tasoitemassaa sekoitettaessa. Tämän takia tasoite irtoaa betonialustasta.

Suunnittelijoilla ja työmailla ei ole riittävästi tietoa siitä, millaisia tasoitteita pinnoitteen alla voidaan käyttää. Tämän takia epoksin alle on esimerkiksi asennettu mattotasoite, jonka lujuusluokka on C15-C20. Kun käytetään liian heikkoa tasoitetta niin tasoite murenee, kun sen päällä ajetaan pumppukärryllä. Murenemisen seurauksen tasoite ja pinnoite halkeilee ja irtoaa betonista.

Tasoite voi myös irrota paikallisesti alustastaan. Tällaisissa tilanteissa voi olla kyse paikallisesta tartuntaa heikentävästä epäpuhtaudesta betonialustassa.

Pinnoitteen irtoamista tasoitteesta ei olla havaittu. Joskus on 20 mm paksu tasoite murtunut keskeltä, kun sen päälle on asennettu epoksi. Eli 2 mm paksun epoksin pohjaan on jäänyt noin 10 mm tasoitetta. Pinnoittajan vastuulla on, että pinnoite pysyy kiinni alustassaan. Tämän takia pinnoittajana haluan aina itse hioa pohjan, jotta voin varmistua työn laadusta. Sen sijaan tasoittajat haluavat tulla tasoittamaan valmiille pohjalle, jolloin tasoitteen alustassaan kiinnipysymisen vastuun kantajan määrittäminen on hankalampaa.

- 11) Minkälaisiin toimenpiteisiin ryhdytään, jos on todettu, ettei tasoite sovellu pinnoitteen alle? Voiko tasoitteen korjaus aiheuttaa ongelmia? Kuka (yleensä) maksaa epäonnistuneesta tasoitetyöstä aiheutuneet kustannukset? Miksi?

Lattioita voidaan korjata paikallisesti, mutta pahimmassa tapauksessa koko tasoitus ja pinnoitustyö joudutaan tekemään uudelleen.

On olemassa riski, jos ohennetulla epoksilla tai nanoepoksilla koetetaan lujittaa heikkoa tasoitetta. Käytännössä ohennettu epoksi ei imeydy tasoitteeseen viittä millimetriä syvemmälle, joten tasoitteeseen jää vielä heikko kerros. Tällaista korjaustoimenpidettä voi harkita ainoastaan tiloissa, joissa lattialle tulee ainoastaan kävelyrasitusta. Kuitenkaan pinnoittaja ei enää tällaisen korjauksen jälkeen halua ottaa vastuuta lattian onnistumisesta. M1-luokan määrittelee pintakerros, joten vaikka epoksiprimerissä käytettäisiinkin paljon ohennetta, niin ei se vaikuta M1-luokan saavuttamiseen. Kouluja kun pinnoitetaan polyuretaanilla, niin polyuretaanin ja lakan tulee olla M1-luokassa. Tänä päivänä M1-luokitus haetaan kuitenkin koko pinnoite systeemille eli primerille, massalle ja lakalle yhdessä.

Jos pinnoite irtoaa tasoitteesta, niin syy on pinnoittajan. Jos taas tasoite irtoaa betonista ei syy ole pinnoittajan. Käytännössä syyllinen on se, jonka tuote irtoaa alustastaan.

- 12) Tuleeko mieleenne vielä jotain lisättävää aiheesta? Mitä?

Koska monikaan ei asiasta mitään tiedä, niin on hyvä, että asiaa selvitetään. Koska työmaat noudattelevat suunnittelijan ohjeita, olisi hyvä saada tietoa asiasta myös suunnittelijoille.

- 13) Olisiko teillä tiedossanne kohteita, joista olisi dokumentoitua aineistoa ja, joissa tasoitteen ja pinnoitteen yhdistäminen olisi sujunut erityisen hyvin tai huonosti? Voisinko saada nämä dokumentit osaksi diplomityöni lähdeaineistoa? Tietoja tullaan käsittelemään luottamuksellisesti.

Selvitellään.

Nimi: Lasse Sulanto

Yritys: Master floor Oy

Titteli: Toimitusjohtaja

Päivä: 08.05.2020

Paikka: Puhelinkeskustelu

Luottamustoimet: Suomen Betonilattaiyhdistys ry.:n hallituksen jäsen muutaman vuoden, Pintaurakoitsijat ry.:n jäsen noin 25 vuotta

Aiemmat työtehtävät: Omaa yritystä johtanut noin 30 vuotta, ennen tätä toiminut asentajana.

Saako vastaukset julkaista: Saa

## 1) Miksi pinnoitettavia lattiaita tasoitetaan?

Tasoitus tehdään, jotta voidaan säästää pinnoitemassan ainemenekissä. Pinnoitteelakin voidaan hieman epätasaista betonialustaa tasoittaa, mutta tämä on huomattavasti kalliimpaa kuin tasoitteella tehtävä lattian tasoitus.

Pinnoitemateriaalit ovat kemiallisesti kestäviä, joten alkalisuojan takia tasoitetta ei tarvitse käyttää. Kemiallisen kestävyytensä ansiosta pinnoitteilla voidaankin suojata alla olevaa betonia tai päälle tulevaa muovimattoa.

Tasoittamisella saadaan myös paremman näköinen lopputulos aikaiseksi.

Jos kuitubetonilattian valu on epäonnistunut ja kuidut ovat pinnassa pystyssä eivätkä katkea hiomakoneella, niin tasoitteella pinnasta saadaan sileämpi alusta pinnoitteelle. Yleensä kuitubetonilattiat voidaan kuitenkin pinnoittaa ilman tasoitusta.

Saneerauskohteissa käytetään yleensä erilaisia betonipohjaisia korjausmassoja, joissa on hyvin pieni vesimäärä, esimerkiksi Vetonit 6000 tai Vetonit 5000. Pienen vesimääränsä ansiosta massat kuivuvat nopeasti ja pinnoitus voidaan aloittaa nopealla aikataululla. Vetonit 6000:n päälle voidaan vielä asentaa tiiviimpi ARDEX A 45 tai ARDEX A 46, jolloin pinnasta tulee tasaisempi. Korjauskohteet ovat usein pieniä alueita kuten lattian läpivientien ympärystöjä. Kohteissa, joissa mattolattian alla ollut tasoite on tuhoutunut ja piikattu pois, lattia ylitasoitetaan, jotta saadaan yhtenäinen alusta pinnoitteelle.

Tasoite ei kuitenkaan paranna pinnoitelattian ominaisuuksia. Tämän takia, tasoitteita ei tulisi käyttää, jos niitä ei todella tarvita.

## 2) Suositteletko tasoitetta pinnoitteen alle? Minkälaisia tasoitteita ette suosittelisi pinnoitteen alle? Onko jokin pinnoite (Akryyli, Polyuretaani, Epoksi) sellainen, jonka alle tasoite ei sovellu / soveltuu erityisen hyvin? Vaikuttaako rakennuksen käyttö lattiapinnoitteen ja -tasoitteen yhteensopivuuteen? Miksi?

Lähtökohtaisesti en suosittelen tasoitetta pinnoitteen alle. Kuitenkin, jos betonivalun pinta on huono, niin plaano tyyppejä tasoitemassoja voidaan käyttää. Ajan saatossa tasoitekerros voi kuitenkin aiheuttaa ongelmia betonin ja pinnoitteen välissä.

Tasoitteet, joissa liima-aines on voimakas ja jotka tekevät kalvon tasoitteen pintaan, eivät sovellu pinnoitettaviksi. Tällaisia tasoitteita ovat erityisesti hienotasoitteet, jotka on tarkoitettu muovimaton alle, esimerkiksi Vetonit 3100. Tiivis kalvo estää pinnoitteiden imeytymisen tasoitteeseen, jolloin pinnoite ei kykene tarttumaan alustaan riittävän hyvin.

Akryylin metakrylaatti sulattaa tasoitteen liima-aineksia, jolloin tasoitteen pinta jää liimaiseksi ja tasoitteen lujuus romahtaa. Tämän takia akryyliprimeriä ei tulisi tasoitteiden kanssa käyttää. Erityisesti kohteissa, joissa betoni tai tasoitealusta on märkä, käytetään akryyliprimerin sijasta epoksiprimeriä.

Polyuretaanipinnoitteet pohjustetaan epoksiprimerillä, joka suojaa tasoitetta polyuretaanilta. Tämän takia polyuretaanien kanssa ei ole esiintynyt ongelmia.

Epoksi-pinnoite vaatii lujemman tasoitealustan kuin polyuretaanipinnoite onnistuakseen.

Tilat, joiden käyttöärasituksena on pääasiassa jalankulkuliikenne, pinnoitetaan yleensä polyuretaanilla. Matalan käyttöärasituksen ja polyuretaanin alhaisten lujuusvaatimusten ansiosta näissä tiloissa menestyy heikompiakin tasoite. Sen sijaan teollisuudessa, jossa käyttöärasitus on kovaa ja käytetään pääasiassa alustaltaan korkeampia lujuusominaisuuksia vaativaa epoksiä, joudutaan käyttämään korkealujuustasoitteita pinnoitteen alla. Teollisuuskohteissa, jo pelkän pinnoitteenkin valinta tulee tehdä tarkasti, jotta se kestäisi käyttöärasituksen.



Nykyään markkinoilta löytyy hyvälaatuisia tasoitteita. Ongelmana on kuitenkin, että tasoitetyötä ei pidetä kovinkaan tärkeänä ja tämän takia sen tekemiseen ei juuri panosteta. Työvirheet ovatkin yleisin syy epäonnistuneeseen tasoitukseen.

- 3) Yleensä pinnoitevalmistajat antavat vaatimuksia betonialustalle. (Lämpötila, kosteus, puristuslujuus, tartuntavetolujuus, puhtaus, vapaa likaisuudesta, ...) Voidaanko näitä vaatimuksia suoraan käyttää myös tasoitteelle? Miksi? Miten tasoite- ja betonialustat eroavat toisistaan pinnoitteen kannalta? Miten nämä erot vaikuttavat yhteistoimintaan?

Samat ohjeet pätevät myös tasoitealustalle. Lähinnä pinnoitevalmistajat edellyttävät alustalta hyvää vetolujuutta. Vetolujuuden vähimmäisarvo on 1,5 MPa, joka voidaan hyvillä tasoitteilla saavuttaa. Valmistajan ilmoittamaa vetolujuusarvoa ei välttämättä kuitenkaan saavuteta, jos työtä ei suoriteta huolella.

Pääsääntöisesti plaano tyyppinet pintatasoiteet ovat tiiviimpiä kuin betoni, jolloin pinnoitteen pohjuste ei kykene imeytymään kovin syvälle tasoitteeseen. Tämän takia pohjustetta saadaan säästettyä, kun käytetään tasoitetta. Epoksiprimeri imeytyy betoniin kapillaarisesti muutaman millimetrin syvyyteen. Jos primeri saadaan tunkeutumaan myös tasoitteeseen yhtä syvälle kuin betoniinkin, niin tartunta on parempi ja primeri samalla lujittaa tasoitteen pintaa, jolloin lattia toimii paremmin. Primerin imeytyminen ja tartunta riippuu siitä, millaisia lisäaineita tasoitemassa on käytetty.

- 4) Mitä ominaisuuksia tasoitteelta vaaditaan, kun sen päälle asennetaan pinnoite? Miksi juuri näitä ominaisuuksia vaaditaan? Kuka määrittelee tasoitteelta vaaditut ominaisuudet / kenen pitäisi määrittellä? Vaikuttavatko arkkitehdin vaatimukset lattialle tasoitteen valintaan? Miten?

Vetolujuus on tasoitteen tärkein ominaisuus, jotta pinnoite pysyisi siinä kiinni. Ohuen pinnoitekerroksen lävitse kuormitus siirtyy suoraan tasoitteelle, joten tasoitteen lujuuden tulee olla riittävän suuri, jotta se kestää käytöstä aiheutuvan kuormituksen. Paksut pinnoitemassat pystyvät jakamaan päälleen tulevaa kuormitusta suuremmalle alueelle tasoitteessa.

Yleensä tasoitteen valinta tapahtuu työmaalla. Mikäli katselmusta ennen tasoitusta ei tehdä, niin rakennusliike valitsee tasoitteen. Jos katselmus kuitenkin tehdään, voi pinnoiteurakoitsija suositella erilaisia tasoitteita. Yleensä suunnittelija ei puutu tasoitteen valintaan millään lailla vaan päätökset tehdään rakennusliikkeen ja pinnoittajan välillä. Valinta perustuu yleensä kokemukseräiseen tietoon. Mikäli suunnittelija kykenee kuitenkin antamaan tasoitteelle joitain lujuusarvo vaatimuksia, niin helpottaisi se työmaan toimintaa. Kuitenkin yhdeksän suunnittelijaa kymmenestä todennäköisesti kopio vaatimukset jonkun toisen tekemistä suunnitelmista ymmärtämättä asiasta sen enempää.

Arkkitehti ei varsinaisesti määrää tasoitteen käytöstä. Hän kuitenkin yleensä olettaa päiväkodin kaltaisissa kohteissa, että lopputulos on yhtä suora kuin mattopäällysteelläkin tehtäessä. Tämän takia betonialustoja joudutaan usein tasoittamaan. Vain yksittäistapauksissa, joissa jo tiedetään, että raakavalu on karkea, on arkkitehti voinut määrätä etukäteen tasoitteen käytöstä. Tällaisia kohteita ovat lähinnä entisöinti ja saneerauskohteet.

Pinnoituskohteissa olisikin kehittämisen paikka ennakoinnin suhteen. Koska lattiavallut ovat yleensä epätasaisia, voisi suunnittelija jo ennakoivasti määrittellä tasoitteen, mikäli sellaista tarvitaan.

- 5) Minkälainen tulee olla betonialustan, jotta se voidaan tasoittaa ja pinnoittaa onnistuneesti? Miksi näitä toimenpiteitä vaaditaan? Tuleeko betonialusta esikäsitellä ennen tasoitusta? Miksi?

Uudesta betonista tulee sementtiliima poistaa ja kiviaines tulee hioa, sinkopuhdistaa tai jyrsiä esiin. Näin saadaan betonin pinnassa oleva heikko aines poistettua ja tartuntaa parannettua. Hionta voidaan tehdä paperihionnalla tai kuparilaikalla, jos betonin lujuusluokka on alle K30. Kuitenkin timanttihionta olisi tehokkaampi ja ergonomisempi tapa. Timanttihionnan yhteydessä voidaan myös toteuttaa tehokas pölyn poisto. Mitä karkeampi hiontajälki betoniin jää, niin sitä suurempi on tasoitteen tartuntapinta-ala ja sitä parempi tartunta. Pääsääntöisesti uusien betonilattioiden lujuus riittää aina. Vanhat betonilattiat saattavat sen sijaan olla hyvin heikkoja ja niiden kohdalla tuleekin miettiä, että

pitääkö betonia lujittaa esimerkiksi epoksiprimerillä tai tehdä tartuntasilta epoksilla ja hiekkalla ennen tasoitusta.

Ennen tasoitusta betonilattian pintaan asennetaan dispersio primeri, jolla saadaan betonissa olevat ilmahuokokset tukittua. Jos premerointia ei tehdä, niin tasoitteen pinta on hyvin reikäinen, jolloin pinnoitustyö hankaloituu. Tasoitteessa olevat liima-aineet kiinnittyvät hyvin primeriin, jolloin tartunta alustaan paranee. Primeri myös estää tasoitteessa olevan kosteuden imeytymisen betonialustaan. Jos tasoitemassa oleva kosteus imeytyisi betoniin, niin tasoite ei saavuta suunniteltuja lujuuksiaan. Primeröintitarve riippuu kuitenkin käytetystä tasoitteesta. Osa tasoitteista ei tarvitse primeriä toimiakseen. Esimerkiksi Ardexilta löytyy tällaisia tuotteita.

Koska tasoitteiden kutistumat ovat pieniä, niin lattian geometrialla ei ole suurta vaikutusta työn onnistumiseen. Kuitenkin, jos tila on kovin sokkeloinen ja ilmanvaihto on tämän takia erilainen kuivumisen aikana, niin ongelmia saattaa esiintyä, sillä tasoite ei kuivu samaa tahtia joka puolelta. Kaltevat alustat voivat aiheuttaa ongelmia tasoitustyön aikana.

- 6) Mitkä tekijät tasoitteen kuljetuksessa, varastoinnissa ja käytössä vaikuttavat erityisesti sen lujuus ominaisuuksiin? Vaikuttavatko ympäristöolosuhteet tasoitteen ominaisuuksiin? Miten ne vaikuttavat? Mitä tasoitetyötekniikassa tulee erityisesti huomioida, kun tasoitteen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Säkkitasoiteita käytettäessä tulee varmistua siitä, että kuiva tasoitejauhe ei ole altistunut missään vaiheessa kosteudelle ennen tasoitemassan sekoittamista.

Tasoitustyön aikana lattian lämpötilan tulee olla vähintään tasoitevalmistajan antaman minimi lämpötilan suuruinen tai ainakin plussan puolella. Yleensä minimilämpötila on +10 °C. Lämpimän veden käyttäminen ei välttämättä auta, sillä tasoite ei enää toimi suunnitellulla tavalla. Liian kuumat olosuhteet ovat myös ongelmallisia, sillä tasoite kovettuu aivan liian nopeasti, eikä kerkeä täysin siliämään. +20 °C voidaan pitää tasoitustyön aikaisen lämpötilan ylärajana. Kesähelteillä esiintyy olosuhteiden puolesta tasoittamisessa eniten ongelmia.

Liian nopea kuivuminen voi aiheuttaa pinnan epätasaisuutta ja halkeamia. Tasoite voi myös irrota alustastaan liian nopean kuivumisen takia, koska nopeassa kuivumisessa tasoitteeseen voi jäädä jännitteitä.

Ilmanvaihto tasoitustyön aikana ei myöskään saa olla liian suuri. Kuivasta ilmasta aiheutuu yleensä suuremmat ongelmat pinnan tasaantumisen kannalta kuin kosteasta ilmasta. Suuri ilmankosteus ei varsinaisesti ole ongelma tasoitetöissä. Suuri ilmankosteus vain hidastaa tasoitemassan kuivumista ja lujittumista.

Lattian tasoituksen aikana ei saa samassa tilassa olla täriseviä laitteita, sillä silloin tasoitteen kuivuminen häiriintyy ja tasoite saattaa irrota kokonaan alustastaan.

Plaanotasoitteet tulisi käsitellä piikkitelalla, jotta tasoitemassasta saadaan ilmakuplat pois.

Tasoitemassaa sekoitettaessa tulee noudattaa valmistajan antamia vesimääriä. Jos käytetään liikaa vettä, niin tasoite ei lujitu tai kuivu kunnolla.

Mikäli olosuhteet ovat huonot tulisi tasoitustyön aloittamista siirtää.

- 7) Tarvitseeko tasoitettua pintaa käsitellä ennen kuin sen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Plaanotasoitteen pinnasta tulee hioa eräänlainen sementtiliima pois, sillä se on heikko kerros, joka estää pinnoitteen kunnollisen tartunnan tasoitteeseen. Hionta tulee suorittaa verkkohiontana, sillä paperihionnalla tasoitteen liima-aines palaa ja tasoitteen pinta alkaa kiiltämään. Kiiltävä pinta estää pinnoitteen primerin imeytymisen tasoitteeseen, jolloin tartunta jää heikoksi. Paperihiontaa parempi vaihtoehto onkin jättää tasoite kokonaan hio-matta, mikäli verkkohiomakonetta ei ole saatavilla.

- 8) Kuinka pinnoitustyö tulisi suorittaa, kun pinnoitteen alla on tasoite? Eroaako se jotenkin tilanteesta, jossa pinnoitteen alla on betonialusta? Miksi?

Työmenetelmät ovat samat riippumatta siitä onko pinnoitteen alla tasoite vai betoni. Yleensä pinnoitteen asentaminen on kuitenkin helpompaa sileälle tasoitealustalle, kunhan tasoitustyö on vain onnistunut.

9) Miten tasoitetyön laadunvarmistus hoidetaan? Onko siinä parantamisen varaa? Mitä?

Tasoietyön laadunvarmistusta ei tehdä käytännössä ollenkaan. Työntekijälle annetaan työvälineet ja materiaalit, sekä esitellään mesta, jonka jälkeen tasoietyön laatu on kiinni tasoietyajan ammattitaidosta. Tasoietyön aikana tulisikin enemmän seurata käytettyjä vesimääriä ja olosuhteita. Yleensä testejä aletaan tekemään vasta, sitten kun todetaan, ettei tasoietyön laatu ole riittävä. Vain pumpputasoietyen asentajat seuraavat tasoietytemassan vesi ja sementtimääriä sekä lämpötilaa pumppausyksikön mittareista.

Jälkikäteen tasoietyen puristuslujuutta voidaan mitata. Myös vesimäärän suuret ylitykset ja primeroinnin suorittamatta jättäminen voidaan todeta näytteestä visuaalisesti arvioimalla. Tasoietykerrospaksuuden ylitykset ja alitukset voidaan todeta myös näytteestä.

10) Onko tasoietyen ja pinnoitteen yhteiskäytössä parantamisen varaa? Millaisia ongelmia on esiintynyt tasoietyen ja pinnoitteen yhdistämisestä? Mistä ne ovat johtuneet?

Vanhan epoksipinnoitteen päälle ei tulisi asentaa tasoietykerrosta ja uutta epoksipinnoitetta, sillä tällainen rakenne kestää maksimissaan puoli vuotta. Tasoietykerros mankeiloituu kahden kovan epoksikerroksen välissä. Tämä johtuu osittain siitä, että tasoietyen alla oleva epoksipinnoite on imemätön alusta. Tasoietye tulisikin asentaa vain betonialustan päälle.

Yleensä tasoietye hajoaa pinnoitteen alla ja koko lattian pintakerros lähtee tämän takia irti. Tällaiset tapaukset johtuvat yleensä työvirheestä tasoietyamisessa.

Jos on käytetty vääränlaista tasoietyetta, joka tekee tiiviin liimakerroksen pintaansa ja estää näin pinnoitteen primerin imeytymisen, niin ongelmia esiintyy. Pinnoite irtoaa tasoietyen päältä ja sen pohjassa on ohut tasoietykerros. Primerin imeytymisongelmia on myös esiintynyt, jos tasoietyen pinta on hiottu kiiltäväksi. Tämä on ongelma varsinkin paksuilla epoksipinnoitteilla, jotka kuivuessaan kutistuvat voimakkaasti.

Usein lattian tasoietytarve käy ilmi vasta työmaavaiheessa, jolloin äkkiä valitaan halpa tasoietye, joka ei sovellu pinnoitteen alle. Työmaalla voidaan valita tasoietyteeksi esimerkiksi hienotasoietye Vetoniti 3100, joka on tarkoitettu mattopäällysteen alle. Jos heikon tasoietyen päälle asennetaan ohut epoksikerros, ei epoksi kykene jakamaan sille tulevaa kuormaa laajemmalle alueelle tasoietyeseen ja tasoietye saattaa murtua epoksiin alla, jolloin myös epoksi murtuu. Tasoietyen lujuus tulee toki käyttörasituksen lisäksi olla riittävä myös pinnoitteen kutistumisesta aiheutuvia rasituksia vastaan.

Akryylin alle ei tulisi tasoietyetta asentaa ollenkaan, sillä usein sen alle valitaan vääränlainen tasoietye. Akryylin metakrylaatti hajottaa tasoietyen liima-aineksia ja heikentää näin tasoietyen lujuutta. Muutamia tasoietyteita on, jotka kestävät akryylin alla.

11) Minkälaisiin toimenpiteisiin ryhdytään, jos on todettu, ettei tasoietye sovellu pinnoitteen alle? Voiko tasoietyen korjaus aiheuttaa ongelmia? Kuka (yleensä) maksaa epäonnistuneesta tasoietyetyöstä aiheutuneet kustannukset? Miksi?

Jos rikkoutuneita kohtia korjataan paikallisesti, niin todennäköisesti korjauksen jälkeen korjaamaton alue hajoaa hetken päästä. Tällöin on kyseessä todennäköisesti ollut liian heikko tasoietye rasitusluokkaan nähden.

Jos pinnoite irtoaa koko lattian alueelta, niin tulee koko tasoietykerros poistaa ja tehdä lattia alusta asti uudelleen. Teollisuuteen tarkoitettujen plaanotasoietyteet ovat varmin vaihtoehto, kestävyys kannalta. Sen sijaan käsitasoietyksessa on paljon muuttuvia tekijöitä, minkä takia niiden onnistuminen on epävarmempaa.

Iskuvaurioiden korjaus paikallisesti onnistuu.

Pinnoitetyajan tulee ennen pinnoitetyön aloitusta ilmoittaa, jos havaitsee, ettei pinnoitus tule onnistumaan tai, että tasoietye on liian heikko. Mikäli hän ei tee näin ennen pinnoitetyksen aloittamista ja tämän jälkeen tulee ongelmia, joutuu pinnoitetyaja todennäköisesti maksamaan korjauksen. Koska pinnoitetyaja ei ole henkilökohtaisesti tarkkailemassa tasoietytyötä, hän voi ilmoittaa, ettei pinnoitteen alle saa laittaa minkäänlaista tasoietyetta, jolloin tasoietyen käytöstä aiheutuvat ongelmat eivät ole enää pinnoitetyajan murheena. Pinnoitetyaja voi myös laatia asiakirjan, jossa todetaan, että takuu koskee ainoastaan pinnoitteen pysymistä alustassaan eikä tasoietyen pysymistä betonissa. Mikäli tasoietye irtoaa alustastaan voi tasoietyeurakoitsija joutua maksamaan korjauksen.

12) Tuleeko mieleenne vielä jotain lisättävää aiheesta? Mitä?

Tasoitetyön laadunvalvontaa pitäisi parantaa. Tilaajan edustajan tulisi seurata tarkemmin tasoitetyön suoritusta.

13) Olisiko teillä tiedossanne kohteita, joista olisi dokumentoitua aineistoa ja, joissa tasoitteen ja pinnoitteen yhdistäminen olisi sujunut erityisen hyvin tai huonosti? Voisinko saada nämä dokumentit osaksi diplomityöni lähdeaineistoa? Tietoja tullaan käsittelemään luottamuksellisesti.

Tasoitetyöstä harvemmin jää mitään dokumentoitua aineistoa. Lattiapinnoituksista-kaan harvemmin tehdään dokumentointia. Dokumentointia tehdään ainoastaan koh-teissa, joissa olosuhteet ovat todella poikkeukselliset.

Nimi: Miika Harinen  
 Yritys: Heikkinen Yhtiöt  
 Titteli: Työpäällikkö, tarjouslaskenta; Pumpputasoitus ja lämpölattiat  
 Päivä: 5.5.2020  
 Paikka: Puhelinkeskustelu  
 Luottamustoimet: -  
 Aiemmat työtehtävät: -  
 Saako vastaukset julkaista: Saa

1) Miksi pinnoitettavia lattioita tasoitetaan?

Halutaan säästää pinnoitteen ainemenekkiä. Tasoitteella saadaan lattiat tasaiseksi. Vanhoja lattioita tasoitetaan, jotta pinta saataisiin tiiviimmäksi. Tiiviimpi pinta parantaa pinnoitteen tartuntaa alustaan.

Pinnoitteet eivät juuri tarvitse matala-alkalisia tuotteita. Hengittävät polyuretaanipinnoitteet eivät alkalisuojaa vaadi, mutta hengittämättömillä epoksinpinnoitteilla matala-alkalinen tasoite on kuitenkin hyvänä suojana.

Kuitubetonin kanssa voidaan tasoitetta käyttää, jos betonin pinnassa on paljon pysyyn nousseita kuituja.

2) Suosittelisitko tasoitetta pinnoitteen alle? Minkälaisia tasoitteita ette suosittelisi pinnoitteen alle? Onko jokin pinnoite (Akryyli, Polyuretaani, Epoksi) sellainen, jonka alle tasoite ei sovellu / soveltuu erityisen hyvin? Vaikuttaako rakennuksen käyttö lattiapinnoitteen ja -tasoitteen yhteensopivuuteen? Miksi?

Tasoitteen käyttö riippuu pohjasta. Erityisesti pohjan tasaisuudesta ja tiiveydestä. Hyvin tehty tiivis ja sileä betonipinta, joka on hiottu ei vaadi tasoittamista. Jos pinta on jäänyt epätasaiseksi, vaikka on valu tehty linjaarilla tai, jos tehdään saneerauskohteen lattiaa, tasoitteen käyttö olisi suositeltavaa.

Sopiva tasoite riippuu pinnoitteesta ja käyttökohteesta. Kosteissa tiloissa kipsipohjaisia tuotteita ei tulisi käyttää. Huonon ja hauraan betonipohjan päälle ei sementtipohjainen tasoite sovellu, sillä se kutistuu. Vaha betonipohja ei kestä sementtitasoitteen kutistumaa, jolloin voi tulla kopoja alueita. Tämän takia heikon alusbetonin kanssa tulisi käyttää kipsitasoiteita.

Kaikkien pinnoitteiden alla voidaan tasoitetta käyttää. Akryyli on haastavin pinnoite tasoitteen päälle, koska akryylilla on kovimmat vetolujuusvaatimukset. Tämän takia akryyliä tulisi mieluiten käyttää suoraan betonipinnan päällä. Polyuretaanipinnoitteet eivät vaadi niin suuria veto- ja puristuslujuuden arvoja, kuin esimerkiksi epoksit. Eri lujuusvaatimusten takia eri tasoitteet soveltuvat eri pinnoitteiden alle. Vaatimukset ovatkin enemmän tuotekohtaisia kuin käyttötilakohtaisia.

3) Yleensä pinnoitevalmistajat antavat vaatimuksia betonialustalle. (Lämpötila, kosteus, puristuslujuus, tartuntavetolujuus, puhtaus, vapaa likaisuudesta, ...) Voidaanko näitä vaatimuksia suoraan käyttää myös tasoitteelle? Miksi? Miten tasoite- ja betonialustat eroavat toisistaan pinnoitteen kannalta? Miten nämä erot vaikuttavat yhteistoimintaan?

Voidaan käyttää ja käytetäänkin, koska tasoitteille ei ole omia ohjeita. Toistaiseksi pinnoitevalmistajat ovat testanneet tuotteita kattavasti ainoastaan betonialustan kanssa, joten varsinaisia erillisiä ohjeita tasoitealustalle ei ole luotu.

Ainoana erona yhteistoiminnan kannalta on betoni ja tasoitealustan kohdalla pinnoitteen ainemenekki. Pinnoitteella tasoittaminen on kallista, joten tasoitus on järkevämpää tehdä tasoitteella.

4) Mitä ominaisuuksia tasoitteelta vaaditaan, kun sen päälle asennetaan pinnoite? Miksi juuri näitä ominaisuuksia vaaditaan? Kuka määrittelee tasoitteelta vaaditut ominaisuudet / kenen pitäisi määrittellä? Vaikuttavatko arkkitehdin vaatimukset lattialle tasoitteen valintaan? Miten?

Tasoiheen vaatimukset ovat pinnoitekohtaisia. Yleensä kaikki pinnoitteet vaativat, että tasoihealusta on tasainen, sillä on riittävä puristus- ja vetolujuus ja että pinta on tiivis. Pinnoitevalmistajan tulee määrittellä, millaiset vaatimukset alustalla on, kuten esimerkiksi mattojenkin valmistajan. Tätä kautta vaatimukset menevät aikanaan rakennusmääräyskokoelmiin yleisiksi vaatimuksiksi.

Olisi hyvä, jos rakennesuunnittelija tyypittäisi millainen tasoihe kohteeseen tulisi puristuslujuuden ja vetolujuuden osalta. Esimerkiksi riittääkö puristuslujuudeksi C25 ja vetolujuudeksi 1,5 MPa vai tarvitaanko tasoihe, jonka puristuslujuus on C30 ja vetolujuus yli 2 MPa. Tämä helpoittasi paljon tasoihetarjousten tekemistä.

Arkkitehdin vaatimukset vaikuttavat ainoastaan tilanteessa, jossa pohditaan, käytetäänkö tasoihetta ylipäättäen vai tehdäänkö pinnoitus suoraan betonialustalle. Eri tasoihteiden välillä arkkitehdin mielipiteillä ei pinnoitettaessa ole samanlaista merkitystä, kuin esimerkiksi isojen keraamisten laattojen kohdalla. Isot keraamiset laatat vaativat todella suoran alustan, jolloin tulee valita hienojakoinen ja hyvin leviävä tasoihe.

- 5) Minkälainen tulee olla betonialustan, jotta se voidaan tasoihtaa ja pinnoittaa onnistuneesti? Miksi näitä toimenpiteitä vaaditaan? Tuleeko betonialusta esikäsitellä ennen tasoihtamista? Miksi?

Betonialustasta tulee poistaa sementtiliima ja muut epäpuhtaudet hionnalla ja alusta tulee imuroida huolellisesti, jotta tartunnasta tulisi hyvä. Mikäli betonialustassa on reikiä ne tulisi kitta akryylillä, jottei tasoihe pääse valumaan rei'istä ja pinta jäisi epätasaiseksi.

Betonialustan lämpötila tulisi olla vähintään + 15 °C, vaikka tasoihteet yleensä vaativat ainoastaan + 10 °C lämpötilaa. Alhaisissa lämpötiloissa tasoiheen pintaan saattaa muodostua ilmakuplia, jotka vaikeuttavat pinnoitustyötä. Kemialliset reaktiot tapahtuvat hyvin tietyissä lämpötiloissa, joten niistä tulisi senkin takia pitää kiinni. Rakkuloita voi myös aiheuttaa se, että primerointi on tehty kiireellä eikä se ole kerennyt kuivumaan ennen tasoihtamista.

Alustan geometrian ei toistaiseksi ole havaittu vaikuttavan tasoihtustyön onnistumiseen. Terävät kulmat vaikeuttavat pinnan lopullista käsittelyä rissalla.

Betonialustan kosteus tulisi olla alle RH 90 %, jotta rakenteen kokonaisvaltainen kosteudenhallinta pysyy hallussa. Tasoihtamisen jälkeen betonialusta ei juuri enää pääse kuivumaan ylöspäin.

- 6) Mitkä tekijät tasoiheen kuljetuksessa, varastoinnissa ja käytössä vaikuttavat erityisesti sen lujuusominaisuuksiin? Vaikuttavatko ympäristöolosuhteet tasoiheen ominaisuuksiin? Miten ne vaikuttavat? Mitä tasoihetekniikassa tulee erityisesti huomioida, kun tasoiheen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Varastointilämpötilat ja -kosteus vaikuttavat tasoiheen ominaisuuksiin. Viileässä ja kostaessa varastoitu tasoihe alkaa kivettymään. Vaikka pumppaus rikkookin isot kovettuneet paakat niin tasoiheen pintaan voi jäädä pieniä kokkareita.

Käytön aikana myös ympäristön lämpötila ja kosteus sekä veden käyttö vaikuttavat tasoiheen ominaisuuksiin. Kuumaan veteen sekoittaessa tasoihe valmistuu nopeammin kuin kylmää vettä käytettäessä. Kylmässä tasoihe ei lähde sitoutumaan kunnolla ja primerikaan ei kuivu kunnolla. Kuivumaton primeri voi alkaa vaahtoutumaan ja nousta tasoiheen pintaan. Tähän vaikuttaa myös tasoiheen kerrospaksuus. Tämän takia primerointi tulisi tehdä riittävän ajoissa. Mieluusti primerin tulisi kuivua yön yli. Primeri tulee levittää harjaamalla. Harjaamalla varmistetaan, että primeri menee betonin huokosiin kunnolla, jolloin tiiveys ja tartunta varmistetaan parhaiten. Telalla ei saada yhtä hyvää lopputulosta. Puolikova harja olisi paras vaihtoehto, mutta myös katuharja soveltuu primerin levittämiseen. Primerointi voidaan myös suorittaa kaksi kertaa. Ensimmäinen primeri kerros olisi ohuempi ja toinen jäykempi. Kuitenkin paras tapa olisi levittää primeri kerralla harjaamalla ja oikealla seossuhteella. Liiallisen veden käyttö jättää tasoiheen heikoksi, jolloin vaaditut veto- ja puristuslujuuden arvot eivät täyty ja pinnoitusta ei voida suorittaa.

Tasoiheen käsittely riippuu tasoihekerrospaksuudesta. Alle 10 mm tasoihekerroksen levitykseen käytetään piikkitelaa. Piikkitela toimii alle 15mm kerroksissa, mutta sitä paksummilla kerroksilla se vain työntää massaa eteenpäin, joka aiheuttaa epätasaisuuksia. 15-27 mm paksuissa tasoihekerroksissa käytetään häkkimäistä telaa. Tätä paksummissa

kerroksissa häkkitelakin alkaa työntämään massaa eteenpäin. Yli 25 mm paksuissa tasoitekerroksissa tasoitteen pinta tulisi käsitellä hevosella. Käsien sekoittaessa sekoitusajan tulee olla riittävän pitkä, jotta ilmakuplat saadaan varmasti pois.

- 7) Tarvitseeko tasoitettua pintaa käsitellä ennen kuin sen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Tasoitepintaa käsitellään pinnoitevalmistajan ohjeen mukaan. Yleensä tasoitepinta hiotaan paperilla tai timantilla pinnoitteen ohjeen mukaan.

- 8) Kuinka pinnoitustyö tulisi suorittaa, kun pinnoitteen alla on tasoite? Eroaako se jotenkin tilanteesta, jossa pinnoitteen alla on betonialusta? Miksi?

Pinnoittajat osaisivat vastata tähän paremmin. Pinnoitevalmistajan ohjeita tulisi tässäkin noudattaa.

- 9) Miten tasoiteyön laadunvarmistus hoidetaan? Onko siinä parantamisen varaa? Mitä?

Tasoittajien työaika varmistetaan. Alustan kuivuus tulee varmistaa. Pintalämpömittarilla mitaillaan holvin pinnan lämpötilaa. Tasoitemassan laatua tarkkaillaan työnaikana silmämääräisesti. Leviämäkokeiden otto työn ohessa olisi kuitenkin varmempi vaihtoehto vesi-sementtisuhteen tarkkailemiseen.

Kovettuneen tasoitteen pintaa voidaan terävällä esineellä, kuten puukolla raaputtaa, jolloin havaitaan, onko pinta kovettunut oikealla tavalla. Linjaarilla voidaan tarkistaa tasoitepinnan suoruus.

- 10) Onko tasoitteen ja pinnoitteen yhteiskäytössä parantamisen varaa? Millaisia ongelmia on esiintynyt tasoitteen ja pinnoitteen yhdistämisestä? Mistä ne ovat johtuneet?

Tasoitteen ja pinnoitteen yhdistäminen on melko uusi tapa tehdä lattioita. Tämän takia toteutuksessa on vielä pientä hakemista ja kohteet onnistuvat eri tavalla. Suurimpana ongelmana on ollut tasoittaminen ennen kuin primeri on kerennyt kunnolla kuivumaan, jolloin pintaan tulee rakkuloita. Tämän takia pinnoittajille tulee enemmän työtä ja he joutuvat tekemään useamman primerointi kerroksen ennen pinnoitteen levittämistä. Joskus pinnan rakkulaisuus tulee esille vasta pinnoitteen primeria levitettäessä.

On ollut kohteita, joissa tasoittamisohjeet ovat olleet todella huonokuntoiset ja primerointi on tehty kiireellä, mutta tasoitetyön lopputulos on ollut hyvä. Ja on myös ollut niitä kohteita, joissa tasoittamista varten ohjeet ovat olleet hyvät, mutta lopputulos on kuitenkin ollut heikompi. Syytä tähän ei olla saatu selville.

Ensimmäisten kohteiden kohdalla kokemuksen puute on joissain tapauksissa johtanut siihen, että tasoitteen vesisementtisuhte on ollut liian korkea ja tasoite on jäänyt heikoksi. Heikon tasoitteen päälle asennettu epoksiprimeri on tämän takia repinyt itsensä irti alustastaan.

Jos tasoittaja ja pinnoittaja tulee samasta yrityksestä, niin työn tilaajalle on helpompaa toimia ongelmatilanteissa. Mikäli tasoittaja ja pinnoittaja ovat eri yrityksistä voi väitelyitä tasoitepinnan riittävydestä tulla. Tämän takia tasoitustyöt ja pinnoitustyöt tarjotaan yhdessä tai pinnoitustyö ilman tasoitusta. Pinnoitealustaksi emme tee tasoituksia, jos pinnoittaja ei tule omasta firmasta.

- 11) Minkälaisiin toimenpiteisiin ryhdytään, jos on todettu, ettei tasoite sovellu pinnoitteen alle? Voiko tasoitteen korjaus aiheuttaa ongelmia? Kuka (yleensä) maksaa epäonnistuneesta tasoitetyöstä aiheutuneet kustannukset? Miksi?

Kun tasoite on ollut liian heikkoa, on sitä jouduttu hiomaan timantilla hieman rajummin ja uudelleen ylitasoittamaan. Ongelmana on se, että tasoitteita on laitettu kerroksina ja kerrosrakenteissa on aina omat riskinsä. Tämä ei kuitenkaan välttämättä aiheuta ongelmia, jos työ on tehty huolella.

Mikäli tasoitteen pinnassa on esiintynyt rakkulaa, niin pinnoittajat ovat tehneet useampia käsittelykerroksia, jotta rakkulat on saatu tukittua.

Jos on havaittu, että tasoite on irronnut alustastaan, on kopoja kohtia voitu injektoida epoksilla. Ennen pinnoitusta tehtävä epoksiprimerointi jo itsessään vahvistaa tasoitteen

pintaa, mutta tasoitteen tulee kuitenkin olla riittävän luja, jotta primerointi ylipäättään onnistuisi.

Epäonnistuneen tasoitustyön maksaja on epäonnistunut tasoittaja. Tasoittajan tulee reklamoida tilaajalle ennen tasoitusta, mikäli tasoitustyön olosuhteet ovat huonot ja, jos tasoittaja epäilee, ettei tasoitustyö onnistu riittävän hyvin niissä olosuhteissa. Mikäli tilaaja kuitenkin vaatii tasoittamaan ja työ epäonnistuu, niin tilaaja joutuu kustannuksellaan tekemään korjauksen. Tämä kuitenkin tulee sopia nimenomaan ennen tasoitustyön alkua.

12) Tuleeko mieleenne vielä jotain lisättävää aiheesta? Mitä?

Ei varsinaisesti, yhteiset pelisäännöt alalle olisi hyvä saada.

13) Olisiko teillä tiedossanne kohteita, joista olisi dokumentoitua aineistoa ja, joissa tasoitteen ja pinnoitteen yhdistäminen olisi sujunut erityisen hyvin tai huonosti? Voisinko saada nämä dokumentit osaksi diplomityöni lähdeaineistoa? Tietoja tullaan käsittelemään luottamuksellisesti.

Ei paljon omia dokumentaatiota tasoittamisen jälkeen. Koetan selvittää, jos jotain löytyisi.



Nimi: Jarno Kontio  
 Yritys: Build Care Oy  
 Titteli: Toimitusjohtaja  
 Päivä: 30.03.2020  
 Kello: 10:00-10:33  
 Paikka: Puhelinkeskustelu

Luottamustoimet: Suomen Betonilattiyhdistys ry hallituksen jäsen 2016 eteenpäin, Lattia ja seinäpäällysteliitto hallitus noin neljä vuotta ja teollisuuden puheenjohtajan kaksi kautta, Sisä-RYL valvova toimikunta 2013

Aiemmat työtehtävät: Oy Sika Finland Ab myyntiedustaja 2006-2008 tekninen päällikkö 2008-2014 myyntijohtaja 2014-2020

Saako vastaukset julkaista: Saa

- 1) Miksi pinnoitettavia lattioita tasoitetaan? Onko pinnoitteen kannalta hyvän betonipinnan aikaansaaminen liian haasteellista työmaalla? Tarvitseeko pinnoite alalisuojan? Vaikuttaako kuitubetonin tai perinteisen teräsbetoni käyttö tasoittamistarpeeseen, kun lattia pinnoitetaan? Miksi?

Pinnoitettavien lattioiden tasoitus on yleistynyt, koska pinnoitteet ovat syrjäyttäneet mattopäällysteitä. Pinnoitteelta vaaditaan sama esteettisyys, kuin mattopäällysteeltäkin, joka saavutetaan käytännössä tasoittamalla lattia.

Myös saneerauskohteissa käytetään tasoitteita lattian oikaisemiseksi ennen pinnoitusta.

Alalisuojan takia lattiaa ei tarvitse tasoittaa.

Kuitubetonia käytettäessä betonin pintaan jäävät kuidut tasoitetaan peittoon.

- 2) Suosittelisitko tasoitetta pinnoitteen alle? Olisiko jokin tilanne missä suosittelisit tai harkitsisit tasoitetta? (Julkiset tilat) Minkälaisia tasoitteita ette suosittelisi pinnoitteen alle? Onko jokin pinnoite (Akryyli, Polyuretaani, Epoksi) sellainen, jonka alle tasoite ei sovellu / soveltuu erityisen hyvin? Miksi?

Suosittelen tasoitetta kohteisiin, joissa esteettisyysvaatimukset ovat samat kuin perinteisellä mattopinnoitteella.

Mikäli tasoitteen lujuusluokat ovat riittämättömiä, ei sitä tulisi käyttää pinnoitteen alla.

Akryylin alle ei suositella tasoitetta, koska tartunta tasoitteeseen ei ole riittävä. Akryyliä käytetään suurtalouskeittiössä, joissa kuumaa vettä joutuu lattialle. Tästä tuleva lämpöshokki voi irrottaa tasoitteen betonialustastaan.

- 3) Yleensä pinnoitevalmistajat antavat vaatimuksia betonialustalle. (Lämpötila, kosteus, puristuslujuus, tartuntavetolujuus, puhtaus ja vapaa likaisuudesta) Voidaanko näitä vaatimuksia suoraan käyttää myös tasoitteelle? Miksi?

Betonialustan vaatimuksia ei voida suoraan käyttää tasoitteelle, koska betonivalun paksuus on huomattavasti suurempi kuin tasoitteen paksuus. Jos valitaan tasoite betonialustalle asetetun puristuslujuuden mukaan, niin tasoitteella ei ole yhtään varmuusvara työtarknisiävirheitä vastaan. Runkoaineen koko on myös betonissa suurempaa kuin tasoitteessa.

- 4) Mitä ominaisuuksia tasoitteelta vaaditaan, kun sen päälle asennetaan pinnoite (Akryyli, Epoksi, Polyuretaani)? (Esteettisyys ja lujuus) Kuka määrittelee tasoitteelta vaaditut ominaisuudet / kenen pitäisi määrittellä? Vaikuttavatko arkkitehdin vaatimukset lattialle tasoitteen valintaan?

Tasoitteelta vaaditaan riittävä puristus- ja tartuntalujuus sekä taivutusvetolujuus.

Suunnittelijan tulisi määrittellä vaatimukset tasoitteelle, jotta asia huomioidaan heti alkuvaiheessa.

Arkkitehdin pintamateriaalivalinta vaikuttaa tasoitteen valintaan.

- 5) Minkälainen tulee olla betonialustan, jotta se voidaan tasoittaa ja pinnoittaa onnistuneesti? (Geometria, puhtaus, kuivuus, lämpötila...) Tuleeko betonialusta esikäsitellä ennen tasointa? Miksi?

Betonialustan tulee olla riittävän suora, jottei jouduta tekemään tarpeettoman paksua tasoitekerrosta.

Betonin tulee olla riittävän kuiva, eli  $<RH90$ .

Betonialustasta tulee poistaa betoniliima mekaanisesti käsittelemällä. Hiontakin riittää, mutta sinkopuhallus tai happopeittaus olisi suositeltavampi toimintatapa.

Alustan lämpötilan tulee olla tasoitteen vaatimustenmukainen.

Tartuntaa haittaavat tekijät tulee poistaa alustastaan. Se onnistuu sementtiliiman poistamisen yhteydessä.

Betonipinta tulee primeroida tasoitteen ohjeistuksen mukaan. Primeri parantaa tartuntaa, sitoo likaa ja vähentää betonialustan imukykyä.

- 6) Mitkä tekijät tasoitteen kuljetuksessa, varastoinnissa ja käytössä vaikuttavat erityisesti sen lujuus ominaisuuksiin? Vaikuttavatko ympäristöolosuhteet tasoitteen ominaisuuksiin? Mitä tasoitetyötekniikassa tulee erityisesti huomioida, kun tasoitteen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Talven pakkasilla ja kesän helteillä tulee huomioida, että tasoitejauheen tulee käytön aikana olla lähellä huoneen lämpötilaa.

Työskentelytilassa ilman suhteellinen kosteus ja lämpötila sekä alustan suhteellinen kosteus ja lämpötila vaikuttavat merkittävästi tasoitteen kuivumisaikaan ja lujittumisaikaan.

Työmaatekniikassa tulee huomioida, se ettei tasoitteen pinnassa saa olla paljoa ilman aiheuttamia reikiä. Pohjustukseen erityisesti primerointiin tulee kiinnittää riittävästi huomiota. Sekoitustavan tulee olla oikea ja sekoitusvispilän tulee olla oikeanlainen käsin sekoittaessa, jottei ilmaa pääse liikaa massaan. Yleisesti ottaen pumpaamalla asennettavaan tasoitteeseen ei pääse sekoittumaan yhtä paljon ilmaa kuin käsin sekoittaen. Tasoituksen yhteydessä tulisi myös tasoite piikki telata, jottei ilmakuplia pääse nousemaan pintaan.

- 7) Tarvitseeko tasoitettua pintaa käsitellä ennen kuin sen päälle tulee pinnoite? (Hionta, sinkopuhdistus, happopeittaus, jyrästä, vesisuihkupuhdistus, hiekkapuhallus, liekkiharjaus) Miksi?

Tasoitepinta suositellaan hiottavaksi, koska kuivumisen aikana tasoitteen pintaan saattaa nousta epäpuhtauksia, joita ei olla saatu primerillä sidottua. Nämä epäpuhtaudet tulisi poistaa. Myös tartuntapinta-ala saadaan suuremmaksi hionnalla. Hionta tulisi suorittaa kohtalaisen karkealla hiomapaperilla (karkeus 24).

- 8) Kuinka pinnoitustyö tulisi suorittaa, kun pinnoitteen alla on tasoite? Eroaako se jotenkin tilanteesta, jossa pinnoitteen alla on betonialusta? Miksi?

Pinnoitustyö ei eroa millään lailla.

- 9) Miten tasoiteyön laadunvarmistus hoidetaan? Onko siinä parantamisen varaa? Miksi?

Tasoitteen riittävä tartunta alustaan ja tasoitteen puristuslujuuden riittävyys tulisi varmistaa, ennen pinnoitustyön aloittamista. Tartuntalujuus voidaan testata vetonastakoikeella ja puristuslujuus iskuvasaralla. Pinnan reikäisyys ei saa olla liian suuri. Tasoitteen toimittajien tulisi ohjeistaa erikseen tilanteet, joissa tasoitteen päälle tulee pinnoite ja tilanteet, joissa tasoitteen päälle tulee päällyste. Esimerkiksi piikkitelasta ei välttämättä tarvita hyvän mattolattian aikaansaamiseksi.

- 10) Onko tasoitteen ja pinnoitteen yhteiskäytössä parantamisen varaa? Millaisia ongelmia on esiintynyt tasoitteen ja pinnoitteen yhdistämisestä? Mistä ne ovat johtuneet? (ohjeet, urakkaraja, tiedon kulku, tiedon puute) Minkälaisiin toimenpiteisiin ryhdytään, jos on todettu,

ettei tasoite sovellu pinnoitteen alle? Kuka (yleensä) maksaa epäonnistuneesta tasoite-työstä aiheutuneet kustannukset? Miksi?

Yhteiskäytössä on parantamisen varaa.

Suurimpia ongelmia ovat:

- Tasoittaja ei ole tietoinen, että tasoitteen päälle tulee massapinnoite, jolloin työssä tulisi noudattaa erityistä huolellisuutta.
- On myös saatettu valita liian heikko tasoite, jolloin lujuus ominaisuudet eivät täyty.
- Jotain menee pieleen tasoitteen asennusvaiheessa, jolloin lujuus ei toteudu.
- Liikaa reikäisyyttä tasoitteen pinnassa.

Ongelmat ovat johtuneet pääasiassa, siitä että tieto ei ole kulkenut eri toimijoiden välillä.

Myös suunnitelmat ovat työmaan aikana saattaneet muuttua, jolloin jo mattopäällystettä varten asennettu tasoite ei täytäkään ominaisuuksiltaan massapäällysteen asettamia vaatimuksia.

Valmistelevia töitä tehdessä pitäisi aina huomioida pintamateriaalia.

Suunnitelma-asiakirjoissa ei oteta kantaa millaista tasoitetta tulisi käyttää, jos tasoitteen päälle tulee pinnoite. Jos työmaalla ei ole kokemusta pinnoitteen ja tasoitteen yhdistämisestä, voi helposti tulla valituksi halpa ja liian heikko tasoite pinnoitteen alle.

Tasoitetta voidaan koettaa keinotekoisesti lujittaa, epoksimereriä ja liuotinta uittamalla tasoitteeseen. Ongelmallista tämä voi olla sen takia, että liuotin ei täytä enää M1-luokkaa. Rakenneteknisesti ohennettu epoksimereri ei pysty tunkeutumaan todennäköisesti koko tasoitekerroksen lävitse vaan heikko kerros jää lujitetun kerroksen alle. Vielä ei ole havaittu ongelmia lujitetuissa rakenteissa. Lujitettuja rakenteita ei olla tehty vielä kauan, joten tulevaisuudessa saattaa esiintyä ongelmia.

Epäilisin, että pääurakoitsija joutuu usein kustannuksellaan teettämään korjauksen.

11) Mitkä tekijät ovat johtaneet onnistuneeseen tai epäonnistuneeseen tasoitettuun ja pinnoitettuun lattiaan? Miksi?

Tullut aiemmin käsiteltyä. Tiedonkulun katkeaminen on suurimpana syynä epäonnistumiseen. Onnistuneissa kohteissa on tiedostettu pinnoitteen aiheuttamat vaatimukset heti alusta alkaen, ja ne ovat olleet kaikkien osapuolten tiedossa.

12) Tuleeko mieleenne vielä jotain lisättävää aiheesta? Mitä?

Nimi: Juha Komonen

Yritys: Contesta Oy

Titteli: Tutkimuspäällikkö

Päivä: 04.06.2020

Paikka: Puhelinkeskustelu

Luottamustoimet: Betonilattiatyönjohtajien pätevyyslautakunta, Suomen Betoniyhdistys ry hallituksen jäsen

Aiemmat työtehtävät: Vahasella 10 vuotta ennen Contestaa, korkeakoululla tehnyt betoniselvityksiä

Saako vastaukset julkaista: Saa

1) Miksi pinnoitettavia lattioita tasoitetaan?

Alustassa olevat tasaisuus ongelmat kuten hammastukset, aaltoilu ja kaltevuus ovat usein syy sille, miksi tasoitustyö tehdään ennen pinnoitusta.

Pinnoitteet ovat myös arvokkaita ja niiden menekkiä saadaan pienennettyä, kun alusta on tasainen ja pinnoite voidaan levittää joka paikkaan yhtä paksuna kerroksena. Pinnoite voi myös käyttäytyä eri tavalla eri paksuisina kerroksina ja tästä voi aiheutua ongelmia.

En ole kuullut, että alustan alkalisuus olisi aiheuttanut ongelmia pinnoitteiden kanssa.

Kuitubetonin ja teräsbetonin välillä en näe suuria eroja pinnoitettavuuden kannalta. Kuitubetonissa voi olla pienemmät halkeamat kuin teräsbetonissa, jolloin pinnoitus onnistuu paremmin.

2) Suosittelisitko tasoitetta pinnoitteen alle? Minkälaisia tasoitteita ette suosittelisi pinnoitteen alle? Onko jokin pinnoite (Akryyli, Polyuretaani, Epoksi) sellainen, jonka alle tasoite ei sovellu / soveltuu erityisen hyvin? Vaikuttaako rakennuksen käyttö lattiapinnoitteen ja -tasoitteen yhteensopivuuteen? Miksi?

Mikäli valu on tehty huonoissa olosuhteissa ja betonin pinta ei muutenkaan ole riittävä tasainen, niin tasoitteen käyttö on järkevää.

Pinnoitteet kutistuvat kovettuessaan ja aiheuttavat rasituksia alustalleen. Tämän takia tasoitteen vetolujuuden tulee olla riittävä kutistumaa vastaan, jottei pinnoite irtoaisi alustastaan.

Tasoitteiden ominaisuudet eivät välttämättä riitä raskaassa teollisuudessa, jossa lattiaan kohdistuu suuria kuormia.

Esimerkiksi sentin paksuiseen tasoitteeseen saattaa tulla millin levyinen halkeama, jos tasoitteen jälkihoito on epäonnistunut ja tasoite kuivuu liian nopeasti. Halkeamat tulisi korjata ennen pinnoittamista.

3) Yleensä pinnoitevalmistajat antavat vaatimuksia betonialustalle. (Lämpötila, kosteus, puristuslujuus, tartuntavetolujuus, puhtaus, vapaa likaisuudesta, ...) Voidaanko näitä vaatimuksia suoraan käyttää myös tasoitteelle? Miksi? Miten tasoite- ja betonialustat eroavat toisistaan pinnoitteen kannalta? Miten nämä erot vaikuttavat yhteistoimintaan?

Vaatimusten tulee olla samat myös tasoitealustalle.

Väliin asennettava tasoite on ylimääräinen kerros. Tasoitteen ja betonin sekä tasoitteen ja pinnoitteen on toimittava yhdessä. Tämän takia tartunta tulee varmistaa joka kerroksen välillä. Betonissa saattaa olla halkeamia ja tasoitteessakin saattaa olla halkeamia, jotka ovat eri kohdassa kuin betonissa.

Betonialustan lujuus tulisi tarkastaa ja tasoitteen tartunta alustaansa tulisi tarkastaa sekä pinnoitteen tartunta tasoitteeseen tulisi tarkistaa. Laadunvarmistustoimenpiteet tulee esittää suunnitelmissa.

4) Mitä ominaisuuksia tasoitteelta vaaditaan, kun sen päälle asennetaan pinnoite? Miksi juuri näitä ominaisuuksia vaaditaan? Kuka määrittelee tasoitteelta vaaditut ominaisuudet / kenen pitäisi määrittellä? Vaikuttavatko arkkitehdin vaatimukset lattialle tasoitteen valintaan? Miten?

Pinnan tulisi olla luja, jotta se kestäisi tasoitteen kutistumat. Riittävät lujuudet antaa materiaalitoimittaja, mutta 1,2 MPa riittää melko pitkälle.

Alustan kosteus tulisi todentaa ennen pinnoitustyöhön ryhtymistä, varsinkin herkän polyuretaanipinnoitteen ollessa kyseessä. Osa polyuretaaneista vaatii RH 90 % alittamista ennen pinnoitusta. Sen sijaan useat akryylit vaativat vain RH 97 %-suhteellisen kosteuden alittamista. Tarkemmat arvot antaa materiaalivalmistaja.

Tasoiheen tulee olla myös puhdas, jotta pinnoite voi tarttua hyvin alustaansa. Arkkitehdin valitsemat materiaalit asettavat vaatimuksia alustalleen.

- 5) Minkälainen tulee olla betonialustan, jotta se voidaan tasoittaa ja pinnoittaa onnistuneesti? Miksi näitä toimenpiteitä vaaditaan? Tuleeko betonialusta esikäsitellä ennen tasoitusta? Miksi?

Jotta tasoihe tarttuu alustaansa, tulee sementtiliima poistaa. Jyrsinnän käyttäminen on sinänsä huono tapa poistaa sementtiliimaa ja epäpuhtauksia, sillä se jättää betonialustan pintaan halkeamia. Mikäli jyrsintä on tarpeen, niin jyrsitty pinta voidaan vielä sinkopuhalttaa, jotta heikot halkeilleet kohdat saadaan poistettua. Timanttihionta on melko yleinen tapa poistaa sementtiliima ja tasoittaa lattian korkoeroja. Hiontapöly tulisi kuitenkin poistaa huolellisesti, myös betonin huokosista, ennen tasoittamisen aloittamista. Teollisuusimurilla ristiin imuroimalla saadaan aikaan hyvä pölyn poisto. Pienissä alueissa voi käyttää imurin suulaketta, jotta pöly saadaan poistettua. Paineilmalla puhaltamalla saadaan pöly tehokkaasti pois.

Saneerauskohteissa ongelmana voi olla, että vuosien varrella on lattiaa tasoitettu useampaan kertaan ja kaikki kerrokset eivät ole tarttuneet edellisiin riittävän hyvin. Tällaisissa kohteissa tartuntaongelma käy usein ilmi vasta pinnoituksen jälkeen.

Hyvän tartunnan ja lujan tasoiheen aikaansaamiseksi tulisi tasoihteessa olevan kosteuden siirtyminen betoniin estää. Yleensä betonin pintaan asennetaan tartunta-aine, joka parantaa tartuntaa sekä estää veden siirtymisen betoniin. Jos vesi pääsisi siirtymään betoniin, niin tasoitemassaan ei jäisi riittävästi vettä hydrataation loppuun saattamiseksi. Vain osittain hydratoitunut tasoihe jää heikoksi ja pölyäväksi.

- 6) Mitkä tekijät tasoiheen kuljetuksessa, varastoinnissa ja käytössä vaikuttavat erityisesti sen lujuus ominaisuuksiin? Vaikuttavatko ympäristöolosuhteet tasoiheen ominaisuuksiin? Miten ne vaikuttavat? Mitä tasoitetyötekniikassa tulee erityisesti huomioida, kun tasoiheen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Varastointiajat tulee huomioida.

Tasoitetyössä tärkein toimenpide on jälkihoito. Tasoitemassasta ei ylimääräinen kosteus saa poistua liian aikaisin. Esimerkiksi betonin pintaan levitetään jälkihoitoaine heti betonin levittämisen jälkeen. Käsitteäkseni tasoihteillakin voi jälkihoitoaineita käyttää. Minimivaatimus on poistaa vetoisuus. Ikkunat ja ovet tulisi sulkea. Ohuista tasoihekerroksista haihtuu vedossa suhteessa paljon vettä, minkä vuoksi tasoiheet halkeilevat.

Mikäli vettä käytetään tasoitemassa liikaa, niin tasoihe erottuu. Erottumisen ja haihtumisen takia, varsinkin paksuissa tasoihekerroksissa, pinnassa korkean vesisementtisuhteen omaava massa halkeilee todella paljon.

Jottei tasoiheen pintaan tulisi ilmakuplia olisi massa syytä piikkitelata. Myös tartunta-aine estää ilmakuplien muodostumista.

Tärisivät laitteet saattavat häiritä hydrataatiota. Hydrataatioreaktion aikana tasoihteella ei vielä ole kovinkaan paljon lujuutta, minkä seurauksena hydrataatiossa muodostuneet piikkimäiset rakenneosat rikkoutuvat. Tämän takia tasoiheen lujuus jää heikomaksi.

- 7) Tarvitseeko tasoitettua pintaa käsitellä ennen kuin sen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Itsestään tasoittuvien tasoihteiden pinta yleensä hiotaan. Ennen primerin asennusta tulisi pöly poistaa. Osa pinnoitteista toimii paremmin, jos niiden primeri ohennetaan. Ohuempi primeri tunkeutuu paremmin alustan mikrorakenteeseen, jolloin saadaan aikaan hyvä tartunta.

- 8) Kuinka pinnoitustyö tulisi suorittaa, kun pinnoitteen alla on tasoihe? Eroaako se jotenkin tilanteesta, jossa pinnoitteen alla on betonialusta? Miksi?

En ole pinnoittamisen ammattilainen, mutta nähdäkseni alustan tulisi olla samanlainen.

Pinnoitustyössä ympäröivän ilma kosteus tulisi olla alle RH 80 %. Polyuretaanit ovat herkempiä tuotteita ja voivat vaatia, että ilmastokosteus on vielä tätäkin alhaisempi.

Alustan lämpötilan tulee olla riittävän korkea. Pinnoitteet kovettuvat kemiallisen reaktion seurauksena ja kemialliset reaktioiden tapahtuvat lämpimämmässä tunnetusti nopeammin kuin kylmässä. Alustan tulee olla myös kuivunut riittävästi.

Osalla pinnoitteista levitetään alustaan ensiksi tartunta-aine. Tartunta-aineen päälle voidaan asentaa sirotehiekkää. Kun varsinainen pinnoite levitetään, niin työhön käytetään säätölastaa, jotta saadaan aikaseksi tasapaksu kerros pinnoitetta. Hiertopinnoiteisiin tehdään vielä pintalakkkaus, jottei pinta jää röpelöiseksi.

Varsinkin polyuretaanipinnoitteiden eri komponentit ovat hyvin tarkkoja siitä, etteivät ne sekoitu ennen kuin on tarkoitus. Tämän takia eri komponentit tulisi punnita eri kannuilla ja sekoittaa omissa astioissa omilla sekoitusvälineillään. Materiaalitoimitajat ohjeistavat oikeaoppiseen tuotteen käyttöön.

9) Miten tasoitetyön laadunvarmistus hoidetaan? Onko siinä parantamisen varaa? Mitä?

Tasoitetyön aikana tulee varmistua siitä, ettei tasoitteesta oleva kosteus pääse siirtymään alustaan, jotta tasoitteesta tulisi riittävän luja. Tasoitetyön jälkihoitoon tulisi myös kiinnittää erityisesti huomiota. Tasoite ei saa kovettumisensa aikana päästä kuivumaan liiaksi.

Tasoitteen tulee päästä myös kuivumaan ennen pinnoitusta. Tämä on oleellista varsinkin paksuilla tasoitekerroksilla, joille tulisi aina tehdä kosteusmittaus. Käytännössä itsessään kuivuvia tasoitteita ei ole, vaikka osa valmistajista lupaakin, että kaikki vesi sioutuu tasoitemassan hydrataatioissa.

Pinnan vetolujuutta ja tasoitteen tartuntalujuus alustaan kannattaa mitata samalla kertaa.

10) Onko tasoitteen ja pinnoitteen yhteiskäytössä parantamisen varaa? Millaisia ongelmia on esiintynyt tasoitteen ja pinnoitteen yhdistämisestä? Mistä ne ovat johtuneet?

Varsinaiisiin tasoitteen ja pinnoitteen yhdistämisestä johtuviin ongelmiin en ole törmännyt. Ongelmia kuitenkin esiintyy maanvaraisissa lattioissa, joissa on epoksinpinnoite. Epoksin pintaan muodostuu osmoottisia kuplia kalvo-osmoosimallin mukaan. Osmoottisia kuplia voi muodostua, jos pinnoitteen kovettimen ja sideaineen suhde on ollut väärä. Tällöin toinen ainesosa ei kulu kokonaan kemiallisessa reaktiossa. Ylijäänyt aines pyrkii laimenemaan maasta nousevasta kosteudesta. Tämän takia tilavuus kasvaa ja tiiviin pinnan takia kosteus ei pääse haihtumaan. Osmoosi aiheuttaa niin suuren paineen, että pinnoite irtoaa alustastaan ja muodostaa näin osmoottisen kuplan, joka on täynnä kosteutta. Osmoottisia kuplia voi myös muodostua, jos liian kostean betonin päälle asennetaan polyuretaanipinnoite. Yleensä tällaiseen tilanteeseen päädytään liiallisen kiireen takia.

Pinnoitteissa saattaa esiintyä myös väriongelmiä, mutta aina ei syytä värimuutoksille ei olla keksitty.

11) Minkälaisiin toimenpiteisiin ryhdytään, jos on todettu, ettei tasoite sovellu pinnoitteen alle? Voiko tasoitteen korjaus aiheuttaa ongelmia? Kuka (yleensä) maksaa epäonnistuneesta tasoitetyöstä aiheutuneet kustannukset? Miksi?

Kokonaisvastuurakentamisessa korjauksen maksaminen kuuluu urakoitsijalle. Usein kuitenkin urakka on pilkottu moneen osaan, joten maksajaa voi olla hankala löytää.

Yleensä pinnoite tulee poistaa, jos osmoottisia kuplia havaitaan. Kosteuden alkuperä tulee selvittää. Yleensä helpoin vaihtoehto on vaihtaa pinnoite sellaiseen, joka läpäisee vesihöyryä. Mikäli osmoottiset kuplat johtuvat työvirheestä, niin tilanne voidaan korjata ja pinnoitus tehdä uudelleen samalla tuotteella.

12) Tuleeko mieleenne vielä jotain lisättävää aiheesta? Mitä?

Liikuntasumoihin tulisi kiinnittää huomiota. Yleensä liikuntasumojen kohdat ovat herkästi rikkoutuvia kohtia. Korjausta tehdessä tulee poistaa riittävästi materiaalia liikuntasuman ympäriltä ja valaa uusi alusta pinnoitteelle. Yleensä näissä kohdissa pinnoite asennetaan kiilamaisesti.

Epoksit ovat hauraita, joten ne halkeilevat betonin mukaan. Polyuretaanit ovat puolestaan elastisia, joten ne pystyvät ottamaan vastaan paremmin halkeamia ja siloittamaan niitä.

Työturvallisuuteen tulee myös kiinnittää huomiota. Hengityssuojaimia ja käsineitä tulisi käyttää.

TKR-pinnoitteet ovat kasviöljy pohjaisia ja erittäin hyviä tuotteita.

- 13) Olisiko teillä tiedossanne kohteita, joista olisi dokumentoitua aineistoa ja, joissa tasoitteen ja pinnoitteen yhdistäminen olisi sujunut erityisen hyvin tai huonosti? Voisinko saada nämä dokumentit osaksi diplomityöni lähdeaineistoa? Tietoja tullaan käsittelemään luottamuksellisesti.

Tasoitteen erottumisesta ja kuivumishalkeamista saattaisi löytyä kuvia. Yleensä näissä kohteissa on kuitenkin käytetty muovimattoa. Muitakin kuvia saattaa löytyä.

Nimi: Sami Niemi  
 Yritys: Vahanen Rakennusfysiikka Oy  
 Titteli: Yksikönpäällikkö  
 Päivä: 23.6.2020  
 Paikka: Puhelinkeskustelu  
 Luottamustoimet: Betonin kosteudenmittauksen RT-kortin 2010 tekninen sihteeri ja ohjeen päivityksen kirjoittaja. Betonirakenteiden päällystämisen ohjeet 2007 yksi pääkirjoittaja ja ohjeen päivityksen aloittelussa 2020 mukana. Betonirakenteiden pinnoitusohjeiden ja kosteusasioiden kommentointia. Pitänyt luentoja betonin kosteudesta ja päällystämisestä muun muassa Ratekolla ja Suomen Betonilattaiyhdistys ry:n koulutuksissa.  
 Aiemmat työtehtävät: Humi-group 1997-2006 tutkimuspäällikkönä seitsemän vuotta. Tämän jälkeen yrityskauppojen mukana siirtynyt Vahaselle ja ollut tutkimuspäällikkönä sekä yksikönpäällikkönä Rakennusfysiikkayksikössä ja Rakennusfysiikka Oy:ssä.  
 Saako vastaukset julkaista: Saa

1) Miksi pinnoitettavia lattiaita tasoitetaan?

Jos betonin suoruus ja lujuus eivät ole riittävät, tasoitetaan lattia ennen pinnoitusta. Tasoittamalla saadaan helposti lattian pinta tasaiseksi ilman epätasaisuuksien pois hiomista. Tasoitteella ei kuitenkaan saada heikkoa betonia kelvolliseksi tai paljoakaan lujuemmaksi, vaan yleensä heikko betonikerros tulee poistaa.

Alkalisuuden ei pitäisi olla ongelma akryyli-, epoksi- tai polyuretaanipinnoitteilla, sillä ne ovat hyvin kestäviä materiaaleja. Alkalin keston lisäksi pinnoitteet kestävät myös kulutusta ja kosteusrasitusta hyvin. Alkalisuuteen liittyvät ongelmat liittyvät lähinnä muovimattoihin ja niiden liimoihin.

Kuitubetonia käytettäessä voi tasoittamisen tarve kasvaa, sillä kuidut saattavat olla koholla valun pinnassa, mikäli valussa on mennyt jokin pieleen. Hiominen ei auta, sillä syvemältä tulee vain uusia kuituja pintaan. Jos pinnoitteeseen ei saa tulla paikallisia paksuuntumia, niin koholla olevien kuitujen takia voidaan lattia joutua tasoittamaan.

2) Suositteletko tasoitetta pinnoitteen alle? Minkälaisia tasoitteita ette suosittelisi pinnoitteen alle? Onko jokin pinnoite (Akryyli, Polyuretaani, Epoksi) sellainen, jonka alle tasoite ei sovellu / soveltuu erityisen hyvin? Vaikuttaako rakennuksen käyttö lattiapinnoitteen ja -tasoitteen yhteensopivuuteen? Miksi?

Ohje, jossa yksioikaisesti suoraan kielletään tasoitteiden käyttö kovaan kulutukseen joutuissa tiloissa, on vanhentunut. Tänä päivänä markkinoilla on hyvinkin kestäviä tasoitteita, jotka ovat vähintään yhtä lujia kuin betonin pintakerros. Turhaan takia tasoitusta ei kuitenkaan tule tehdä.

Pinnoitteiden alle eivät liian heikot tasoitteet sovellu. Kohdekohtaisesti tulisi varmistaa, että tasoite soveltuu esimerkiksi kerrospaksuuksiensa puolesta.

Kaikkia pinnoitteita on käytetty sekä tasoitteen kanssa ja ilman. Pinnoitteiden välillä ei juuri ole eroa siinä soveltuvatko ne tasoitteen päälle vai eivät.

Kovaan rasitukseen joutuissa tiloissa varmin ratkaisu olisi, ettei tasoitetta käytettäisi ollenkaan. Näin saadaan minimoitua kaikki tartuntapinnat. Monilla pinnoitteilla voidaan tasata pieniä alustan epätasaisuuksia eikä tasoitetta välttämättä tarvita.

3) Yleensä pinnoitevalmistajat antavat vaatimuksia betonialustalle. (Lämpötila, kosteus, puristuslujuus, tartuntavetolujuus, puhtaus, vapaa likaisuudesta, ...) Voidaanko näitä vaatimuksia suoraan käyttää myös tasoitteelle? Miksi? Miten tasoite- ja betonialustat eroavat toisistaan pinnoitteen kannalta? Miten nämä erot vaikuttavat yhteistoimintaan?

Betonialustan vaatimuksia ei ehkä pitäisi käyttää sellaisenaan tasoitealustalle. Kuitenkin samat alustan vaatimukset tulee toteutua riippumatta siitä, onko alusta tasoitettu tai ilman tasoitetta. Myös tasoitettavalle betonille olisi asetettava vaatimuksia, jotta alusta kokonaisuudessaan täyttää pinnoitteen asettamat vaatimukset.

Betoni on usein huokoisempi alusta kuin tasoite. Joillekin pinnoitteille huokoinen alusta voi olla paras vaihtoehto, sillä huokoiseen alustaan saadaan aikaan mekaaninen tartunta ns. kynnet alustaan. Huokoinen alusta imee enemmän päälleen tulevaa kerrosta kuin tiivis alusta. Mikäli alusta imee liikaa esimerkiksi primeriä, niin pinnoitekerrokseen



voi tulla ilmakuplia. Toiset pinnoitteet soveltuvat paremmin alustoille, jotka ovat tiiviimpiä. Tämä johtuu siitä, että tälliset pinnoitteet muodostavat tartuntansa liiman tavoin.

- 4) Mitä ominaisuuksia tasoitteelta vaaditaan, kun sen päälle asennetaan pinnoite? Miksi juuri näitä ominaisuuksia vaaditaan? Kuka määrittelee tasoitteelta vaaditut ominaisuudet / kenen pitäisi määrittellä? Vaikuttavatko arkkitehdin vaatimukset lattialle tasoitteen valintaan? Mitä?

Tasoitteen sisäinen lujuus ja tartunta alustaan tulee olla riittävä. Myös betonin lujuuden tulee olla riittävä tasoitteen alla. Huokoisuuden ja imevyyden aste tulee ottaa huomioon, jotta pinnoitteen primeriä voidaan ohentaa riittävästi hyvän tartunnan aikaansaamiseksi. Myös tasoitteen pinnan karheudelle ja sileydelle voidaan antaa vaatimuksia, jotta tartunta saadaan aikaan. Joskus saatetaan vaatia tasoitteelta minimipaksuuksia, mutta nämä vaatimukset liittyvät enemmän alkaliseseen kosteuteen ja mattoliimoihin. Materiaalitoimittajat saattavat kuitenkin tällaisia vaatimuksia esittää mille tahansa pinnoitteelle tai päällysteelle, saadakseen myytyä tuotettaan enemmän. Toinen syy liiallisten vaatimuksien esittämiselle voi olla oman selustan turvaaminen mahdollisissa ongelmatilanteissa. Kaikki vaatimukset tulee täyttää koko lattian alalla. Usein lopputulos ei kuitenkaan ole täysin homogeeninen, jolloin voi muodostua paikallisia ongelma-kohtia.

Periaatteessa suunnittelijan pitäisi määrittellä tasoite, mutta suunnittelijalta ei kuitenkaan voida vaatia kaikkien tuotteiden täydellistä osaamista. Rakennesuunnittelijalla ei aina ole välttämättä edes keinoja määrittellä tasoitteelta vaadittuja ominaisuuksia. Usein on tilanteita, joissa pinnoite valitaan hyvin myöhäisessä vaiheessa rakennushankkeessa. Vasta pinnoitteen valinnan jälkeen voidaan valita tasoite, sillä pinnoitevalmistaja antaa minimivaatimuksia lujuudelle, kosteudelle, suorudelle, sileydelle ja asennusolosuhteille. Toivottavaa olisi, että tuotteet valittaisiin reilusti ajoissa, jonka jälkeen suunnittelija, urakoitsija ja materiaalitoimittaja voisivat keskenään valita sopivan tuotteen. Arkkitehdit määrittelevät tilan käytön ja pinnoitteen yleisvalinnan, mutta eivät osallistu tekniseen tasoitteen valintaan.

- 5) Minkälainen tulee olla betonialustan, jotta se voidaan tasoittaa ja pinnoittaa onnistuneesti? Miksi näitä toimenpiteitä vaaditaan? Tuleeko betonialusta esikäsitellä ennen tasoitusta? Miksi?

Betonin tulee olla riittävän luja, puhdas ja kuiva. Käsittääkseni riittävää karheutta vaaditaan vain sillanrakentamisessa. Yleensä karheutta ei mitata vaan riittävä karheus saavutetaan valitulla sementtiliiman poistotavalla talonrakentamisessa. Karheutta tarkastellaan lähinnä aistinvaraisesti.

Yleisimpiä sementtiliiman poistotapoja ovat timanttihionta, jyrshintä ja sinkopuhdistus. Koska sementtiliiman määrä ja laatu voi vaihdella, niin paperihiontakin voi riittää joissakin tapauksissa. Sementtiliiman poiston laadunvarmistus on tärkeä ja työn jälkeen tulisikin tarkistaa, että sementti liima on saatu poistettua joka paikasta. Aistinvaraisen tarkastelun lisäksi voidaan tehdä vetokokeita kohteen vaativuuden mukaan.

Tasoitteen valmistajilla on aika usein betonille kosteusvaatimuksia, mutta kannattaa myös tutustua pinnoitteen vaatimuksiin. Mitä paksumpi kerros tasoitetta asennetaan, niin sitä enemmän siitä siirtyy kosteutta myös betoniin ja itse tasoitteen ja betonin pintaosan kuivuminen hidastuu. Tasoitteen ja alapuolisen betonin kokonaiskuivumisaika tasoittamisen jälkeen voi olla merkittävästi pidempi kuin tasoitevalmistajan ilmoittama kuivumisaika imemättömillä alustoilla optimiolosuhteissa.

Laserikeilauskartoilla voidaan tarkistaa, että lattia on riittävän suora tasoittamista varten. Liian korkeat kohdat tulee hioa pois ennen tasoitusta, jotta tasoitetta voidaan asentaa ohjeen mukaisen kerrospaksuuden verran. Laserikeilaus tulee kysymykseen kohteissa, joissa lattian tasaisuudelle on erittäin suuria vaatimuksia.

Mikäli pientä aaltoilua sallitaan, niin tasoitusta ei tarvitse tehdä itsesiliävillä tuotteilla. Itsesiliävät tasoitteet voivat valua pienistäkin raoista ja sotkea jo valmista pintaa.

Ennen tasoitusta tulee varmistaa betonin lämpötila ja tasoitusolosuhteet eli ilman lämpötila. Mikäli lattialämmitystä on käytetty betonin kuivattamiseen, niin sen lämpötilaa tulisi alentaa tasoittamisen ajaksi. Liian kuumassa tasoitteen lujuudenkehitys jää heikoksi. Myös epätasainen hydratoituminen lämmityspiirin kohdalla ja niiden välissä voi aiheuttaa halkeamia. Alustan lämpötilasta antaa ohjeet tasoitevalmistaja.

Yleensä tasoitteet vaativat alleen primerin. Primeri on tartuntapohjuste, joten se edesauttaa tartunnan muodostumista tasoitteen ja betonin väliin. Huokoisissa alustoissa primeri vähentää tasoitemassassa olevan veden siirtymistä betoniin. Näin tasoitteeseen jää riittävästi vettä kovettumista varten. Monille tasoitteille on vaihtoehtoisia primereitä, joten primerin valinnassa tulee olla huolellinen ja aina tehdä valinta alustan ja päälle tulevan tasoitteen vaatimusten mukaisesti.

- 6) Mitkä tekijät tasoitteen kuljetuksessa, varastoinnissa ja käytössä vaikuttavat erityisesti sen lujuus ominaisuuksiin? Vaikuttavatko ympäristöolosuhteet tasoitteen ominaisuuksiin? Miten ne vaikuttavat? Mitä tasoitetyötekniikassa tulee erityisesti huomioida, kun tasoitteen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Tasoitteet tulee käyttää ennen parasta ennen päiväystä. Parasta ennen päiväyksen jälkeen tasoitteet menettävät ominaisuuksiaan.

Suurta osaa tasoitetta ei tulisi säilyttää pakkasessa.

Asennuksen aikana tulee työskentelytilassa olla sopiva lämpötila ja ilmankosteus. Tasoitevalmistajat antavat raja-arvot, joissa tuotetta voi käyttää. Varsinkin suoran auringon valon alle joutuvat pinnat ovat yleensä liian suurella lämpötilalla, jonka seurauksena tasoitteeseen voi tulla lujuuskatoa tai tasoitteen kuivuminen tapahtuu liian nopeasti, jolloin vesi ei pääse osallistumaan kemiallisiin reaktioihin. Esimerkiksi talvella kuuman sisäilman suhteellinen kosteus on hyvin alhainen ja se aiheuttaa tasoitteen liian nopean kuivumisen. Alustan lämpötilan tarkkailemiseksi voidaan vaatia lämpökameran käyttöä, jotta saadaan selville lämpötilapoikkeamat.

Työhön tulisi valmistautua huolella. Esimerkiksi sadesuojan puute johtaa usein sateen sattuessa epäonnistuneeseen tasoitukseen. Jos ulkona on kylmä tai tuulee kovaa niin oviaukkojen kohdalla voi esiintyä ongelmia. Tasoitemassoja tulisi käyttää niinä paksuuk-sina, joille ne on ilmoitettu soveltuvan.

Tasoitteen pintaan muodostuvien ilmakuplien estämiseksi tulee tasoitteen primerointi tehdä huolella, jottei tasoitteessa oleva kosteus pääse betoniin ja betonin huokosista poistuva ilma tasoitteeseen. Ilmakuplia saattaa muodostua myös kuivissa ja lämpimissä olosuhteissa, jolloin tasoitemassasta itsestään haihtuu kosteutta nopeasti.

Tärisevät laitteet ovat yleensä teollisuuden korjauskohteiden ongelma. Tärisevillä alueille tasoite leviää herkemmin. Kovettumisen aikana tärinä voi rikkoa sidoksia, joita tasoitteeseen muodostuu. Tärisevissä paikoissa olisi syytä käyttää nopeasti kovettuvaa tasoitetta.

Työssä ei tulisi hätiköidä. Työtä valmisteltaessa tulisi käydä lävitse kaikki mahdolliset epäonnistumisen aiheuttajat ja suunnitella kuinka epäonnistumisilta vältytään. Kaikki ohjeet olisi luettava huolella lävitse ennen työn aloittamista ja niitä tulisi noudattaa.

- 7) Tarvitseeko tasoitettua pintaa käsitellä ennen kuin sen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Lähtökohtaisesti tasoite ei saisi jäädä lopulliseksi pinnaksi. Jotkut tasoitteet hiotaan. Aina kuitenkin hiontaa ei vaadita. Hionnalla saadaan pinnan ilmakuplien reunat hiottua pois. Pinnoite voi myös vaatia tartunnan aikaan saamiseksi karheutta tasoitteen pintaan, joka saavutetaan hionnalla. Mikäli tasoitetta asennetaan käyttöajan loppupuolella voi massa olla hankalampaa levittää, jolloin pinnasta ei saada aivan sileää. Käyttöajalla tarkoitetaan maksimissaan aikaa, joka kuluu sekoituksesta levitykseen, jolloin tasoite saattaa niin sanotusti ”jämiä”. Hionnalla saadaan myös tästä johtuvat epätasaisuudet poistettua.

Pinnoitetta ei asenneta suoraan imevään alustaan vaan sen alle asennetaan primeri.

- 8) Kuinka pinnoitustyö tulisi suorittaa, kun pinnoitteen alla on tasoite? Eroaako se jotenkin tilanteesta, jossa pinnoitteen alla on betonialusta? Miksi?

Tilanteet eivät välttämättä eroa. Primerointi voidaan kuitenkin joutua suorittamaan eri tavalla. Osa pinnoitteista voidaan asentaa suoraan betonin päälle, mutta tasoitteelle asennettaessa pinnoite saattaa vaatia primerin tai toisin päin.

- 9) Miten tasoiteyön laadunvarmistus hoidetaan? Onko siinä parantamisen varaa? Mitä?

Ennakkovalmistautuminen tulee tehdä. Mesta tulee tarkistaa ja merkitä valmiiksi halutut korot.

Työn aikana tulee tarkkailla kerrosvahvuutta ja tasoitemassan seossuhteita. Isoissa kohteissa voidaan ottaa tasoitemassasta näyte työn alkaessa ja loppuessa, josta tutkitaan seossuhteet jälkikäteen. Liiallisen veden käyttö johtaa lujisuuden heikkenemiseen ja kuivumisen hidastumiseen. Myös tasoitteen alkusitoutuminen on hitaampaa, jos vettä on liikaa, jolloin tasoitus kostuttaa alusbetonia pidempään. Itsessään kuivuvien tasoitteiden ja nopeasti kuivuvien tasoitteiden toiminta perustuu siihen, että kemialliset reaktiot käyttävät kaiken veden, joka on tasoitteeseen lisätty. Liiallisen vedenkäytön seurauksena kemialliset reaktiot eivät kykene sitomaan kaikkea vettä, jolloin tasoitemassan tulee antaa kuivua ennen pinnoitusta. Kuivuminen voi tällöin olla hyvinkin hidasta, koska tasoite on tiivistä, koska sitä ei ole tarkoitettu kuivumaan haihtumalla. Asennuksen aikana ja asennuksen jälkeen voidaan mitata olosuhteita.

Työn jälkeen lattian sileyts, tartuntalujuus ja kosteustaso tulee varmistaa. Tartuntalujuutta mitataan yleensä vetokokein paikan päällä. Tämän lisäksi on mahdollista tehdä lierion puristuskoe tai puristuskoe prismaan valetulle tasoitteelle. Sillanrakentamisessa käytetään lasihelmikoetta, jolla varmistetaan, että alusta on riittävän karhea. Sileyden varmistamiseen on varmaankin kehitelty optisia laitteita ja toki aistinvaraista analyysiä ei saa unohtaa. Kun lattia on tasoitettu, niin kosteusmittauksessa tulee huomioida erilainen arviointisyvyys. Tasoitekerroksen paksuuskin pitäisi ottaa huomioon kosteusmittauksen arviointisyvyyttä määritettäessä. Tällä hetkellä kosteusmittausvyvyksiä on tarkassa päällystettävyyden arvioinnissa kolme. Ensimmäinen on betonirakenteen rakennepaksuuden mukaan määräytyvällä arviointisyvytydellä, toinen on ns. välisyvytydellä ja kolmas pinnassa. Yleisessä ohjeessa on puute, joka koskee nimenomaan tilannetta, jossa tulisi varmistua siitä, että tasoite ja tasoittamisessa kostunut betoni on kuivunut riittävästi ennen pinnoitusta.

- 10) Onko tasoitteen ja pinnoitteen yhteiskäytössä parantamisen varaa? Millaisia ongelmia on esiintynyt tasoitteen ja pinnoitteen yhdistämisestä? Mistä ne ovat johtuneet?

Usein ongelmiin johtaa se, ettei tuotteita olla osattu käyttää oikein tai on käytetty vääränlaista tuotetta. Myös huonoissa olosuhteissa tehdyt tasoitukset ovat usein ongelmallisia.

Yleinen ongelma on, ettei tasoite ole kuivunut, vaikka se näyttää pinnastaan vaalealta. Tasoitetta käytettäessä on suurempi riski, että liiallista kosteutta jää betonirakenteeseen. Tämä johtuu siitä, että pinnoitustyö halutaan suorittaa mahdollisimman nopeasti tasoittamisen jälkeen. Tämän lisäksi tasoitevalmistajat antavat ohjeissaan tasoitepaksuuksista riippuvat kuivumisajat. Kuitenkin, jos tasoitetyössä on käytetty liikaa vettä tai, tasoitetta on käytetty oletettua paksumpina kerroksina, niin tasoitevalmistajan kuivumisaika on liian lyhyt. Liialta kosteudesta pinnoite voi jäädä heikoksi ja sen tartunta alustaan voi jäädä heikoksi ja tasoitteen lujittuminen häiriintyy. Osa tasoitevalmistajista on testannut tuotteitaan ja selvittäneet, että kuinka kosteana tasoitteen voi pinnoittaa tiiviillä vettä läpäisemättömällä pinnoitteella, jottei tasoitteen kovettuminen ja lujittuminen häiriintyisi. Yleisohje on, että betonin pinnan suhteellinen kosteus, tasoittamisen jälkeenkin, tulee olla alle 75 % ennen pinnoittamista. Todellisuudessa kosteammat tasoitteet voidaan joskus pinnoittaa ilman ongelmia. Tämän takia tasoitevalmistajien tulisi antaa tasoitekohtaisia betonille määrätyistä yleisohjeista poikkeavia riittävän alhaisia kosteusjakaumia, joiden alittamisen jälkeen heidän tuotteensa olisi mahdollista pinnoittaa.

Varsinkin epoksit ovat hauraita ja särkyvät mikäli alustassa tapahtuu muodonmuutoksia. Usein uusien betonirakenteiden kuivumiskutistuma jatkuu vielä pinnoittamisen jälkeen. Kuivumiskutistuman takia esim. epoksit saattavat särkyä heikoimman tartunnan kohdasta, mikäli betonin pintaosa, tartunta ja pinnoitteen sisäinen lujuus eivät kestä esim. alustan kutistumista pintarakenteille ja niiden tartuntapinnoille syntyviä jännityksiä. Tämän takia kosteudenmittaaminen on tärkeää, jotta saadaan selville turmeltumiseen johtaneet syyt. Tiiviiden pinnoitteiden alla kuivumiskutistuminen tapahtuu hitaasti, joten ongelma saattaa esiintyä vasta vuosien päästä.

- 11) Minkälaisiin toimenpiteisiin ryhdytään, jos on todettu, ettei tasoite sovellu pinnoitteen alle? Voiko tasoitteen korjaus aiheuttaa ongelmia? Kuka (yleensä) maksaa epäonnistuneesta tasoitetyöstä aiheutuneet kustannukset? Miksi?

Mikäli tasoitteessa havaitaan ongelmia enne pinnoitusta väärästä tai huonosta tasoitteesta tai tasoitustyöstä johtuen, niin sopimaton tasoite voidaan poistaa. Tasoitteen poiston jälkeen voidaan tasoitus tehdä uudelleen. Joissain tapauksissa voidaan edellisen tasoitekerroksen päälle tehdä lisätasoitus. Tasoitetta voidaan myös lujittaa esim. primeroinnilla. Tämä tilanne on parempi, sillä tilaa ei olla vielä keretty pinnoittamaan ja ottamaan käyttöön.

Jos liiallista kosteutta havaitaan, niin pinnoitus on mennyt pieleen. Kosteus ei toki ole ainoa mahdollinen syy pinnoituksen epäonnistumiselle. Yleensä asia tulee esille vasta siinä vaiheessa, kun lattian kova käyttö alkaa. Huonojen olosuhteiden kohdat ovat usein oviaukot, joiden korjaaminen voi olla hankalaa, sillä niissä on yleensä paljon liikennettä. Yleensä korjaustoimenpiteenä tasoite ja pinnoite poistetaan molemmat. Toisinaan saatetaan olla, että tasoite on lujaa, mutta pinnoitustyö on epäonnistunut tai pinnoitemateriaali on ollut huonoa. Silloin pelkkä pinnoitteen poistaminen ja uudelleen tekeminen saattaa riittää. Tämän takia olisi hyvä tehdä selvitys siitä millainen korjaustoimenpide on oikein mitoitettu. Pinnoitteen irrottamisen jälkeen alusta saattaa olla epätasainen, joten lisätasoitus voi olla paikallaa. Lisätasoituksen kohdalla tulee kuitenkin tartunnasta varmistua. Paikalliset kopoalueet voidaan mahdollisesti korjata injektoimalla liimahartsilla tai muilla tarkoitukseen sopivilla tuotteilla. Kopoalueiden injektointi on usein käytössä keraamisien laattojen kohdalla.

Rakennesuunnittelija, materiaalitoyttaja, rakennettuja, pääurakoitsija, pinnoiteurakoitsija ja käyttäjä ovat eri osapuolia rakennushankkeessa, joiden toiminnan seurauksena lattia voi vaurioitua tai alittaa laatuvaatimukset. Mikäli tästä joukosta voidaan nimetä joku, joka on selkeästi suurin epäonnistumisen aiheuttaja, niin joutuu hän yleensä maksamaan korjauksen. Maksaja voi olla se, joka on tehnyt työvirheen, valinnut sopimattoman materiaalin, toimittanut epäkurantin tuotteen, käyttänyt väärin tai ei ole mahdollistanut kelvollisen työn tekemistä. Todellisuudessa syypää ei aina joudu maksamaan, vaan asiasta voidaan keskustella ja sopia. Usein suurimmaksi kustannukseksi tulee korjaustoimista aiheutuva haitta rakennuksen käytölle eikä itse korjaustyö. Mikäli sopimusasiakirjoihin tuotteen toimittaja tai urakoitsija saa annettua lausunnon, jossa toteaa, ettei anna takuuta työlle esimerkiksi sen takia, ettei alusta ole riittävän kuiva, niin hän tuskin joutuu maksamaan korjauksia. Takuuajan voimassaollessa tilaaja usein keskustelee pääurakoitsijan kanssa, mikäli ongelmia ilmenee. Korjauskohteissa, joissa koko työn on tehnyt yksi urakoitsija niin vastuu on selkeämpi. Silloin virhe johtuu yleensä joko vääränlaisesta käytöstä tai urakoitsijan virheestä.

12) Tuleeko mieleenne vielä jotain lisättävää aiheesta? Mitä?

Kommentoin yleisellä tasolla menemättä pinnoite- tai tasoitetyyppeihin. Haastatelluista saatava tilastotieto on myös mielenkiintoista. Jos jokin menee mönkään, niin yleensä syynä on tietämättömyys tai liian suuren riskin ottaminen. Kun epäonnistuminen käy ilmi niin syyt siihen tulisi selvittää rauhassa ja erilaisia ohjeita syiden selvittämiseen tulisi olla saatavilla. Osakorjausten tekeminen on ympäristöystävällisempään kuin koko rakenteen uusiminen. Tämän takia epäonnistumisien syyt tulisi selvittää, jotta korjaustoimenpiteet osataan mitoittaa oikein. Korjausta tehdessä tulee pohtia, voidaanko pienet esteettiset virheet sallia ympäristösyistä. Betonityöntekijän näkökulma voisi olla hyvä saada mukaan, jotta saataisiin kaikki syyt tasoittamistarpeelle selville.

13) Olisiko teillä tiedossanne kohteita, joista olisi dokumentoitua aineistoa ja, joissa tasoitteen ja pinnoitteen yhdistäminen olisi sujunut erityisen hyvin tai huonosti? Voisinko saada nämä dokumentit osaksi diplomityöni lähdeaineistoa? Tietoja tullaan käsittelemään luottamuksellisesti.

Selvitetään, jos sattuisi löytymään.

Nimi: Veikko Leino  
 Yritys: Sweco Rakennetekniikka Oy  
 Titteli: Suunnittelupäällikkö  
 Päivä: 04.06.2020  
 Paikka: Teams kokous  
 Luottamustoimet: Suomen Betonilattaiyhdistys ry, hallituksen jäsen  
 Aiemmat työtehtävät: Aloittanut Aaro Kohonen Oy:ssä vuonna 1985, josta siirtynyt yrityskauppojen myötä Swecolle  
 Saako vastaukset julkaista: Saa

1) Miksi pinnoitettavia lattioita tasoitetaan?

Raakavalun pinta ei ole riittävän tasainen pinnoitteelle. Urakoitsijat voivat haluta, että erillinen tasoitus tehdään ennen pinnoitusta. Tämä voi johtua siitä, että pinnoitettava alue on laaja ja riittävän tasaisen betonipinnan aikaansaaminen olisi hankalaa ja työlästä.

Itselläni ei ole kokemusta tilanteesta, jossa betonin alkalisuus olisi ollut syy tasoitteen käytölle pinnoitteen alla. Tällaisiakin tilanteita voi tuki esiintyä.

2) Suosittelisitko tasoitetta pinnoitteen alle? Minkälaisia tasoitteita ette suosittelisi pinnoitteen alle? Onko jokin pinnoite (Akryyli, Polyuretaani, Epoksi) sellainen, jonka alle tasoite ei sovellu / soveltuu erityisen hyvin? Vaikuttaako rakennuksen käyttö lattiapinnoitteen ja -tasoitteen yhteensopivuuteen? Miksi?

Tasoitteen käyttö voi olla monissa tapauksissa perusteltua. Tasoitteen tulee olla kohteeseen sopiva ja tasoitustyö tulee tehdä asianmukaisesti, jotta lattia onnistuisi. Tasoitteen tulee olla riittävän luja ja paksu. Pelkkä tasoitemassan lujuus ei riitä, sillä tasoitteen tulee myös muodostaa tartunta kantavaan rakenteeseen. Tasoitteen paksuuden kanssa tulee noudattaa valmistajan ohjeita.

Tasoite kannattaa valita pykälää lujempaan, kuin mitä vaadittaisiin, sillä se varmistaa riittävän lujuuden saavuttamisen. Tasoitteen minimilujuusvaatimus riippuu lattian käyttörasituksesta. Keskisuureen rasitukseen joutuvan lattian tasoitteen lujuuden tulee olla pääsääntöisesti vähintään C25. Kovaan käyttörasitukseen joutuvan tasoitteen minimilujuus on suurempi.

Tasoitteen tartunta alustaan on syytä varmistaa tartuntavetokokein. Tasoitteen tulee saavuttaa määrätty tartuntavetolujuus. Määrätty tartuntavetolujuus tulee olla pinnoitteen ja tasoitteen välillä sekä tasoitteen ja kantavan rakenteen välillä. Kovaan käyttörasitukseen joutuva lattian tasoitteen vetolujuuden tulisi olla vähintään 2 N/mm<sup>2</sup>. Keskisuureen rasitukseen joutuvan lattian tasoitteen vetolujuuden tulee olla vähintään luokkaa 1,2-1,5 N/mm<sup>2</sup>.

Pinnoitemateriaaleista ei voi nostaa esiin sellaista, jonka käyttö tasoitteiden kanssa olisi hankalampaa kuin muiden. Työtä suunniteltaessa tulee vain valita oikeat materiaalit ja sopivat tuotteet, jotta voidaan onnistua.

3) Yleensä pinnoitevalmistajat antavat vaatimuksia betonialustalle. (Lämpötila, kosteus, puristuslujuus, tartuntavetolujuus, puhtaus, vapaa likaisuudesta, ...) Voidaanko näitä vaatimuksia suoraan käyttää myös tasoitteelle? Miksi? Miten tasoite- ja betonialustat eroavat toisistaan pinnoitteen kannalta? Miten nämä erot vaikuttavat yhteistoimintaan?

Tasoitteiden tulisi täyttää aika pitkälle samat vaatimukset kuin betonialustankin.

Koska tasoitteet tehdään ohuin kerroksina ja juoksevina massoina on niissä raekoko huomattavasti pienempi kuin alla olevassa betonissa. Tasoitekerros ei saa kuivua liian nopeasti, sillä silloin haluttua lujuutta ei välttämättä saavuteta. Tasoitekerros tulisi jätellä jälkihoitaa tarvittaessa valmistajan ohjeen mukaan.

4) Mitä ominaisuuksia tasoitteelta vaaditaan, kun sen päälle asennetaan pinnoite? Miksi juuri näitä ominaisuuksia vaaditaan? Kuka määrittelee tasoitteelta vaaditut ominaisuudet / kenen pitäisi määrittellä? Vaikuttavatko arkkitehdin vaatimukset lattialle tasoitteen valintaan? Miten?

Tasoihteelta vaaditaan riittävää lujuutta, tasaisuutta ja tartuntaa. Tasoihteet ovat hyvin herkkiä vesimäärän kasvatuksesta aiheutuvan lujuuden alenemiselle. Lujuus jää myös liian alhaiseksi, jos tuotetta käytetään sen edellyttämiä kerrospaksuuksia vähemmän. Tartuntaan vaikuttaa suuresti alustan puhtaus.

Tasoihteen vaatimukset lähtevät valitun pinnoitteen alustalleen asettamista vaatimuksista. Parhaaseen lopputulokseen päästäisiin, jos tasoihte valitaan yhteistyössä rakennesuunnittelijan, tasoihtemateriaalitoimittajan ja tasoihteurakoitsijan kanssa.

Arkkitehti valitsee pinnoitteen ja lattian ulkonäön vaatimukset sekä voi osallistua muiden erityisvaatimusten asettamiseen.

- 5) Minkälainen tulee olla betonialustan, jotta se voidaan tasoihtaa ja pinnoittaa onnistuneesti? Miksi näitä toimenpiteitä vaaditaan? Tuleeko betonialusta esikäsitellä ennen tasoihtamista? Miksi?

Betonialustan tulee olla riittävän tasainen. Betonin tulee myös olla kuivunut riittävän pitkälle. Alustan tulee olla myös puhdas, jotta tartunta saadaan aikaiseksi. Käytännössä pinnan tulee olla sellainen, että haluttu tartuntavetolujuus saavutetaan.

Betonialusta ei saa olla kiiltävä sementtiliimasta vaan pinnan tulee olla karhea. Alustan vaatimukset on hyvä tarkistaa materiaalikohtaisesti. Alustan hiomis- ja primerointitarve tulee tarkistaa tapauskohtaisesti.

- 6) Mitkä tekijät tasoihteen kuljetuksessa, varastoinnissa ja käytössä vaikuttavat erityisesti sen lujuusominaisuuksiin? Vaikuttavatko ympäristöolosuhteet tasoihteen ominaisuuksiin? Miten ne vaikuttavat? Mitä tasoihtetötekniikassa tulee erityisesti huomioida, kun tasoihteen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Varastointi tulee tehdä hyvissä olosuhteissa. Varastointilan tulee olla kuiva ja varastointi aika ei saa olla liian pitkä. Valmistajan ohjeita kannattaa tässäkin yhteydessä noudattaa. Mikäli tasoihtemassa tuodaan pumppuautolla, niin kuljetusmatka ei saisi olla liian pitkä, jottei tasoihte pääse vanhenemaan kuljetuksen aikana.

Tasoihtemassaa tulee käyttää valmistajan ohjeiden mukaan. Lämpötilan tulee olla hallittu työn aikana. Mestän tulee olla sääsuojattu, jottei sade pääse pilaamaan tasoihtetta. Mestän vieressä ei saa olla pölyävää työpistettä, jottei puhdistettu mesta likaannu. Voimakkaasti väriseviä koneita ei saisi olla tasoihtettavalla alueella tai välittömästi sen vieressä, sillä voimakas liike vaikuttaa sitoutumiseen.

- 7) Tarvitseeko tasoihtettua pintaa käsitellä ennen kuin sen päälle tulee pinnoite? Miksi?

Pinnan käsittely tulee tehdä valmistajan ohjeen mukaan. Mikäli tasoihte ei täytä esimerkiksi tasaisuusvaatimuksia, niin tulee tasoihtetta käsitellä ennen pinnoitusta. Epätasaisia tasoihtepintoja voidaan hioa tasaisemmiksi.

- 8) Kuinka pinnoitustyö tulisi suorittaa, kun pinnoitteen alla on tasoihte? Eroaako se jotenkin tilanteesta, jossa pinnoitteen alla on betonialusta? Miksi?

Tasoihte ja betonialustan ei pääsääntöisesti pitäisi erota toisistaan. Lähtökohtana on tasainen alusta, joka on sopiva pinnoitteelle.

- 9) Miten tasoihteyden laadunvarmistus hoidetaan? Onko siinä parantamisen varaa? Mitä?

Suunnittelijat eivät pääsääntöisesti ota kantaa tasoihteyden laadunvarmistukseen. Työmaalla voidaan mitata tasoihtepinnan tasaisuutta ja tarvittaessa tartunta voidaan myös mitata vetokokeella. Tartunnan mittaus tulee yleensä kysymykseen, jos epäillään, ettei tasoihte täytä tartuntavetolujuusvaatimuksia tai jos tartunnasta halutaan varmistua ennen pinnoitustyön aloittamista.

Silmämääräinen arviointi voidaan tehdä muun muassa ilmakuplien osalta. Ilmakuplat ovat usein peräisin massan levitysvaiheessa massan sisään jääneestä ilmasta. Tämän takia tasoihtemassan sekoittaminen tulee tehdä huolellisesti.

Työmaalla tulisi tehdä työsuunnitelma myös tasoitetöistä. Työnjohdon tulisi seurata työn etenemistä ja heidän tulisi varmistaa, että käytetty massa on sellaista, mitä kohteeseen halutaan. Työnjohdon tulisi myös varmistua siitä, että tasoitemassaa käytetään oikean paksuisena kerroksena ja että tasoitemassan pinta tulee oikeaan tasoon.

- 10) Onko tasoitteen ja pinnoitteen yhteiskäytössä parantamisen varaa? Millaisia ongelmia on esiintynyt tasoitteen ja pinnoitteen yhdistämisestä? Mistä ne ovat johtuneet?

Pinnoite voi irrota tasoitteesta. Syynä voi olla se, ettei tartunta ei ole riittävä. Joskus tasoitteen tartunta alustaansa ei ole riittävä ja sekä tasoite että pinnoite irtoavat. Melko pitkälti tartunnan puutteet johtuvat työvirheistä. Syynä voi olla myös yhteensopimattomat tuotteet.

Tasoite on myös saattanut joskus murtua pinnoitteen alla. Syynä murtumiseen voi olla se, että tasoitetta on käytetty liian suurina kerrospaksuuksina valun korkovirheen takia.

- 11) Minkälaisiin toimenpiteisiin ryhdytään, jos on todettu, ettei tasoite sovellu pinnoitteen alle? Voiko tasoitteen korjaus aiheuttaa ongelmia? Kuka (yleensä) maksaa epäonnistuneesta tasoitetyöstä aiheutuneet kustannukset? Miksi?

Ongelmatilanteet tulee käydä aina tapauskohtaisesti lävitse materiaalitoimittajien ja suunnittelijan kanssa. Ongelmatilanteessa tasoitteen päällä oleva pinnoite tulee esimerkiksi hioa tai rouhia pois ja tehdä uudelleen tasoitteen kanssa yhteen sopivalla pinnoitteella. Mikäli tasoite ei sovellu pinnoitteen alustaksi, niin tulee sekä pinnoite että tasoite poistaa ja tehdä uudelleen.

- 12) Tuleeko mieleenne vielä jotain lisättävää aiheesta? Mitä?

Tasoitteiden ja pinnoitteiden yhdistäminen on haastavaa suunnittelijalle.

- 13) Olisiko teillä tiedossanne kohteita, joista olisi dokumentoitua aineistoa ja, joissa tasoitteen ja pinnoitteen yhdistäminen olisi sujunut erityisen hyvin tai huonosti? Voisinko saada nämä dokumentit osaksi diplomityöni lähdeaineistoa? Tietoja tullaan käsittelemään luottamuksellisesti.

En osaa sanoa, selvitän asiaa.

## LIITE B: TARTUNTAVETOKOKEIDEN TULOKSET

### Eri murtumatyypit:

X	Alustan kohesiomurtuma
X/A	Alustan ja tasoitteen välinen adheesiomurtuma
A	Tasoitteen kohesiomurtuma
A/B	Tasoitteen ja pinnoitteen välinen adheesiomurtuma
B	Pinnoitteen kohesiomurtuma
-/Y	Pinnoitteen ja liiman välinen adheesiomurtuma

Tilastomatemattisesti on osoitettu, että virheen tarkasteluun soveltuu parhaiten keskiarvon keskiarvo eli vaihteluväli, jolle mittausarjan keskiarvo osuu 68 % todennäköisyydellä.

### Käytetyt kaavat:

Keskiarvo:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}$$

Otoskeskihajonta:

$$S_{n-1} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Keskiarvon keskiarvo:

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}} = \frac{S_{n-1}}{\sqrt{n}}$$

Suhteellinen virhe:

$$\text{Suhteellinen virhe} = \frac{\text{absoluuttinen virhe}}{\text{kokeellinen arvo}} = \frac{S_{\bar{x}}}{\bar{x}}$$

Vetonastan pinta-ala:

$$A = \pi(d/2)^2$$

Tartuntavetolujuus:

$$\sigma_t = \frac{x_i}{A}$$



**Kylmä ja kostea alusta:**

Casco Floor Expert CLS

Nanten akryyli

Vetokoe:

15.2.2021

Pohjustus: 8.2.2021

Pohjustus ja  
runkomassa:

11.2.2021

Vetonastan  
halkaisija d:

50 mm

Tasoitus: 8.2.2021

Pintalakka:

12.2.2021

Hiointa: 10.2.2021

Kerrosspaksuus: 3 mm

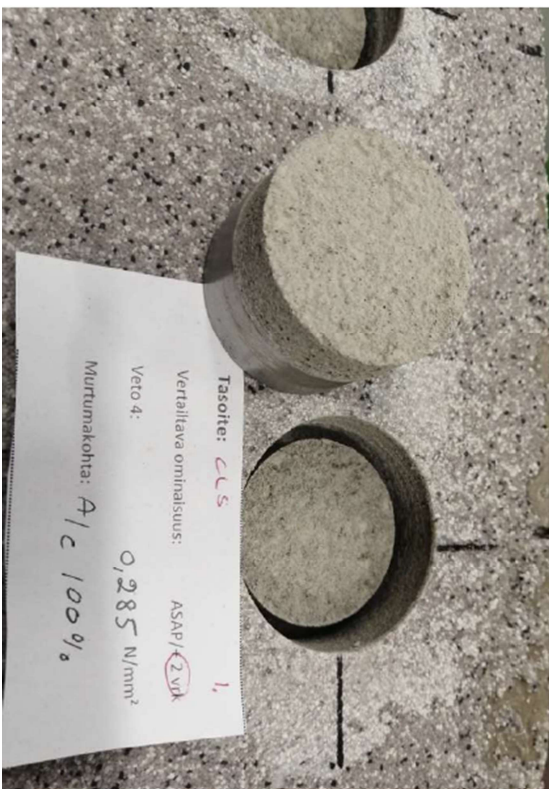
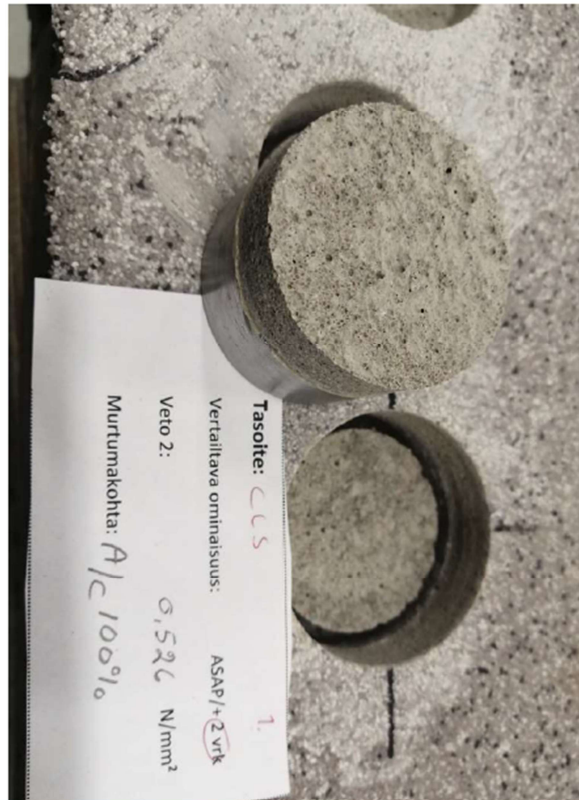
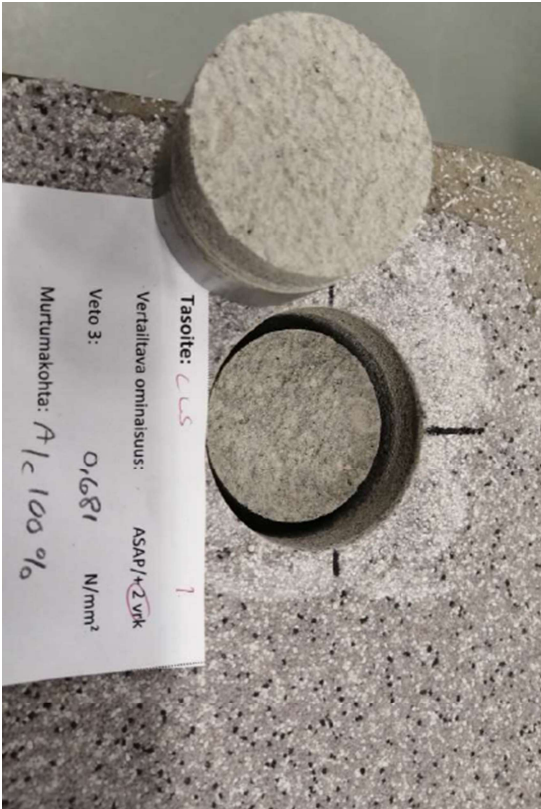
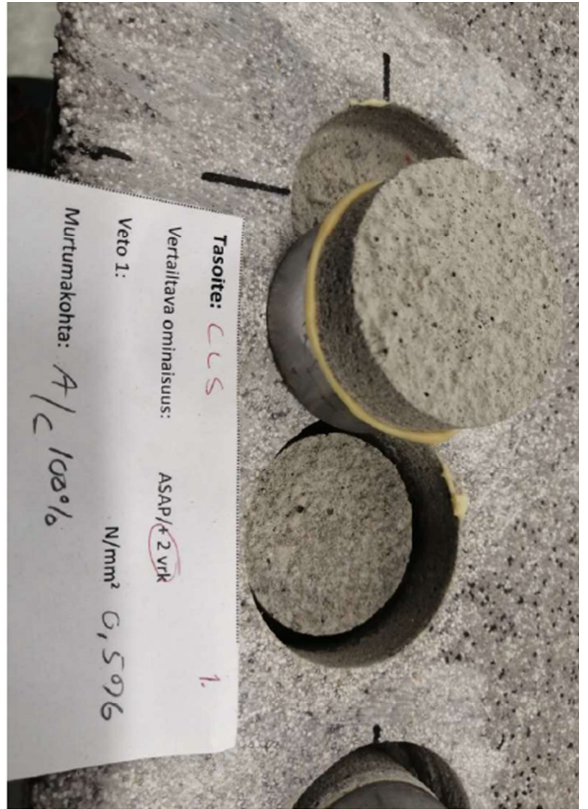
Kerrosspaksuus: 13 mm

	Murtokuorma [N]	Tartuntavetolujuus [N/mm <sup>2</sup> ]	Murtotapa
Veto 1.	1170	0,6	X/A 100 %
Veto 2.	1033	0,5	X/A 100 %
Veto 3.	1338	0,7	X/A 100 %
Veto 4.	560	0,3	X/A 100 %
Keskiarvo	1025	0,5	X/A 100 %
Otos-keskihajonta	334	0,2	
Keskiarvon keskivirhe	167	0,1	
Suhteellinen virhe	16 %	16 %	

Tartuntavetolujuus:

**0,5 ± 0,1 N/mm<sup>2</sup>**

Kuvat Contesta Jaakko Roinisto



**Hyvä alusta:****Casco Floor Expert CLS****Nanten akryyli**

Vetokoe:

15.2.2021

Pohjustus:

10.2.2021

Pohjustus ja  
runkomassa:

11.2.2021

Vetonastan  
halkaisija d:

50 mm

Tasoitus:

10.2.2021

Pintalakka:

12.2.2021

Pinta kaavittu:

10.2.2021

Kerrossaksuus:

4,5 mm

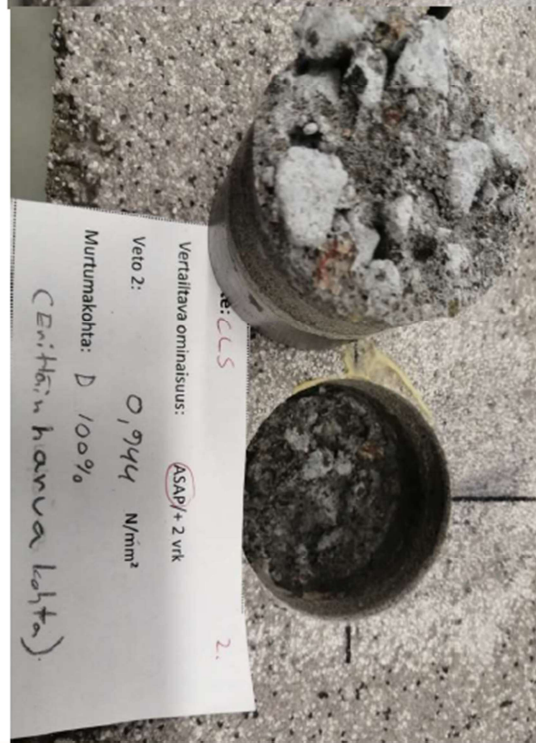
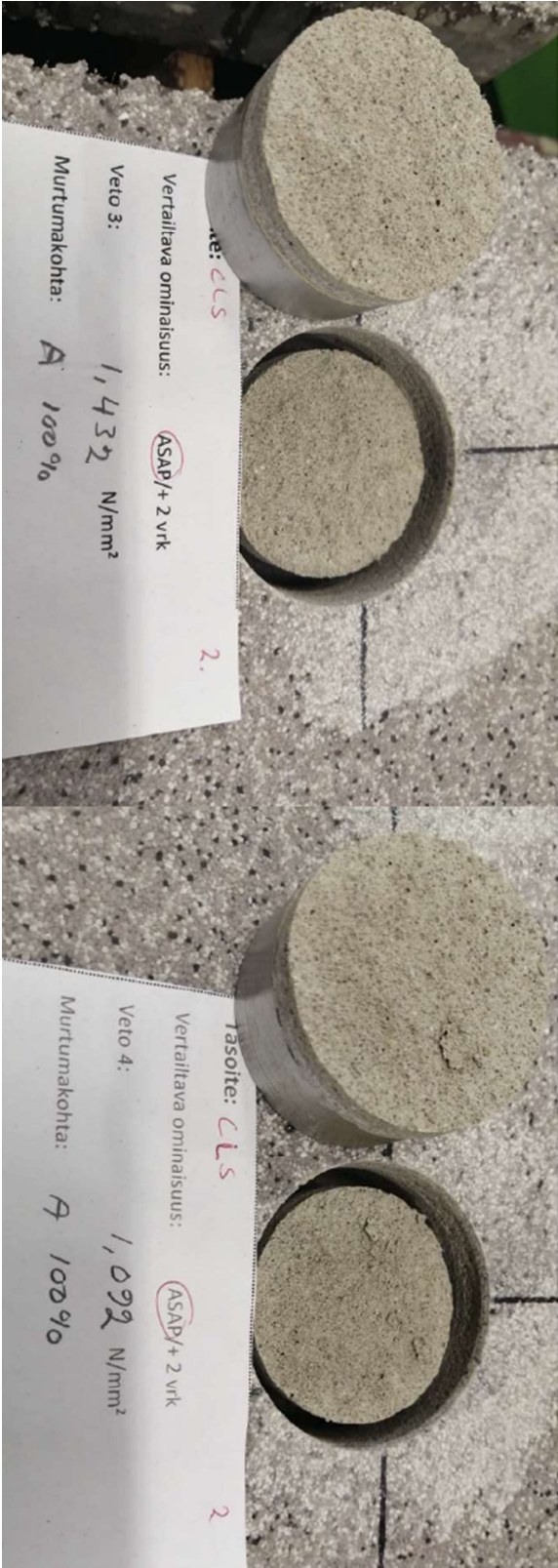
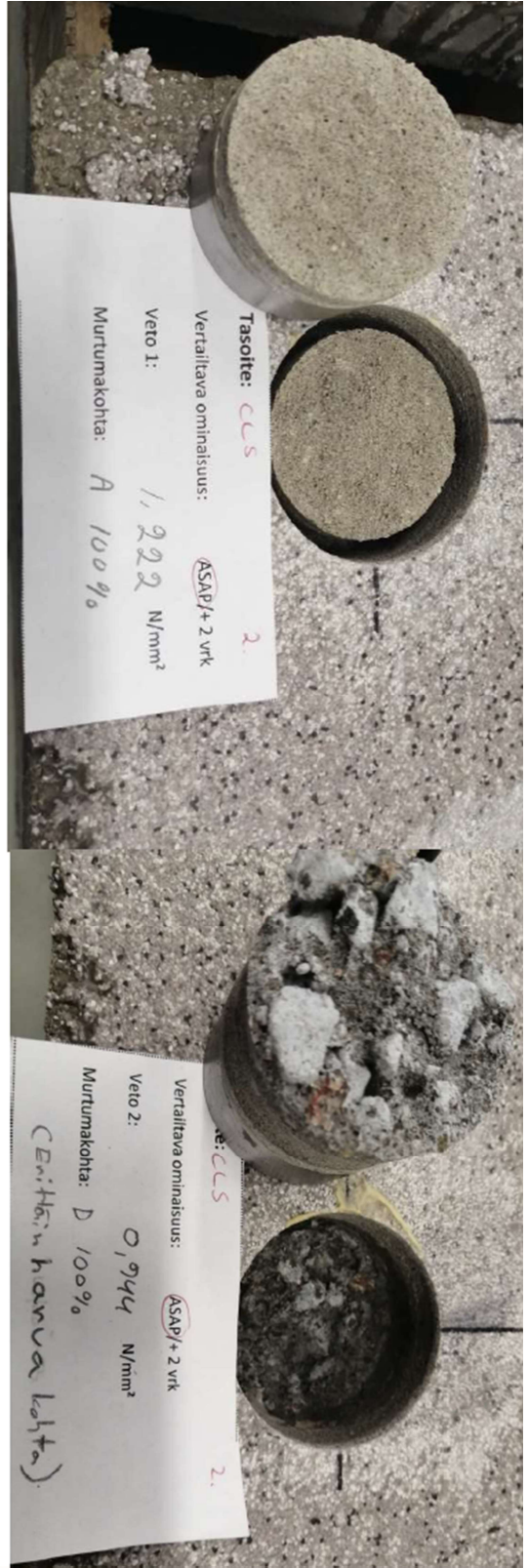
Kerrossaksuus: 15 mm

	Murtokuorma [N]	Tartuntavetolujuus [N/mm <sup>2</sup> ]	Murtotapa
Veto 1.	2401	1,2	A 100 %
Veto 2.	1855	0,9	D 100 %
Veto 3.	2813	1,4	A 100 %
Veto 4.	2144	1,1	A 100 %
Keskiarvo	2303	1,2	A : D 75 % : 25 %
Otos-keskinajonta	406	0,2	
Keskiarvon keskivirhe	203	0,1	
Suhteellinen virhe	9 %	9 %	

Tartuntavetolujuus:

**1,2 ± 0,1 N/mm<sup>2</sup>****Kuvat Contesta Jaakko Roinisto**





**Hiomaton tasote****PCI Periplan Multi****Nantten akryyli**

Vetokoe: 15.2.2021

Pohjustus: 8.2.2021

Pohjustus ja  
runkomassa: 11.2.2021Vetonastan  
halkaisija d: 50 mm

Tasointus: 9.2.2021

Pintalaka: 12.2.2021

Ei hiontaa

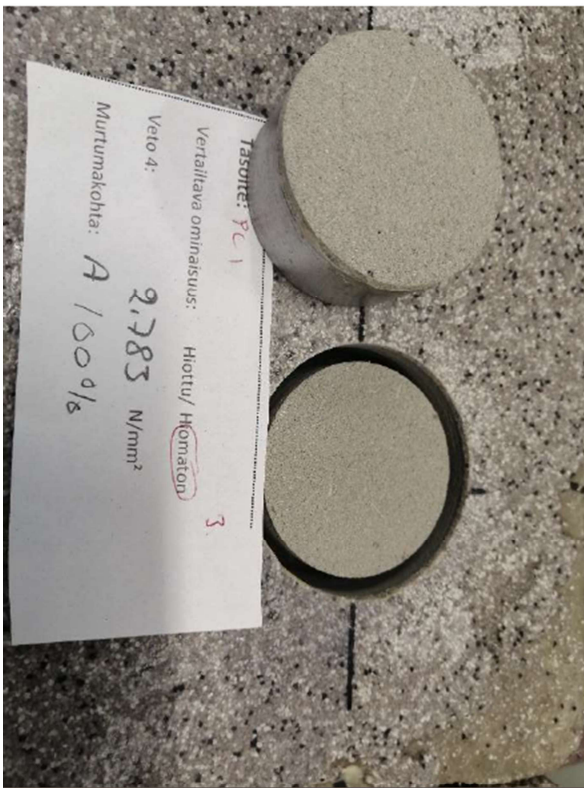
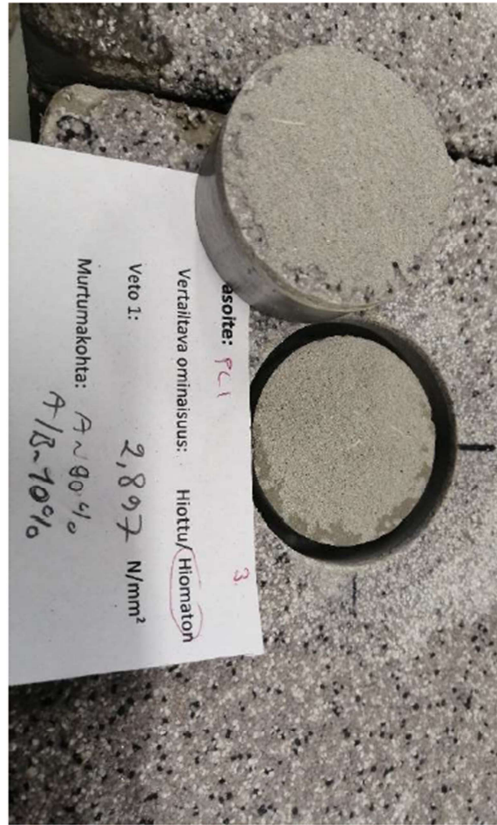
Kerrosaksuus: 4 mm

Kerrosaksuus: 10 mm

	Murtokuorma [N]	Tartuntaveto- lujuus [N/mm <sup>2</sup> ]	Murtotapa	
Veto 1.	5690	2,9	A 90 % A/B 10 %	Tartuntaveto- lujuus:
Veto 2.	4770	2,4	X 100 %	
Veto 3.	4380	2,2	A 95 % A/B 5 %	
Veto 4.	5470	2,8	A 70 % A/B 5 % X 25 %	
Keskiarvo	5078	2,6	A : A/B : X 64 % : 5 % : 31%	<b>2,6 ± 0,2 N/mm<sup>2</sup></b>
Otos-keskihajonta	608	0,3		
Keskiarvon keskivirhe	304	0,2		
Suhteellinen virhe	6 %	6 %		

**Kuvat Contesta Jaakko Roinisto**





**Hioittu tasointe****PCI Periplan Multi****Nanten akryyli**

Vetokoe: 15.2.2021

## Pohjustus ja

Vetonastan

Pohjustus: 8.2.2021

runkomassa: 11.2.2021

halkaisija d: 50 mm

Tasoitus: 9.2.2021

Pintalakka: 12.2.2021

Hiottu: 10.2.2021

Kerrosspaksuus: 4 mm

Kerrosspaksuus: 10 mm

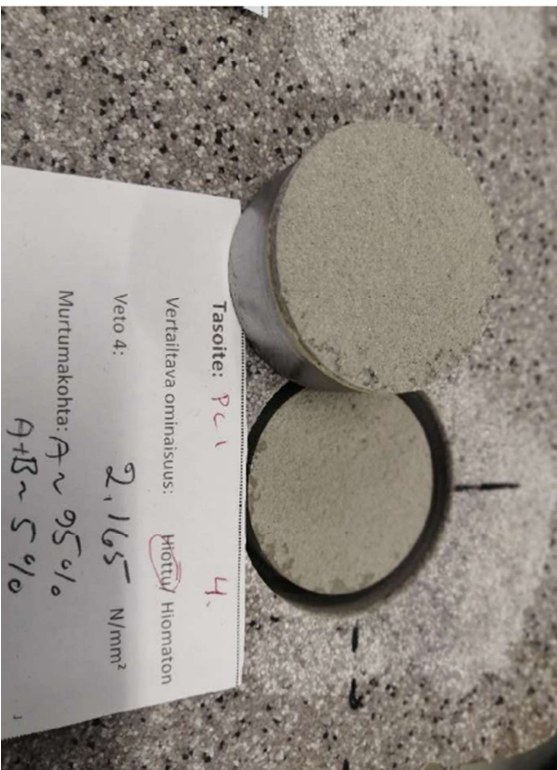
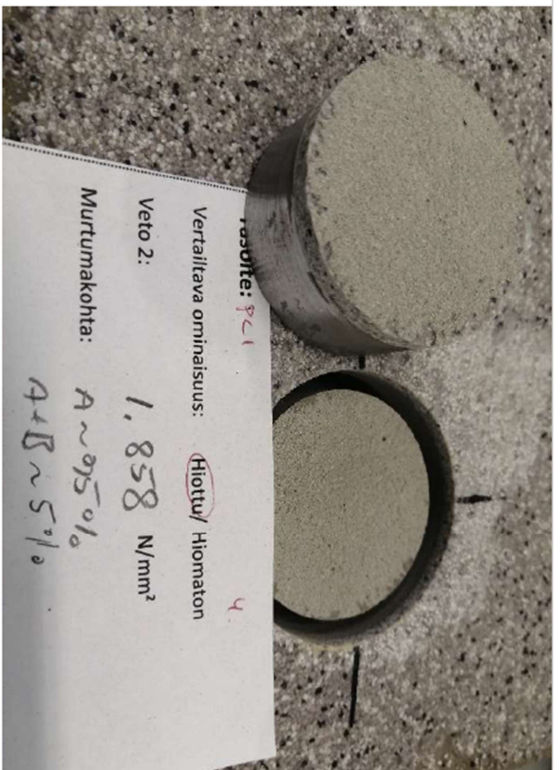
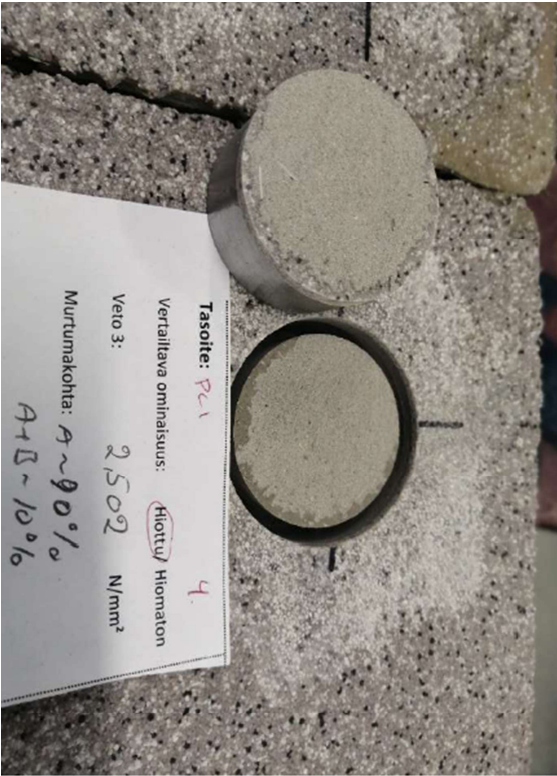
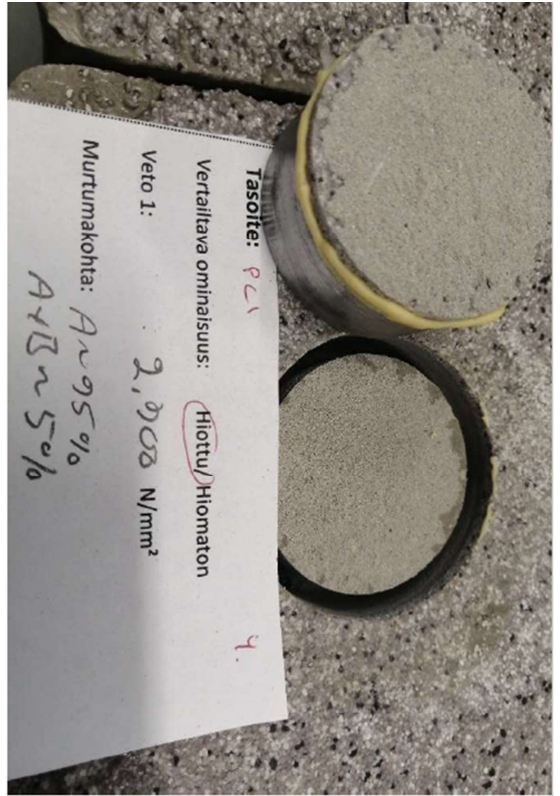
	Murtokuorma [N]	Tartuntavetolujuus [N/mm <sup>2</sup> ]	Murtotapa
Veto 1.	5700	2,9	A 95 % B 5 %
Veto 2.	3650	1,9	A 95 % B 5 %
Veto 3.	4910	2,5	A 90 % B 10 %
Veto 4.	4250	2,2	A 95 % B 5 %
A : B			
Keskiarvo	4628	2,4	94 % : 6 %
Otos-keskihajonta	881	0,4	
Keskiarvon keskivirhe	440	0,2	
Suhteellinen virhe	10 %	10 %	

Tartuntavetolujuus:

**2,4 ± 0,2 N/mm<sup>2</sup>**

Kuvat Contesta Jaakko Roinisto







**Ohut kerrospaksuus (lyhyt kuivumisaika)**

FlowBase

Master Chemicals akryyli

Vetokoe:

22.2.2021

Pohjustus: 12.2.2021

Pohjustus ja

Vetonastan

halkaisija d: 50 mm

Tasointus: 12.2.2021

runkomassa: 18.2.2021

Pintalakka: 18.2.2021

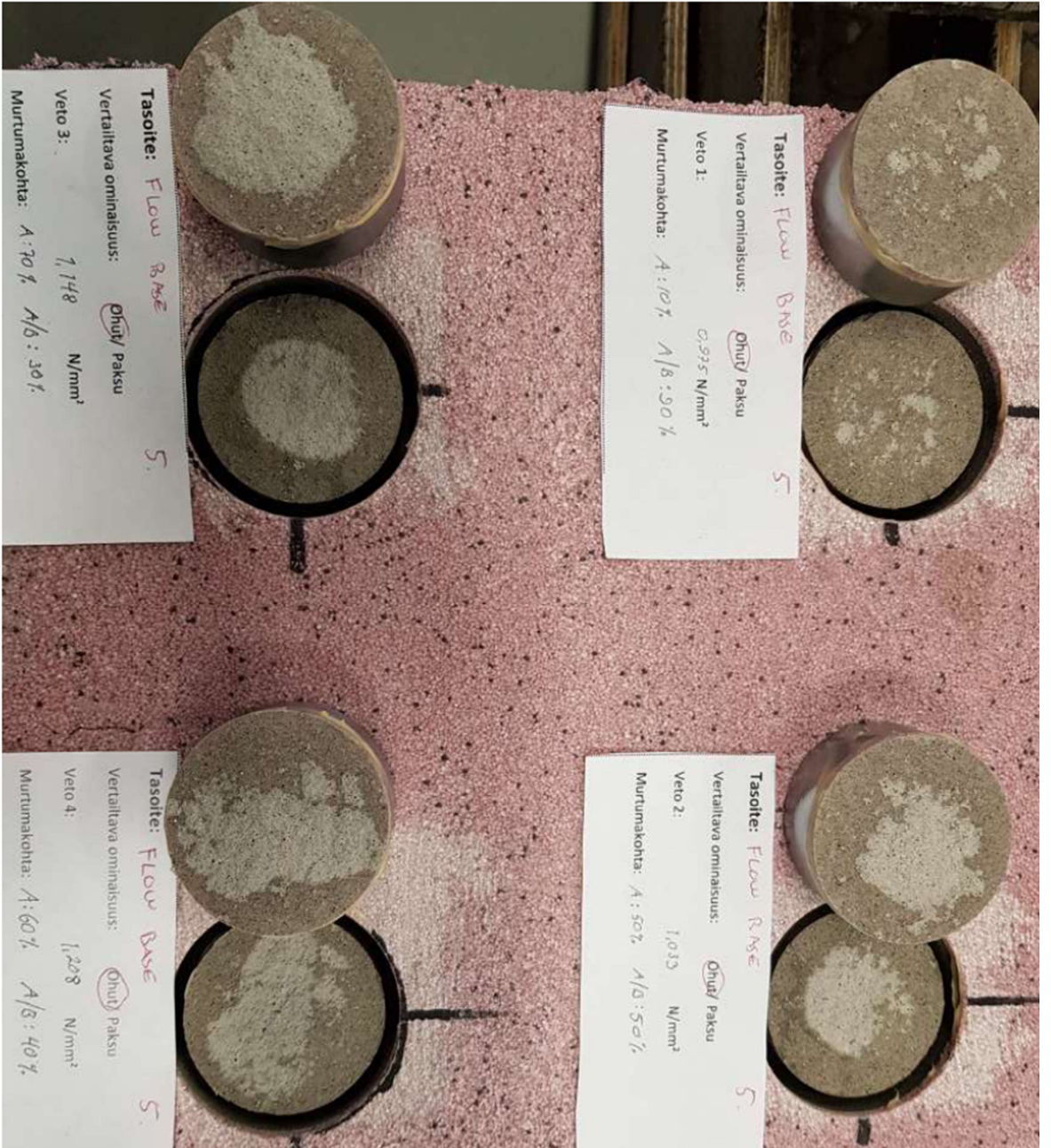
Hiottu: 17.2.2021

Kerrospaksuus: 5 mm

Kerrospaksuus: 7 mm

	Murtokuorma [N]	Tartuntavetolujuus [N/mm <sup>2</sup> ]	Murtotapa	
Veto 1.	1914	1,0	A 10 % A/B 90 %	
Veto 2.	2028	1,0	A 50 % A/B 50 %	
Veto 3.	2254	1,1	A 70 % A/B 30 %	
Veto 4.	2372	1,2	A 60 % A/B 40 %	Tartuntavetolujuus:
			A : A/B	
Keskiarvo	2142	1,1	48 % : 52 %	<b>1,1 ± 0,1 N/mm<sup>2</sup></b>
Otos-keskihajonta	209	0,1		
Keskiarvon keskivirhe	104	0,1		
Suhteellinen virhe	5 %	5 %		

Kuvat Contesta Jaakko Roinisto



**Yleinen kerrospaksuus****FlowBase****Master Chemicals akryyli**

Vetokoe:

1.3.2021

Pohjustus ja

Vetonaстан

Pohjustus: 12.2.2021

25.2.2021

halkaisija: 50 mm

Tasoitus: 12.2.2021

Pintalakka: 25.2.2021

Hiottu: 22.2.2021

Kerrospaksuus: 5 mm

Kerrospaksuus: 10 mm

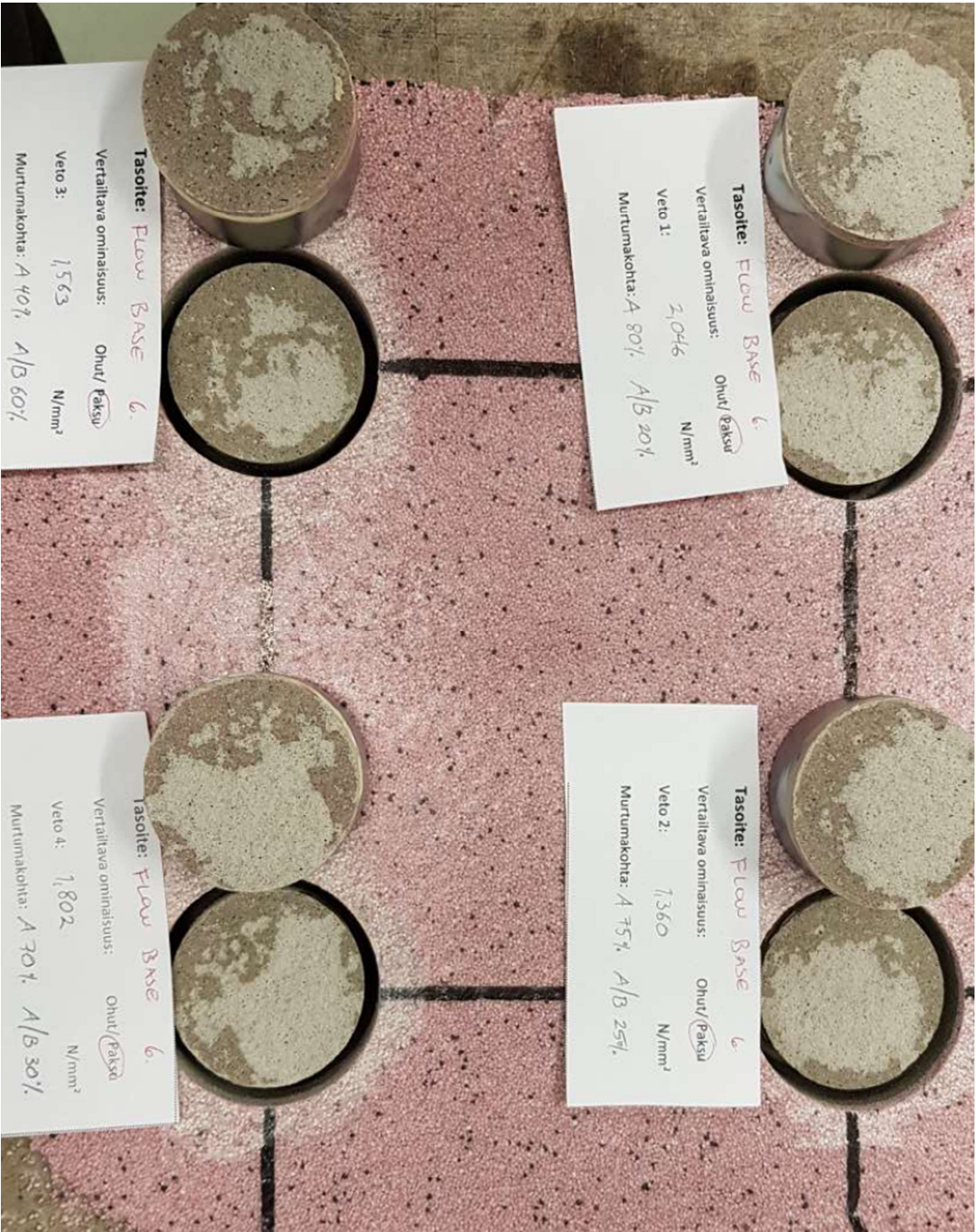
	Murtokuorma [N]	Tartuntavetolujuus [N/mm <sup>2</sup> ]	Murtotapa
Veto 1.	4020	2,0	A 80 % A/B 20 %
Veto 2.	2672	1,4	A 75 % A/B 25 %
Veto 3.	3070	1,6	A 40 % A/B 60 %
Veto 4.	3539	1,8	A 70 % A/B 30 %
Keskiarvo	3325	1,7	A : A/B 66 % : 34 %
Otos-keskihajonta	583	0,3	
Keskiarvon keskivirhe	292	0,1	
Suhteellinen virhe	9 %	9 %	

Tartuntavetolujuus:

**1,7 ± 0,1 N/mm<sup>2</sup>**

Kuvat Contesta Jaakko Roinisto





## Lujuttumis- ja kuivumisaika pidempi ennen pinoitusta

FlowHybrid

Master Chemicals akryyli

Vetokoe:

5.3.2021

Pohjustus:

12.2.2021

Pohjustus ja

Vetonastan

runkomassa:

50 mm

Tasoitus:

12.2.2021

Pintalakka:

1.3.2021

Hiottu:

25.2.2021

Kerrossaksuus:

4 mm

Kerrossaksuus:

20 mm

	Murtokuorma [N]	Tartuntavetolujuus [N/mm <sup>2</sup> ]	Murtotapa
Veto 1.	1263	0,6	A 40 % A/B 60 %
Veto 2.	1071	0,5	A 70 % A/B 30 %
Veto 3.	2183	1,1	A 35 % A/B 65 %
Veto 4.	1941	1,0	A 100 %
Keskiarvo	1615	0,8	A : A/B 61 % : 39 %
Otos-keskihajonta	532	0,3	
Keskiarvon keskivirhe	266	0,1	
Suhteellinen virhe	16 %	16 %	

Tartuntavetolujuus:

**0,8 ± 0,1 N/mm<sup>2</sup>**

Kuvat Contesta Jaakko Roinisto





## Lujuttumis- ja kuivumisaika lyhyempi ennen pinoitusta

FlowHybrid

Master Chemicals akryyli

Vetokoe:

5.3.2021

Pohjustus ja

Vetonastan

Pohjustus: 15.2.2021

runkomassa: 1.3.2021

halkaisija d:

50 mm

Tasointus: 15.2.2021

Pintalakka: 1.3.2021

Hiottu: 25.2.2021

Kerrosaksuus: 4 mm

Kerrosaksuus: 16 mm

	Murtokuorma [N]	Tartuntavetolujuus [N/mm <sup>2</sup> ]	Murtotapa
Veto 1.	1499	0,8	A/B 100 %
Veto 2.	872	0,4	A 20 % A/B 80 %
Veto 3.	1050	0,5	A 10 % A/B 90 %
Veto 4.	1237	0,6	A 5 % A/B 95 %
Keskiarvo	1165	0,6	A : A/B 9 % : 91 %
Otos-keskihajonta	268	0,1	
Keskiarvon keskivirhe	134	0,1	
Suhteellinen virhe	12 %	12 %	

Tartuntavetolujuus:

**0,6 ± 0,1 N/mm<sup>2</sup>**

Kuvat Contesta Jaakko Roinisto





**Lujuttumis- ja kuivumisaika pidempi ennen pinnoitusta**

Kehitteillä oleva tuote

Master Chemicals akryyli

Vetokoe:

5.3.2021

Pohjustus ja

Vetonastan

Pohjustus:

12.2.2021

runkomassa:

1.3.2021

halkaisija d:

50 mm

Tasoitus:

12.2.2021

Pintalakka:

1.3.2021

Hiottu:

25.2.2021

Kerrosaksuus:

4 mm

Kerrosaksuus: 15 mm

	Murtokuorma [N]	Tartuntavetolujuus [N/mm <sup>2</sup> ]	Murtotapa
Veto 1.	0	0,0	A 3 % A/B 97 %
Veto 2.	433	0,2	A 3 % A/B 97 %
Veto 3.	0	0,0	A/B 100 %
Veto 4.	0	0,0	A 3 % A/B 97 %
Keskiarvo	108	0,1	A : A/B 2 % : 98 %
Otos-keskihajonta	217	0,1	
Keskiarvon keskivirhe	108	0,1	
Suhteellinen virhe	100 %	100 %	

Tartuntavetolujuus:

**0,1 ± 0,1 N/mm<sup>2</sup>**

Kuvat Contesta Jaakko Roinisto



## Lujuttumis- ja kuivumisaika lyhyempi ennen pinnoitusta

Kehitteillä oleva tuote

Master Chemicals akryyli

Vetokoe:

5.3.2021

Pohjustus ja

Vetonastan

Pohjustus:

15.2.2021

runkomassa:

1.3.2021

halkaisija d:

50 mm

Tasoitus:

15.2.2021

Pintalakka:

1.3.2021

Hiottu:

25.2.2021

Kerrossaksuus:

6 mm

Kerrossaksuus:

15 mm

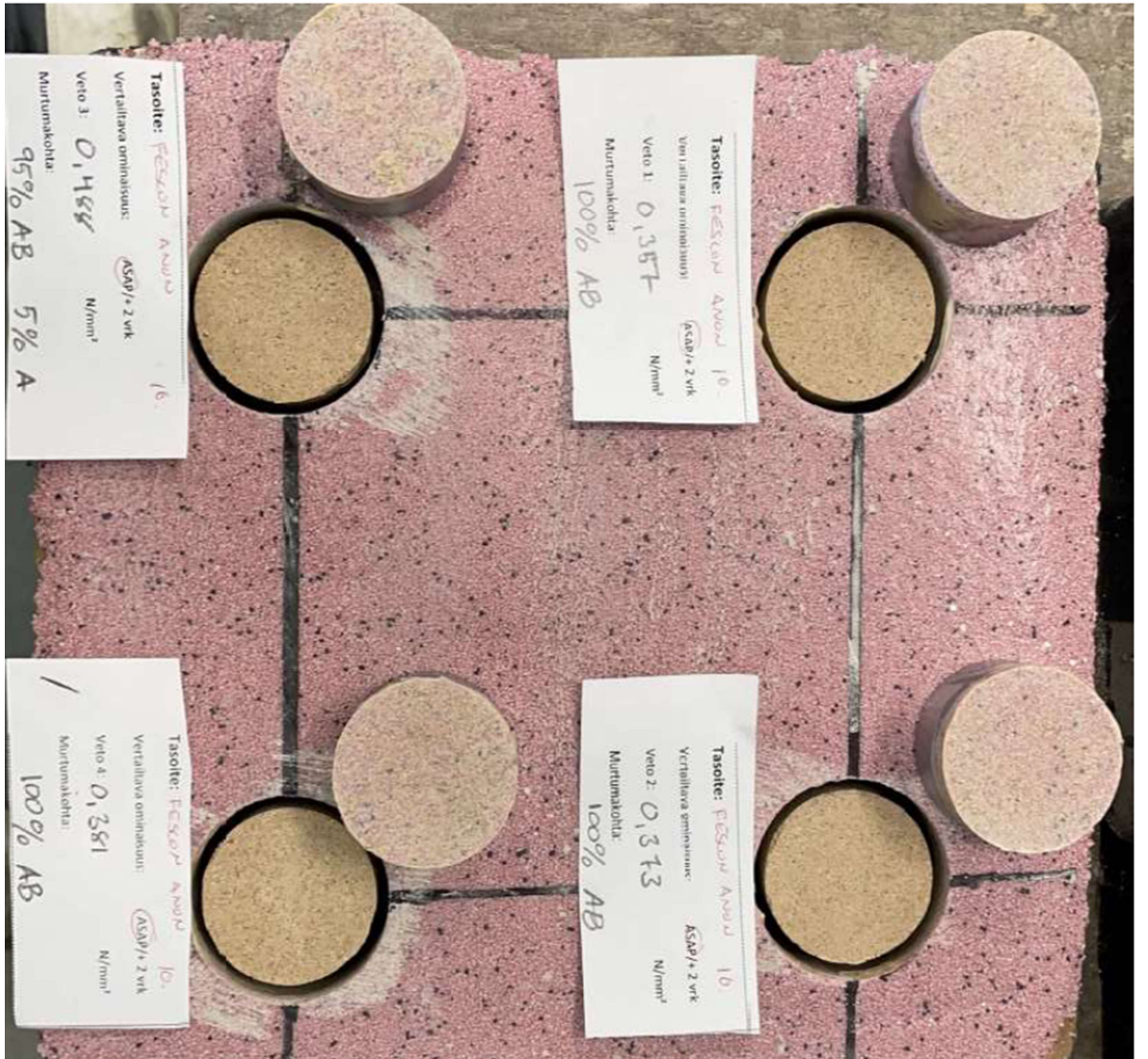
	Murtokuorma [N]	Tartuntavetolujuus [N/mm <sup>2</sup> ]	Murtotapa
Veto 1.	702	0,4	A/B 100 %
Veto 2.	733	0,4	A/B 100 %
Veto 3.	959	0,5	A 5 % A/B 95 %
Veto 4.	749	0,4	A/B 100 %
Keskiarvo	786	0,4	A : A/B 1 % : 99 %
Otos-keskihajonta	117	0,1	
Keskiarvon keskivirhe	59	0,0	
Suhteellinen virhe	7 %	7 %	

Tartuntavetolujuus:

**0,4 ± 0,0 N/mm<sup>2</sup>**

Kuvat Contesta Jaakko Roinisto





**Ei pinoitusta****Kiilto Pro HardPlan**

Pohjustus: 15.2.2021  
 Tasoitus: 15.2.2021  
 Ei hiontaa  
 Kerrospaksuus: 10 mm

Pohjustus ja  
 runkomassa:

Pintalokka:

Kerrospaksuus: 0 mm

Vetokoe: 26.2.2021

Vetonastan  
 halkaisija d: 50 mm

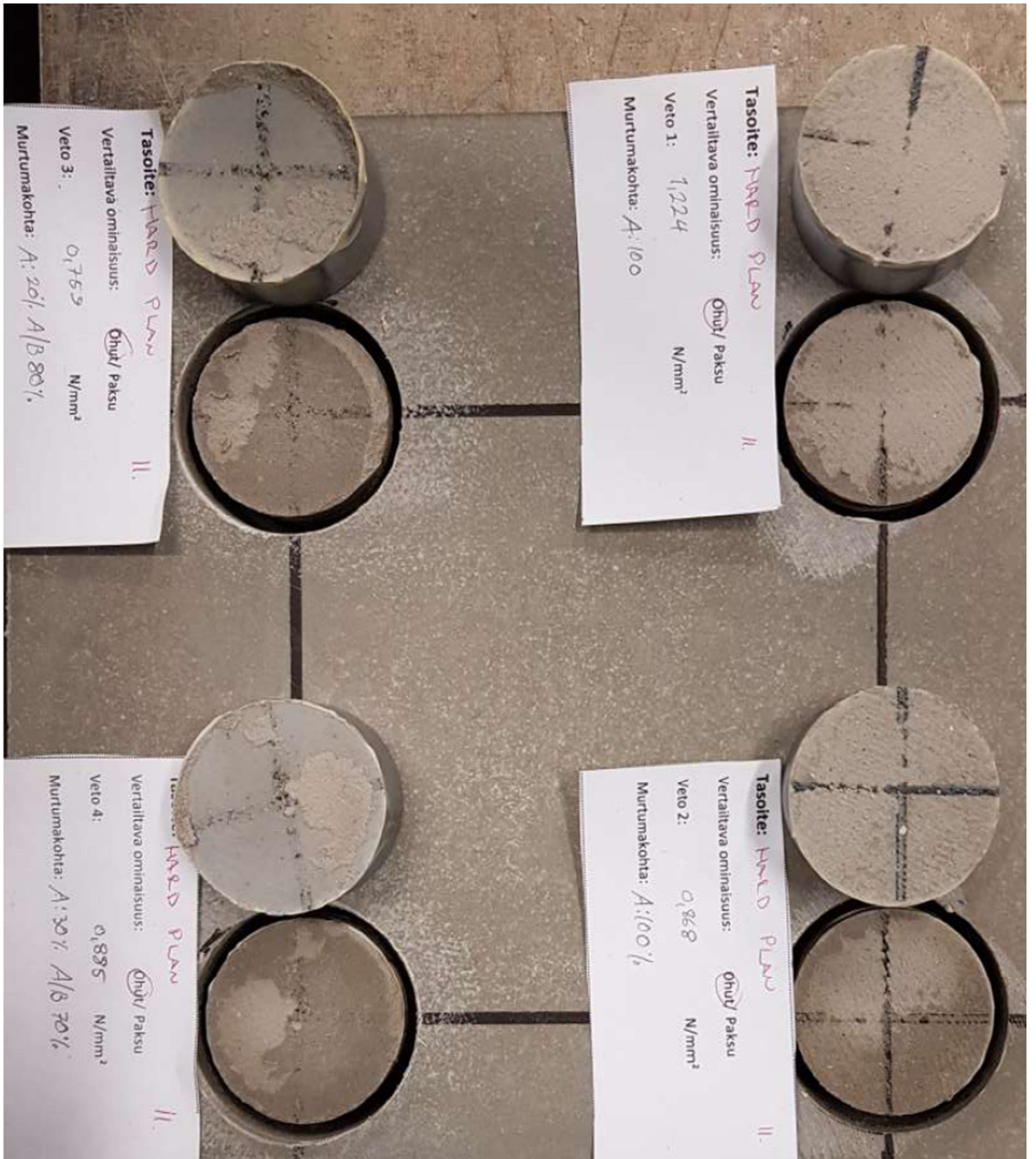
	Murtokuorma [N]	Tartuntavetolujuus [N/mm <sup>2</sup> ]	Murtotapa
Veto 1.	2443	1,2	A 100 %
Veto 2.	1704	0,9	A 100 %
Veto 3.	1490	0,8	A 20 % A/B 80 %
Veto 4.	1738	0,9	A 30 % A/B 70 %
Keskiarvo	1844	0,9	A : A/B 63 % : 37 %
Otos-keskihajonta	414	0,2	
Keskiarvon keskivirhe	207	0,1	
Suhteellinen virhe	11 %	11 %	

Tartuntavetolujuus:

**0,9 ± 0,1 N/mm<sup>2</sup>**

Tässä A/B kuvaa tasoitteen ja liiman välisen tartunnan adheesiomurtumaa

**Kuvat Contesta Jaakko Roinisto**



**Pinnoitettu**

Kilitto Pro HardPlan

Master Chemicals akryyli

Vetokoe:

1.3.2021

Pohjustus ja

Vetonastan

Pohjustus: 18.2.2021

runkomassa: 25.2.2021

halkaisija d: 50 mm

Tasoitus: 18.2.2021

Pintalakka: 25.2.2021

Ei hiontaa

Kerrospaksuus: 4 mm

Kerrospaksuus: 14 mm

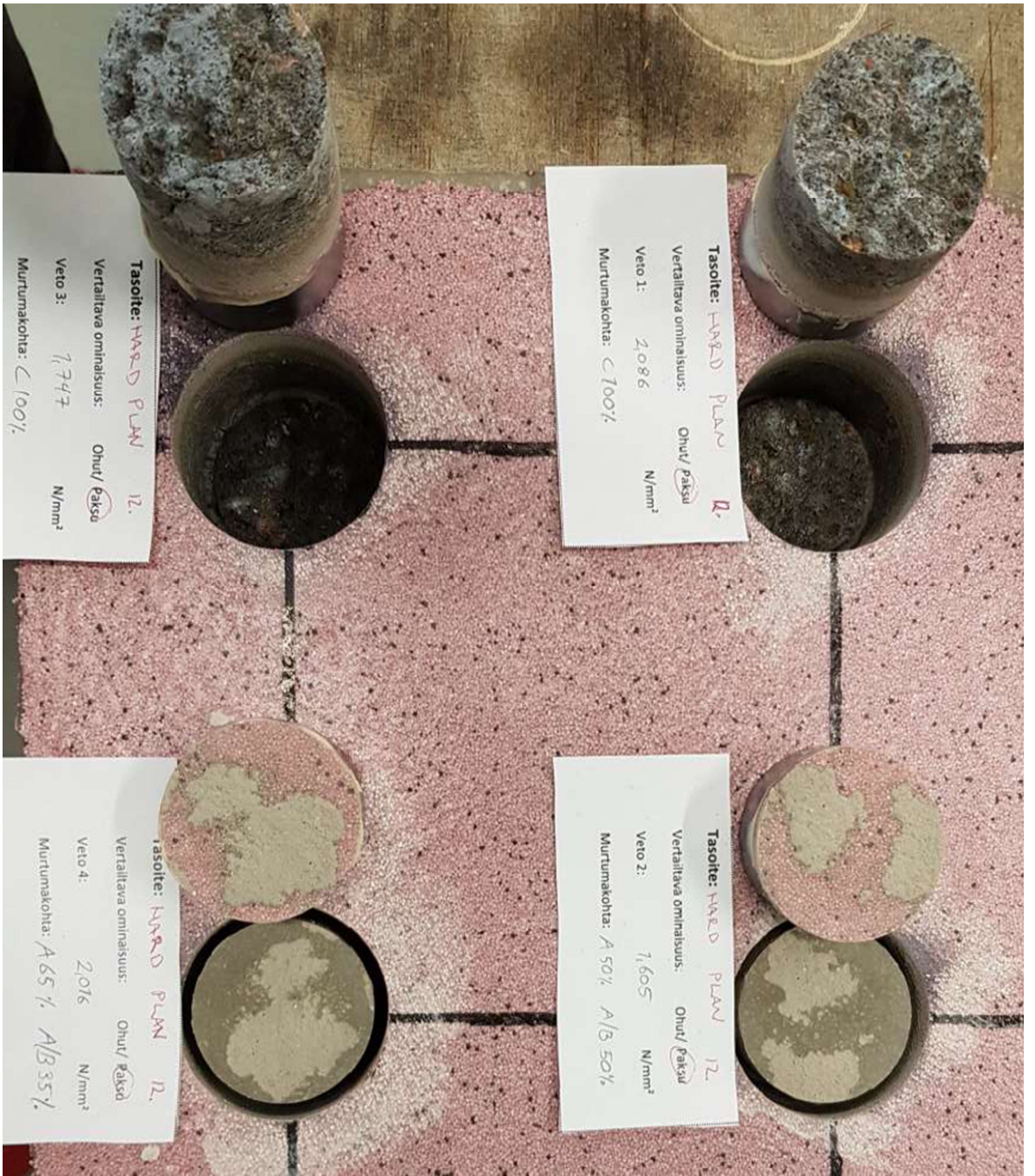
	Murtokuorma [N]	Tartuntavetolujuus [N/mm <sup>2</sup> ]	Murtotapa
Veto 1.	4090	2,1	X 100 %
Veto 2.	3152	1,6	A 50 % A/B 50 %
Veto 3.	3432	1,7	X 100 %
Veto 4.	3960	2,0	A 65 % A/B 35 %
Keskiarvo	3659	1,9	A : A/B : X 29% : 21% : 50%
Otos-keskihajonta	442	0,2	
Keskiarvon keskiarvo	221	0,1	
Suhteellinen virhe	6 %	6 %	

Tartuntavetolujuus:

**1,9 ± 0,1 N/mm<sup>2</sup>**

Kuvat Contesta Jaakko Roinisto





Tasoite: HARDO PLAIN R.  
Vertailtava ominaisuus: Ohut/ Paksu  
Veto 1: 2,086 N/mm<sup>2</sup>  
Murtumakohhta: C100%

Tasoite: HARDO PLAIN R.  
Vertailtava ominaisuus: Ohut/ Paksu  
Veto 2: 1,605 N/mm<sup>2</sup>  
Murtumakohhta: A50% A/B50%

Tasoite: HARDO PLAIN R.  
Vertailtava ominaisuus: Ohut/ Paksu  
Veto 3: 1,747 N/mm<sup>2</sup>  
Murtumakohhta: C100%

Tasoite: HARDO PLAIN R.  
Vertailtava ominaisuus: Ohut/ Paksu  
Veto 4: 2,076 N/mm<sup>2</sup>  
Murtumakohhta: A65% A/B55%



**Nanten akryyli**

Casco Floor Expert HL 50

Nanten akryyli

Vetokoe:

22.2.2021

Pohjustus:

16.2.2021

Pohjustus ja  
runkomassa:

18.2.2021

Vetonastan  
halkaisija d:

50 mm

Tasoitus:

16.2.2021

Pintalakka:

18.2.2021

Hionta:

17.2.2021

Kerrosaksuus:

4 mm

Kerrosaksuus:

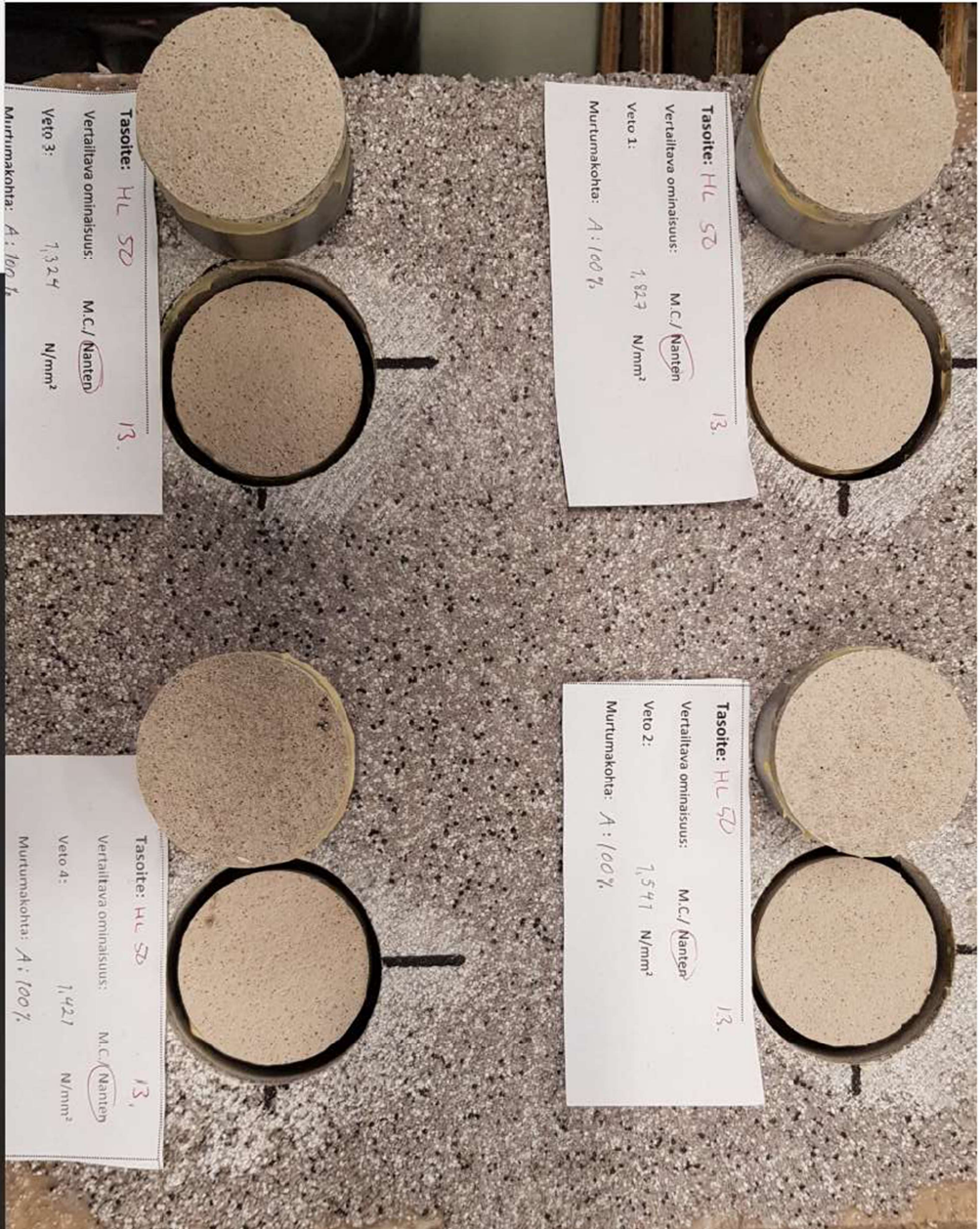
11 mm

	Murtokuorma [N]	Tartuntavetolujuus [N/mm <sup>2</sup> ]	Murtotapa
Veto 1.	3587	1,8	A 100 %
Veto 2.	3026	1,5	A 100 %
Veto 3.	2500	1,3	A 100 %
Veto 4.	2790	1,4	A 100 %
Keskiarvo	2976	1,5	A 100 %
Otos-keskihajonta	461	0,2	
Keskiarvon keskivirhe	230	0,1	
Suhteellinen virhe	8 %	8 %	

Tartuntavetolujuus:

**1,5 ± 0,1 N/mm<sup>2</sup>**

Kuvat Contesta Jaakko Roinisto



**Master Chemicals akryyli**

Casco Floor Expert HL 50

Master Chemicals akryyli

Vetokoe:

22.2.2021

Pohjustus: 16.2.2021

Pohjustus ja

Vetonastan

18.2.2021

Tasoitus: 16.2.2021

halkaisija d:

50 mm

Pintalakka: 18.2.2021

Hionta: 17.2.2021

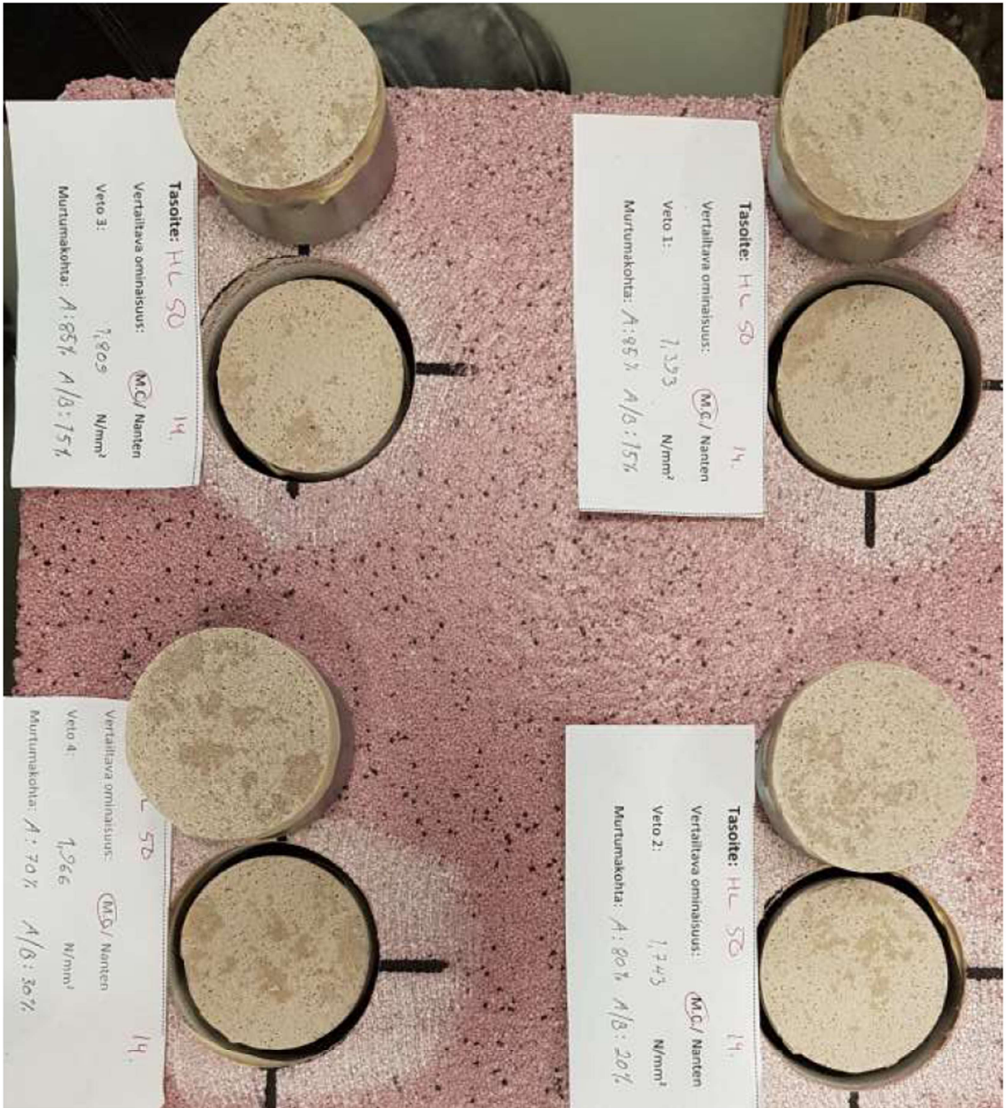
Kerrospaksaus: 4 mm

Kerrospaksaus: 11 mm

	Murtokuorma [N]	Tartuntavetojuu s [N/mm <sup>2</sup> ]	Murtotapa	
Veto 1.	2735	1,4	A 85 % A/B 15 %	
Veto 2.	3422	1,7	A 80 % A/B 20 %	
Veto 3.	3552	1,8	A 85 % A/B 15 %	
Veto 4.	3860	2,0	A 70 % A/B 30 %	Tartuntavetojuus:
Keskiarvo	3392	1,7	A : A/B 80 % : 20 %	<b>1,7 ± 0,1 N/mm<sup>2</sup></b>
Otos-keskihajonta	475	0,2		
Keskiarvon keskivirhe	238	0,1		
Suhteellinen virhe	7 %	7 %		

Kuvat Contesta Jaakko Roinisto





**Veto pinnoitusta seuraavana päivänä**

Kiilto Pro Industri K

Master Chemicals akryyli

Vetokoe:

26.2.2021

Pohjustus: 16.2.2021

Pohjustus ja  
runkomassa: 25.2.2021Vetonaстан  
halkaisija d:

50 mm

Tasoitus: 16.2.2021

Pintalakka: 25.2.2021

Ei hiontaa

Kerrospaksaus: 4 mm

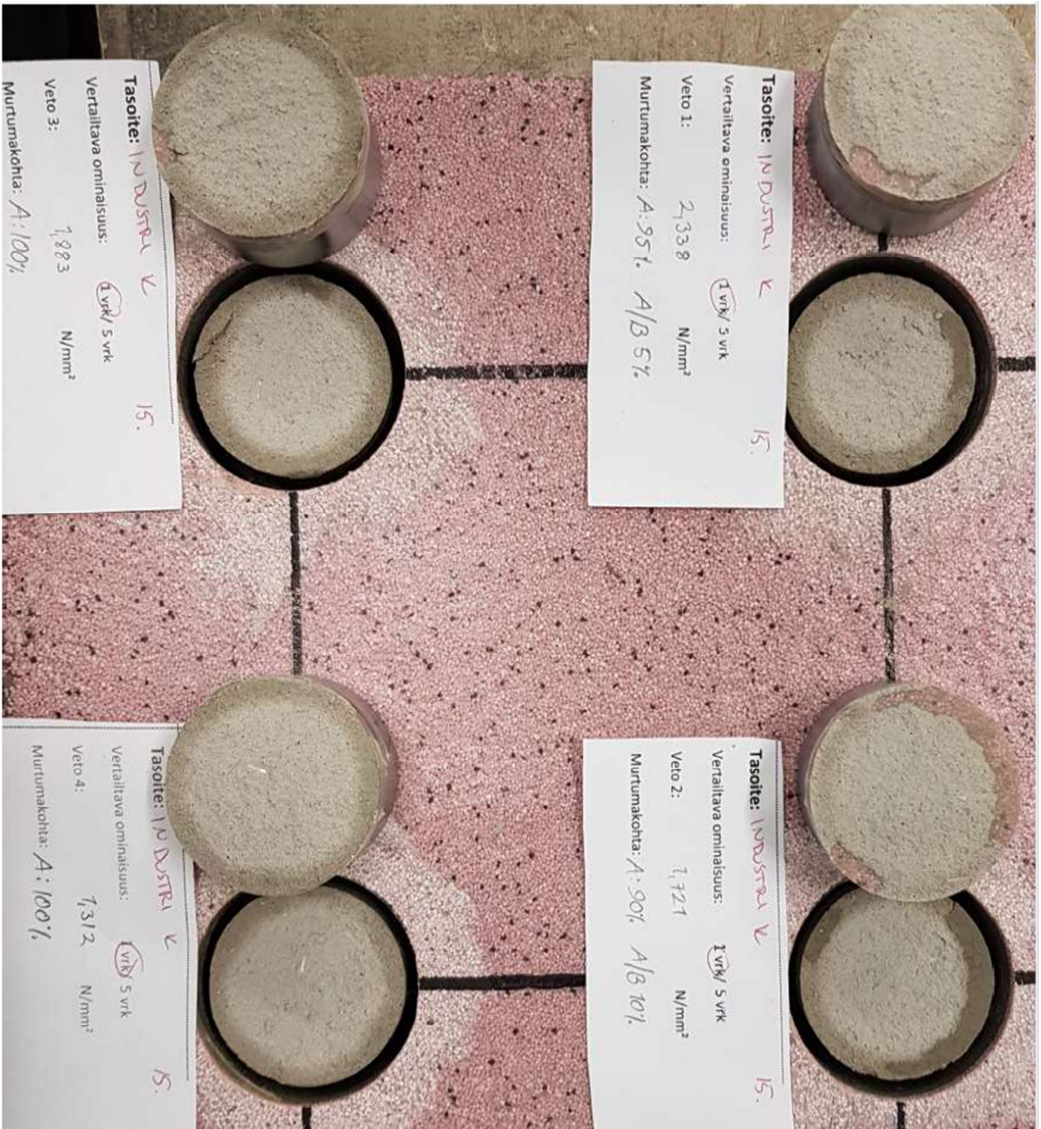
Kerrospaksaus: 10 mm

	Murtokuorma [N]	Tartuntavetolujuus [N/mm <sup>2</sup> ]	Murtotapa
Veto 1.	4591	2,3	A 95 % A/B 5 %
Veto 2.	3379	1,7	A 90 % A/B 10 %
Veto 3.	3697	1,9	A 100 %
Veto 4.	2276	1,2	A 100 %
Keskiarvo	3486	1,8	A : A/B 96 % : 4 %
Otos-keskihajonta	956	0,5	
Keskiarvon keskivirhe	478	0,2	
Suhteellinen virhe	14 %	14 %	

Tartuntavetolujuus:

**1,8 ± 0,2 N/mm<sup>2</sup>**

Kuvat Contesta Jaakko Roinisto



## Veto neljä vuorokautta pinnottamisen aloittamisesta

Kiilto Pro Indusrti K

Master Chemicals akryyli

Vetokoe:

1.3.2021

Pohjustus: 16.2.2021

Pohjustus ja

Vetonastan

runkomassa: 25.2.2021

halkaisija d: 50 mm

Tasoitus: 16.2.2021

Pintalakka: 25.2.2021

Ei hiontaa

Kerrossaksuus: 5 mm

Kerrossaksuus: 10 mm

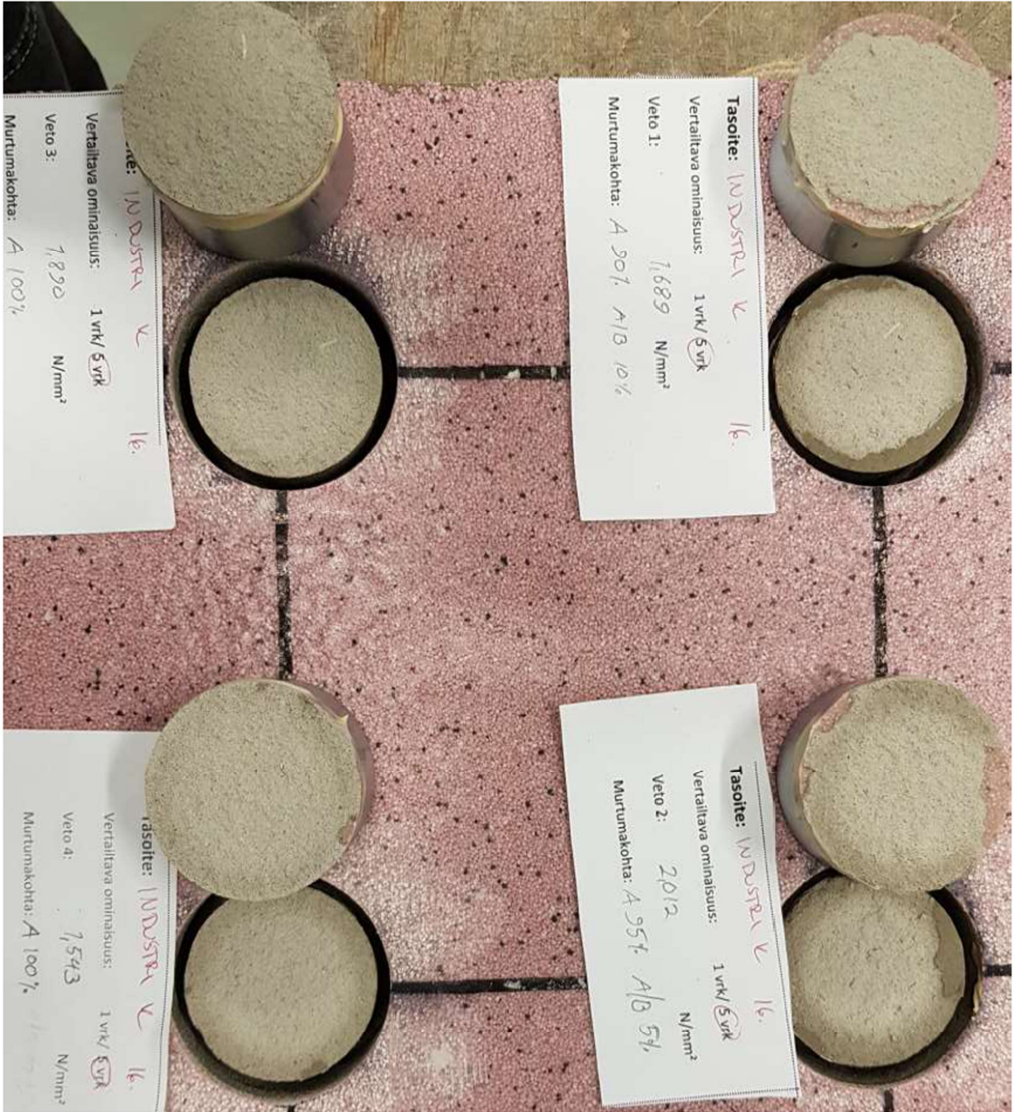
	Murtokuorma [N]	Tartuntavetolujuus [N/mm <sup>2</sup> ]	Murtotapa
Veto 1.	3138	1,6	A 90 % A/B 10 %
Veto 2.	3951	2,0	A 95 % A/B 5 %
Veto 3.	3712	1,9	A 100 %
Veto 4.	3030	1,5	A 100 %
Keskiarvo	3458	1,8	A : A/B 96 % : 4 %
Otos-keskihajonta	445	0,2	
Keskiarvon keskivirhe	222	0,1	
Suhteellinen virhe	6 %	6 %	

Tartuntavetolujuus:

**1,8 ± 0,1 N/mm<sup>2</sup>**

Kuvat Contesta Jaakko Roinisto







**Veto pinoitusta seuraavana päivänä****Kiilto Pro Rotavjämning****Master Chemicals akryyli**

Vetokoe:

26.2.2021

Pohjustus ja

Vetonaстан

Pohjustus:

18.2.2021

runkomassa:

25.2.2021

halkaisija d:

50 mm

Tasoitus:

18.2.2021

Pintalokka:

25.2.2021

Ei hiontaa

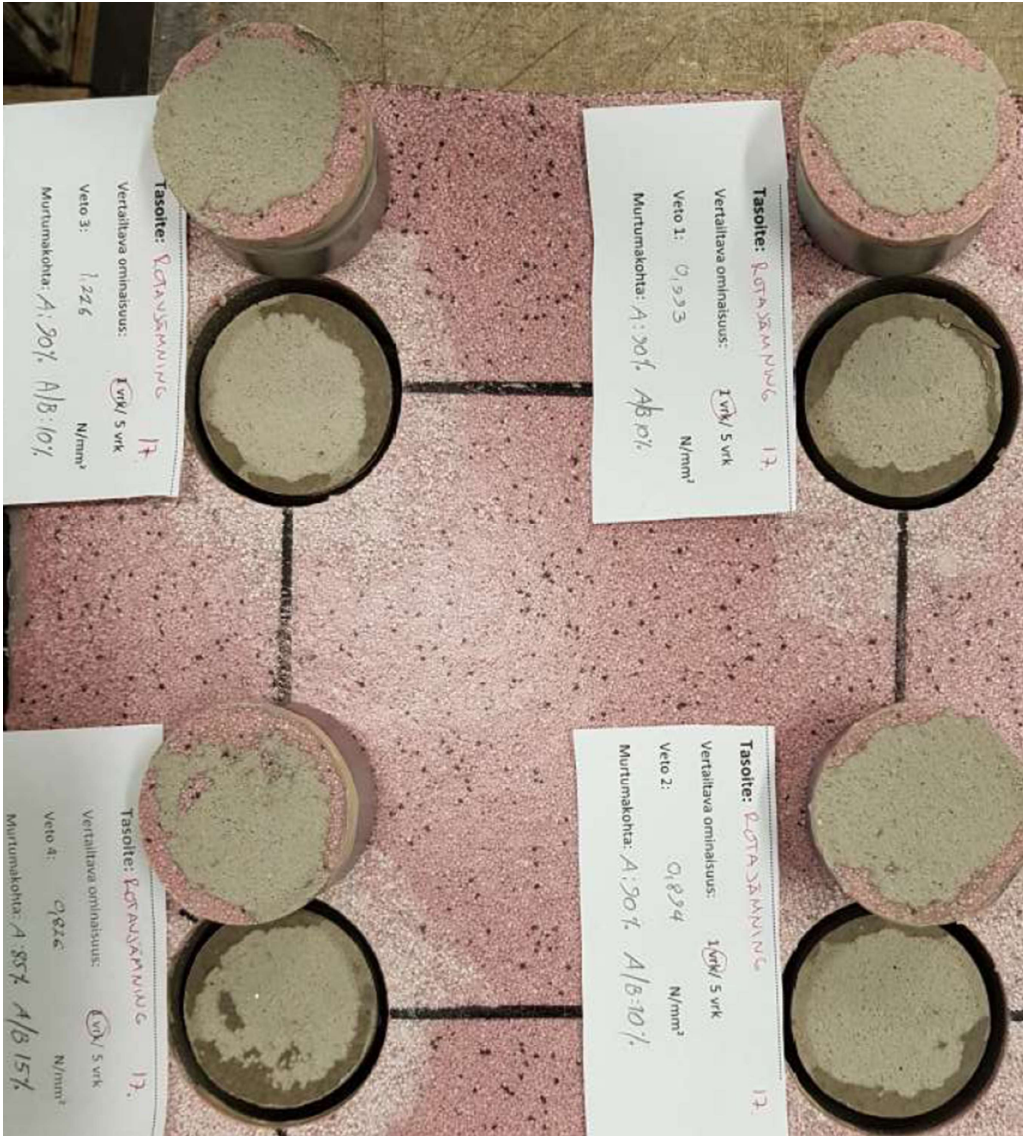
Kerrosaksuus: 5 mm

Kerrosaksuus: 26 mm

	Murtokuorma [N]	Tartuntavetolujuus [N/mm <sup>2</sup> ]	Murtotapa
Veto 1.	1950	1,0	A 90 % A/B 10 %
Veto 2.	1755	0,9	A 90 % A/B 10 %
Veto 3.	2407	1,2	A 90 % A/B 10 %
Veto 4.	1622	0,8	A 85 % A/B 15 %
Keskiarvo	1934	1,0	A : A/B 89 % : 11 %
Otos-keskihajonta	343	0,2	
Keskiarvon keskivirhe	172	0,1	
Suhteellinen virhe	9 %	9 %	

Tartuntavetolujuus:

**1,0 ± 0,1 N/mm<sup>2</sup>****Kuvat Contesta Jaakko Roinisto**



## Veto neljä vuorokautta pinnoittamisen aloittamisesta

Kiilitto Pro Rotaväjämining

Master Chemicals akryyli

Vetokoe:

1.3.2021

Pohjustus: 18.2.2021

Pohjustus ja

Vetonastan

50 mm

Tasoitus: 18.2.2021

runkomassa: 25.2.2021

Pintalakka: 25.2.2021

Ei hiontaa

Kerrosspaksuus: 5 mm

Kerrosspaksuus: 25 mm

	Murtokuorma [N]	Tartuntavetolujuus [N/mm <sup>2</sup> ]	Murtotapa
Veto 1.	2558	1,3	A 70 % A/B 30 %
Veto 2.	1954	1,0	A 80 % A/B 20 %
Veto 3.	3164	1,6	A 80 % A/B 20 %
Veto 4.	2708	1,4	A 85 % A/B 15 %
Keskiarvo	2596	1,3	A : A/B 79 % : 21 %
Otos-keskihajonta	500	0,3	
Keskiarvon keskivirhe	250	0,1	
Suhteellinen virhe	10 %	10 %	

Tartuntavetolujuus:

$1,3 \pm 0,1 \text{ N/mm}^2$

Kuvat Contesta Jaakko Roinisto





**Ei hiontaa****Kiilto Pro Maxirapid****Nanaten akryyli**

Vetokoe:

8.3.2021

Pohjustus: 25.2.2021

Pohjustus ja  
runkomassa:

4.3.2021

Vetonastan  
halkaisija d:

50 mm

Tasointus: 25.2.2021

Pintalakka:

4.3.2021

Ei hiontaa

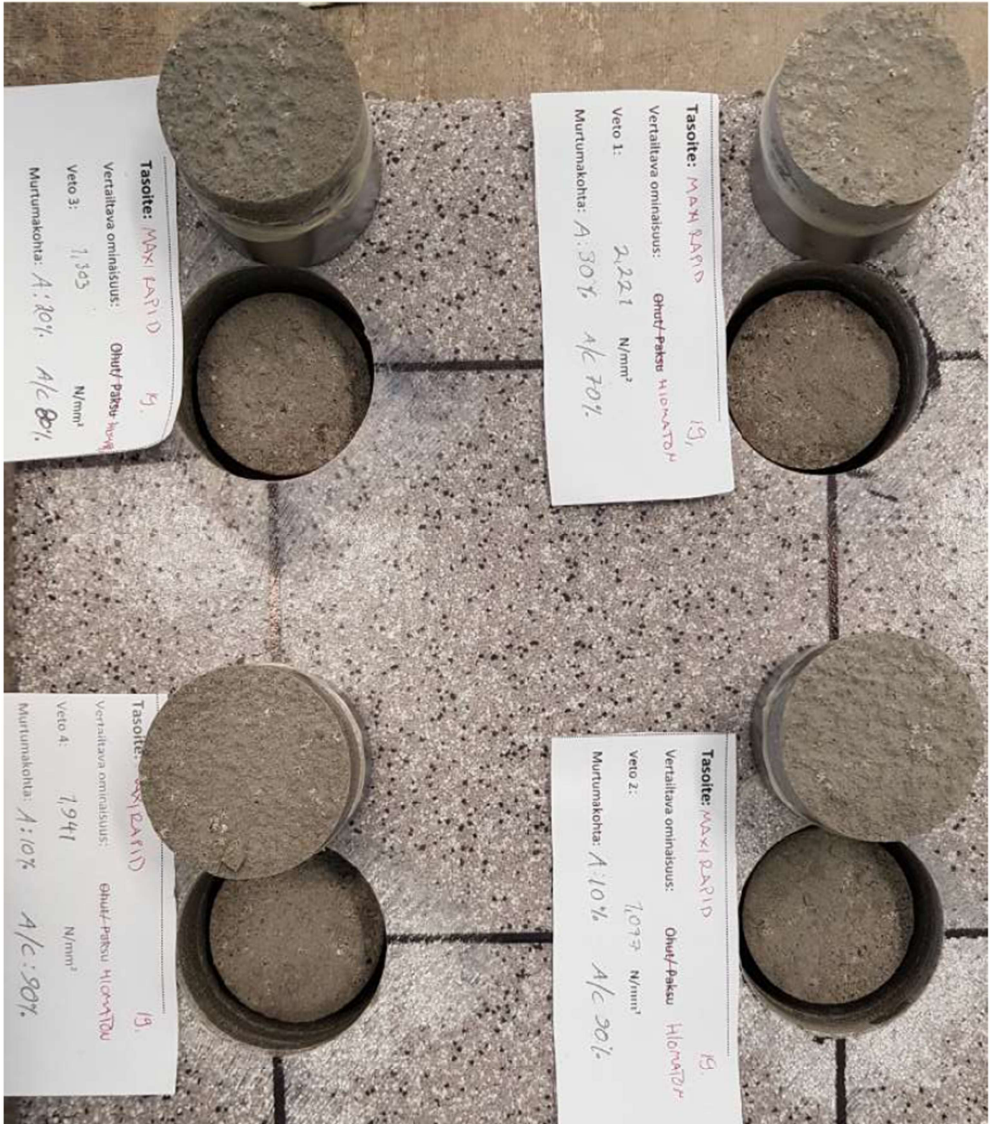
Kerrossaksuus: 3 mm

Kerrossaksuus: 14 mm

	Murtokuorma [N]	Tartuntavetolujuus [N/mm <sup>2</sup> ]	Murtotapa
Veto 1.	4360	2,2	A 30 % X/A 70 %
Veto 2.	2115	1,1	A 10 % X/A 90 %
Veto 3.	2560	1,3	A 20 % X/A 80 %
Veto 4.	3812	1,9	A 10 % X/A 90 %
Keskiarvo	3212	1,6	A : X/A 18 % : 83 %
Otos-keskihajonta	1050	0,5	
Keskiarvon keskivirhe	525	0,3	
Suhteellinen virhe	16 %	16 %	

Tartuntavetolujuus:

**1,6 ± 0,3 N/mm<sup>2</sup>****Kuvat Contesta Jaakko Roinisto**





**Hionta****Kiilto Pro Maxirapid****Nanaten akryyli**

Vetokoe: 8.3.2021

Pohjustus ja

Vetonastan

Pohjustus: 25.2.2021

runkomassa: 4.3.2021

halkaisija d: 50 mm

Tasointus: 25.2.2021

Pintalakka: 4.3.2021

Timanttihionta: 3.3.2021

Kerrosspaksuus: 3 mm

Kerrosspaksuus: 5 mm

	Murtokuorma [N]	Tartuntavetolujuus [N/mm <sup>2</sup> ]	Murtotapa
Veto 1.	3723	1,9	A 100 %
Veto 2.	3205	1,6	X 100 %
Veto 3.	3985	2,0	X/A 100 %
Veto 4.	3017	1,5	X/A 100 %
Keskiarvo	3483	1,8	A : X/A : X 25% : 50% : 25%
Otos-keskihajonta	449	0,2	
Keskiarvon keskiarvon keskiarvo	224	0,1	
Suhteellinen virhe	6 %	6 %	

Tartuntavetolujuus:

**1,8 ± 0,1 N/mm<sup>2</sup>****Kuvat Contesta Jaakko Roinisto**

