

Saimaan ammattikorkeakoulu  
Tekniikka Lappeenranta  
Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

Ville Hallaniemi

## **Keraamisten laattojen asennus- ja laadunvarmistusohje maakostealle betonille asennetuille lattioille**

Opinnäytetyö 2018

## Tiivistelmä

Ville Hallaniemi

Keraamisten laattojen asennus- ja laadunvarmistusohje maakostealle betonille asennetuissa lattioissa, 56 sivua

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka Lappeenranta

Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

Opinnäytetyö 2018

Ohjaajat: Heikki Vehmas tuntiopettaja, Saimaan ammattikorkeakoulu, Jari-

Pekka Sinkko tuntiopettaja, Saimaan ammattikorkeakoulu

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda keraamisten laattojen asennus- ja laadunvarmistusohje, kun asennetaan maakostealle betonille.

Suomessa on perinteisesti isoja pinta-aloja tehdessä asennettu maakostealle betonille mosaiikkibetonilaattoja. Maakosteabetoniasennuksen etuina voidaan pitää hyvin aikaisessa vaiheessa tehtävää lattian pinnoitusta ja kustannusten ennakoitavuutta. Keraamisten laattojen käyttö on nostanut suosiotaan merkittävästi, sillä se on mosaiikkibetonilaattaan verrattuna helppohoitoisempi ja kulutuskestävämpi. Keraamisen laatan elinkaari on kustannustehokkaampi verrattuna mosaiikkibetonilaattaan.

Keraamisen laatan asentamisessa maakostealle betonille on kuitenkin havaittu ongelmia. Valmiissa lattioissa on usein havaittu lattian kopoutta eli laatta irtoaa joko osittain tai kokonaan liima-aineena käytetystä vesi-sementtiseoksesta. Kopo laatta hajoaa herkemmin kuormituksessa. Merkittävin reklamaatioiden syy onkin joko ääntä pitävä tai hajonnut lattia.

Laatan kiinnittymisongelman ratkaisemiseksi tutkin asiaa yhteistyössä Oy Sika Finland Ab:n kanssa. Heidän kanssaan tehdyissä tutkimuksissa todettiin, että keraamisen laatan ominaisuuksista johtuen liimaavana aineena käytetty vesi-sementtiseos kuivuu ja kutistuu aiheuttaen laatan irtoamisen liima-aineesta. Heidän kanssaan kehitettiin uusi, keraamiselle laatalle soveltuva liima-aine. Keraamiselle laatalle tehtiin uusi asennusohje, jossa huomioitiin keraamisen laatan erilainen käyttäytyminen verrattuna mosaiikkibetoni- tai luonnonkivilaattaan maakostealle betonille asennettaessa.

Asennusohjeen lisäksi tein toimeksiantajalle laadunvarmistusohjeen, jossa käsitellään keraamisen laatan asentamisprosessi maakostealle betonille. Laadunvarmistusohjeessa on huomioitu asiat, jotka tilaajan sekä urakoitsijan on huomioitava asennusprosessin aikana. Huomioitavia asioita ovat esimerkiksi maakostean betonin suositeltavan käyttöajan noudattaminen, materiaalin toimittajan hyväksymien kiinnitysaineiden käyttäminen, asennustyön suorittaminen ohjeiden mukaisesti sekä eri vaiheiden dokumentointi. Lisäksi lopuksi todetaan yhdessä valmiin lattian laatu- ja tarkistetaan, että se täyttää tilaajan asettamat laatuvaatimukset.

Asiasanat: keraaminen laatta, maakosteaa betoni, asennus, laadunvarmistus

## Abstract

Ville Hallaniemi

Installation and quality assurance instructions for pressed tiles on semi-dry concrete, 56 pages

Saimaa University of Applied Sciences

Technology Lappeenranta

Degree Programme in Construction Management

Bachelor's Thesis 2018

Instructors: Mr Heikki Vehmas lecturer, Saimaa University of Applied Sciences, Mr Jari-Pekka Sinkko lecturer, Saimaa University of Applied Sciences

The purpose of this study was to create installation and quality assurance instructions for pressed tiles when installation is done on semi-dry concrete.

In the Finnish market large flooring areas are usually done using mosaic concrete tiles which are laid on semi-dry concrete. The advance of using semi-dry concrete is that flooring can be done at an early stage of a building project. At present there is a tendency and wish to go from using mosaic concrete tiles to using pressed tiles which are easier to care and endure usage better. Pressed tiles have a more cost-efficient life cycle than mosaic concrete tiles.

However, some problems have been identified when installing pressed tiles on semi-dry concrete. Reclamations are received from ready-made floors when they give hollow sound or tiles break. Pressed tiles have worse adhesion compared to mosaic concrete tiles. The cause of the problem is the fact that water-cement slurry loses grip on the tile's surface.

The adhesion problem was researched together with Oy Sika Finland Ab. The studies indicated that chemical and physical drying shrinkage leads to the loss of adhesion. In cooperation with them a new slurry was developed which can be used when pasting pressed tiles to semi-dry concrete. New installation work instructions were created in which different features of pressed tiles compared to mosaic concrete tiles were considered.

In addition to installation work instructions quality assurance instructions were created. These instructions comprehend the whole installation process on semi-dry concrete when pressed tiles are used. It includes things that both the customer and the contractor need to consider: usage time of semi-dry concrete, used slurry, assembly work according to instructions and documentation. Finally, the quality of the ready-made floor is stated together with the customer and the contractor and it is checked that the floor meets the quality standards set by the customer.

Keywords: pressed tile, semi-dry concrete, installation work, quality assurance

## Sisältö

1 Johdanto .....	5
2 Maakostea betoni.....	7
2.1 Sementti.....	10
2.2 Kiviaines.....	11
2.3 Lisäaineet.....	11
2.4 Seosaineet.....	11
2.5 Vesi.....	11
2.6 Maakostean betonin valmistaminen .....	12
3 Asennusmenetelmät .....	14
4 Keraaminen laatta.....	17
5 Tutkimustavat ja tulokset .....	19
5.1 Kirjallisuus.....	19
5.2 Haastattelut.....	20
5.3 Tutkimukset.....	21
5.3.1 Kiinnitysongelman tutkiminen.....	22
5.3.2 Kopokokeet ja vetolujuustestit.....	28
5.3.3 Puristuslujuustestit .....	31
5.3.4 Tehtyjen kokeiden päätelmät .....	33
6 Maakosteabetoni työmaalla .....	34
7 Toimenpiteet ennen asennusta.....	37
7.1 Työsuunnitelma.....	37
7.2 Laattojen varastointi työmaalla.....	38
7.3 Asennusalusta .....	38
7.4 Asennusalustan esikäsittely.....	39
8 Asennustyö .....	40
8.1 Yleistä .....	40
8.2 Laattojen asennusohje.....	41
8.3 Liikunta- ja kutistumissaumat.....	42
8.4 Saumaus.....	43
8.5 Lattian puhdistaminen ja suojaus.....	44
8.6 Valmiin lattian kuormitus .....	45
8.7 Työturvallisuus ja jätteiden käsittely.....	46
8.8 Valmiin lattian luovutus .....	46
9 Valmiin lattian laatu ja laadun varmistus .....	47
10 Päätelmät.....	51
Kuvat.....	53
Taulukot ja kaaviot.....	54
Lähteet.....	55

# 1 Johdanto

Maakostea betonია on käytetty pitkät ajat Suomessa isojen myymälöiden lattialaatoituksien alla. Yleensä maakostea betonია on käytetty mosaiikkibetonilaattojen ja luonnonkivilaatoitusten asennuskerroksena. Maakosteabetoniasennuksen etuna on hyvin aikaisin rakennusvaiheessa tehtävä lattian päällystys. Lattia valmistuu nopeasti ja rakennusvaiheen muita töitä, kuten esimerkiksi pinnoitustöitä, päästään tekemään nopeasti lattian asennuksen jälkeen. Tämä edesauttaa kokonaisaikataulun lyhenemistä ja projektin valmistumista aikaisemmin.

Maakostean betonin asennuksen suurena etuna on kuivumisaikojen pois jääminen. Laastikiinnitteisille lattioille on määritelty kuivumisprosentti, jota taas ei ole määritelty maakosteabetonilattioille. Maakosteabetonilattian ei tarvitse olla kokonaan kuiva ennen sen käyttöönottoa, vaan riittää, että lattia on saavuttanut tarvittavan lujuuden. Maakosteabetoni ei myöskään ole kosteudesta herkkä asennuksen aikana, joten asennuspohjan tai asennettavan laatan kosteudella ei siis juurikaan ole merkitystä asennusta ajatellen.

Maakostean betonin etuna voidaan pitää myös sitä, ettei laatoitettavan pohjan mittatarkkuus ole merkittävässä asemassa asennustyötä tehtäessä. Lattian korko voidaan määrittellä maakosteabetonikerroksen avulla ja samalla oikaista mahdollisia pohjan epätasaisuuksia.

Maakosteabetonilattioiden asennustyö myydään usein neliöhinnalla, johon sisällytetään yleensä laatan ja muiden materiaalien hinta sekä asennustyö. Maakosteabetonilattian toteutuksen kustannusseuranta on tämän vuoksi hyvin ennakoitavissa. Laastikiinnitteisissä lattioissa kustannusten arviointi on hankalampaa, sillä asennustyön edellytys on suora ja kuiva asennuspohja. Tämä tarkoittaa sitä, että pohjan tekemisen kustannukset voivat nousta ennakoitua suuremmiksi. Yleensä laastikiinnitteisen lattian urakkatarjous sisältää vain laatoitustyön tekemisen. Pohjan tekeminen tarjotaan usein erikseen tuntihinnalla, johon lisätään materiaalikulut.

Maakosteabetonilattian tekeminen on siis aikataulullisesti sekä kustannusten kannalta hyvin ennakoitavissa. Tällaisten etujen hyödyksi käyttäminen on taloudellisesti kannattavaa.

Perinteisesti isojen myymälöiden ja kauppakeskusten lattiamateriaalina on käytetty mosaiikkibetonilaattoja. Keraaminen laatta lattiamateriaalina on kuitenkin viime vuosien aikana nostanut suosiotaan, koska sen puhtaanapito ja hoito on helpompaa kuin mosaiikkibetonilattian. Lisäksi keraamisen laattalattian kulutuskestävyys ja elinkaari on pidempi kuin mosaiikkibetonilattian.

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on antaa ohjeet keraamisten laattojen asentamisesta maakosteabetonimassan päälle sekä antaa ohje valmiin lattian laadun varmistamiseksi. Työ on tehty tilauksesta toimeksiantajalle, jolle tein tässä työssä asennus- ja laadunvarmistusohjeen. Ohjeistus pätee kaikkiin kohteisiin, joissa keraaminen laatta asennetaan maakostealle betonille.

Työssäni tutkin keraamisen laatan kiinnittymistä, kun se asennetaan maakostealle betonille. Lisäksi tutkin, mitä riskejä sekä laadullisia ongelmia asennukseen liittyy. Tämän lisäksi tarkastelin asennustyötä, kuinka se eroaa mosaiikkibetonilaattojen ja luonnonkivien asennuksesta. Lähtökohta työlle oli omakohtainen havainto siitä, että keraamisilla laatoilla päällystetyistä lattioista tulee poikkeuksellisen paljon reklamaatioita verrattuna samalla menetelmällä asennettuihin mosaiikkibetonilattioihin. Tämän vuoksi jo olemassa olevaa asennusohjetta oli syytä päivittää ja korjata reklamaatioita aiheuttavilta osin.

Perinteisesti keraaminen laatta on asennettu maakostealle betonille samalla tavoin kuin mosaiikkibetonitai luonnonkivilaatta. Perinteisellä asennustavalla tarkoitetaan tässä työssä Suomessa vallalla olevaa asennustapaa, jossa pintamateriaali asennetaan maakostean betonin päälle. Keraamista laattaa asennettaessa on kuitenkin otettava huomioon keraamisen laatan erilainen käyttäytyminen verrattaessa mosaiikkibetonilaattaan tai luonnonkiveen. Tämä johtuu keraamisen laatan hyvin pienestä vedenimukyvystä, joka johtaa laatan osittaiseen tai kokonaan irtoamiseen asennusliimasta kuivumisen jälkeen. Tämä aiheuttaa laatuongelmia valmiissa lattioissa. Näin ollen keraamisen laatan asentaminen maakostean betonin päälle asettaa laatuvaatimuksia käytettäville materiaaleille, kuten laatan paksuudelle, kiinnitysliimalle sekä maakosteabetonikerroksen paksuudelle. Nämä seikat on otettava huomioon, kun suunnitellaan ja toteutetaan lattiaa maakosteabetonille ja pintamateriaalina on keraaminen laatta.

## 2 Maakostea betoni

Maakostean betonin valmistamisessa noudatetaan Suomessa standardia SFS-EN 206-1. Maakostean betonin suhteutuslujuusindeksi on tavoitelujuusarvoltaan K30. Maakostea betoni on SFS-EN 206:n mukaan betonia, jossa betonin valmistaja tuottaa betoniannoksen sovitun reseptin mukaan siten, että osa-aineiden kilomäärät toteutuvat. Ennen maakostealla betonilla toteutettavan projektin aloitusta tilaajan kanssa sovitaan tavoitteet osa-aineiden kilomäärille, jotta saavutetaan haluttu työstettävyys ja kantavuus. Virallisia lujuusvaatimuksia maakostealle betonille ei ole. Rakenteessa maakostean betonin lujuus riippuu oleellisesti siitä, miten hyvin se on tiivistynyt. (BLY-18, 10.)

Maakostean betonin tiivistymiseen vaikuttavat massan kiviaineksen koostumus ja kosteus sekä tavoitekilomäärät. Maakostean betonin sementtimäärä on sovittu kokemuksen perusteella olevan mosaiikkibetonilaattoja asennettaessa Suomessa  $350 \text{ kg/m}^3$ , jolla laskennallisesti päästään arvoon K30. Riittävällä sementin määrällä pystytään varmistamaan se, että saadaan haluttu lujuustaso. (BLY-18, 11.)

Suomalaisissa maakosteabetonilattioissa on pitkälti tukeuduttu Betonilattiayhdistyksen ohjeeseen BLY-18, Maakostean betonin käyttö mosaiikkibetonilattioissa. Ohjeessa oleva maakostean betonin käyttö vaikuttaa pohjautuvan pitkälti kokemusperäiseen tietoon. Se soveltuu todennäköisesti mosaiikkibetonilaatalle, mutta sitä ei voi soveltaa, kun asennusmateriaali on keraaminen laatta. Suomessa ei ole riittävästi tutkimustuloksia ja niiden perusteella tehtyjä ohjeistuksia maakostealle betonille, kun pinnoitemateriaali on esimerkiksi keraaminen laatta, tai muu materiaali, jonka veden imukyky on vähäinen. Olen päätenyt asiakkaalle tekemässäni ohjeistuksessa sekä tässä opinnäytetyössä käyttämään pääasiassa eurooppalaista standardia DIN 18560, sillä standardi perustuu tutkimustietoon ja mittaustuloksiin.

Saksassa maakosteasta betonista puhuttaessa käytetään nimitystä Estrich-massa, joka on sementtipohjainen lattiamassa ja koostumukseltaan lähellä maa-

kostea betonia. Estrich-massoilla tarkoitetaan laastikerrosta, joka levitetään sisälattiaksi eli asennusmassaksi tai suoraan pinnoitettavaksi kerrokseksi kantokykyiselle pohjalle. Välissä voi olla erotus- tai eristekerroksia. Tämän tyyppisillä lattioilla on Euroopassa omat luokituksensa ja standardinsa, joita sovelletaan Estrich-lattioiden valmistuksessa.

Eurooppalaisessa standardissa DIN 18560 on määritelty lujuusluokat, asennusvarat ja käyttökohteet Estrich-massalla. Tässä opinnäytetyössä perehdytään vain luokkaan DIN 18560-1, joka standardi Estrich-massalle asennettaessa liitosvalulattiaa eli asennuskerrosta. (Beton 2015, 3.)

Minimiluokitus standardin DIN 18560 mukaan asennettaessa keraamista laattaa asennusmassan päälle on CT-C25-F4:

- CT = sementtipohjainen lattiamassa
- C25 = puristuslujuusluokka
- F4 = taivutusvetolujuusluokka (Beton 2015, 3).

Tämä luokitus on minimi hyväksytty luokitus kantavan rakenteen päälle asennettaessa olevalle massalle. Lujuusluokka on tämä käytettäessä massan päällä vielä pinnoitetta. Tämän lujuusluokan massa saadaan aikaiseksi suhteellisen pienillä sementtimäärillä, kun käytetään oikeanlaista vesi-sementtisuhdetta. Riittävän lujuuden saavuttamiseksi on käytettävä riittävää sementtimäärää.

Taulukosta 1 voi havaita, minkälaisilla aineismäärillä saavutetaan mikäkin lujuusluokka. On hyvä myös muistaa maakostean vähäinen veden määrä, joka vaikuttaa tiivistymiseen.

Lattiamas- san/-tasoi- teen puris- tuslujuus- luokka	Sementtipitoisuus määrässä kg/m <sup>3</sup> , kun raekoko on			Sementin puristuslu- juusluokka	Vesi-se- mentti- suhde v/s
	0/8	0/11	0/16		
C30	410	390	365	CEM 32,5	0,53
C40	480	440	420		0,42
C50		490	470	CEM 42,5	0,38

Taulukko 1. Koostumustaulukko (Beton 2015, 10)

Maakosteassa betonissa vesi-sementtisuhde on sovitettava sellaiseksi, jotta asennustyö ja ennen kaikkea massan tiivistyminen pystytään tekemään kunnolla ilman vaaraa siitä, että betoni muuttuu liian notkeaksi. Laatta tulee pystyä asentamaan lyömällä sitä asennuspenkkiin kuminuijalla 15 – 20 kertaa ilman, että laatta heiluu asennuspenkissä. Maakostea betoni ei siis saa vibraantua laatan iskuista. Kuvassa 1 maakostea betoni on liian notkeaa ja se on lähtenyt palloutu-  
maan.



Kuva 1. Palloutunut maakostea betoni

Kokemusperusteisesti voidaan sanoa, että hyvä vesi-sementtisuhte maakosteabetonilla tehtaalta tulleessa on 0,22 ja sementtiä on käytetty  $400 \text{ kg/m}^3$ . Kiviaineksen laatu ja sen kosteus vaihtelevat betoniasemasta riippuen.

## 2.1 Sementti

Ohjeistuksen Beton (2015, 3) mukaan standardien DIN EN 197 ja DIN 1164 mukaiset sementit soveltuvat lattiamassojen sideaineeksi. Sementit, jotka kuivuvat alussa hitaammin, vaativat pidemmän jälkihoitoajan (Beton 2015, 3).

Sementin laadulla on siis merkitystä maakosteabetonilattioissa. Sillä pystytään vaikuttamaan betonin lujuuden kehitykseen ja työstettävyyteen. (Betoniteknikan oppikirja 2004, 44). Yleisesti valmisbetonin sementtilaatuina on käytetty CE-merkittyjä ja standardin SFS-EN 197-1 vaatimukset täyttäviä portlandsementtilaatuja:

- Normaalisti kovettuva Plussementti CEM II/B-M (S-LL) 42,5 N
- Nopeasti kovettuva Rapidsementti Parainen CEM II/A-LL 42,5 R
- Nopeasti kovettuva Rapidsementti Lappeenranta CEM II/A-LL 52,5 N (Finnsementti).

Sementtilaatujen merkitystä kannattaa pohtia silloin, kun asennusolosuhteet poikkeavat ns. normaaleista erityisen paljon eli esimerkiksi kylmissä olosuhteissa tulee käyttää nopeammin kovettuvia sementtilaatuja. Estrich-tyylillä ja suomalaisella menetelmällä asennettaessa käytetään eri sementtilaatuja.

## **2.2 Kiviaines**

Kiviaineksen tulee täyttää standardin SFS-EN 12620 määräykset (Betoniteknii-  
kan oppikirja 2004, 32). Käytettävä kiviaines saa sisältää raekoot 0 – 8 mm (Be-  
ton 2015, 5).

## **2.3 Lisäaineet**

Lisäaineiden käytössä tulee ottaa huomioon käyttötarkoitus ja olosuhteet maa-  
kosteabetonille. Lisäaineiden käyttö tulee määrittää valmistajan teknisten tuote-  
tietojen avulla ja kulloisenkin käyttötarkoituksen mukaan. Lisäaineita käytettä-  
essä täytyy olla tiedossa haluttu ominaisuus, jota aineella haetaan. Näillä lisäai-  
neilla voidaan hakea etua massan ominaisuuksiin, joita voivat olla esimerkiksi  
massan työstettävyys, kiinnittyminen alustaan, taivutuslujuuden lisääminen, hal-  
keilun vähentäminen ja tuoreen massan kuivumisen hidastaminen tai nopeutta-  
minen. (Beton 2015, 5.)

## **2.4 Seosaineet**

Suomalaiset sementtilaadut ovat yleisesti hyväksytyjä maakostean betonin val-  
mistuksessa. Näissä sementeissä olevat seosaineet ovat hyväksytyjä siinä mää-  
rin kuin niitä on käytettävässä sementissä.

## **2.5 Vesi**

Valmistukseen käytetään vain juomakelpoista vettä. Humuspitoiset vedet tai asu-  
majätteiden saastuttamat ovat usein happamia ja lisäksi ne sisältävät humusta,  
sulfideja ja sulfaatteja, jotka haittaavat betonin kovettumista. (Betoniteknii-  
kan oppikirja 2004, 62.)

## 2.6 Maakostean betonin valmistaminen

Maakosteabetonin valmistaminen tapahtuu yleensä valmisbetoniasemilla. Betoniasemalla on suuri vaikutus maakosteabetonin laatuun ja onnistuneen lattian toteutukseen.

Maakosteabetonin valmistuksessa käytetään kulloisenkin aseman myllyä. Myllyjä on kolmea eri mallia: pakkosekoittajat, tasosekoittajat ja vapaapudotteiset (Kuva 2). Näiden myllyjen ero vaikuttaa maakostean betonin koostumukseen. Haastattelun Ruskon Betonin Petri Lautalaa maakostean betonin valmistuksesta asemalla. Hän kertoi haastattelussa, että myllyn vaikutus betonin laatuun on jopa suurempi kuin kiviaineksen. Vaikka osa-aineiden annoskoko olisi sama kaikissa näissä myllyissä, betonin laadussa voi olla merkittäviä eroja. Erot näkyvät massan työstettävyytenä ja tästä johtuen lopputuloksena maakostean tiivistymiseen ja lopulta lujuuteen. (Lautala 2017.)



Kuva 2. Myllymallit: tasosekoittaja, vapaapudotteinen ja pakkosekoittaja

Maakostean betonin vähäisestä vedestä johtuen erilaisten myllyjen ominaisuudet näkyvät herkemmin. Pakkosekoittaja ja tasosekoittaja ovat toiminnaltaan samantyyllisiä myllyjä, joissa siivet pyörivät rummun sisällä ja sekoittavat massan sekaisin. Vapaapudotteisessa myllyssä vastaavasti itse rumpu pyörii ja sekoittaa betonin. Vapaapudotteinen mylly aiheuttaa herkemmin maakosteabetonin palloutumisen, joka on asennuksen kannalta ongelmallinen ilmiö. (Lautala 2017.)

Palloutuneessa massassa sementti on yleensä erottunut palloiksi, kun sementti-liima ja kiviaines ovat erottuneet toisistaan. Palloutumista esiintyy erityisesti sil-

loin, kun massalle haetaan vesi-sementtisuhteeltaan optimaalista massaa. Sementin palloutuessa asentaminen on hankalaa ja laatan kiinnittävä asennusliima juoksettuu asennusmassan reikiin. Tällöin laatan kiinnittyminen asennusmassaan on heikkoa tai jopa olematonta. Palloutuneessa massassa sementti on erottunut kiviaineksesta. Näin ollen massan olisi parempi olla liian kuivaa kuin märkää sen saapuessa asemalta, jolloin asennettaessa saataisiin aikaiseksi parempi tiivistyminen. Asennuksen aikana käytetty vesi (asennusalueen kastelu ja liima-aineen sisältämä vesi) riittää antamaan maakostealle betonille kosteuden, jonka betoni tarvitsee sitoutuakseen.

Lautalan (2017) mukaan maakostean betonin laatuun vaikuttavat tekijät ovat oikeanlainen mylly, mahdollisimman luonnonmukainen kiviaines, jossa on eri kokoisia pyöreähköjä kiviä, mahdollisimman tasainen annoskoko yhden päivän sisällä sekä kuljetus allasautolla (Kuva 3), joka on tarkoitettu kuivabetonin kuljettamiseen.

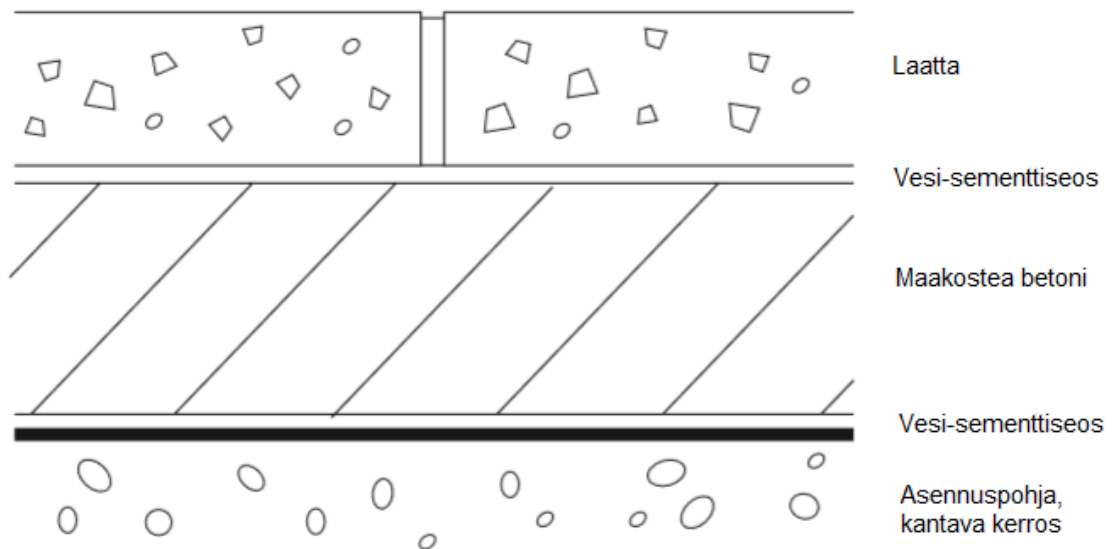


Kuva 3. Allasauto (Ruskon Betoni Oy)

### 3 Asennusmenetelmät

Perinteinen asennusmenetelmä keraamiselle laatalle on ollut samantapainen kuin mosaiikkibetonilaatalle, jonka asennuksesta Suomessa on vuosikymmenten kokemus.

Pääsääntöisesti kaikki isot yhtenäiset pinta-alat, joiden lattiamateriaalina on mosaiikkibetoni, on asennettu maakosteabetonin päälle. Maakostean betonin asennuksella on etuna pitkä kokemus lattioiden toimivuudesta ja toteutusaikataulusta. Asennustyö on tehokasta ja nopeaa osaavalla työryhmällä toteutettuna. Asennettuihin neliömääriin nähden suomalainen asennustapa on hyväksi todettu. Mosaiikkibetonilattioissa ilmenneet ongelmat ovat yleensä johtuneet maakosteaan betoniin liittyvistä ongelmista, kuten liian vanhalla massalla tekemisestä. Maakostean betonin käyttöikä on verrattavissa normaalin betonin kuivumiseen, jossa sitoutuminen alkaa heti sekoittamisvaiheen jälkeen. Mikäli maakosteaa betoni kuivuu liikaa ennen sen käyttöä, se ei enää muodosta riittävän lujaa kantavaa kerrosta.



Kuva 4. Maakosteabetonilattian rakenne

Perinteinen mosaiikkibetonilattia asennetaan maakosteabetonikerroksen päälle ja sidosliimana käytetään maakostean päälle levitettävää vesi-sementtiseosta. Kuvasta 4 on nähtävissä maakosteabetonilattian rakenne. Mosaiikkibetonilaatat

asennetaan rivi kerrallaan asentaen laatat oikeaan korkoon kumivasaralla lyöden.

Mosaiikkibetoni- ja luonnonkivilaatoituksen toteutuksessa on menty Suomessa pitkälti eri urakoitsijoiden ja materiaalitoimittajien tietojen varassa, jotka joiltain osin eroavat toisistaan. Lisäksi maakosteasta betonista Suomessa on vähän tutkittua tietoa. Suomessa olevat tiedot ovat pohjautuneet muunnelmiin notkeabetonin valmistuksesta ja ne on sovellettu toimintatapoihin kokemusperäisesti. Maakostealla betonilla tarkoitetaan betonia, joka sisältää vähemmän vettä kuin juokseva betoni. Massan rakenne on irtonainen. Kovettuneen maakostean betonin lujuus on yleensä juoksevaa betonia heikompi.

Jotta saisin vertailukohteen siitä, miten maakostealle betonille asennetaan muualla maailmassa, ja minkälaisia asennus- ja laatuvaatimuksia maakostealle betonille on muualla asetettu, perehdyin Keski-Euroopassa yleisesti käytettyyn Estrich-asennusmenetelmään. Vaikka asennusmenetelmät ovat erilaiset, yhteinen tekijä on maakosteaa betonia ja märkää märälle –periaate eli asennusvaiheessa asennuskerros ei saa kuivua. Seuraavassa kappaleessa kuvaan tarkemmin Estrich asennusmenetelmän.

### **Estrich-asennusmenetelmä**

Keski-Euroopassa suuret lattiapinta-alat asennetaan ns. Estrich-asennusmenetelmällä, joka eroaa hyvin paljon siitä, miten asennustyö on meillä totuttu tekemään.

Estrich-betoni on hyvin kuivaa betonia, joka on käytännössä verrattavissa suoraan Suomessa käytettävään maakosteaan betoniin. Estrich-lattian laatoituksessa maakosteabetoni levitetään kauttaaltaan sille alueelle (Kuva 5), jonka työryhmä ehtii pinnoittamaan päivän aikana. Pintamateriaali voi olla mikä tahansa. Tässä lattian tekotyylissä betonin tiivistäminen tapahtuu, kun maakosteaa betonia levitetään lattialle. Maakostean betonin tulee olla vesi-sementtisuhteeltaan noin 0,28. Massa hierretään linjalaudalla oikeaan korkoon. Tämän jälkeen lattian ja laatan väliin levitetään asennusliima. Asennusliiman levityksen jälkeen ladotaan laatat lattialle suunnitelman mukaisesti. Laattojen ladonnan jälkeen lattia täryytetään siihen tarkoitettulla rullajyrällä. Tällä saadaan lattialaattojen hammastus pois

lattialta ja lopullinen tartunta ja tiivistyminen maakostean betoniin. (Beton 2015, 1.)



Kuva 5. Estrich-lattian laatoitus (toimeksiantajan ohjeistus)

Vaikka Estrich-lattiat ovat Keski-Euroopassa hyvin yleisiä, jostakin syystä ne eivät ole yleistyneet suomalaisessa asennuskulttuurissa. Suomessa toteutetut Estrich-laatoitukset ovat toteuttaneet ulkomaalaiset asennusliikkeet, joilla näiden lattioiden asennustyöstä on kokemusta. Yksi selitys sille, etteivät Estrich-lattiat ole yleistyneet Suomessa on todennäköisesti se, että Estrich-laatoituksen teossa tulee olla huomattavasti enemmän työntekijöitä kuin Suomessa käytössä olevalla menetelmällä. Suomen markkinoilla työvoiman määrä eli käytännössä palkkakulut vaikuttaisivat kulurakenteeseen negatiivisesti. Lisäksi on toki todettu, että meillä tehdään laadukkaita lattioita myös menetelmällä, jota olemme käyttäneet vuosikymmeniä.

Suomalainen asennusmenetelmä eroaa Estrich-asennusmenetelmästä suurimmaksi osaksi siinä, että Estrich-menetelmässä maakostea betoni levitetään keralla koko päivän aikana asennettavalle alueelle, jonka jälkeen asennetaan pintamateriaali. Suomalaisessa menetelmässä maakostea betonia levitetään sitä mukaa, kun asennustyö etenee (Kuva 6).



Kuva 6. Suomalaisella menetelmällä tehdyn lattian laatoitus

#### 4 Keraaminen laatta

Keraaminen laatta on kasvattanut suosiotaan suurten lattiapinta-alojen materiaalina. Keraamiset laatat ovat kulutusta ja kosteutta kestäviä materiaaleja, joita voidaan käyttää seinissä ja lattioissa. Pääraaka-aineena niissä on savi ja hiekka. Lisäksi mukana on erilaisia mineraaleja, kuten karbonaatteja, silikaatteja ja maasälpää. Kuten muutkin savituotteet, myös keraamiset laatat poltetaan. Polttolämpötila ja -aika vaihtelee laattatyypistä riippuen. Keraamisen laatan perustyyppinä ovat kuivapuristetut, märkäpuristetut ja valetut laatat. Kuiva- ja märkäpuristetut laatat voidaan tämän lisäksi jakaa alaryhmiin vedenimukyvyn mukaan. (Merikallio, Niemi & Komonen 2007, 64.) Kuiva- ja märkäpuristelaattojen tekotapa on erilainen. Kuivapuristelaatta on kuivahkosta jauheesta puristettu keraaminen laatta, kun taas märkäpuristelaatta on plastisesta massasta suukappaleen läpi puristettu laatta. Suurin ero kuivapuristelaattoihin verrattuna on mittatarkkuus. (Kaakelikeskus.)

Erilaisilla laattatyypeillä on käytettävissä erilaisia kiinnitys- ja saumaustapoja, jotka vaativat tarkoitukseen sopivia aineita. Laattojen vedenimukyvyssä on esimerkiksi suuria eroja, joka vaikuttaa muun muassa kiinnitysaineen toimivuuteen. (Merikallio ym. 2007, 64.)

Jere Niittynen (2015, 13) on myös opinnäytetyössään tutkinut keraamisen laatan käytön kannattavuutta. Tekninen käyttöikä voi olla jopa yli 30 vuotta. Niittynen toteaa työssään myös, että keraamisen laatan vedenimukyky on todella alhainen, vain 0,05 % laatan painosta. Laatan tiiviin rakenteen ja alhaisen vedenimukyvyn ansiosta laatat ovat erittäin likaa hylkiviä. Niittynen (2015, 13) on todennut myös sen, että laattojen kestävyteen vaikuttaa olennaisesti onnistunut asennus. (Niittynen 2015, 13.)

Keraamisella- ja mosaiikkibetonilaatalla on suuria eroja erityisesti murtolujuudessa, vedenimukyvyssä ja kulumassa (Taulukko 2). Mosaiikkibetonilaatalla kuluma on 20,7 cm<sup>3</sup> / 50 cm<sup>2</sup>, kun taas keraamisella laatalla vastaava arvo on 3,2 cm<sup>3</sup> / 50 cm<sup>2</sup>. Murtolujuus keraamisella laatalla on 47 Mpa, kun taas mosaiikkibetonilaatalla se on 6,5 Mpa. Veden imeytymisen keraamisella laatalla arvo on noin 0,05 % / massa ja mosaiikkibetonilaatalla 5,41 % / massa. (Niittynen 2015, 14–15.)

	Mosaiikkibetonilaatta	Keraaminen laatta
Kuluma cm <sup>3</sup> / 50 cm <sup>2</sup>	20,7	3,2
Murtolujuus Mpa	6,5	47
Veden imeytyminen % / massa	5,41	0,05

Taulukko 2. Keraamisen ja mosaiikkibetonilaatan kuluman, murtolujuuden ja vedenimukyvyn vertailu

Kulutuksenkestävyys ja murtolujuus ovat keraamisella laatalla siis selvästi parempi kuin mosaiikkibetonilaatalla. Lisäksi mosaiikkibetonilaatan huoltokustannukset ovat pitkällä aikavälillä huomattavasti suuremmat, kun otetaan huomioon laatoituksen pinnan hiontakustannukset ja lattian vahaukset. Näin ollen keraamisen laatan elinkaari on selvästi kustannustehokkaampi kuin mosaiikkibetonilaatan. (Niittynen 2015, 15.)

## 5 Tutkimustavat ja tulokset

Opinnäytetyö toteutettiin asiakkaan tilauksesta. Opinnäytetyöni pohjautuu opinnäytetyön tilaajan olemassa oleviin ohjeistuksiin ja nykyiseen laadunvarmistusohjeeseen. Olemassa oleva ohjeistus oli tehty koskemaan asennusta maakostealle betonille riippumatta päällystysmateriaalista. Laadun varmistuksessa ei oltu ymmärretty keraamisen laatan erilaista käyttäytymistä maakostealle betonille asennettaessa suhteessa mosaiikkibetonilaattaan. Ymmärtämällä koko asennusprosessi ja keraamisen laatan erilainen käyttäytyminen maakostealle asennettaessa voidaan vähentää riskejä, jotka liittyvät lattioiden hajoamiseen sekä luoda toimiva laadunvarmistusprosessi.

Yleisesti mosaiikkibetonin laadunvarmistus on ollut materiaalin valmistajan vastuulla, joka on ohjeistanut asennustyön tehtäväksi siten, miten on parhaaksi nähty. Suomessa käytetään yleisesti ohjeistuksena Betonilattiayhdistyksen julkaisua BLY-18, Maakostean betonin käyttö mosaiikkibetonilatioissa, kun asennetaan mosaiikkibetonilaattoja maakostealle betonille. Tämän ohjeistuksen soveltaminen keraamisen laatan asennuksessa on hyvin riskialtista johtuen keraamisen laatan erilaisista ominaisuuksista, muun muassa jo mainittu laattojen erilainen vedenimukyky.

### 5.1 Kirjallisuus

Maakosteasta betonista ja erityisesti maakostean betonin käytöstä betonilatioissa on hyvin haasteellista löytää kirjallisuutta, vaikka sillä onkin Suomessa pitkät perinteet. Maakostean betonin vähäinen kirjallisuus johtuu todennäköisesti betonin luokittelemattomuudesta. Luokittelemattomuus johtuu maakostean betonin vähäisestä kosteudesta, joka taas vaikuttaa betoniin tiivistymiseen. Teoreettisella tasolla maakosteaa betoni on erittäin lujaa, sillä sen vesi-sementtisuhde on optimaalinen lujuuden kehityksen kannalta. Maakosteassa betonissa oleva veden suhde sementtiin on optimaalinen, jolloin betonissa oleva sementti käyttää kaiken veden sitoutumiseen. Myös maakostean betonin käyttömäärä rakentamisessa on vähäinen verrattaessa sitä muihin betonilaatuihin. Monella on oma näkemyksensä maakosteabetoniasentamiseen, mutta Suomessa tehtyä tutkittua tietoa on vähäisesti.

Suomessa on perinteisesti nojaututtu Betoniyhdistyksen ja Betonilattiayhdistyksen ohjeisiin, jotka ovat varsin käyviä, kun laatoitusmateriaalina on ollut mosaiikkibetoni- tai luonnonkivilaatta. Käytäntö on kuitenkin osoittanut, että nämä ohjeistukset eivät toimi täysin silloin, kun laatoitusmateriaalina käytetään keraamista laattaa. Suomesta puuttuu ohjeistus keraamisen laatan asentamisesta maakostealle betonille.

Perehtyessäni Estrich-lattioihin tutustuin myös saksalaisiin Estrich-lattioista tehtyihin ohjeistuksiin. Saksalaisella betoniyhdistyksellä on julkaisu betoniteknikka B19, jossa on kattavasti standardeja ja määräyksiä Estrich-massoilla toteutettuihin lattioihin ja niiden laatuun. Haasteellisena voidaan pitää, että julkaisua ei ollut kuin saksankielisenä. Julkaisun suomennos tilattiin käännöstoimistolta.

Tässä opinnäytetyössä maakostean betonin laadun varmistuksessa tukeudun Keski-Eurooppalaisiin standardeihin DIN EN 197, DIN 1164, DIN 18560 ja DIN EN 13813 sekä soveltuvin osin käytän myös suomalaisia Betoniyhdistyksen ja Betonilattiayhdistyksen ohjeistuksia SFS-EN 197-1, SFS-EN 206-1. Valmiin lattian laadun varmistuksessa käytetään Suomalaista Rakennustöiden yleisiä laatuvaatimuksia talonrakennuksen sisätoissa (RYL) ja työn tilaajan laadunvarmistusaineistoa ja -kriteereitä, jotka ovat päteviä ja käyviä tässä opinnäytetyössä.

## **5.2 Haastattelut**

Olen haastatellut lukuisia henkilöitä erityisesti liittyen maakostean betonin käyttäytymiseen, kun päällystysmateriaalina on keraaminen laatta. Lähteenä käytin haastattelua valmisbetonitoimittaja Ruskon Betoni Oy:n edustajan, Petri Lautalan, kanssa. Ruskon Betoni Oy on toimittanut moneen kohteeseen maakostean betonin. Heidän kanssa keskustelin maakostean betonin valmistuksesta ja toimitamisesta työmaalle. Tutkimustyön ja liimamassan toteutin yhteistyössä Oy Sika Finland Ab:n kanssa, jossa puhuimme yleisesti maakosteasta betonista ja sen aiheuttamista ongelmista, kun suunniteltiin liimaavaa massaa keraamiselle laatalle. Oy Sika Finland Ab:n tekninen johtaja Kai Salo antoi asiantuntemuksensa ja teknisen osaamisensa ratkaisun löytämiseksi, kun etsittiin sopivaa liima-ainetta keraamiselle laatalle maakostealle betonille asennettaessa.

### 5.3 Tutkimukset

Tutkimuksia tein kokeellisin menetelmin. Koko työn lähtökohtana oli omakohtainen havainto keraamisen laatan kiinnittymisongelmasta vesi-sementtiseokseen. Kiinnittymisongelmat ovat yleisin syy reklamaatioille ja siten ne ovat yleisimmät syyt lattioiden laadullisiin ongelmiin. Kuvasta 7 voidaan havaita, kuinka perinteisellä menetelmällä tehdyssä asennuksessa liima-aineena käytetty vesi-sementtiseos on irronnut laatasta.



Kuva 7. Liima-aineen irtoaminen laatasta

Suomessa on yleisesti käytössä maakosteabetonilaatoituksissa laatan liimavana aineena vesi-sementtiseos, jossa on yksi osa vettä ja yksi osa sementtiä. Perinteisesti asennetuissa valmiissa lattioissa havaitaan usein noin viikon kuivumisen ajan jälkeen kopoutta eli laatan onttoa ääntä liima-aineen ja laatan välistä kerroksesta, kun lattiaan tehdään koputuskoee. Kopoudella on merkittävä

asema valmiin lattian laadussa, sillä kopo laatta hajoaa herkästi pistekuorman alla. Kopo laatta on irti liima-aineesta joko osittain tai kokonaan. Kun laatta joutuu kuormituksen alle, se ei pysty kantamaan kuormaa, vaan hajoaa. Kiinnittyneessä laatussa siihen kohdistuva voima siirtyy asennusmassan kautta kantavaan rakenteeseen. Jotta lattia voi vastata sille asetettuihin laatuvaatimuksiin, oli selvää, että kopoutteen ja laattojen hajoamiseen, jotka ovat yleisimmät syyt reklamaatioihin, oli etsittävä ratkaisu.

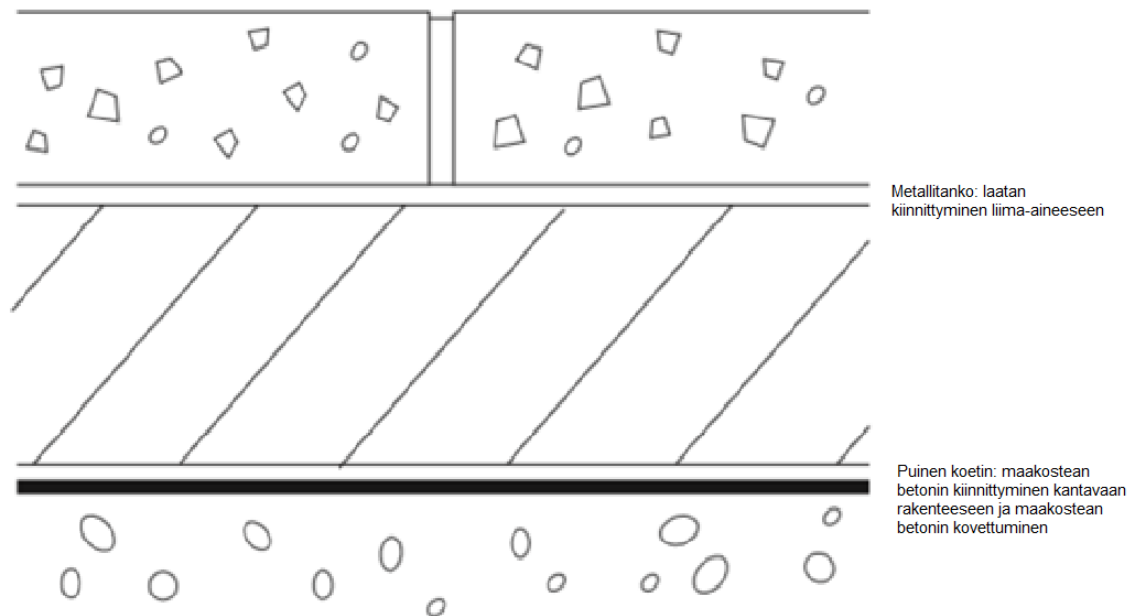
Ongelman tutkimiseksi ja ratkaisemiseksi tein kolme erilaista tutkimusta:

1. Ensimmäiseksi oli tutkin, pitääkö oletus paikkansa, että kiinnittymisongelmat johtuvat käytössä olevasta vesi-sementtiseoksesta. Jos ongelma johtui vesi-sementtiseoksesta, oli löydettävä sopiva kiinnitysliima keraamiselle laatalle.
2. Toiseksi tein vetolujuusmittauksia valmiista lattioista, jotka oli valmistettu perinteisellä menetelmällä sekä niistä, joissa oli käytetty uutta kiinnitysliimaa vetokoetulosten vertailemiseksi.
3. Kolmantena tutkimuksena perinteisellä suomalaisella asennusmenetelmällä ja Estrich-asennusmenetelmällä tehdyistä lattioista otettiin poranäytteitä, joista maakosteamassan lujuus todettiin puristuskokeella.

### **5.3.1 Kiinnitysongelman tutkiminen**

Omien havaintojeni perusteella olin jo paikallistanut ongelman suurella todennäköisyydellä liima-aineena käytettävään vesi-sementtiseokseen, jonka tulkitsin itse soveltuvan huonosti liima-aineeksi keraamiselle laatalle johtuen laatan erilaisista ominaisuuksista. Näitä havaintoja tukivat valmiille lattioille tehdyt kopotestit sekä vetolujuustestien näytteet.

Tasoitteen tarttuminen betoniin voidaan testata koputuskokeella (Betonilattiat 2002, 134). Kokemusperäisesti olemme havainneet, että äänet kuuluvat eri kohdista eri välineillä koputeltuna. Puisella koettimella tehty koputus kertoo maakosteamassan kovettumisesta ja kiinnittymisestä alusrakenteeseen ja metallitangolla koputtaessa kuulee laatan kiinnittymisen asennusliimaan (Kuva 8). Näiden ero on äänen taajuudessa, jonka kuulee koputeltaessa selvästi.



Kuva 8. Koputuskokeet

Vetolujuutta mitattaessa laatat taas saattoivat irrota sattuman varaisesti jo sahausvaiheessa. Tämä antoi epäilylle vahvistuksen.

Kiinnitysongelman tutkimiseksi sekä ratkaisemiseksi olin yhteydessä Oy Sika Finland Ab:iin, jonka kanssa lähdimme yhdessä tutkimaan asiaa. Sika-konserni on maailman johtava rakennus- ja teollisuuskemikaalien valmistaja ja markkinoija.

Alustavissa Oy Sika Finland Ab:lla tehdyissä tutkimuksissa tutkittiin vain sementtimassan tartuntaa laattoihin eli sitä, irtoaako liima-aine laatasta, kuten olin oletanut. Tutkimuksessa testattiin erilaisia liima-aineseoksia, jotta ymmärrettäisiin tartuntaongelmaa. Testauksessa käytettiin myös yleisesti isoilla lattiapinta-aloilla käytössä olevia erityyppisiä keraamisia laattoja, jotta nähtäisiin, onko eri tyyppien tai valmistajien laatoilla eroja (Kuva 9). Yhteinen tekijä laatoille oli hyvin pieni veden imukyky. (Oy Sika Finland Ab 2017.)



Kuva 9. Yleisesti käytössä olevat laattamallit

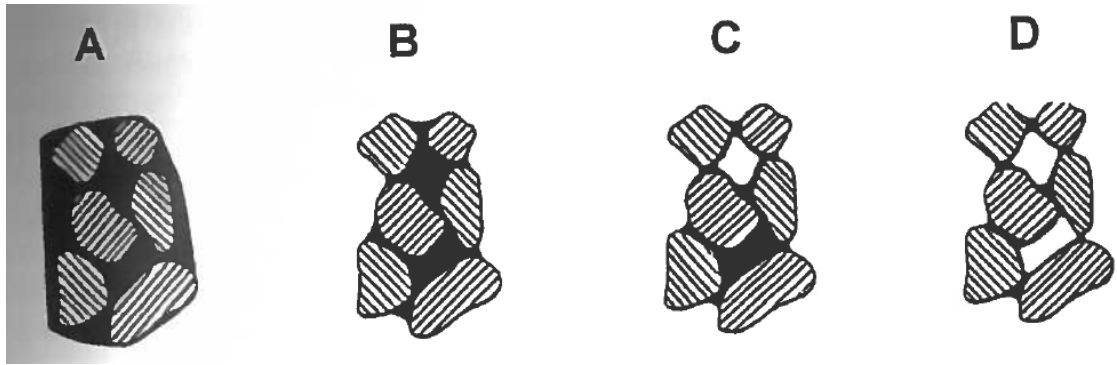
Kiinnitysliimalla, joka nyt haluttiin kehittää, haettiin toimivuutta maakostealle betonille asennettaessa. Maakostea betoni on suhteellisen kuiva massa, joka aiheuttaa haasteita kiinnitysliiman ominaisuuksille. Koska maakostea betoni on itsessään kuivaa, kiinnitysliiman kosteus imeytyy herkästi maakosteaan betoniin. Kun realistisia ratkaisuvaihtoehtoja testattiin, hyvä tartunta ei ollut ainoa päämäärä, vaan asennustyön tuli olla mahdollista ja aineen käytön ominaisuuksien tuli soveltua suomalaiseen asennusmenetelmään. Tämä vaatimus perustui siihen, että nykyinen työteho tuli olla säilytettävissä. (Oy Sika Finland Ab 2017.)

Tutkimuksessa todettiin, että eri kiinnitysliimavaihtoehtoihin oli turhaa lisätä tartuntaa parantavia aineita. Kaiken muotoisilla pinnoilla liiman kovettuminen tapahtui hyvin, mutta lopulta kaikki liimaukset murtuivat (Kuva 10).



Kuva 10. Liimauksen murtuminen

Tässä kohtaa tutkimusta todettiin, että kun liima-aine kuivui, se irtosi laatan pohjasta. Tämä johti nopeasti oletukseen, että kemiallisen ja fyysisen kuivumisen aiheuttama kutistuminen johtaa tartunnan heikentymiseen. Sementtiliimalla on liian korkea kutistumisen aste ja tämä johtaa tartuntaan liittyviin riskeihin, erityisesti jos asennus kuivuu myös fyysisesti aikaisessa vaiheessa (muutamassa päivässä) ja lujuuden kehitys ei pysty kompensoimaan aiheutuvaa rasiusta. (Oy Sika Finland Ab 2017.) Veden haihtuminen liima-aineesta vetää sen pieniä hiukkasia lähemmäksi toisiaan kuvan 11 osoittamalla tavalla (Betonitekniikan oppikirja 2004, 73). Tästä johtuen liima-aineen hiukkaset eivät aineen kuivuessa pysy kiinni laatan pohjassa, jolloin liima-aine irtoaa siitä.



Kuva 11. Liima-aineen kuivumisen aiheuttama kutistuminen (Betonitekniikan oppikirja 2004, 73)

Huomioitavaa on, että todellisuudessa vesi-sementtiseos sisältää paljon vettä, joka imeytyy alla olevaan maakostean betoniin. Oy Sika Finland Ab:n kanssa tehdyssä testissä veden määrä oli noin puolet todellisuudessa käytetystä, jotta voitiin simuloida veden poistumista kiinnitysliimasta. Myöhemmin tehdyssä asennussimulaatiossa oli myös selvästi todennettavissa, että kiinnitysliiman kosteus imeytyy maakostean betoniin aiheuttaen kiinnitysliiman nopean kuivumisen ja näin laatan irtoamisen. (Oy Sika Finland Ab 2017.)

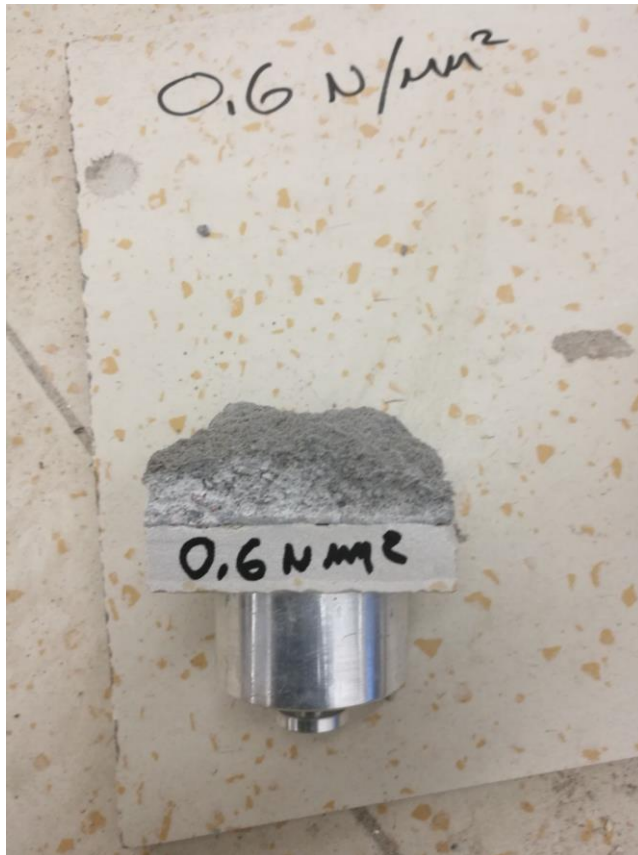
Kun testissä havaittiin kutistuminen, oli selvää, että se oli myös avain ratkaisuksi. Sika Finlandin laastilaboratorio suoritti mahdollisten ratkaisuvaihtoehtojen seulonnan ja testasi vaihtoehdot vetolujuustestein. Testitulosta pidettiin hyväksyttävänä vain, jos itse liima-aine murtui (Kuva 12). (Oy Sika Finland Ab 2017.)



Kuva 12. Eri liima-ainevaihtoehtojen vetolujuustestejä

Kun todettiin ongelman olevan sementti-vesiseoksen aiheuttama kutistuminen ja laastilaboratorio oli löytänyt mahdolliset ratkaisut, edettiin pienen mittakaavan asennussimulaatioihin. Ensimmäinen asennussimulaatio käytettiin siihen, että ymmärrettiin rajoitukset mitä tulee asennustyöhön. Jatkosimulaatioissa testattiin eri kiinnitysseosvaihtoehtoja ja haettiin sopiva menetelmä, jolla on sopiva tartunta sekä sopivat työstettävyyssominaisuudet. (Oy Sika Finland Ab 2017.)

Eri liimasekoituksista oli mahdollista valita menetelmä, joka sekä läpäisee vetolujuustestit, että on mahdollinen asennustyössä. Lopullinen menetelmä oikealla määrällä sementtiä, laastia sekä lisäaineita valittiin ja testattiin vielä Sika Finlandin laastilaboratoriossa. Vetolujuustestien tulokset olivat riittävät. Lopullinen menetelmä testattiin myös täyden mittakaavan asennussimulaatiossa. Laatan asennustyö meni hyvin ja uudella liimamenetelmällä oli hyvät asennusominaisuudet. 14 päivää asennuksen jälkeen tehtiin myös vetolujuustesti, jonka tulokset olivat riittävät. Kaikki vetolujuustestit päättyivät tartunnan murtumiseen maakosteassa betonissa (Kuva 13). (Oy Sika Finland Ab 2017.)



Kuva 13. Tartunnan murtuminen maakosteassa betonissa

### 5.3.2 Kopokokeet ja vetolujuustestit

Perinteisellä ja uudella liima-aineella tehtyjen lattioiden tutkimiseksi ja vertailemiseksi tein niille kopouden tutkimiseksi koputuskokeita ja vetolujuustestejä, joka oli tehtyjen tutkimusten toinen osa. Nämä testit toteutettiin kenttäolosuhteissa sattumanvaraisesti.

Koputuskokeita tehtiin sekä vanhalla, että uudella liimamenetelmällä tehdyille lattioille. Vanhoissa lattioissa metallitangolla koputtaessa kuului selvästi laatan irtoaminen liima-aineesta, jota kuului erityisesti laattojen reunoilla. Uudella menetelmällä tehdyistä lattioista kopoutta ei kuulunut tai sitä kuului vähän. Vähäinen kopous voi johtua esimerkiksi vesi- tai ilmataskusta (Kuva 14), joka on jäänyt asennusvaiheessa maakosteaan massaan.



Kuva 14. Ilmatasku laatan ja liima-aineen välissä

Vetolujuustestit toteutettiin standardin SFS-EN 1542 mukaisesti ja vetolaitteistona oli Elcometer 106. Näissä vetolujuustesteissä otettiin sattumanvaraisesti noin kuusi näytettä jokaisesta valmiista lattiasta. Vetonäytteillä pystytään hyvin varmistamaan laatan kiinnittyminen maakosteabetoniin.

Perinteisellä vesi-sementtiseoksella liimatuista lattioista 2/3 irtosi vetokokeen aikana joko sahatessa laatalle reikää tai vetokoneen kiristysvaiheessa, jolloin laatalle ei vielä tullut yhtään vetoa vetoalustaan (Kuva 15). Niille, joista saatiin mitaustulos ja joista murtuminen tapahtui maakosteabetonista, saatiin arvot, jotka ovat tyypilliset vetoarvot maakosteabetonilattioille. Arvot vaihtelivat 0,5 – 1,2 N/mm<sup>2</sup>.



Kuva 15. Koekappaleen murtuminen ennen varsinaista testausta

Uudella menetelmällä liimatuista lattiaista kaikki kestivät sahausvaiheen sekä vedon eli yksikään mittaus ei epäonnistunut sen vuoksi, että laatta olisi irronnut kiinnitysliimasta. Vetolujuustestien arvot vaihtelivat välillä 0,5 – 1,2 N/mm<sup>2</sup>. Kuvassa 16 on nähtävissä käytetty mittauslaite sekä vedettyjä näytteitä.



Kuva 16. Elcometer 106 ja vetolujuusnäytteitä

Vetolujuustesteistä voitiin todeta, että perinteisesti liimauksessa käytetty vesi-sementtiseos ei toimi kiinnitysaineena keraamiselle laatalle. Irtoaminen maakosteasta betonista varmisti, että testeissä löydetty ja käyttöön valittu uusi liimaseos oli todettujen testien mukainen ja soveltuva keraamisen laatan kestäväälle kiinnittämiselle.

### **5.3.3 Puristuslujuustestit**

Kolmas tutkimus koski maakosteabetonin lujuutta ja työtavan vaikutusta betonin lujuteen. Näitä tutkimuksia tehtiin sekä suomalaisella menetelmällä tehtyihin lattioihin, että Estrich-lattioihin, joiden pinnoitemateriaali on keraaminen laatta. Puristuskokeiden lähtökohtana oli tutkia erityyppisten asennusmenetelmien vaikutusta maakosteabetonin lujuteen asennustyön jälkeen.

Toteutin tutkimuksen puristuskokeilla. Puristuskokeiden tuloksissa oli iso vaihteluväli lujudessa sekä suomalaisin menetelmin tehtyjen, että Estrich-lattioiden välillä sekä näiden eri menetelmien sisällä. Johtopäätös tästä oli, että maakosteabetonin luokittelemattomuudesta johtuen tulokset eroavat toisistaan hyvin paljon. Maakosteabetonin lujuus on siis riippuvainen betonin tiivistymisestä, johon vaikuttavat betonin tuoreus ja kosteus. Yksiselitteistä havaintoa puristuslujuuden paremmuudesta ei ollut suomalaisen laatoituksen ja Estrich-laatoituksen välillä.

Otin 35 koekappaletta eri puolelta Suomea valmiista lattioista, joita oli tehty kummallakin asennustyyllillä. Puristuskokeiden koekappaleet otin laatan poiston jälkeen timanttikoralla. Nämä kappaleet työstin samankokoisiksi. Koekappaleet puristin ADR-Auto Range -puristuslaitteella Saimaan ammattikorkeakoulun laboratoriossa.

Tärkeimpänä havaintona porakappaleista pidin sitä, että jo porausvaiheessa niistä näki betonin oikeanlaisen tiivistymisen. Kuvassa 17 on nähtävillä porakappaleista asennusmassavaran lisäksi maakostean betonin asennuskäyttöön ylitäminen ja tiivistäminen. Tiivistymisen kannalta olennainen osa on maakostean massan asennuspaksuus. Maakostean betonin paksuus vaikuttaa massan tiivistymiseen ja kovettumiseen. Kuvassa 17 kaksi oikeanpuoleista näytettä kertovat

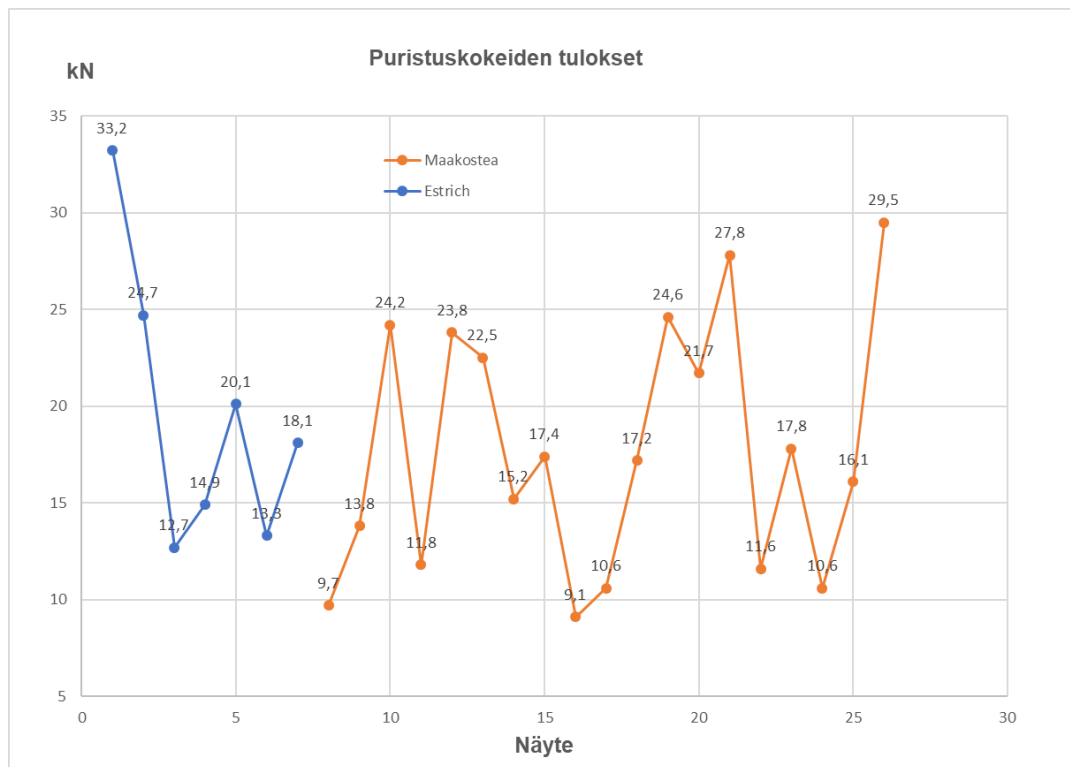
siitä, että asennusmassakerros on ollut liian paksu, jolloin maakostea ei ole tiivistynyt kunnolla, eikä se ole saanut riittävästi kosteutta. Kolme vasemmanpuoleista näytettä taas ovat samankokoiset (asennusvara on ollut noin 40 – 50 mm) ja taiseesti tiivistyneet.



Kuva 17. Poranäytteet

Porakappaleita otettaessa tein havaintoja massasta, josta pystyin päättelemään esimerkiksi sen, miksi poranäyte epäonnistui. Suurin syy poranäytteiden epäonnistumiseen oli näytteen mureneminen porauksen aikana (Kuva 17, oikeanpuolimmainen näyte). Näytteet, jotka murenivat porauksen aikana, olivat usein lattiosta, joissa asennusvara oli suuri. Tästä voidaan päätellä, että mikäli asennusvara on yli 60 mm, maakostean betonin tiivistyminen ei enää ole riittävä tarvittavan lujuuden saavuttamiseksi.

Puristuskokeiden tulokset on esitetty kaaviossa 1. Onnistuneita puristuslujuusmittauksia tehtiin 27. Loput kahdeksan koekappaletta murenivat tai vioittuivat joko porauksen aikana tai puristusvaiheessa. Jo ennen puristamista koekappaleita tarkasteltaessa voitiin havaita maakostean betonin onnistunut tiivistyminen ja näin olettaa betonin lujuudessa olevan vaihtelua koekappaleiden välillä. Puristuskokeiden tulokset tukivat koekappaleista tehtyjä havaintoja. Esimerkiksi kuvassa 17 näkyvistä koekappaleista kolme vasemman puoleista näytettä saivat paremman tuloksen puristuskokeessa kuin kaksi oikeanpuoleista.



Kaavio 1. Puristuskokeiden tulokset

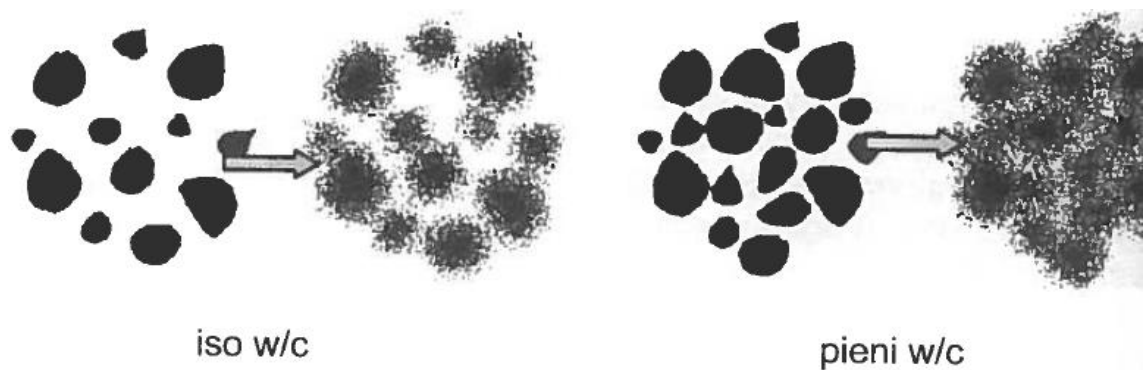
### 5.3.4 Tehtyjen kokeiden päätelmät

Näiden kokeiden avulla pystyin havainnoimaan, kuinka tärkeää on maakosteabetonilattiassa laadun varmistaminen eli valmiin lattian laatuvaatimusten täyttyminen. Olennaiset lopputulokseen ja laatuun vaikuttavat asiat ovat oikeanlaisten kiinnitysmateriaalien käyttäminen, asennusvaran oikeanlainen mitoitus, asennusryhmän toiminta sekä maakostean betonin laatu.

Tekemieni kokeiden ja erilaisiin asennusmenetelmiin tutustumisen ja niiden perusteella tekemieni havaintojen pohjalta pystyin havainnoimaan koko asennusprosessin. Koko prosessiin vaikuttavat useat seikat käytettävien materiaalien laadusta asennusporukan toimintaan työmaalla ja urakoitsijan osallistuminen laadun varmistukseen. Koko prosessiin perehtyessäni olen havainnut virheiden vaikutukset valmiin lattian laatuun.

## 6 Maakosteabetoni työmaalla

Maakostea betoni sitoutuu ja menettää joustavuutensa, kun kiteet alkavat kasvaa yhteen eli hydrataatioreaktio alkaa (Kuva 18). Mitä enemmän betonimassassa on vettä, sitä kauemmin kestää ennen kuin kiteet kasvavat yhteen ja betoni sitoutuu. (Betonitekniikan oppikirja 2004, 74.) Standardin SFS-EN 197-1 mukaan alkusitoutumisajan tulee olla vähintään 45 – 60 minuuttia riippuen lujuusluokasta. Lämpötila vaikuttaa käyttöaikaan siten, että 10 asteen muutos puolittaa tai kaksinkertaistaa sitoutumisajan. Yleisesti maakostea betoni tulee käyttää noin kahden tunnin kuluessa sen valmistamisesta. Sakari Vepsäläinen (2013, 37) on tutkinut opinnäytetyössään maakosteabetonin käyttöaika. Tässä työssä oli hyvin havainnollistettu käyttöajan merkitys maakosteabetonin lujuuden kehitykseen. Massan ollessa yli viisi tuntia käyttämättä betonin valmistushetkestä lähtien, massan lujuuden kehitys yli puolittuu. (Vepsäläinen 2013, 37.)



Kuva 18. Hydrataatioreaktio ( $w/c$  = vesi/sementtisuhde) (Betonitekniikan oppikirja 2004, 74.)

Maakostean betonin lujuuden heikkenemisestä ajan kuluessa on myös kokemusperäinen havainto. Liian vanhan massan käyttäminen näkyy yleensä valmiissa lattiassa kopoutena. Urakoitsijaa voi houkuttaa ottamaan maakostea betoni isona valmismassakuormana kustannussyistä johtuen. Näin pyritään välttämään kuljetuskustannuksia, joilla on suuri merkitys kokonaiskustannuksissa erityisesti silloin, kun otetaan useita pieniä, 1 – 1,5 m<sup>3</sup> kuormia.

Maakostean betonin määrä tulee sovittaa sen mukaan, miten työryhmä etenee asennustyössä. Työryhmän tehona voidaan pitää isoilla pinta-aloilla 2,5 – 3,5 m<sup>2</sup>/h per laatoittaja, kun laatoitettava ala on yhtenäistä pintaa. Tämän tiedon

avulla voidaan seurata maakostean menekin määrää ja arvioida käytettävän massan laatua. Kun otetaan huomioon työmaan asennusvara, voidaan tämän perusteella myös laskea, onko betoni käytetty aikamääreen sisällä.

Kuljetusauton (Kuva 19) pyörintäsäiliötä ei saa pyörittää kuljetuksen aikana, sillä se voi aiheuttaa betoniin palloja. Pyörittäminen on sallittua ainoastaan purettaessa maakostea betonia työmaalla. Maakostean betonin varastoimiseksi työmaalla on tehtävä suunnitelma. Jos maakostea betonia ei pystytä jostakin syystä toimittamaan työkohteeseen, on se aina suojattava peitteellä välittömästi sen saavuttua työmaalle. Maakostea betonia ei saa säilyttää ulkona auringon paisteessa, koska betonista haihtuu sitoutumiseen ja tiivistymiseen tarvittava vesi. Betonin sitoutuminen alkaa välittömästi ainesten sekoituttua ja kiihtyy nopeasti lämpötilan noustessa. (BLY-18, 14.)



Kuva 19. Betonin kuljetusauto (Ruskon Betoni Oy)

Maakostea betoni myös kuivuu ja muuttuu kuivuessaan käyttökeltottomaksi irtohiekan kaltaiseksi aineksi, josta ei enää ole mahdollista saada vaatimukset täyttävää kiinteää ja kantavaa alustaa laatoille. Tuulisella säällä ulkona tai sisällä, jos rakennuksen aukot ovat vielä auki tai käytetään lämpöpuhaltimia, on betoni suojattava ilmavirtauksilta ja kosteuden haihtumiselta tiiviillä peitteellä. Vastavasti voidaan myös lyhentää betonin vastaanottoaikoja, jolloin betoni ei käyttöikänsä pääse ylittämään annettuja aikamääreitä.

Maakostean betonin silmämääräinen laadun toteaminen on vaikeaa, mutta jos kivirakeet ovat kuoriutuneet ja betonin väri on muuttunut tummansävyisestä vaa-leaksi tai se on mennyt kokkaremaiseksi, on syytä epäillä betonin käytön aika-määreiden ylittyneen. Tällöin on syytä tiedustella urakoitsijalta, milloin betoni on tullut ja milloin se on käytetty loppuun. Maakostean betonin käyttöikä on 2 – 3 tuntia. Tämän ajan ylittyttyä on syytä siirtää vanha betoni jätelavalle ja tilata uusi hyvän laadun varmistamiseksi. Näin ollen tärkein tekijä maakostean betonin laa-dun varmistuksessa on aika, jossa se käytetään.

Betonin saavuttua työmaalle se siirretään trukilla, jossa on betonisuppilo tai pien-kuormaajalla työpisteeseen. Asennusta varten betonia pudotetaan maahan ka-soihin sen verran kuin asentaja ehtii käyttämään sovitun ajan kuluessa. Asen-nuspaikan leveydestä riippuen betonikasoja otetaan noin kahden metrin välein ja laatoitusrintamasta noin kaksi metriä taaksepäin. Tämä on otettava huomioon suunniteltaessa työn tekemistä kohteessa. Laatoitustyön tilan tarve on suuri jou-hevan etenemisen kannalta.

Betonin laadun varmistamiseksi on urakoitsijan syytä esittää betonin tuontisuun-nitelma kirjallisena, josta selviää työryhmän koko, arvioitu menekki ja betonissa käytetty resepti. Betonireseptistä täytyy ilmetä vesi-sementtisuhde. Olosuhteista riippuen betonin käyttöaika on 2 – 3 tuntia. Urakoitsija on velvollinen esittämään jälkikäteen rahtikirjoista tai muulla uskottavalla tavalla betonin laadun ja käyttö-ajan.

Maakosteabetonin laadun varmistus on tärkeä osa laadukkaan lattian toteutuk-sessa. Maakosteabetonin laadun varmistaminen silmämääräisesti on käytän-nössä täysin mahdoton tehdä. Tämän vuoksi on tärkeää käyttää tavoitearvoja reseptiikassa, jotka on määritetty maakosteabetonin valmistuksessa. Ajallinen käyttö maakosteabetonille on rajallinen ja se on sidoksissa työmaan olosuhteisiin. Tämä tulee ottaa huomioon, kun suunnitellaan resursseja. Näistä on hyvä olla kirjallinen suunnitelma, jonka ovat hyväksyneet sekä urakoitsija että tilaaja.

## 7 Toimenpiteet ennen asennusta

### 7.1 Työsuunnitelma

Ennen asennuksen aloitusta urakoitsijan on hyvä tehdä tilaajan kanssa työsuunnitelma. Vaikka laatoitustyö ei ole monivaiheinen, on tärkeää huomata, että lattiatyö vaikuttaa koko työmaan toimintaan. Isoissa kohteissa lattiaa laatoitetaan usein koko hallin leveydeltä. Laatoitustyö vaatii myös kohtalaisen paljon tilaa, joka vaikuttaa erityisesti talotekniikan asennuksiin. Tällöin hyvän työsuunnitelman vaikutus tulee esille, jotta työ sujuisi mahdollisimman kitkatta ja ilman yllätyksiä. Työsuunnitelmassa on hyvä olla selvitettyinä seuraavat asiat:

- Laatoitustyön huolto (laattojen varastointipaikka).
- Betonin vastaanottopaikka (siirtoreitti ja siirtokalusto).
- Työvoimasuunnitelma (työryhmän koko, työryhmän työtehon ja tuottavuuden määrä, lattiasta vastaavan työjohtajan nimeäminen ja työryhmästä vastaavan henkilön nimeäminen).
- Työmaaolosuhteiden toteaminen (laatoitettavan alueen katselmointi ja alueen eristäminen muulta työmaatoiminnalta, minimilämpötila laatoitus- ja saumaustyölle, sääsuojaus ikkunoiden, ovien ja katon kautta mahdollisen veden tulon varalle, suunnitelma sille, miten olosuhteiden muuttuessa toimitaan ilman töiden keskeytymistä).
- Työmaan laatoitustyön suorittamisen edellyttämät sähkö, veden ja lämmön saanti.
- Laatoitukselle tärkeät mittalinjat, korot ja ladontasuunnitelma.
- Laatoitustyön jälkihoito ja luovutuksen jälkeen tapahtuva suojaus.

Kun yllä olevat asiat on otettu hyvin huomioon työsuunnitelmassa, pystytään työmaalle luomaan aikataulu, jota pystytään noudattamaan. Eri kohteissa voi myös olla työmaakohtaisia tarpeita, jotka on huomioitava urakan aikana ja ne tulee lisätä työsuunnitelmaan.

## 7.2 Laattojen varastointi työmaalla

Laatat kuljetetaan työmaalle ja ne tulee varastoida siten, että niiden käyttökelpoisuus säilyy moitteettomana. Laattojen pakkaukset ja toimitusasiakirjat ovat varustetut merkinnöillä, joiden perusteella tuotteiden suunnitelma-asiakirjojen mukainen laatu voidaan todeta. (SisäRYL 2013, 143.) Käytettävät laatat tulee ottaa sisälle riittävän aikaisessa vaiheessa, jotta laattojen lämpötila pääsee tasaantumaan rakennusaikaiseen lämpötilaan. Tämä on huomioitava erityisesti talviolosuhteissa.

## 7.3 Asennusalusta

Asennusalustana voi olla rakennesuunnitelman mukainen paikalla valettu betonilaatta, betonielementti tai ontelolaatat. Ontelolaatat ovat epävarma alusta pintakerrosten ehjänä säilymisen kannalta silloin, jos lattiaa kuormitetaan esimerkiksi pumppukärryjä raskaammilla trukeilla. Liikkuvan kuorman alla ontelolaatat saattavat notkua, jolloin päällä oleva asennusmassakerros voi vaurioitua. Alustan taipumaominaisuudet tulee ottaa huomioon rakennesuunnittelussa ja alustan mitoituksessa.

Maakostean betonin päälle kohdistuvat piste-, viiva- tai tasokuormat siirtyvät/johduttuvat alla oleviin rakenteisiin. Kuten kaikki rakennusmateriaalit, myös lattiamassat ovat alttiina muodonmuutoksille. Kuormasiirtymä ja muodonmuutuskäyttäytyminen ovat riippuvaisia rakennetyypistä. Maakosteabetonilatioissa kuormat siirtyvät leviämiskulmassa suoraan alla olevaan rakenteeseen. Kuorman vuoksi lattiamassa painuu kokoon. Kuten kaikki rakennusmateriaalit, myös lattiamassa reagoi pitkittäislaajenemiseen poikittaislaajenemisella. Suora yhteys alapohjaan kuitenkin estää poikittaislaajenemisen, minkä ansiosta poikittaisvedon pettäminen on poissuljettu. Ratkaisevaa tälle rakenteelle on siksi puristuslujuus. Tästä johdettua on tärkeää, että lattia on kiinni alustassaan eikä sivuttaisleviämää pääsisi tapahtumaan. (Beton 2015, 6.)

Asennusalustan pinnan tulee olla karhea. Paikalla valetun laatan pinta ei saa olla hierretty vaan esimerkiksi harjaamalla karhennettu. Hierretty pinta on sileä, jolloin sementtiliima nousee pintaan ja tartunta on huonompi kuin esimerkiksi harjaamalla karhennetulla pinnalla.

Maakostealattian asennuskerroksen paksuuden on oltava vähintään kolminkertainen betonissa käytetyn kiviaineksen maksimiraekokoon nähden. Siten asennuskerroksen vähimmäispaksuus on esimerkiksi 25 mm, kun maksimiraekoko on 8 mm. Toteutukseen liittyvistä syistä yksikerroksisten pintalattiamassojen ei tulisi olla yli 50 mm paksuja, ellei lattialaastin koostumus ja käytettävä työstölaite mahdollista massan alemman osan riittävää tiivistämistä. Kiinnitetyn lattiamassan paksuus ei ole olennaista lattian kuormituskestävyyden kannalta, sillä liitoksen ansiosta kaikkien staattisten ja dynaamisten vaikutusten siirtyminen kantavalle alustalle on taattu. (Beton 2015, 7.) Yleisesti ottaen yli 50 mm työvarat aiheuttavat riittämättömän tiivistymisen massalle.

#### **7.4 Asennusalustan esikäsittely**

Edellytys hyvälle asennukselle on tartunnan varmistaminen kantavasta kerroksesta. Hyvän tartunnan antaa riittävän karhea pinta, joka on määritelty DIN EN 13813 mukaan. (Beton 2015, 8.)

Alustan pinnalla ei saa olla myöskään mitään muuta epäpuhtautta, kuten öljyä, rasvaa tai muuta tartuntaa heikentävää ainetta. Pölyn poistaminen harjalla ei riitä, vaan se on poistettava imurilla. Ihanteellisessa tilanteessa pölyn poisto suoritetaan vesisuihkulla ja tämän jälkeen asennettava pinta pidetään 48 tuntia kosteana. (Beton 2015, 8.) Yleensä tämä ei kuitenkaan ole mahdollista. Kun laattojen asennustyö aloitetaan, ei alustan pinnalla saa olla vesilammikoita tai märänkiiltoa vaan sen tulee olla mattakostea tai täysin kuiva. Lattialla olevia kosteusläikkiä tai muualta tullutta vettä ei tarvitse poistaa. Laatoituksen alettua veden pääsy valmiille laatoitukselle ja laatoitusalueelle tulee ehdottomasti estää.

Alustassa ei saa olla pistemäisiä kohoumia, irrallisia osia, laastijäämiä tai putkia (Beton 2015, 8). Pienet nimelliskorkeuden ylittävät kohdat voidaan oikaista jyrsimällä tai piikkaamalla. Suuremmat poikkeamat, esimerkiksi ontelolaataston päiden ja harjan välisestä kaarevuudesta johtuva korkeusero, tasataan samaan tasoon. Oikaisu- ja täyttötavoille on saatava tapauskohtaisesti erikseen tilaajan hyväksyntä ja ne on suoritettava siten, että maakostea asennusbetoni voidaan levittää alustalle vaatimusten mukaisesti tasapaksuna kerroksena.

## 8 Asennustyö

### 8.1 Yleistä

Laadukkaan laatoituksen toteutuksessa tärkeimpänä tekijänä pidetään urakointiryhmää ja heidän ammattiosaamistaan. Urakointiryhmiä ja tekijöitä on monenlaisia. Tarvittavat kalustohankinnat ovat verrattain pieniä, joten kyse ei ole suuresta investoinnista, mikäli haluaa ryhtyä toteuttamaan maakosteabetonilattioita. Itse työ on fyysistä ja usein matkatyötä. Edellä mainitut seikat saattavat aiheuttaa laadullisia ongelmia lattioissa. Koska Suomessa ei ole kunnollista ohjeistusta laadun valvonnasta, maakostealattioiden laadun vaihtelu on ollut suurta.

Asennustyö on perustunut paljolti vanhoihin tapoihin, joita on opittu ja totuttu käyttämään. Vaikka on havaittu joitakin ongelmia, kuten esimerkiksi maakosteabetonilattian kopoutta, on vain todettu, että se on ominaisuus eikä niinkään vika. Näiden asioiden ja virheiden oikaiseminen on tärkeää.

Urakoitsijan oman työnjohtajan puuttuminen työmaalta urakoitavan lattian teko- vaiheessa aiheuttaa myös omalta osaltaan laadullisia heikkenemisiä. Työ on hyvin pienessä piirissä tapahtuvaa työtä ja työntekijät ovat yleensä matkatyöntekijöitä. Työmaat ovat pirstoutuneet yleensä laajalle alalle ympäri Suomea, mikä aiheuttaa sen, ettei työnjohtaja voi olla vahtimassa jokaista työvaihetta työmaalla. Yleensä käytetään työryhmässä nokkamiestä, joka toimii työmaan yhteyshenkilönä. Tällä työryhmällä on merkittävä rooli lattian onnistumisen kannalta.

Työmoraali ja ammattitilpeuden ylläpito on tärkeää. Työnjohtajan rooli on tärkeä laadun varmistamisessa ja työn aloituksen sujuvuudessa. Itse urakointiryhmän koko ja pysyvyys luo tilaajalle päin luottamuksen ammattiosaamisesta. Yleisesti tilaajan vaatima laadun parantaminen on tervetullut alalle, jossa on ollut kirjavat käytännöt työssä.

Tilaajan olisi laadun kannalta hyvä myös pohtia urakoitsijan kokoa taloudelliselta kannalta. Vaikka itse lattiaurakka voi olla koko rakennusprojektista vain pieni osa, on sillä suuri vaikutus lattian elinkaaren kannalta. Pieni urakoitsija, joka on tottunut tekemään asioita samalla tavalla kuin ennen, voi aiheuttaa ison vahingon

myöhemmin juuri puutteellisella laadun varmistuksellaan. Tällä on varsinkin silloin taloudellisesti suuri merkitys, jos kyseessä on päivittäistavarakauppa tai muu kaupallinen myymälä, jossa on tärkeää pitää kauppa auki eikä suljettuna remon-  
tin vuoksi. Näissä ongelmatapauksissa on haasteellista löytää vastuunkantajaa. Laatoitusurakoitsijan on kohtuullisen helppo paeta vastuutaan. Hyvällä laadun varmistuksella ja dokumentoinnilla pystytään pienentämään riskiä.

## **8.2 Laattojen asennusohje**

Laatoituksessa käytettävän keraamisen laatan tulee olla paksuudeltaan vähintään 15 mm, jotta voidaan varmistua asennuskerroksen tiivistymisestä. Tätä ohuemmilla laatoilla asennustyö on hyvin haasteellinen tehdä, jotta voitaisiin taata riittävä laatutaso. Suurin suositeltava laattakoko on 600 x 600 mm, jolloin asennustyö on mahdollista tehdä laatuvaatimukset täyttäen.

Laatat tulee asentaa siten, että saumalinjat ovat ladontasuunnitelman mukaisia ja saumojen leveys on yleisesti yläpinnassa 2 – 3 mm. Sauman leveys sovitaan tilaan edustajan kanssa tapauskohtaisesti. Laatoituksen etenemistä ja korkoa seurataan linjalankojen avulla, jotka on asennettava työn aloitusvaiheessa. Koron ja linjan määrittävät tilaaja. Korkomerkistö tulee olla asetettu noin 10 – 15 metrin välein. Linjoissa on huomioitava myös liikunta- ja kutistumissaumat. Saumaku-  
vion voi tarkistaa merkintänarun avulla saumaprofiilista viereiseen saumaprofiiliin. Suurin sallittu saumaku-  
vion poikkeama on 6 mm neljän metrin matkalla. (Toimeksiantajan ohjeistus.)

Mahdollisesta laattojen kokovaihtelusta on ilmoitettava tilaajalle ja sovittava erikseen sauman leveyteen ja mahdolliseen ladontasuuntaan vaikuttavista asioista. Väripoikkeamien ja muun laatu-  
vaihtelun eliminoimiseksi tulee laattojen olla mahdollisuuksien mukaan saman valmistajan samaa valmistuserää tai muuten tilaajan edustajan toimesta hyväksyttäväksi todettua laatua myös värin suhteen. Laatoituksen laattajako on pyrittävä suunnittelemaan siten, ettei käytetä puolikasta laattaa pienempiä laattoja, jos laattoja joudutaan leikkaamaan.

Alustan pinta kastellaan huolellisesti veden ja asennusliiman seoksella yhden laattarivin matkalta. Pohjan kastelu on riittävä, kun vesi ja liimaseos jää noin 30 sekunnin ajaksi reilusti märäksi, jonka jälkeen vesi alkaa hiljalleen imeytymään

alusbetoniin. Tämän jälkeen lapioidaan maakosteabetoni tasaiseksi penkiksi laattariville. Ennen laattojen asennusta penkki tasataan mittasapluunalla. Asennuspenkistä täytyy tehdä noin 5 cm leveämpi kuin laatta itse on. Asennusbetonista ja -varoista riippuen mittasapluunan tiivistymisvara säädetään 6 – 12 mm.

Tasoitetun asennuskerroksen päälle levitetään tasainen kerros keraamiselle laatan asentamiseen soveltuvaa asennusliimaa kastelukannulla tai kauhalla siten, että asennusliimaa on koko asennettavan laatan alueella, mutta enintään sen suuruiselle alueelle, joka ehditään laatoittaa noin 15 minuutin kuluessa. Välittömästi liuoksen levittämisen jälkeen ladotaan laatat paikoilleen ja naputellaan oikeaan korkoon kumivasaralla (15 – 20 kertaa), jolloin asennusmassa myös tiivistyy. Laattaa lyödään kumivasaralla riittävä määrä, kunnes laatta saavuttaa korkokangan. Samalla kokeillaan kädellä, että laatoituksessa ei esiinny hammastusta. Vierekkäisten laattojen hammastus saa sauman reunassa olla enintään 1 mm. Laattojen välisten saumojen leveys saa poiketa enintään  $\pm 30\%$  kun saumaleveyden nimellismitta on 2 – 3 mm.

Asennusliimaa käytetään valmistajan ohjeistuksen mukaan. Asennusliimasta on oltava valmistajan hyväksymä soveltuvuushyväksyntä. Urakoitsijan tulee toimittaa asennusliimasta soveltuvuustodistus keraamisen laatan kiinnittämiseen maakoste-asennusmenetelmällä.

Laatoitusrintaman edettyä noin 150 – 200 cm pestään laatoituspinta puhdasta vettä käyttäen vähintään kahden tunnin välein. Näin laatoitus pysyy puhtaana saumausta ajatellen ja saumoista imeytyy jälkihoidollinen vesi asennusmassaan.

### **8.3 Liikunta- ja kutistumissaumat**

Liikunta ja kutistumissaumojen tarkoituksena on vähentää jännitteitä ja vähentää halkeilua. Saumat luokitellaan liikuntasaumoihin, jotka ovat rakenteellisia ja näennäissaumoihin, jotka ovat kutistumissaumoja. Lattiavalussa voi myös olla työsaumoja, jotka aiheutuvat itse valun katkoista. (Betonitekniiikan oppikirja 2004, 413–414.)

Liikunta- ja kutistumasaumat tehdään rakennesuunnittelijan esittämän suunnitelman mukaan ja määräämiin kohtiin. Periaatteena on, että jokaisen rakenteellisen

liikuntasauman kohdalle tehdään myös pintarakenteeseen (pintalaatta ja asennusbetoni) liikuntasauma.

Liikuntasaumassa tulee käyttää sauman reunoissa teräsvahviketta molemmin puolin saumaa. Sauma suljetaan yläpäästä elastisella saumausmassalla siten, ettei se pääse täyttymään ajan kuluessa epäpuhtauksilla. Sauman yksityiskohdaisen rakenteen ja leveyden määrittelee rakennesuunnittelija, joka laatii saumasta rakennetyypikuvan.

Kutistumisen suhteen laatoitus jaetaan kenttiin, jotka ovat kooltaan 12 x 12 m. Kentistä pyritään tekemään mahdollisimman neliömäisiä. (SisäRYL 2013, 147.) Kapeat pitkät kentät ovat kutistumahalkeilun suhteen muodoltaan epäedullisia. Kutistumasaumat suljetaan yläpäästä pelkästään elastisella saumausmassalla, muuten saumat jätetään tyhjiksi. Saumat on tarkastettava ja tarpeen mukaan puhdistettava ennen elastisen saumausmassan asentamista. Elastisten saumausmassojen tekeminen on tehtävä ennen lattian saumausta. Saumassa ei saa olla saumalaastia eikä muutenkaan saumaa täyttävää ja sen toimintaa estävää materiaalia.

Kutistumasaumojen paikkoja määrättäessä on otettava huomioon myös rakenteelliset alustassa olevat liikuntasaumat. Pintarakenteen kutistumasaumat voidaan toteuttaa myös liikuntasaumana rakenteellisen liikuntasauman kohdalla aina kun se on kentän koon suhteen mahdollista. Kutistuma- sekä liikuntasauman kohdalla tulee pintalaattojen alla oleva maakosteaa asennusbetoni sahata auki alustabetoniin asti.

Seinät ja pilarit sekä muut kutistumista mahdollisesti estävät rakenteet erotetaan lattialaatoituksesta vähintään 5 mm leveällä ja 100 mm korkealla irrotuskaistaleella.

#### **8.4 Saumaus**

Laatoituksen saumaustyön saa aloittaa laattojen asennuksen jälkeen aikaisintaan seuraavana päivänä, mikäli lattiarakenteen lämpötila on ollut vähintään + 20 °C. Lämpötilan ollessa + 10 °C, saa saumauksen aloittaa aikaisintaan kolmen

vuorokauden kuluttua laattojen asennuksesta. Lattian päällä saa liikkua vasta kun se on saumauskelpoinen ja silloinkin ainoastaan jalkaisin.

Lattiaa ei missään tapauksessa saa kuormittaa millään muulla tavoin ennen kuin se on saumattu. Lattian kuormittamisesta saumauksen jälkeen on esitetty tarkemmat ohjeet kohdassa 8.6.

Ennen saumauksen aloittamista laatoitukselle tehdään silmämääräinen tarkastus urakoitsijan toimesta. Tässä yhteydessä havaitaan mahdolliset puutteet ja viat ja esimerkiksi rikkonaiset tai voimakkaasti hammastavat laatat vaihdetaan. Lisäksi ennen saumausta tehdään kutistumissaumat materiaalin toimittajan määräämällä elastisella saumausmassalla.

Saumaus tulee suorittaa keraamiselle laatalle soveltuvalla valmissaumauslaastilla, jonka värisävyn ja tyyppin tilaaja on määrännyt. Laatoituksen saumauslaastin tulee olla sementtipohjaista ja sen tulee täyttää standardin SFS-EN 13888 tyyppi CG 2 Parannettu saumalaasti -vaatimukset (SisäRYL 2013, 144).

Saumat täytetään löysällä saumalaastiseoksella työntämällä kumilastalla laastia saumojen yli 45 asteen kulmassa siten, että samalla kun painetaan laastia saumaan, leikataan ylimääräinen laasti pois. Saumausmassan annetaan painua, jonka jälkeen täyttötyö suoritetaan uudelleen. Laastin kuivahdettua puhdistetaan laatoituksen pinta sekä rajataan saumojen reunat teräviksi ajamalla lattianhoitokoneella hangaten. Saumojen jälkihoito tulee tehdä saumalaastin valmistajan ohjeiden mukaisesti.

### **8.5 Lattian puhdistaminen ja suojaus**

Lattia puhdistetaan saumauksen jälkeen pölystä ja muista lika- ja saumausjätteistä. Tämän jälkeen lattia pestään lattian hoitokoneella, jolla saadaan poistettua loput epäpuhtaudet.

Lattian suojauksesta on hyvä keskustella tilaajan kanssa. Lattian käytöstä ja tilaajasta voi riippua, minkä tasoinen suojaus lattialle halutaan. Saumattu lattia on suojattava tarkoituksen mukaisella tavalla välittömästi saumauksen jälkeen ja pidettävä suojattuna koko lopun rakennustyön ajan.

Suojaukseen ei saa käyttää kostuessaan väriä päästävää materiaalia kuten aaltopahvia tai kovalevyä. Lattiapinnan lopullinen suojakäsittely suoritetaan loppusiivouksen yhteydessä aineen valmistajan ohjeiden mukaisesti. Saumatulla lattialla saa liikkua kävellen vuorokauden kuluttua saumauksen suorittamisesta.

## 8.6 Valmiin lattian kuormitus

Laattalattian kuormittaminen muulla tavoin kuin jalkaisin liikkumalla (muun muassa rakennustarvikkeiden varastoiminen, nosto- ja saksilavoilla, trukeilla ja pumppukärryillä yms. ajaminen) sallitaan vasta taulukossa 4 esitettyjen betonin kovettumisaikojen jälkeen.

Keskimääräinen kovettumislämpötila* °C	Sementtilaatu	
	CEM II/B-M (S-LL) 42,5 N Normaalisti kovettuva sementti	CEM II/A-LL 42,5 R Nopeasti kovettuva sementti
* rakenteen materiaalin lämpötila	Sallittu kuormitusikä vrk laattojen asennuksesta	
25	7	3
20	14	5
15	21	7
10	28	14

Taulukko 3. Ohjearvoja lattian sallitun kuormitusajankohdan arvioimiseksi

Kuormitusajankohdan ohjearvojen alittaminen ei ole sallittua.

## **8.7 Työturvallisuus ja jätteiden käsittely**

Työturvallisuuden osalta noudatetaan työmaakohtaisia ohjeistuksia huomioiden myös itse laatoitustyössä olevat työturvallisuusriskit. Laatoitustyössä tulee ottaa huomioon seuraavat seikat:

- liima-ainetta sekoitettaessa tulee käyttää hengityssuojainta
- laattoja sahatessa tulee käyttää vesisahaa
- vesisahassa tulee käyttää melua vaimentavia teriä
- silmäsuojien käyttö (pakolliset)
- oikeanlaiset työasennot erityisesti nostaessa painavia tavaroita
- kuulosuojainten käyttö
- suojakäsineiden käyttö (viiltosuojakäsineet suositeltavat)
- työryhmän ohjeistus.

Jätteiden käsittelyssä noudatetaan työmaakohtaisia lajitteluohjeita.

## **8.8 Valmiin lattian luovutus**

Urakoitsija vastaa siitä, että se toteuttaa tilatun työn tilaajan ohjeiden mukaisesti ja tilaajan vaatimien standardien mukaisesti. Urakoitsijan tulee toimittaa tilaajalle laadun tarkistamiseksi ja toteamiseksi seuraavat asiakirjat:

- betonilaatusuunnitelma
- itselleen luovutusprotokollat
- listaus asennuksessa käytetyistä materiaaleista
- koputuskoe valmiin lattian osalta
- vetolujuusnäytteiden tulosten protokollat
- valmiin lattian katselmuksprotokollat.

## 9 Valmiin lattian laatu ja laadun varmistus

Tämän opinnäytetyön tekemisen aikana, tutustuessani koko lattiaprosessiin, voin todeta, että laadun varmistuksessa on huomioitava koko asennusprosessi sisältäen käytettyjen materiaalien laatu, niiden käsittely ja itse asennustyö sekä sen jälkeiset toimenpiteet. Tilaajat ovat myös alkaneet vaatimaan urakoitsijoilta työn laadun sekä työssä käytettyjen materiaalien laadun varmistamista. Mikäli tilaaja ei esitä vaatimuksia laadulle, hän joutuu luottamaan urakoitsijan omaan laadunvarmistukseen ja ammattitaitoon.

Paras tapa ehkäistä reklamaatioita onkin sopia etukäteen tarkasti työn tavoitteet sekä käytettävät vaatimusasiakirjat. Työn tilaajan ja urakoitsijan tulee yhdessä kirjata urakkasopimukseen selkeät laadulliset vaatimukset. (Suomen Betonilattiyhdistys 2017.) Haasteena keraamisen laatan asennuksessa maakostea-pedille on se, ettei Suomesta löydy laatuohjeistusta tai standardia, joka määritteli laatutason lattian asennuskerroksen ja asennusliiman osalta. Esimerkiksi Suomen Betonilattiyhdistyksen ohjeistuksen mukaan (BLY-18, 24) maakostean betonin ja asennusalustan välissä saa esiintyä kopoutta. Ohjeistuksessa ei määritellä eikä selvitetä, kuinka paljon kopoutta saa esiintyä ja missä kohdin lattiaa. Saksalaisen Betoniteollisuusyhdistyksen mukaan taas maakostea betoni tulee ehdottomasti olla kiinnittynyt alustaansa, eikä kopoutta saa esiintyä. Asennusmassa saa olla alustastaan irti, jos niin on tarkoituksella suunniteltu. Tämän tekemiseen on asetettu omat määräyksensä. (Beton 2015, 6 – 8.) Kun maakostea betonimassa on kiinnittynyt alustaansa oikein, valmis lattia ei päästä ääniä käytettäessä (esimerkiksi lattiasta kuuluva hurina, kun ajetaan esimerkiksi haarukakuljettimilla).

Lopulta vain kirjallinen sopimus mahdollistaa työn laadun tarkan arvioimisen jälkikäteen. Työn huolellinen dokumentointi helpottaa saavutetun laadun arviointia ja laaturvirheiden syiden arviointia. (Suomen Betonilattiyhdistys 2017.)

Valmiille lattialle voidaan asettaa seuraavat laatukriteerit:

1. Ulkonäkö:

- yleisilme laatoituksessa
- lattialaatoissa ei ole värivirheitä
- lattia on asennettu ladontasuunnitelman mukaisesti
- saumojen suoruus
- sauman leveys
- sauman jälki (sauman tulee olla täysi, eikä siinä saa olla reikiä)
- laatoituksen tasaisuuspoikkeama.

2. Ominaisuudet:

- lattiasta ei saa kuulua onttoa ääntä esim. pumppukärryillä ajettaessa
- lattiassa ei saa esiintyä kopoutta enempää, kuin ohjeistuksessa on kerrottu
- vetolujuustestien tulosten tulee olla  $\geq 0,5 \text{ N/mm}^2$ .

Ulkonäköön liittyvissä laatuvaatimuksissa oleellista on se, että työ on toteutettu tilaajan antaman ohjeistuksen mukaisesti. Valmiin lattian tasaisuuspoikkeama saa olla 2000 mm mittapituudella  $\pm 2 \text{ mm}$  (vaativa laatuluokka) (SisäRYL 2013, 145). Laatoitetussa pinnassa ei saa olla virheitä, jotka ovat havaittavissa normaalissa valaistuksessa tarkasteltaessa pintaa kohtisuoraan 1,5 metrin etäisyydeltä. Tarkastelussa ei tule käyttää sivuvaloa.

Mikäli valmiissa lattiassa esiintyy silmämääräisesti havaittavia korkoeroja vierekkäisissä laatoissa, on syytä mitata vierekkäisten laattojen korkeusero eli ns. hammastus. Korkoerot mitataan RT 14-10373 ohjeistuksen mukaan. Mittauksessa käytetään apuna 2050 mm pitkää alumiinista linjalautaa, jonka alle asetetaan 20 mm korkopalat. Mittakiilaa apuna käyttäen mitataan hammastuksen suuruus. (RT 14-10373.)

Valmiin keraamisen laattalattian kestävytyteen vaikuttaa kaikkein eniten asennusmassakerroksen betonin laatu ja sen tiivistymisen onnistuminen sekä oikean

asennusliiman käyttö. Merkittävin virhe on maakostean betonin liian pitkä käyttöaika ja kuivuminen ennen käyttöä sekä asennusliiman soveltumattomuus keraamiselle laatalle. Massan liian pitkän käyttöiän välttämiseksi urakoitsijan on laadittava työsuunnitelma, jossa on varmistettu työporukan riittävä koko. Urakoitsija varmistaa kirjallisesti työsuunnitelmallaan, että pystyy käyttämään maakostean betonin annetuissa aikamääreissä. Asennusliiman osalta urakoitsijan on varmistettava sen soveltuvuus keraamisen laatan kiinnittämiseen ja toimitettava tilaajalle soveltuvuustodistus.

Maakosteabetonissa laadun varmistus tapahtuu paitsi silmämääräisesti asennusta tehdessä sekä käyttöikää noudattaen, myös valmiista lattiasta kopokartoituksella sekä vetolujuustestein.

Valmiista laatoituksesta tehdään ns. ”kopokartoitus” koputuskokeella. Lattiaa koputellaan puisella koettimella noin 2 – 3 metrin välein ja merkataan mahdolliset kopoudet pohjapiirustukseen. Kopoutta ei saa esiintyä yli 1% laatoitetusta pinta-alasta. Kantavassa lattiarakenteessa voi esiintyä kuivumisen johdosta epätaisaista kutistumaa, joka aiheuttaa reuna-alueiden käyristymistä esiintyen yleensä 300 – 1000 mm levyisellä reunakaistaleella. Tämä voi aiheuttaa maakostean betonin osittaisen irtoamisen alustastaan. (Betoninen kelluva lattia 2002, 21.) Kopoutta voi tällöin esiintyä liikuntasauvojen reunoilla. Tämä tulee ottaa huomioon myös kopokartoitusta tehdessä. Tutkiessani valmiita lattioita, tämä piti paikkansa silloin kun kopoutta esiintyi. Valmis lattia ei kuitenkaan missään nimessä saa olla suurelta alueelta kopo, vaan sen tulee olla kiinni aluskerroksessa. Kopot laatat halkeavat herkästi muun muassa pumppukärryn pyörän aiheuttaman pistekuorman vaikutuksesta. Mikäli kopoutta havaitaan yli 1 % laatoitetusta pinta-alasta, urakoitsijan tulee tehdä kirjallinen suunnitelma kopouden syystä ja sen poistamiseksi.

Lisäksi valmiista lattiasta otetaan vetolujuustestejä, joilla tutkitaan laattojen kiinnittymistä asennusliimaan. Testit voidaan tehdä aikaisintaan 28 päivää asennuksen jälkeen, jotta lattia on saavuttanut vaadittavan kuivumisajan. Näytteitä tulee ottaa viisi kappaletta 1000 m<sup>2</sup> kohden eri puolilta lattiaa. Vetolujuustestien tulosten tulee olla vähintään 0,5 N/mm<sup>2</sup> asiakkaan ohjeistuksen mukaisesti. Yksittäisen arvon alittaessa tuloksen, on syytä ottaa lähiympäristöstä uusi näyte. Mikäli

usea mittaustulos alittaa vähimmäisarvon, tulee urakoitsijan selvittää syy ja kertoa tilaajalle mahdolliset korjaustoimenpiteet. Mikäli urakoitsijalla on hyväksytty ja kalibroitu mittalaite, vetolujuustestit voi suorittaa urakoitsija yhdessä tilaajan kanssa. Vetolujuustesti suoritetaan standardin SFS-EN 1542 mukaisesti ja ko. standardin mukaan päätellään murtumisen syy sekä jatkotoimenpiteet.

Murtumisen syy voi päätellä vedetyistä kappaleista. Murtumisista tehdään raportti standardin SFS-EN 1542 mukaan. Koekappaleen murtumisen tyyppi arvioidaan visuaalisesti. Murtumisen tyypit ovat:

- A: koheesion (kiinnevoima) pettäminen betonissa
- A/B: tartunnan pettäminen betonipohjan ja ensimmäisen kerroksen välissä (esimerkiksi primeri, kiinnitysmassa tai laasti)
- B: koheesion pettäminen ensimmäisessä kerroksessa
- B/C: tartunnan pettäminen ensimmäisen ja toisen kerroksen välillä
- C: koheesion pettäminen toisessa kerroksessa
- -/Y: tartunnan pettäminen viimeisen kerroksen ja sidosaineen (liima) välillä (esimerkiksi C/Y kaksikerros korjaussysteemissä)
- Y: koheesion pettäminen liimakerroksessa
- Y/Z: tartunnan pettäminen liimakerroksen ja niittausvastimen välillä (joka on Z). (SFS-EN 1542.)

Mikäli murtumispuolella on näiden eri tyyppien yhdistelmiä, murtumispintaa tarkastellaan visuaalisesti ja tutkitaan joka murtumistyyppin prosenttiosuus pinnalla, esimerkiksi A: A/B: B=40 %:10%:50% (SFS-EN 1542).

Jokainen testiveto on validi kaikissa murtumis-/pettämistyypeissä ja niiden yhdistelmissä, paitsi kun tapahtuu epänormaali murtuminen. Epänormaalissa murtumisessa liimakerros pettää ennenaikaisesti (murtumistyyppit -/Y, / ja Y/Z). Epänormaalit murtumiset voivat viitata siihen, että asennusliima on soveltumaton käytettäväksi. (SFS-EN 1542.)

## 10 Päätelmät

Maakostealle betonille asennettava keraaminen laatta tuo uudenlaisia vaatimuksia laatoituksessa käytettäville materiaaleille verrattuna esimerkiksi perinteisesti käytettyyn mosaiikkibetonilaattaan. Keraaminen laatta itsessään on veden imukyvyltään erittäin pieni verrattuna esimerkiksi mosaiikkibetonilaattaan. Tämä aiheuttaa sen, että vesi-sementtiseos, joka yleisesti on ollut käytössä liima-aineena, ei sovellu keraamisen laatan kiinnittämiseen. Sama ilmiö on muissa materiaaleissa, jos kappaleen veden imukyky on huono.

Keraamisen laatan liimaamiselle tulikin kehittää sellainen aine, joka ottaa huomioon keraamisen laatan huonon imukyvyn. Soveltuva aine kehitettiin yhteistyössä Oy Sika Finland Ab:n kanssa. Uuden liima-aineen ansiosta keraaminen laatta pystytään nyt kiinnittämään testatusti luotettavalla menetelmällä maakosteabetonikerroksen päälle.

Suomalaisen ja Estrich-asennustyylien välillä ei löytynyt laadullisia eroja. Oikeaoppisesti tehtyinä ja laadukkaita ja soveltuvia materiaaleja käyttäen molemmilla asennustyyyleillä voidaan tehdä laadukkaita ja kestäviä lattioita. Etuna molemissa tyyलेissä on se, ettei rakenteiden tarvitse olla kuivia ja lattia saadaan nopeasti käyttöön. Suomessa on totuttu tekemään lattia maakostealla betonilla omalla tyylillä ja niiden tekemisestä on pitkä kokemus. Suomalainen ohjeistus ja standardointi ei kuitenkaan täytä täysin laadullisia vaatimuksia, joita maakosteabetoniasennus vaatii erityisesti, kun käytetään keraamista laattaa pinnoitemateriaalina. Estrich-lattioiden samankaltaisuuden vuoksi on kuitenkin mahdollista nojautua esimerkiksi saksalaisiin ohjeistuksiin ja standardeihin, jotka ovat hyvin tarkkoja.

Olennaista on, että maakosteaa betoni on laadukasta. Sen tulee olla tehty sovitun reseptiikan mukaan, se tulee käyttää sovitun aikarajan puitteissa, asennusmasan korkeuden tulee olla tasainen ja sovituisissa määreissä, jolloin saadaan aikaiseksi tasainen ja hyvä tiivistyminen. Lisäksi on tärkeää, että asennusryhmä toimii ohjeiden mukaan.

Opinnäytetyössäni pidän erityisen tärkeänä havaintoa, ettei Suomesta löydy tarkkoja ohjeistuksia ja standardeja maakostean käytölle laatoituksen asennuskerroksena. Haasteellista oli, että ohjeistukset ja standardit, joihin halusin tutustua ja lopulta nojautua tässä opinnäytetyössä, olivat englanniksi tai saksaksi. Saksankielinen julkaisu olikin käännettävä käännöstoimistolla.

Opinnäytetyöprosessin aikana olen itse oppinut, että valmiin lattian laatuun ei vaikuta vain toiminta työmaalla, vaan siihen vaikuttavia tekijöitä on useita, esimerkiksi ohjeistukset, työmaaolosuhteet, asennustyö ja käytetyt materiaalit. Lisäksi olen halunnut erityisesti ravistella sitkeästi elävää käsitystä siitä, että maakostean betonin päälle asennettu lattia saa olla kopo. Oma käsitykseni, jota tukevat myös saksalaiset ohjeistukset, on se, ettei lattia missään olosuhteissa saa olla irti alustastaan (ellei ole näin erikseen suunniteltu). Kopoutta esiintyy pienessä määrin lähes aina, mutta laajoilta alueilta irti oleva lattia ei ole hyväksyttävä ominaisuus.

Maakosteassa betonissa on erityisesti vielä Suomessa paljon tutkittavaa. Tässä opinnäytetyössä ei juurikaan perehdytty taivutuslujuuksiin, jotka vaikuttavat lattian kestävyyteen ainakin teoreettisella tasolla. Suomessa ei ole yksiselitteisesti esitetty, paljonko esimerkiksi taivutuslujuus tai kutistuma on arvoiltaan maakostealla betonilla.

## Kuvat

Kuva 1. Palloutunut maakostea betoni, s. 10

Kuva 2. Myllymallit: tasosekoittaja, vapaapudotteinen ja pakkosekoittaja, s. 12

Kuva 3. Allasauto, s. 13, Ruskon Betoni Oy

Kuva 4. Maakosteabetonilattian rakenne, s. 14

Kuva 5. Estrich-lattian laatoitus, s. 16, toimeksiantajan ohjeistus

Kuva 6. Suomalaisella menetelmällä tehdyn lattian laatoitus, s. 17

Kuva 7. Liima-aineen irtoaminen laatasta, s. 21

Kuva 8. Koputuskokeet, s. 23

Kuva 9. Yleisesti käytössä olevat laattamallit, s. 24

Kuva 10. Liimauksen murtuminen, s. 25

Kuva 11. Liima-aineen kuivumisen aiheuttama kutistuminen, s. 26, Betonitekniikan oppikirja 2004, 73

Kuva 12. Eri liima-ainevaihtoehtojen vetolujuustestejä, s. 27

Kuva 13. Tartunnan murtuminen maakosteassa betonissa, s. 28

Kuva 14. Ilmatasku laatan ja liima-aineen välissä, s. 29

Kuva 15. Koekappaleen murtuminen ennen varsinaista testausta, s. 30

Kuva 16. Elcometer 106 ja vetolujuusnäytteitä, s. 30

Kuva 17. Poranäytteet, s. 32

Kuva 18. Hydrataatioreaktio ( $w/c$  = vesi/sementtisuhde), s. 34, Betonitekniikan oppikirja 2004, 74

Kuva 19. Betonin kuljetusauto, s. 35, Ruskon Betoni Oy

## **Taulukot ja kaaviot**

Taulukko 1. Koostumustaulukko, s. 9, Beton 2015, 10

Taulukko 2. Keraamisen ja mosaiikkibetonilattian kuluman, murtolujuuden ja vedenimukyvyn vertailu, s. 18

Taulukko 3. Ohjearvoja lattian sallitun kuormitusajankohdan arvioimiseksi, s. 45

Kaavio 1. Puristuskokeiden tulokset, s. 33

## Lähteet

Beton 2015. Zement-Merkblatt, Betontechnik B19. 7.2.2015.

Betonilattiat 2002. BY 45 / BLY 7. Suomen Betoniyhdistys r.y. Suomen Rakennusmedia Oy.

Betoninen kelluva lattia 2002. BY 48 / BLY 9. Suomen Betoniyhdistys r.y. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy.

Betonitekniiikan oppikirja 2004. BY 201. Suomen Betoniyhdistys r.y. Helsinki: BY-Koulutus Oy.

BLY-18. Maakostean betonin käyttö mosaiikkibetonilattioissa. Suomen Betonilattiyhdistys ry. <http://www.bly.fi/File/BLY-18.pdf?878036>. Luettu 25.11.2017.

Finnsementti. Sementit. <http://www.finnsementti.fi/tuotteet/sementit>. Luettu 7.4.2018.

Kaakelikeskus. Laattojen tekniset ominaisuudet. <http://www.kaakelikeskus.net/sivu.php?id=71>. Luettu 7.4.2018.

Lautala, P. 2017. Aluepäällikkö. Ruskon Betoni Oy. Lappeenranta. Haastattelu 3.11.2017.

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

Niittynen, J. 2015. Mosaiikkibetonilattian uudistaminen päivittäistavarakaupassa. Tampereen ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Oy Sika Finland Ab 2017. Tutkimustyön raportti. Pressed Tile Bonding On Semi Concrete System.

RT 14-10373. Tasaisuuden mittaaminen. Ohjetiedosto. Lokakuu 1988.

SFS-EN 12504-1. Betonin testaus rakenteista. Osa 1: Poratut koekappaleet. Näytteenotto, tutkiminen ja puristuslujuuden testaus. Suomen Standardoimisliitto SFS. Standardi.

SFS-EN 1542. Betonirakenteiden suojaus- ja korjausaineet ja niiden yhdistelmät. Testausmenetelmät. Tartuntalujuuden mittaaminen vetokokeella. Suomen Standardoimisliitto SFS. Standardi.

SFS-EN 13888, Grout for tiles. Requirements, evaluation of conformity, classification and designation. Suomen Standardoimisliitto SFS. Standardi.

SFS-EN 197-1. Sementti. Osa 1: Tavallisten sementtien koostumus, laatuvaatimukset ja vaatimustenmukaisuus. Suomen Standardoimisliitto SFS. Standardi.

SFS-EN 206-1. Betoni. Määrittely, ominaisuudet, valmistus ja vaatimustenmukaisuus. Suomen Standardoimisliitto SFS. Standardi.

SisäRYL 2013. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksien sisätyöt. Rakennustieto Oy.

Suomen Betonilattiayhdistys 2017. [http://www.bly.fi/File/BLY-OHJE\\_4-2017\\_Yhteenveto\\_BLY-lausunnoista\\_1988-2016.pdf?795202](http://www.bly.fi/File/BLY-OHJE_4-2017_Yhteenveto_BLY-lausunnoista_1988-2016.pdf?795202). Luettu 24.2.2018.

Toimeksiantajan ohjeistus.

Vepsäläinen, S. 2013. Maakostean betonin käyttö tasokiveysten alla. Savonia-ammattikorkeakoulu. Tekniikan ja liikenteen ala. Opinnäytetyö.