

Jussi Nordberg

# Maakostean betonin käyttö betonilattioissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Mestarityö

3.8.2016

Tekijä Otsikko	Jussi Nordberg Maakostean betonin käyttö betonilattioissa
Sivumäärä Aika	32 sivua + 1 liite 3.8.2016
Tutkinto	Rakennusmestari (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennusalan työnjohto
Suuntautumisvaihtoehto	Talonrakennustekniikka
Ohjaaja(t)	Kehitysinsinööri Emmi Joru Lehtori Juha Virtanen
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia maakostean betonin käytön mahdollisuuksia, hyötyjä ja mahdollisia haittoja betonilattioissa. Työn tilaajayrityksenä oli YIT Rakennus Oy. Tavoitteena oli selvittää, miksi maakostean betonin käyttö betonilattioissa ei ole yleistynyt Suomessa. Opinnäytetyö on osa YIT Rakennus Oy:n toimitilayksikön laadun parantamisen kehitystyötä. Työssä selvitettiin myös, voisiko maakostean betonin käyttö olla mahdollinen ratkaisu betonilattioiden laatuongelmiin.</p> <p>Opinnäytetyö toteutettiin tutkimalla aiheesta löytyvää kirjallisuutta, sekä muuta betonilattioihin liittyvää kirjallisuutta, jota voidaan soveltaa maakostealla betonilla tehtäviin betonilattioihin. Lisäksi haastateltiin betoniteollisuuden asiantuntijoita, urakoitsijaa ja tilaajayrityksen työnjohtajaa. Opinnäytetyössä käsiteltiin betonin valmistamista ja vaatimuksia, joita normit antavat maakostean betonin valmistamiselle. Työssä käsiteltiin myös, miten betonointi maakostealla betonilla eroaa betonoinnista tavanomaisilla lattiabetoneilla. Selvitettiin betonilattioiden laatuvaatimukset ja miten maakosteaa betoni soveltuu toimitila- ja asuntorakentamiseen.</p> <p>Työn aikana selvisi, että maakostealla betonilla tehdään Suomessa betonilattioita hyvin rajoitetusti. Selvisi myös, miksi maakostean betonin käyttö ei ole yleistynyt Suomessa, syynä tähän oli, että alan toimijat ovat tottuneet vanhoihin tapoihin tehdä betonilattioita, eikä maakostean betonin käyttämistä betonilattioissa ole juurikaan tutkittu Suomessa. Opinnäytetyön aikana saatiin myös näkemys maakostean betonin käytön mahdollisuuksista, hyödyistä ja haitoista. Maakostealla betonilla toteutettujen lattioiden etuina voidaan nähdä useiden työvaiheiden pois jääminen, lattioiden nopea kuivuminen ja vähäinen halkeilu. Haittana puolestaan on työmenetelmän kallis hinta ja tutkimustiedon vähäisyys. Mahdollisuuksina nähtiin maakosteiden massojen ominaisuuksien kehittäminen ja yleistyminen tulevaisuudessa.</p>	
Avainsanat	betonilattia, maakosteaa, betoni, estrich

Author Title	Jussi Nordberg Use of Semi-Dry Cementitious Screed in Concrete floors
Number of Pages Date	32 pages + 1 appendix 3 August 2016
Degree	Bachelor of Construction Site Management
Degree Programme	Construction Site Management
Specialisation option	Building Construction
Instructor(s)	Emmi Joru, Development engineer Juha Virtanen, Senior Lecturer
<p>The purpose of this thesis was to research the possibilities, advantages and possible disadvantages of the usage of semi-dry cementitious screed in concrete floors. The study was commissioned by YIT Rakennus Oy. The objective was to examine why the usage of semi-dry cementitious screed has not become general in Finland</p> <p>The Bachelor's thesis is part of the quality enhancement development work YIT Rakennus Oy's businessunit. The thesis examines also whether the usage of semi-dry cementitious screed can be a solution for quality issues of concrete floors.</p> <p>This thesis is based on literature-based research, interviews of field experts on cementitious screed, including the: contractor and the client's foreman. The thesis considers the manufacturing of cementitious screed and the norms and standards set for the manufacturing process of semi-dry cementitious screed. The thesis examines also how concreting with semi-dry cementitious screed differs with conventional cementitious screed concreting. The quality requirements and how semi-dry cementitious screed suits for the construction of business and residential premises were also researched.</p> <p>During the thesis research it was found out that the usage of semi-dry cementitious screed in concrete floors is fairly limited in Finland and the reason why it has not become general: the operators of the field are used to traditional methods of manufacturing concrete floors. One affecting factor is also that the topic has not really been researched before in Finland.</p> <p>During the working process of study, a vision of the opportunities, benefits and disadvantages was created. When using semi-dry cementitious screed in the manufacturing process of concrete floors several stages of work are unnecessary. Other benefits are the fast drying of the floors and low cracking rate. As disadvantages can be seen the high price of the work methods and lack of research knowledge. Seen as opportunities are the development of the qualities of semi-dry mass and it becoming more common in the future.</p>	
Keywords	concrete floor, semi-dry, concrete, estrich

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Tutkimuksen tavoite	2
2.1	Tutkimuksen päätavoite	2
2.2	Rajaukset	2
3	Tutkimusmenetelmät	2
3.1	Kirjallisuus	2
3.2	Asiantuntijalausunnot	3
4	Laatu	4
4.1	Laadunvalvonta	4
4.2	Laatuvaatimukset	5
4.2.1	Tasaisuus ja suoruus	5
4.2.2	Lujuus ja kulutuksenkestävyys	6
5	Maakostea betoni Suomessa	8
5.1	Betonipäällysteet	8
5.1.1	Maabetoni	8
5.1.2	Jyräbetoni	9
5.1.3	Betonipäällyste	9
5.2	Betonilattiat	10
6	Maakostea betoni	11
6.1	Valmistus	11
6.1.1	Valmisbetoni	12
6.1.2	Työmaabetoni	12
7	Betonointi	13
7.1	Siirtomenetelmät	14
7.2	Tiivistäminen	15
7.3	Olosuhteet	18
7.4	Jälkihoito	19

8	Lattiatyypit	20
9	Estrich lattiabetonointi	20
9.1	Menetelmän kuvaus	21
10	Kustannustarkastelu	26
11	Edut ja haitat, mahdollisuudet ja uhat (SWOT)	27
12	Yhteenveto ja pohdinta	28
	Lähteet	31
	Liitteet	
	Liite 1. Vedeneristeen tartuntavetolujuuskokeen tutkimusraportti	

## 1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön aihe on yksi YIT Rakennus Oy:n toimitilayksikön laadun kehittämistyön tutkimuskohteista. Tässä työssä tutkitaan betonilattioiden toteutusta maakostealla betonilla sekä selvitetään, onko yrityksen kannalta järkevää ryhtyä kokeilemaan tätä vaihtoehtoista tapaa tehdä betonilattioita. Työssä huomioidaan laadulliset, ajalliset sekä taloudelliset näkökulmat. Kuitenkin laadullisia seikkoja painotetaan, koska yksikön betonilattiatöissä on havaittu kohtuullisen paljon laaturvirheitä. Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, miksi maakostean betonin käyttö betonilattioissa ei ole yleistynyt Suomessa. Selvitetään myös maakostean betonin käyttämisen mahdollisuudet, hyödyt, haitat sekä verrataan näitä perinteiseen tapaan tehdä betonilattioita.

Opinnäytetyö toteutetaan haastattelemalla betoniteollisuuden asiantuntijoita, urakoitsijaa sekä rakennusliikkeen työnjohtajaa. Aiheesta tehtyjä tutkimuksia ja aiheesta löytyvää tietoa yhdistetään haastattelujen pohjalta saatavaan tietoon. Näiden pohjalta laaditaan käsitys maakostean betonin käytön mahdollisuuksista, hyödyistä ja haitoista. Opinnäytetyön aikana vierailaan myös työmaalla seuraamassa maakostealla betonilla tehtävää lattiabetonointia ja siitä tehdään menetelmän kuvaus.

Aihe on erittäin ajankohtainen, koska betonilattioiden laadusta on ollut jatkuvasti keskustelua niin mediassa uusien rakennusten kosteusvaurioista jotka monesti liittyvät betonilattioihin, kuin alan julkaisuissa betonilattioiden heikosta laadusta kuten halkeilevista betonilattioista. Eräässä äskettäin julkaistussa artikkelissa todetaan, että vielä 1990-luvulla jotkut urakoitsijat tekivät omat lattiamassansa työmaalla ja erään arvion mukaan betonilattioiden laadun heikkenemisen yhtenä syynä on hintakilpailun myötä työmaalla valmistettavan lattiabetonin häviäminen rakennuksilta. Tässä opinnäytetyössä selvitetään, olisiko näiden edellä mainittujen laadullisten ongelmien ratkaisuna maakostean betonin käyttö betonilattioissa.

## **2 Tutkimuksen tavoite**

### **2.1 Tutkimuksen päätavoite**

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, miksi maakosteaa betonia ei käytetä yleisesti betonilattioissa. Tarkoituksena on lisäksi tutkia, onko maakosteaa betoni järkevä vaihtoehto perinteisille lattiabetoneille ja kartoittaa maakostean betonin käytön mahdollisuudet, hyödyt ja haitat.

### **2.2 Rajaukset**

Opinnäytetyö rajattiin käsittelemään betonilattioita ja tarkemmin maakostean betonin käyttöä. Työssä sivuttiin maakostean betonin käyttöä yleisesti, sekä käsiteltiin maakostean betonin käyttöä maanvaraisissa- ja pintabetonilattioissa.

## **3 Tutkimusmenetelmät**

### **3.1 Kirjallisuus**

Opinnäytetyössä käytettiin aiheesta löytyvää alan kirjallisuutta, jota oli heikosti saatavilla. Maakosteaa betonia ei ole Suomessa käytössä laajemmin betonilattioiden materiaalina. Siksi tutkimusta on tehty kohtalaisen vähän, näin ollen kirjallisuutta ei ole juurikaan saatavilla. Kuitenkin perinteisillä massoilla tehtävistä betonilattioista löytyy paljon kirjallisuutta ja niissä olevaa tietoa pystytään soveltamaan kaiken tyyppisiin betonilattioihin.

Eniten tietoa maakosteasta betonista saatiin Suomen betonilattiyhdistyksen julkaisusta BLY-18 Maakostean betonin käyttö mosaiikkibetonilattioissa. Tutkielmassa perehdyttiin myös standardiin SFS-EN 206, joka määrittelee betonin ominaisuudet, valmistamisen ja vaatimustenmukaisuuden. Betonilattioiden yleisiä vaatimuksia löytyi Suomen betoniyhdistyksen julkaisusta BY 45 Betonilattiat 2014. Materiaalina käytettiin myös muutamaa muuta Suomen betoniyhdistyksen ja Suomen betonilattiyhdistyksen julkaisua, sekä muutamaa maakosteaa betonia käsittelevää opinnäytetyötä.

### 3.2 Asiantuntijalausunnot

Opinnäytettä varten haasteltiin betoniteollisuuden asiantuntijoita, alan urakoitsijaa, jolla on kokemusta maakostean betonin käytöstä betonilattioissa sekä rakennusliikkeen työnjohtajaa, joka oli vastuussa betonilattioista työmaallansa. Haastatteluiden pohjana käytettiin kysymyspatteria, jossa oli betoniteollisuuden edustajille omat kysymykset ja urakoitsijoille omansa. Betoniteollisuuden asiantuntijoilta kysyttiin muun muassa näkemystä maakostean betonin käyttökohteista, työmenetelmistä ja vastausta kysymykseen miksei maakostea betonin käyttö ole yleistynyt betonilattioissa Suomessa. Urakoitsijalta kysyttiin lähinnä teknisiä ja tuotannollisia kysymyksiä maakostean betonin käytöstä. Rakennusliikkeen työnjohtaja kertoi puolestaan omia kokemuksiaan maakosteasta betonista, lähinnä sen tuomista eduista ja haitoista. Haastatteluiden aikana poimittiin myös kysymyksiin epäsuorasti liittyviä asioita. Opinnäytetyön aikana vierailtiin myös kahdella asuntorakennustyömaalla.

Haastateltavat betoniteollisuuden asiantuntijat olivat Rudus Oy:n Kehityspäällikkö Vesa Anttila sekä eräs toisen yrityksen edustaja, joka ei halunnut nimeään tai yritystä tässä työssä mainittavan. Urakoitsijan näkemyksen tähän työhön antoi Cering Oy:n toimitusjohtaja Hannu Kaltiainen. Cering Oy on tietävästi yksi harvoista yrityksistä, jotka tekevät lattioita maakostealla betonilla Suomessa. Rakennusliikkeen näkemyksen antoi YIT Rakennus Oy:n asuntorakentamisyksikön työnjohtaja Ville Salapuro. Työmaavierailut tehtiin myös YIT Rakennus Oy:n asuntorakentamisyksikön työmailla, joilla tehtiin pinta-lattioita maakostealla betonilla. Asunto Oy Helsingin Kissankidan työmaalla tehtiin kaikki kylpyhuoneiden lattiat maakosteaa betonia käyttäen. Asunto Oy Helsingin Viklon työmaalla, jossa Salapuro oli vastuussa lattiatöistä. Kohteessa tehtiin puolestaan kaikki kylpyhuoneiden lattiat, sekä suoria lattioita maakosteaa betonia käyttäen.

## 4 Laatu

Betonilattian tärkeimpiä laatuvaatimuksia ovat tasaisuus, kulutuksen kestävyys, lujuus, puhtaana pidettävyys ja hyvä ulkonäkö. Betonilattioiden laatu syntyy useiden toisiinsa ketjuuntuvien vaiheiden kautta. Alkaen suunnittelusta ja päättyen työn toteutukseen. Työsuorituksella on kuitenkin merkittävä rooli laadun syntymisessä, jos suunnittelu ja materiaalit ovat laadukkaita mutta työsuoritus on virheellinen tai puutteellinen jää laatu auttamatta heikoksi.

### 4.1 Laadunvalvonta

Betonilattiatöissä tehtävään laadunvalvontaan kuuluu työvaiheiden, työmenetelmien, tapahtumien, olosuhteiden, laadunvalvontatoimenpiteiden ja mitattujen arvojen päivittäinen kirjaaminen niin, että koko prosessin kulku voidaan osoittaa aukottomasti myös jälkikäteen. Kaikkien osapuolien edun mukaista on, että urakoitsija ylläpitää työmaapäiväkirjaa ja betonointipöytäkirjaa. Työn aikana valvotaan ainakin seuraavia laatutekijöitä ja tehdään tarvittaessa asiaan kuuluvat toimenpiteet tilanteen korjaamiseksi:

- Betonin vastaanottotarkastus eli betonilaadun tarkastus kuormakirjasta, maksimiraekoon silmämääräinen tarkastus sekä tarvittaessa notkeuden ja lämpötilan mittaus (valmisbetonista)
- betonin tasalaatuisuus (erottuminen ja poikkeamat)
- pinnan korkeusasema ja laatan paksuus
- pinna suoruus ja kallistukset
- hiertoajankohta
- kovettumisolosuhteet sekä jälkihoitotoimet ja niiden suoritusajankohta.

Työn jälkeen tehtävillä mittauksilla voidaan ainoastaan todeta saavutettu laatutaso. Valmiista lattiasta tehtyjen mittausten avulla nähdään saavutettu laatutaso ja verrataan sitä asetettuihin laatuvaatimuksiin. Mittaustulosten perusteella saadaan tietoa, jota voidaan käyttää jatkossa hyväksi, näin voidaan muuttaa työn laatuun vaikuttavia tekijöitä. [1, s. 92.]

## 4.2 Laatuvaatimukset

Eri käyttötarkoitukset asettavat lattioille erilaisia vaatimuksia. Betonilattioiden keskeiset laatuvaatimukset esitetään luokitusjärjestelmän avulla. Laatuvaatimukset voidaan määrittää tasaisuuden, suoruuden ja kulutuskestävyyden perustella. Lattioiden Jos lattia on suunniteltu päällystettäväksi, ilmoitetaan suunnitelmissa pinnoitteen tai päällysteen betonilattialle asettamat vaatimukset. Laatutekijät on luokiteltu seuraavasti:

- Tasaisuus ilmoitetaan kirjaimin A<sub>0</sub>, A, B ja C, joista A<sub>0</sub> on vaativin.
- Kulutuskestävyys esitetään numeroin 1, 2, 3 ja 4, joista luokka 1 on vaativin.
- Sallittu halkeamaleveys esitetään roomalaisin numeron I, II ja III, joista luokka I on vaativin.
- Muut tekijät kuten betonin lujuusluokka vastaavana numeroarvona 60, 50, 40 ja 30 joista luokka 60 on vaativin. [2, s. 14–16; 3, s. 404.]

### 4.2.1 Tasaisuus ja suoruus

Betonilattian tasaisuuden saavuttamiseen vaikuttavat tekijöiden ammattitaito, betonikerroksen paksuus ja käytettävät työmenetelmät. Tasainen ja laadukas betonilattia saadaan aikaiseksi, kun tekijöillä on kokemusta lattioiden toteutuksesta ja työ tehdään huolellisesti. Työntekijöillä on myös oltava halu tehdä laadukasta työtä. Myös tekijöiden tietämys, kokemus ja osaaminen maakostean betonin käsittelystä auttaa saavuttamaan vaatimustenmukaisen virheettömän työsuorituksen. [2, s. 164; 4.]

Tasaisuutta arvosteltaessa otetaan huomioon lattian hammastus ja aaltoilu muttei pinnan karheutta. Lattiapinnan tasaisuudella tarkoitetaan korkoeroja (= kuoppaisuutta tai aaltoilua) kahden lähellä toisiaan olevan, noin 200–300 mm olevan pisteen välillä. Suoruutta mitataan suoraksi suunnitelluilla lattioilla pinnan poikkeamaa vaakatasoon, jos lattia on kalteva, nimelliskaltevuuteen. Suoruspikkeamat eivät saa missään lattian kohdassa ylittää taulukossa 1 esitettyjä arvoja millään mittaus välillä. [2, s. 17–18.]

Taulukko 1. Suurimmat sallitut poikkeamat suoruudesta [2, s. 18].

Suoruuspoikkeama	Mittausluokka L [mm]	Suurin sallittu poikkeama [mm]			
		A <sub>0</sub>	A	B	C
Hammastus		0	0	1	1
Poikkeama vaakasuorasta tai nimelliskaltevuudesta (katso kuva 1.1)	enintään 200	1	2	3	4
	enintään 700	2	4	6	8
	enintään 2000	4	7	10	14
	enintään 7000	7	10	14	20
	yli 7000	10	14	20	28

Päällysteet ja pinnoitteet asettavat vaatimuksia lattian tasaisuudelle. Tällöin ei arvostella lattian suoruutta, vaan ainostaan tasaisuutta ja lattian soveltuvuutta pinnoitettavaksi tai päällystettäväksi. Lattia voidaan luokitella osina, joiden rajat ovat esimerkiksi sen käyttötarkoituksen mukaiset. Lattian tasaisuus arvostellaan yhtenä kokonaisuutena, jos ei lattian jakoa ole sovittu. [2, s. 17.]

#### 4.2.2 Lujuus ja kulutuksenkestävyys

Lattiabetonin lujuus ja kulutuksenkestävyys valitaan suunnitteluvaiheessa tilan käyttötarkoituksen mukaan. Päällystettävän pinnan lujuus määritellään betonipinnan koh-tisuorana vetolujuutena. Päällystettävällä pinnalle asetettava lujuusvaatimus riippuu päällystetyypistä ja lattialle tulevasta rasituksesta. Taulukossa 2. on esitetty eri rasitus-tyypeistä johtuvat pinnan lujuusvaatimukset. [2, s. 36–37.]

Taulukko 2. Eri rasiustyypeistä johtuvat pinnan lujuusvaatimukset [2, s. 37].

Lattiaan kohdistuva rasiitus	Esimerkinomainen käyttötilajaotus	Pinnan vetolujuus	Tasoitteen käyttömahdollisuus
Pienet rasiitukset Pehmeäpohjaiset matot ja tekstiilimatot	Asuintilat Rasiituksen kannalta asumiseen verrattavat käyttötilat	0,2 N/mm <sup>2</sup>	Tasoite, jos täyttää vetolujuusvaatimuksen
Pienet rasiitukset Muovimatot ja -laatat, korkkilaatat, linoleum yms.	Asuintilat Rasiituksen kannalta asumiseen verrattavat käyttötilat	0,6 N/mm <sup>2</sup>	Tasoite, jos täyttää vetolujuusvaatimuksen
Keskisuuret rasiitukset	Liiketilat Sairaalat Toimistot Koulut	1,2 N/mm <sup>2</sup>	Tasoite, jos täyttää vetolujuusvaatimuksen Jos lattialla on kevyttä toimistokäyttöä suurempaa pyöräliikennettä, on tasoitetta vältettävä
Betonilattian pintaan liimattu mosaiikkiparketti	Kaikissa tiloissa	1,2 N/mm <sup>2</sup>	Tasoitetta vältettävä <sup>1)</sup> Käytettäessä lujuudesta varmistauduttava
Suuret rasiitukset	Teollisuustilat Varastotilat Liikennetilat Erikoistilat	2,0 N/mm <sup>2</sup>	Mieluummin ei tasoitetta Tasoitetta käytettäessä erikoistasoite, joka täyttää vähimmäisvetolujuusvaatimuksen

Kulutuksenkestävyyden saavuttaminen betonilattioissa perustuu suurimmilta osin huolelliseen ja tehokkaasti tehtyyn hiertoon, pinnan viimeistelyyn, oikeanlaisen massakoostumukseen, riittävän pitkään ja oikeaan aikaan aloitettuun jälkihoitoon. Hienon kiviaineksen laadulla on vaikutusta kulutuksenkestävyyteen, siksi hienon kiviaineksen laatuun tulee kiinnittää huomiota, varsinkin silloin kun lattialta edellytetyttään hyvää kulutuksenkestävyyttä. [2, s. 164–165.]

## 5 Maakostea betoni Suomessa

Maakostea betonia on Suomessa tavallisimmin käytetty infrarakentamisessa betonipäälysteinä sekä pihakivetysten ja mosaiikkibetonilattojen kiinnittämiseen. Toistaiseksi maakostean betonin käyttö pintabetonilattioissa ei ole puolestaan yleistynyt. Maakostea betoni on betonia, joka pitää sisällään normaaleja betoneja vähemmän vettä. Siksi maakostean betonin käyttö on hyvin erilaista, kuin notkeampien normaalien lattiabetonien käyttö, eikä Suomesta löydy juurikaan tutkittua tietoa maakostean betonin käyttämisestä pintabetonilattioissa.

### 5.1 Betonipäälysteet

Betonipäälysteet jaetaan kolmeen eri tyyppiin, jotka eroavat toisistaan materiaaliominaisuuksien, käyttökohteen ja käytettävän työtekniikan osalta:

- maabetoni, josta käytetään myös menetelmänimitystä sementti stabilointi,
- jyräbetoni,
- betonipäälyste, jolla tarkoitetaan liikennöitävän rakenteen kulutuskerosta.

#### 5.1.1 Maabetoni

Infrarakentamisessa maakostea betonia käytetään muun muassa maa-ainesten stabilointiin. Stabiloinnilla lisätään yleensä tien kantavuutta tai vähennetään kantavan maakerroksen muodonmuutosherkkyyttä. Maabetonin runkoaineena käytetään paikallista maa-ainesta, murskattua moreenia tai kalliomurskettä, joka ei itsessään kelpaa kulutuskerroksen runkoaineeksi. Stabiloinnissa rakennusalueen, tai sen läheltä saatavan heikkolaatuisen maa-aineksen ominaisuuksia muutetaan sideaineella niin, että materiaali täyttää pohjarakenteelle asetetut vaatimuksen routimattomuuden ja kantavuuden osalta. Maabetonin käyttökohteita ovat:

- Kantavat kerrokset peruskorjattavilla ja uudisrakennusteillä kulutuskerroksen alla.
- Raskaasti kuormitetut teollisuus- ja satamakentät.
- Laajojen maanvaraisten teollisuuslattioiden tukikerrokset varsinaisen betonilattian alla. [3, s. 541–543.]

### 5.1.2 Jyräbetoni

Jyräbetoni massa on maabetonin tapaan maakostea betonია. Jyräbetonin runkoaineena on aina korkealaatuinen ja puhdas kiviaines. Betonimassassa käytetään sementtiä eli sideainetta yli  $350 \text{ kg/m}^3$ , ja tästä johtuen sen tyypillinen puristuslujuus on yli 40 MPa. Jyräbetoni on pakkasenkestävää ja siksi soveltuu itsessään kulutuskerrokseksi ilman päällystettä. Normaaleja työmenetelmiä käyttäen saavutetaan tasaisuus joka täyttää normaalit laatuvaatimukset ja näin ollen jyräbetoni soveltuu käytettäväksi:

- satama- ja varastokentillä sekä varastorakennuksissa (logistiikkahallit),
- linja-autopysäkeillä ja raskaan liikenteen kaistoilla,
- teollisuus- ja kaivosteillä sekä
- piha-alueilla.

Jyräbetoni valmistetaan aina raudoittamattomana rakenteena ja se jaetaan saumoin määrämittäisiin säännöllisiin ruutuihin. Kutistumissaumat sahataan noin vuorokauden ikäiseen betoniin, näin betonin kutistumat ohjautuvat sahauskohtaan ja betonilaatan halkeilulta vältytään. [3, s. 543.]

### 5.1.3 Betonipäällyste

Betonipäällyste on kantavien sidottujen kerrosten ylin sää- ja kulutusrasituksille alttiina oleva kerros. Betonipäällysteitä käytetään Euroopassa raskaasti ja vilkkaasti liikennöidyillä ajoväylillä ja kentillä. Tällaisia ovat muun muassa moottoritiet ja lentokoneiden pysäköinti- ja rullaustasot sekä satama-alueet. [3, s. 544.]

Suomessa tehtiin 1990-luvulla betonipäällysteisiä teitä, joista viimeisimpiä olivat Tampereen ja Nurmijärven koe-osuudet. Nämä tiet ovat saaneet jo vuosia sitten päällensä asfaltin. Betonipäällysteiset tiet eivät menestyneet Suomessa. Betoniteistä ei saatu tehtyä riittävän lujia kestääkseen roudan vaikutukset, eikä betoniteiden kulutuksenkestävyys ollut sitä luokkaa mitä arvioitiin:

Kaksitoista vuotta vanha päällyste on kulunut urille, ja betonitien hiominen olisi tullut kalliiksi”, projektipäällikkö Anne Valkonen Hämeen tiepiiristä kertoo. Valkosen mukaan betoni osoittautui päällysteenä mainettaan pehmeämmäksi. Päällysteen pinta on kyllä kova, mutta alemmat betonikerrokset pehmeämpiä. Vertaisin betonia hampaaseen, jonka kille on kova, mutta sisus pehmeämpi. [5.]

Betonipäälysteitä kuitenkin käytetään edelleen Suomessa satamarakentamisessa sekä lentokentillä. Esimerkiksi Vuonna 2014 tehtiin Turun lentokentällä betonista uusia lentokoneiden pysäköintipaikkoja. [6.]

## 5.2 Betonilattiat

Maakostealla betonilla on perinteisesti tehty suurialaisia lattioita, kuten logistiikka- ja varastohallien lattioita. Näissä lattioiden teko maakostealla betonilla rajoittuu yleisesti jyräbetonin käyttöön. Koska lattiat ovat yleisesti maanvaraisia ja lattialle asetetaan suuria lujuus- ja kulutuksenkestävyysvaatimuksia, näin ollen lattiat tulee tehdä jyräbetonia käyttäen, jotta varmistetaan betonilaatan riittävä tiiveys ja lujuudenkehitys.

Tavallisin maakostean betonin käyttökohde talonrakentamisessa on käyttää maakostea massaa mosaiikkibetonilaattojen kiinnitykseen markettien ja muiden suurien hallien rakentamisessa, sekä pihakiveyksien ja muiden betonilaattojen kiinnitykseen. Maakostealla betonilla tehdään Suomessa myös pintabetonilattioita hyvin rajoitetusti. Pintabetonilattioille ei yleensä aseteta suuria vaatimuksia, siksi maakostea betoni soveltuu hyvin pintabetonilattioiden tekoon.

## 6 Maakostea betoni

Maakostea betoni on koostumuksen mukaista betonia. Eurooppalaisen normin mukaan betonit jaotellaan kolmeen eri ryhmään: lujuusluokiteltu betoni, koostumuksen mukainen betoni ja standardikoostumusbetoni. Kaikki normaali valmisbetoni kuuluu lujuusluokiteltuihin betoneihin. Standardikoostumusbetonin lujuusluokka on matala, alle C20/25. Eikä tälle aseteta suuria vaatimuksia. Näin ollen maakostea betoni kuuluu koostumuksen mukaisiin betoneihin. [7.]

### 6.1 Valmistus

Maakostea betonia valmistettaessa seurataan vain massalle määritellyn reseptin kilomäärien toteutumista. Reseptin mukaisia osa-aineita punnitaan aina saman verran erää kohden. Ennen valmistamista sovitaan osa-aineiden tavoitekilomäärät. Osa-aineiden suhteituksella saavutetaan haluttu työstettävyys ja kantavuus. Normit eivät aseta maakostealle betonille virallisia lujuusvaatimuksia. [7.]

Valmistamisessa on kuitenkin huomioitava, että betoni vastaa standardin SFS-EN 206 yleisiä vaatimuksia ja että sille suunnitellut koostumuksen mukaiset ominaisuudet täyttyvät sekä betonimassana että kovettuneena betonina. Vaatimustenmukaisuuden arviointi perustuu ainoastaan betonimassalle asetettuihin koostumuksen mukaisiin ominaisuuksiin, eikä sille suunniteltuihin toiminnallisiin ominaisuuksiin. Standardin mukaan on kuitenkin kerättävä tietoa siitä, miten määritellyllä betonin koostumuksella voidaan päästä suunniteltuihin toiminnallisiin ominaisuuksiin.

Vaatimukset maakostean betonin valmistuksessa:

- sementtimäärä ( $\text{kg/m}^3$ ) ja sementtilaji
- seosaineiden tai kuitujen tyypit ja määrät ( $\text{kg/m}^3$ ), mahdollisen lisäaineen tyyppi ja määrä
- vesi-sementtisuhteen tavoitearvo tai notkeus ilmoitettuna notkeusluokkana tai tavoitearvona
- kiviaineksen maksimiraekoko. [8.]

Maakostea betoni voidaan tilata betoniasemalta, tällöin sitä kutsutaan valmisbetoniksi. Vaihtoehtoisesti betoni voidaan valmistaa suoraan työmaalla, tällöin betonista käytetään nimitystä työmaabetoni.

### 6.1.1 Valmisbetoni

Betoniasemalta tilattaessa betonimassa valmistetaan standardien mukaan, tällöin massan laadulliset ominaisuudet ovat standardin SFS-EN 206 mukaisia. Betoniasemien laadunvalvontamenetelmät ovat pitkälle kehittyneet ja laatua seurataan jatkuvasti. Tällöin voidaan olettaa, että betoniasemalta tilattu betoni on tasalaatuista ja täyttää sille asetetut vaatimukset.

### 6.1.2 Työmaabetoni



Kuva 1. Sekoittimella varustettu Estrich-pumppu [9].

Betonin valmistamiseen työmaalla liittyy paljon riskitekijöitä. Työmaalla esimerkiksi sekoittimella varustetulla Estrich-pumpulla (kuva 1) valmistetusta betonista saadaan harvoin yhtä tasalaatuista, kuin valmisbetonista. Työmaalla käytettävät betonin valmistus-

laitteet eivät ole yhtä tarkkoja, kuin betonitehtailla käytettävät laitteet. Osa-aineiden punnitseminen on haastavaa ja siinä vaaditaan suurta tarkkuutta. [4.]

Työmaabetonin koostumusta tulisi seurata jatkuvasti, koska ongelmia voi syntyä massan tasalaatuisuuden suhteen. Työmaalla tulisi pystyä kontrolloimaan ja mittaamaan betonimassan koostumuksen mukaisia ominaisuuksia, kuten määritetyn reseptin mukaista kilomäärien toteutumista, vesi sekä muiden seos- ja lisäaineiden määrää. Massan sekoitusaikaan tulee myös kiinnittää huomiota, jotta saavutetaan riittävän homogeeninen massa. Riittävä sekoitusaika tulee varmistaa betonisekoittimen sekoitustehon mukaan, yleensä 1–2 minuutin sekoitusaika on riittävä maakostealle massalle. [4; 7, s. 13.]

## 7 Betonointi

Betonointi koostuu useista eri työvaiheista, jotka ketjuttavat yhteen saumattomasti, aina betonimassan teosta tai vastaanotosta jälkihoidon aloittamiseen. Seuraavat työvaiheet liittyvät kaikkiin betonointimenetelmiin:

- betonin valmistus ja / tai vastaanotto
- betonin siirrot valituilla menetelmillä
- levitys, tiivistys, pinnan muotoilu ja täydentävät työvaiheet
- pinnan hierto ja viimeistely
- jälkihoito
- laadunvarmistustoimenpiteet kaikissa työvaiheissa. [2, s. 156.]

Yleisin tapa valaa lattioita on, että betonin siirto valukohteeseen tapahtuu pumppamalla, massa levitetään ja tiivistetään normaalisti käsin ja pinta oikaistaan linjalaudalla. Pinnan oikea korko varmistetaan käsin laserilla ja korkokepillä. Tiivistys tapahtuu pääasiassa tärysauvalla, mutta myös tärypalkkeja voidaan käyttää tiivistämiseen. Yleensä betonin notkeudeksi valitaan S3 tai S4.

Maakostean betonin käsittely eroaa suuresti muiden notkeampien massojen käsittelystä. Ero johtuu massan koostumuksesta, kuten pienemmästä vesi- ja sementtimäärästä (vesi-sementtisuhde yleensä noin 0,30). Massan koostumuksen takia betonin siirtäminen, levittäminen ja tiivistäminen ovat haastavimpia kuin normaali betonimassaa käytettäessä. Työ on fyysisesti huomattavasti raskaampaa, koska massa on kuivempaa ja näin ollen hankalampaa työstää. Massan työstäminen vaatii kokeneita ja ammattitaitoisia tekijöitä, koska massan käsittely eroaa suuresti tavanomaisten lattiabetonien käsittelystä. [4; 7.]

Alhaisen vesimäärän takia valmisbetonin kuljettamiseen tulee kiinnittää huomiota. Betonimassaa tilattaessa tulee valita betoniasema, joka on mahdollisimman lyhyen kuljetusmatkan päässä, koska massa tulee levittää ja tiivistää noin kahden tunnin päästä valmistamisesta. Työstöajan pidentäminen vaikuttaa oleellisesti maakostean betonin lopulliseen lujuuteen. Massan kosteutta tulee valvoa jatkuvasti. Jos massa pääsee kuivumaan ennen tiivistämistä, tällöin betoni ei tiivisty ja kovetu normaalisti, silloin sen lujuus jää heikoksi. [4; 10, s. 36.]

Työmaalla valmistettaessa betonimassaa, ei tämän kaltaisia ongelmia välttämättä esiinny, koska massa siirretään kohteeseen heti valmistamisen jälkeen. Tässä tapauksessa tulee huolehtia siitä, ettei massaa levitetä liian suurelle alueelle kerrallaan. Käytännössä tehdään sen kokoisia alueita, että massa pystytään levittämään ja tiivistämään riittävän nopeasti [4].

## 7.1 Siirtomenetelmät

Maakostean betonin siirto kuljetusautosta tai sekoittimesta voidaan toteuttaa monella eri tapaa. Työmaalla voidaan betonimassa tyhjentää suoraan kuljetusautosta muottiin tai siirtää erityisellä kalustolla, joka sopii valukohteen sijaintiin ja työmaan tuotantoteknisiin ominaisuuksiin. Yleisimmät betonin siirtomenetelmät ovat torni- tai ajoneuvonosturilla tapahtuvat siirrot nostoastiaa apuna käyttäen sekä pumppaus. Perinteisellä pumppuautolla ei voida kaiken tyyppisiä maakosteita massoja pumpata, joten oletetaan, että massa on ominaisuuksiltaan sellaista, ettei sitä voida pumpata. [7; 11.]

Maakostean betonin ominaisuuksista johtuen betonimassaa ei voida pumpata tavanomaisilla betonipumppuilla. Siksi on kehitetty maakostean massan siirtolaitteita, joilla

maakostea betonin voidaan siirtää ongelmitta. Siirtolaitteet jakautuvat kahteen ryhmään:

- paineilmakuljettimiin
- maakostean betonin pumppuihin.

Maakostean massan siirtolaitteet ovat diesel- tai sähkökäyttöisiä sekä ne ovat helppoja siirtää kohteesta toiseen hinaamalla peräkoululla varustetulla autolla. Siirtoteho laitteesta riippuen on 4–5 m<sup>3</sup>/h. Verrattuna normaalin betonimassan pumppaamiseen, maakostean betonin siirto on siihen tarkoitetuilla laitteilla merkittävästi hitaampaa. [12.]

Tavanomaisissa kohteissa, kuten toimitilojen ja asuntojen lattiavaluissa käytetään yleisesti maakostean betonin siirtoon maakostean betonin pumppua. Pumppu siirtää betonimassan paineilman avulla syöttöletkua pitkin. Massa saadaan siirrettyä parhaimmillaan noin 200 metrin päähän betonin vastaanotto- tai sekoitus pisteestä [12].

Riippuen työmaasta ja valukohteesta voidaan massan siirtää suoraan kuljetusautosta valukourua tai hihnakuljetinta käyttäen. Yleisesti suurialaisia maanvaraisia lattioita valettaessa käytetään massan siirtoon ja levitykseen dumperia. Tähän liitetyllä ruuvisekoittimella saadaan betonimassa levitettyä tasaisesti valukohteeseen. Pienissä kohteissa massan siirtoon voidaan käyttää työntö- eli kottikärryjä. [11.]

## 7.2 Tiivistäminen

Maakostealla betonilla valettaessa betonilattioita, on tiivistäminen tärkein työvaihe, jolla on vaikutusta lopulliseen lattian lujuteen. Maakostean betonin notkeus on < 20 sVB eli sen luokaksi saadaan alle S1 painumamittauksessa. Normaali betonin vesimäärä on yleensä noin 160–210 l/m<sup>3</sup>, puolestaan maakostean betonin vesimäärä on yleensä noin 100 l/m<sup>3</sup>. Vesimäärä on riippuvainen kiviainesten rakeisuuskäyrästä ja sideaineen koostumuksesta. Vesimäärää valittaessa on otettava huomioon betonin riittävä tiivistäminen, huokoistamattoman ja tiivistetyn normaalibetonin huokoisuus eli ilmamäärä on tasoa 1–2 % tilavuusyksikköinä. Maakostean betonin vastaava huokoisuus voi olla selvästi yli 10 %. Todellinen rakenteeseen jäävä ilmamäärä on huomioitava maakostean betonin sementtimäärää valittaessa. Lopulta ilmamäärän suuruus ei vaikuta lopullisen rakenteen lujuteen oleellisesti, vaan työn toteutus, eli levittäminen ja tiivistäminen. [7.]

Betonimassan koostumus, eli sen suihteitus vaikuttaa siihen kuinka hyvin massa saadaan tiivistettyä. Tätä opinnäytetyötä tehtäessä ei saatu selvyyttä siitä millainen suihteitus on optimaalinen maakostean massan tiivistyvyyden kannalta.

Maakostea betonimassaa ei voida tiivistää sauvatäryttimellä kuten notkeampia betoneja. Tiivistäminen tapahtuu ainoastaan käyttämällä pintatäryttimiä. Pintatäryttimet voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään:

- tärylevyihin,
- tärypalkkeihin ja
- tärysiltoihin.

Tärylevyllä tarkoitetaan yleisesti maa-ainesten tiivistämiseen tarkoitettua ”tärylätkää”. Tärylevy sopii käytettäväksi kohteissa, jossa ei lattiapinnalle aseteta suuria tasaisuusvaatimuksia. Tärypalkki on betonipintaa tai ohjaukiskoja vasten vedettävä teräs- tai puupalkki, johon on kiinnitetty moottoritärytin. Tärysilta on taas puolestaan raskaampi teräspalkista tai -levystä muotoiltu leveäpohjainen palkki. Tärypalkkia ja tärysiltaa käytettäessä tulee huomioida, että etenemänopeus pidettävä mahdollisimman pienenä, jotta massa ehtii tiivistyä kunnolla. [11.]

Betonimassan tiivistäminen voidaan tehdä myös Laser-levityskoneella. Levityskone levittää massan normaaliin tapaan mutta betonimassan tiivistys ja pinnan oikaisu tehdään samalla koneella. Lattiapinnan oikea korkeusasema säädetään automaattisesti. Laser-levityskone sopii parhaiten käytettäväksi kuitulattiavaluissa. Koneita voidaan kuitenkin käyttää myös tankoraudoitettuihin valuissa. Levityskone soveltuu parhaiten käytettäväksi suurissa valukohteissa, joissa ei edellytetä kallistuksia. [2; 3.]



Kuva 2. MAI Floormaster XL [13].

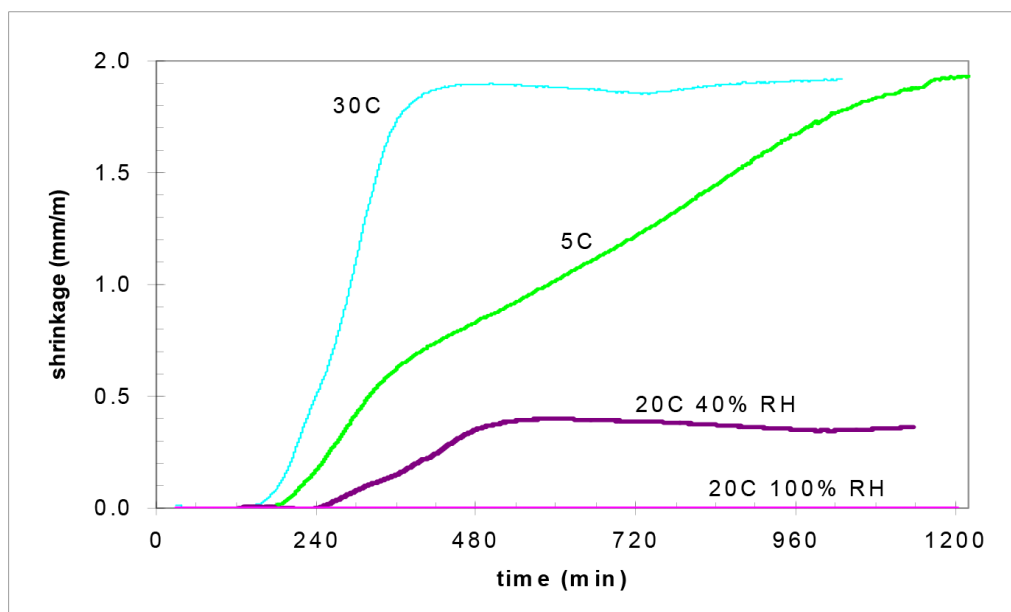
Maakosteiden ja lähes maakosteiden massojen tiivistämiseen ja tasaamiseen on kehitetty laitteita (kuva 2), joita ei tämänhetkisen tiedon mukaan ole käytössä Suomessa, eikä niillä ole nimitystä suomeksi. Näille laitteille yhteistä on se, laite on koostu jatkettavasta kiskosta. Kiskossa on yksikkö, jossa on tiivistys- ja tasoituspäät. Päät liikkuvat samalla, kun yksikkö liikkuu päästä päähän kiskorakennetta. Samalla koko laite liikkuu ohjauskiskojen päällä tehden tasaista ja tiivistä betonilattiaa. Ei ole tietoa siitä, kuinka hyvin laitteet soveltuvat suomessa betoniasemalta saataviin maakosteiden massojen tiivistämiseen. Silmämääräisesti arvioituna massa, jota laitteilla on tiivistetty vastaa maakosteaa betonia.

Pienissä kohteissa betonimassa voidaan tiivistää käsin taputtelemalla. Joidenkin maakosteiden massojen, kuten työmaalla valmistettavan Estrich-massan tiivistämiseen pintabetonilattiatöissä riittää pelkästään massan levittämisen yhteydessä huolellisesti tehty käsin tiivistäminen, sekä helikopterihierro. [14.]

### 7.3 Olosuhteet

Laadukkaan betonilattian toteutuksessa on huomioitava ympäröivät olosuhteet kuten lämpötila, kosteus ja vetoisuus. Ilman ja valualustan lämpötilalla on merkittävä vaikutus betonin sitoutumisnopeuteen ja kosteuden haihtumisnopeuteen. Runsas veden haihtuminen aiheuttaa poikkeuksetta plastista halkeilua. Kosteuden haihtuminen vaikuttaa hierron ajankohtaan ja jälkihoidon ajoitukseen. Työmaan olosuhteet tulee järjestää valutyöhön sopiviksi. Haitalliset ilmavirtaukset tulee estää esimerkiksi aukkoja peittämällä ja suuntaamalla lämmittimet siten, ettei ne aiheuta betonin ennenaikaista kuivumista. On myös suositeltavaa, että rakennuksen vesikatto on valmis tai veden valuminen lattialle estetään muutoin. [15; 7, s. 17–18.]

Maakostea betoni tarvitsee kovettuakseen aina lämpöä. Liian kylmät olosuhteet hidastavat betonin sitoutumista. Tällöin on riski, että betoni kuivuu ennen sitoutumista, eli ennen veden ja sementin reagoimista. Rakennuksen lämpötila tulisi olla vähintään +5 °C:ta, jotta voidaan varmistaa sementin normaali reagointi veden kanssa. Alhaisissa lämpötiloissa tulee jälkihoitoaikaa pidentää, jotta estetään veden liian nopea haihtuminen betonista ennen sitoutumista. [7, s. 18; 16.]



Kuvio 1. Plastisen kutistuman kasvu olosuhteiden mukaan [17].

Kuviosta 1 nähdään, kuinka olosuhteet vaikuttavat betonimassan plastisen kutistuman kasvuun. Valuolosuhteet tulee ottaa huomioon ja niiden vaikutus massan sitoutumiseen ja kuivumiseen. Massan koostumuksen suhteutuksessa tulee huomioida vuodenaikojen vaikutus olosuhteisiin sekä olosuhteiden vaikutus massan toiminnallisiin ominaisuuksiin. Jotta haluttuihin toiminnallisiin ominaisuuksiin päästään on betonin valmistuksessa huomioitava esimerkiksi vesimäärä ja käytettävät lisäaineet.

#### 7.4 Jälkihoito

Normaaleilla betonimassoilla lattioita valettaessa jälkihoito muodostuu kolmesta eri vaiheesta: Esi- eli varhaisjälkihoito, hierto ja jälkihoito. Käytettäessä maakosteita massoja, massan levityksen, tiivistyksen ja tasaamisen jälkeen voidaan lattiapinta hiertää käytännössä heti. Tavallisia massoja käytettäessä hankaluutena on hierron oikea suoritajankohta. Ongelmia hiertämisessä ei maakosteiden massojen käytössä pääse syntymään, kunhan lattiapinnan hiertoa ei ajoiteta liian kauas massan levittämisestä, jolloin pinnasta ei saada riittävän tasaista. Lattiapintaan ei muodostu normaalibetonien tapaan sementtiliimaa, joten pintaa ei välttämättä tarvitse hioa kuivumisen edistämiseksi. Lattiapinnasta saadaan myös niin tasainen, ettei sitä tarvitse hierron ja kuivumisen jälkeen myöskään jälkitasoittaa. [2, s. 111; 18, s. 31–32.]

Hierto tehdään yleensä koneellisesti käyttäen levyhierrintä. Levyhierrolla saavutetaan lattian tasaisuus, jos lattiapinnalle on asetettu sileysvaatimuksia, tulee lattiapinta vielä hierron jälkeen teräshiertää eli ”sliipata” siivekkeillä varustetulla hiertokoneella. [2, s. 112.]

Lattiapinnan hierron jälkeen heti aloitettava jälkihoito tehdään yleensä levittämällä muovikalvo lattiapinnan päälle. Jälkihoitoa on jatkettava noin kaksi viikkoa tai riippuen massan ominaisuuksista, kuitenkin niin kauan, että massan lujuus ehtii kehittyä riittävän suureksi kestääkseen kuivumiskutistumisen aiheuttamat jännitykset. Tämän jälkeen lattian kosteus annetaan tasoittua poistamalla muovikalvo noin viikon ajaksi ennen päällystämistä. Kosteusmittauksilla on kuitenkin pystyttävä osoittamaan lattian kosteus sellaiseksi, että se on päällystettävissä suunnitelluilla pintamateriaaleilla. [18, s. 32; 19, s. 46.]

## 8 Lattiatyypit

Maakostea betoni soveltuu monissa kohteissa korvaamaan normaali lattiabetonin. Varsinkin kohteissa jossa lattia päällystetään, sillä se ei kestä normaalien lattiabetonien tavoin suuria piste- ja viivakuormia. Lujuus riippuu kuitenkin suuresti massan koostumuksesta. Myös massan tiivistämisellä on suuri vaikutus massan lopulliseen lujuuteen. Tässä tapauksessa puhutaan työmaalla valmistettavasta massasta esimerkiksi Estrich-massasta. Koska tiettävästi maakostea valmisbetonia ei ole käytetty betonilattioiden materiaalina pois lukien mosaiikkibetoni- ja jyräbetonilattiat. Urakoitsijoilla on omat reseptinsä Estrich-massoille, joten yleistä käsitystä massoista on hankala tehdä. Massan koostumus tulee aina sopia urakoitsijan kanssa, riippuen sen käyttökohteesta ja sille suunnitelluista toiminnallisista ominaisuuksista kovettuneena betonina.

Maakostea betoni ei sovellu käytettäväksi kantavissa rakenteissa, koska sitä ei ole luokiteltu lujuusluokitelluksi betoniksi. Sen sijaan maakostea betoni soveltuu käytettäväksi erinomaisesti erityyppisissä pintalatioissa ja joissain tapauksissa maanvaraisena laattana esimerkiksi eristeen päälle valettaessa. Tällöin tulee varmistua siitä, että käytettävällä massalla on sellaiset koostumuksen mukaiset ominaisuudet, että maanvaraisen laatan lujuusvaatimukset täyttyvät. [14.]

Maakostealla Estrich-massalla tehty pintalattia ei tarvitse raudoitusta, ellei sitä esimerkiksi kylpyhuoneen lattian lattialämmityskaapelien asentaminen sitä vaadi. Pintalattia voi olla alustaan kiinnitetty, kelluva, raudoitettu tai kuituvahvistettu. Yleisesti lattioissa käytetään kuituja estämään lattian kutistumahalkeilua. [14.]

## 9 Estrich lattiabetonointi

Työmaalla valmistettavaa maakostea betonia kutsutaan yleisnimellä Estrich. Euroopassa on käytössä monia erilaisia Estrich-massa tyyppejä. Esimerkiksi Saksassa Estrich-massoja on käytetty pitkään ja niiden valmistamisesta ja käyttämisestä on olemassa standardinsa kuten DIN 18 560. Tiettävästi Suomessa tehdyt lattiat ovat olleet kaikki Sementti-Estrichiä, joka on lähimpänä tavanomaista lattiabetonia. Estrich-lattiabetonointi eroaa suuresti tavanomaisilla lattiabeteoneilla tehdystä betonoinnista. Massa valmistetaan työmaalla käyttäen sekoitinta, jolla tapahtuu myös massan siirto betonointikohteeseen (Estrich-pumppu). Myös massan käsittely on myös hyvin erilais-

ta, kuin tavanomaisilla betoneilla, koska massa pitää sisällään hyvin vähän vettä. Massan levittäminen ja tasaaminen on näin ollen raskaampaa ja haasteellisempaa.

Massa koostuu sementistä, vedestä ja yleensä maksimissaan 8 mm kiviaineksista. Massan valmistuksessa käytetään ainoastaan luonnon sorasta seulottua kiviainesta. Käytettävällä kiviaineksen laadulla ja rakeisuuskäyrällä on oleellinen vaikutus massan työstettävyyteen. Yleisesti käytettävä sementti on CEM I 42,5 N. Sementin määrä yleensä noin  $200 \text{ kg/m}^3$  ja vesi-sementtisuhde noin 0,3–0,4. Massan valmistuksessa käytetään tarvittaessa kuituja, sekä myös erilaisia lisäaineita, joilla vaikutetaan esimerkiksi massan lujuudenkehitykseen, kutistumaan ja kuivumiseen. Tätä opinnäytetyötä varten haastateltu urakoitsija käyttää itävaltalaisen Chemstan lisäaineita massoissaan. [7; 14.]

Massan tiheys on tavallisimmin  $1900\text{--}2300 \text{ kg/m}^3$  riippuen käytetystä sementistä ja kiviaineksesta. Kovettuneen massan puristuslujuus on tavallisesti noin 15–20 MPa, lisäaineita lisäämällä massan puristuslujuutta voidaan kasvattaa 30–50 MPa:iin. [14.]

Estrich-massalla saadaan lattiapinnasta erittäin tasainen ja sileä. Lattiapinta täyttää tasaisuusluokka  $A_0$ :n vaatimukset. Lattiaan voidaan asentaa pintamateriaali ilman hiontaa ja tasoituksia. [20.]

## 9.1 Menetelmän kuvaus

Estrich lattiabetonointi alkaa materiaalien ja koneiden tuomisella työmaalle. Kiviaines, sementti, pumppu ja muut välineet tarvitsevat työmaan piha-alueelta noin  $40 \text{ m}^2$  tilaa (kuva 3). Talviolosuhteissa alue tulee kattaa sääsuojalla ja lämmittää niin, että lämpötila on vähintään  $+5 \text{ °C}$ :ta. Sekoittimen läheisyyteen tuodaan vesiletku, josta saadaan massan valmistuksessa käytettävä vesi. Estrich-pumpun syöttöletku vie ensimmäiseen betonointikohteeseen. Talviolosuhteissa tulee syöttöletkun reitti sisätiloihin olla mahdollisimman lyhyt tai letku tulee lämpöeristää. Syöttöletkun reittivalinnassa tulee myös huomioida, että letku heiluu kohtuullisen voimakkaasti massaa siirrettäessä. Letkun heilumista voidaan rajoittaa esimerkiksi tukemalla letku painoilla.



Kuva 3. Estrich-pumppu, materiaalit ja tarvikkeet työmaa-alueella.

Ennen työn aloitusta tulee vesikaton olla vedenpitävä, lattiapinnan siisti ja valuun tulevien asennusten tehty. Rakennuksen lämpötilan tulee olla vähintään +5 °C:ta, jotta voidaan varmistaa normaali sementin ja veden reagointi. Suuremmissa lämpötiloissa massan kuivuminen on kuitenkin tehokkaampaa, lisäaineita käyttämällä voidaan tehostaa massan kuivumista. [14.]



Kuva 4. Massan sekoitusta ulkona ja levittämistä betonointikohteessa.

Massa sekoitetaan pumpussa ja siirretään valukohteeseen pieniin läjiin tasaisin välein (kuva 4). Valu voidaan tehdä kahdessa kerroksessa välissä käsin tiivistäen, riippuen valettavan laatan paksuudesta. Levittämisen yhteydessä massa liipataan oikeaan korkeusasemaan, liippauksen yhteydessä tehdään myös mahdolliset kutistussaumamat. [14.]

Työryhmä on tavallisesti noin 3–4 työntekijää, yksi pumpulla sekoittamassa massaa ja 2–3 työntekijää tekemässä valutöitä. Pääsääntöisesti työntekijät ovat ulkomaalaisia, koska osaamista ja tietoa lattioiden tekemisestä Estrich-massalla ei Suomesta löydy. Myös työskentelykulttuurilla saattaa olla vaikutusta, siihen miksi suomalaiset työntekijät eivät ole innostuneita tekemään lattiaita tällä tapaa. [14.]



Kuva 5. Liipattua ja hierrettyä valmista pintaa [16].

Liippauksen ja mahdollisen kutistussaumojen teon jälkeen lattiapinta hierretään riittävän tasaiseksi. Kuva 5 havainnollistaa kuinka lattia tehdään valmiiseen pintaan huonejaon mukaan, jos betonoitava alue on suuri, hierto toteutetaan alueittain riittävän ajoissa ennen massan kovettumista. Hierto tehdään kaatolattioissa käsin, suorissa lattioissa hierto voidaan tehdä koneellisesti. Hierron jälkeen lattiapintaan suihkutetaan jälkihoitoaine, tai se peitetään muovikalvolla. Jälkihoitoaika on riippuvainen massan koostumuksesta sekä käytetyistä lisäaineista. Jälkihoitoa on jatkettava niin kauan, että laatta kestää kuivumiskutistumisen sille aiheuttamat jännitykset. Olosuhteiden hallinta on keskeinen osa jälkihoitoa, koska valettu laatta on olosuhteherkkä. Esimerkiksi lämmityspuhaltimet tulee suunnata niin, ettei se kuivata laatan pintaa, eikä aiheuta näin laatan epätasaista kuivumista ja siten laatan käyrystymistä tai halkeilua. Laatan pinta kestää kävelyä noin 12 tunnin kuluttua valusta. Suositellaan kuitenkin, että valukohteeseen pääsy tulisi rajoittaa ainakin noin 5–7 vuorokauden ajaksi, koska laatan pinta ei kestä suuria kuorimia, ennen kovettumista. [14; 16.]

Jälkihoitoaineen haihtumisen tai riittävän pitkän jälkihoidon jälkeen poistetaan mahdolliset muovikalvot ja annetaan lattian kuivua noin viikon. Tavoitteena on, että lattia on

päällystettävissä tai pinnoitettavissa noin kolmen viikon kuluessa valusta. Lattian kosteus tulee kuitenkin todentaa mittauksin riittävän alhaiseksi sille suunnitellun pintamateriaalin mukaan. [14.]



Kuva 6. Valmis valettu lattia ja kuivut päällystettävä lattia [16].

Estrich-massalla saadaan tehtyä käytännössä suoraan valmista pintaa, jota ei tarvitse jälkitasoittaa. Massan koostumuksen ansiosta, pystytään tekemään valun aikana esimerkiksi kynnykset ilman toppareita (kuva 6). Pintaa ei tarvitse hioa kuivumisen edistämiseksi, koska pintaan ei muodostu sementtiliimaa massan pienen vesi- ja sementtimäärän takia. Lattiapinta tulee kuitenkin yleensä pinnoittaa tai päällystää. Lattiapinnan vetolujuus tulee myös varmistaa pinnoitteelle tai päällysteelle ja tilan käyttötarkoitukseen sopivaksi.

Asunto Oy Helsingin Viklon työmaalla testattiin pinnan vetolujuutta vedeneristeelle. Testin tuloksien mukaan massan pinnan vetolujuus oli 0,6–0,7 N/mm<sup>2</sup>, joten massa tässä tapauksessa oli sopiva pinnoitettavaksi vedeneristeellä ja soveltui asuntotuotantoon. Opinnäytetyön aikana haastateltiin työmaan työnjohtajaa Ville Salapuroa, joka kertoi työmaalla tehtyjen lattioiden onnistuneet erinomaisesti. Halkeilua ei ollut havaittavissa ja lattiat kuivuivat odotetusti. Kuitenkin jouduttiin tekemään vähäisesti jälkitoita muu-

tamassa lattiassa, lähinnä pieniä hiontoja sekä tasoituksia. Jälkityöt johtuivat pääasiassa pienistä kaatolattioiden kaltevuusvirheistä. [14; 16.]

## 10 Kustannustarkastelu

Työ vaatii enemmän työntekijöitä kuin tavanomaisilla lattiabetoneilla valettaessa. Mutta kokonaiskustannukset onnistuneen työsuorituksen johdosta ovat pienemmät, koska maakostea massa pysyytyään työstämään käytännössä heti valmiiseen pintaan. Työ vaatii kuitenkin huolellisuutta, jotta kalliilta jälkitöiltä vältytään. Myös ajalliset näkökulmat tulee huomioida kustannuslaskelmia tehtäessä. Maakostean betonin kuivumisaika on useita viikkoja lyhempi verrattuna normaaleihin massoihin, joten sillä saavutetaan myös kustannussäästöjä. [16.]

Tavanomaisilla betoneilla lattioita valettaessa kokonaiskustannukset ovat noin 3–4 €/m<sup>2</sup>, puolestaan Estrich-massalla valettaessa kustannukset ovat noin 20–45 €/m<sup>2</sup>. Laajuudeltaan pienemmissä kohteissa kustannukset ovat alhaisemmat ja suuremmissa korkeammat, johtuen työn luoteesta ja alhaisesta betonointinopeudesta. Lattiatyyppi ja lattian koko vaikuttavat oleellisesti kustannuksiin. [16.]

## 11 Edut ja haitat, mahdollisuudet ja uhat (SWOT)

Taulukko 3. SWOT-analyysi, Estrich-massan käytöstä betonilattioissa [14; 16].

<b>Vahvuudet</b>	<b>Heikkoudet</b>
<p>Kuivumisaika 3–5 viikkoa</p> <p>Massa helposti muotoiltavissa</p> <p>Ei tarvitse tasoitusta</p> <p>Ei tarvitse hiontaa</p> <p>Vähemmän jälkitöitä</p> <p>Pintaa ei tarvitse hioa (vähemmän pölyä)</p> <p>Raudoitusta ei tarvita pintabetonilattioissa</p> <p>Kuivumiskutistuminen vähäistä.</p>	<p>Olosuhdeherkkä (vaatii tasaiset olosuhteet)</p> <p>Rakennuksen vesikatto oltava vesitiivis ja sisälämpötilan vähintään +5°C:ta</p> <p>Materiaalit vievät tilaa työmaa-alueelta</p> <p>Urakoitsijalla ei omaa systemaattista laadunvarmistusta</p> <p>Ei pitkäaikaista kokemusta Suomessa</p> <p>Betonointi hidasta</p> <p>Vaatii enemmän työntekijöitä.</p>
<b>Mahdollisuudet</b>	<b>Uhat</b>
<p>Laadunvarmistuksen kehittäminen</p> <p>Käytön lisääntyminen ja vakiintuminen</p> <p>Kehittäminen valmisbetoniksi</p> <p>Massan ominaisuuksien kehittäminen (tiivisyys ym.)</p> <p>Yleistyessä, betonilattioiden laadun kehittyminen</p>	<p>Työntekijät pääosin ulkomailta (kommunikointivaikeudet)</p> <p>Laadunvarmistus (käsityötä)</p> <p>Kokeneiden ja ammattitaitoisten työntekijöiden löytäminen tulevaisuudessa</p> <p>Sementin ja kiviainesten saatavuus tulevaisuudessa.</p>

## 12 Yhteenveto ja pohdinta

Suomessa betonilattiat tehdään perinteisesti käyttäen suhteellisen veteliä massoja. Paljon vettä sisältävien massojen käytöstä on syntynyt tapa alan toimijoiden keskuudessa. Onhan vetelämpi massa helpompi muun muassa siirtää ja tiivistää. Suuri veden määrä betonimassassa aiheuttaa usein ongelmia betonilattioiden kuivumisen ja halkeilun suhteen. Tietysti työtapojen vaikutusta ongelmiin ei voi kiistää, mutta suurella vesimäärällä on kuitenkin suuri vaikutus. Alan toimijat ovat siis tottuneet käyttämään vetisiä betonimassoja ja omaksuneet työtavat, joita vetelän betonimassan käsittely edellyttää. Tämä on suurelta osin syynä siihen, ettei jäykempien betonimassojen käyttö betonilattioissa ole yleistynyt. Jäykempien massojen käsittely on fyysisesti raskaampaa ja pääosin käsityötä. Tällä on myös vaikutusta siihen, etteivät alan toimijat ole mielellään ryhtyneet kokeilemaan uutta työtapaa.

Toisekseen alan toimijat ovat tottuneet siihen, että betonimassa valmistetaan lähes poikkeuksetta aina betoniasemalla. Eikä betoniteollisuus Suomessa ole tutkinut juuriakaan vähemmän vettä sisältävien massojen kuten Estrich-massan käyttöä. Erona massan käyttämisessä on myös, että massa valmistetaan yleensä työmaalla, tämä tapa mielletään monesti hieman vieraaksi, johtuen siitä, ettei tällaiseen toimintatapaan ole totuttu. Toisin kuin Euroopassa, jossa Estrich-massojen käyttämisestä betonilattioissa on jo pitkät perinteet ja runsaasti tutkimustietoa. Esimerkiksi Saksassa on Estrich-massojen käyttämistä tutkittu runsaasti ja sille on omat standardinsa. Estrich-massan käyttämistä tulisi siis tutkia Suomessa enemmän ja luoda niin massan valmistamiselle kuin massan työstämiselle työmaalla omat tarkat ohjeistukset. Tällä hetkellä Suomessa kaikki tieto Estrich-massojen valmistamisesta löytyy ainoastaan yrityksiltä, jotka lattiaita tekevät. Tätä tietoa tulisi siirtää jollekin taholle, joka voisi edistää ja kehittää tämän tyyppisten lattioiden tekemistä Suomessa. Esimerkiksi Suomen betoniteollisuus voisi tutkia tämän tyyppisten massojen valmistamista ja niiden käyttämistä valmisbetonina tulevaisuudessa. Haasteeksi saattaa muodostua massan kuljettaminen, koska maakosteaa massa tulee levittää noin kahden tunnin kuluttua valmistamisesta. Massan siirtämisen työmaalla betonointikohteeseen ei puolestaan pitäisi muodostua ongelmaksi, koska massa voidaan siirtää esimerkiksi paineilmakuljetinta tai Estrich-pumppua käyttäen.

Maakostea betoni on kuitenkin erittäin hyvä vaihtoehto perinteisille lattiabetoneille. Estrich-massa soveltuu erinomaisesti käytettäväksi ainakin pintalattioissa, joille ei aseteta suuria lujuusvaatimuksia. Tämän opinnäytetyön aikana tehtiin pintalattioita Estrich-massaa käyttäen. Yhdestä lattiasta tehtyjen mittauksien perusteella (liite 1) voidaan todeta, että kovettuneen Estrich-massan pinnan lujuus täyttää asuntorakentamisessa osan vaadittavista arvoista (taulukko 2). Estrich-massan lujuutta voidaan kuitenkin kasvattaa, joten voidaan todeta, että massa soveltuu myös käytettäväksi toimitilarakentamisessa. Kuitenkin riittävä lujuus tulisi todentaa mittauksin, koska massan valmistamiseen liittyy jonkin verran epävarmuutta, eikä tutkimustietoa massan valmistamisesta ole olemassa Suomessa. Epävarmuus massan valmistamisessa liittyy, massan sekoitukseen, osa-aineiden punnitsemiseen ja urakoitsijan omaan massan reseptiin. Ei ole tietoa siitä, että perustuuko urakoitsijan resepti mittausten ja kokeiden perusteella saatuihin osa-aineiden määrään vai kokemuksen perusteella hyväksi todettuihin osa-aineiden määriin. Lisäaineilla voidaan muuttaa massan ominaisuuksia, tämä tulee myös huomioida massan koostumusta valittaessa.

Estrich-massalla tehdyt lattiat soveltuvat kuitenkin urakoitsijan mukaan niin asunto-, toimitila kuin saneerauskohteisiin. Urakoitsijan mukaan Estrich-massaa voidaan käyttää pintabetoni- ja maanvaraisissa lattioissa. Kuitenkin on syytä suhtautua varauksella maanvaraisten lattioiden toteuttamiseen Estrich-massalla.

Betonointi massalla on huomattavasti hitaampaa ja kalliimpaa, johtuen työn luonteesta. Kuitenkin aika työn aloituksesta, valmiiseen päällystettävään lattiaan on kokonaisuudessaan lyhempi. Useat työvaiheet jäävät pois ja massa kuivuu normaaleja betoneja nopeammin johtuen pienemmästä vesimäärästä. Näin ollen aikaa säästyy muun muassa, pois jääneiden työvaiheiden toteutuksesta, tehtävien aikataulutuksesta ja kordinoinnista.

Estrich-massa on pienen vesimäärän ansiosta jäykkää ja siitä johtuen hyvin muotoiltavaa. Siksi sillä on helppo tehdä heti betonointivaiheessa lattiaan tulevat kynnykset ynnä muut ilman toppareita, tällä tapaa säästyy myös aikaa. Aikaa säästää myös se, että massan koostumuksen ansiosta, voidaan lattiapinnan hierto aloittaa heti massan levittämisen jälkeen. Estrich-massalla tehdään siis suoraan valmista pintaa. Betonointi vaatii kuitenkin tarkkuutta sekä myös kokeneita ja ammattitaitoisia työntekijöitä, jotta mahdollisilta jälkitöiltä vältytään. Menetelmän yleistymisen esteeksi saattaa muodostua osaavan työvoiman löytyminen. Koska maakostealla betonilla tehtävät lattiat edellyttä-

vät osaavia työntekijöitä, joilla on käytännön tieto onnistuneen työsuorituksen toteuttamiseksi. Tällä hetkellä kaikki Suomessa toimivat osaavat työntekijät ovat pääsääntöisesti ulkomaalaisia ja Suomessa markkinat ovat pienet. Ratkaisuna voisi olla suomalaisten työntekijöiden kouluttaminen.

Maakosteiden massojen pienen vesimäärän takia kuivuminen on nopeampaa, kuin perinteisillä massoilla valettaessa. Myös kuivumiskutistumat ovat pienempiä ja halkeilu hyvin vähäistä. Estrich-massan yhtenä hyvänä puolena on vähäinen halkeilu, joka johdetaan massan pienestä vesi- ja sementtimäärästä. Jos massan lujuutta kasvatettaisiin lisäämällä sementin määrää, voisi olla tuloksena halkeilun lisääntyminen. Ehkä tästä syystä massoissa käytetään lujuuden kasvattamiseksi lisäaineita, joista koostumukselta ei ole tarkempaa tietoa.

Estrich-massojen tai vastaavien maakosteiden massojen yleistymisen saisi varmasti aikaan myös niiden kehittämisen. Kehitettävää olisi ainakin massan tiivistyvyyden suhteen. Jos massan tiivistämiseen kehitettäisiin laitteita tai lisäaineita, joilla massat saataisiin tiiviimmiksi, tällöin massan lujuus rakenteessa olisi suurempi ja massoille saataisiin mahdollisesti useampia käyttökohteita. Näin ollen voitaisiin tulevaisuudessa tehdä maakostealla massalla kaikki rakennusten maanvaraiset- ja pintalattiat. Myös massan valmistamista työmaalla voitaisiin kehittää tarkemmaksi esimerkiksi automatisoimalla osa-aineiden annostelu.

## Lähteet

- 1 BY 45 / BLY 7. 2002. Betonilattiat 2002. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy.
- 2 BY 45 / BLY 7. 2014. Betonilattiat 2014. Helsinki: BY-Koulutus Oy.
- 3 BY 201. 2004. Betoniteknikan oppikirja. Helsinki: BY-Koulutus Oy.
- 4 Anttila, Vesa. 2016. Kehityspäällikkö, Rudus Oy, Helsinki. Haastattelu 19.2.2016.
- 5 Repo, Harri. 2006. Betonitiet jäivät Suomessa kokeiluksi. Verkkodokumentti. Tekniikka & Talous -lehti. <<http://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/rakennus/2006-08-17/Betonitiet-jäivät-Suomessa-kokeiluksi-3252630.html>>. Lisätty 17.8.2006. Luettu 1.8.2016.
- 6 Remontti sulkee Turun lentokentän kesällä. 2014. Verkkodokumentti. Kaupunkimedia Aamuset. <<http://www.aamuset.fi/naista-puhutaan/uutiset/remontti-sulkee-turun-lentokentan-kesalla>>. Lisätty 7.1.2014. Luettu 1.8.2016.
- 7 BLY-18. 2016. Maakostean betonin käyttö mosaiikkibetonilattioissa. Verkkodokumentti. Suomen Betonilattiaiyhdistys ry. <<http://www.bly.fi/File/BLY-18.pdf>>. Luettu 24.1.2016.
- 8 SFS EN 206. Betoni. 2015. Määrittely, ominaisuudet, valmistus ja vaatimustenmukaisuus. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 9 BMS alpha Z3. 2016. Verkkodokumentti. BMS Bau-Maschinen-Service AG. <<http://www.bmsbaumaschinen.de/en/machines/screed-machines/bms-alpha-z3.html>>. Luettu 28.3.2016.
- 10 Vepsäläinen, Sakari. 2013. Maakostean betonin käyttö tasokiveysten alla. Opinnäytetyö. Savonia-ammattikorkeakoulu.
- 11 Uusitalo, Jukka; Ihanamäki, Jouko; Rajala, Raimo; Vallin, Olavi. 2006. BY 205 / Betonityöt. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 12 M 760 NEW Generation. 2016. Verkkodokumentti. Putzmeister Mörtelmaschinen GmbH. <[http://www.moertelmaschinen.de/cps/rde/xchg/SID-922C547A-6FDB5CF8/pmm/hs.xsl/6291\\_6303\\_ENG\\_HTML.htm?wmLangPar=DEU\\_ENG](http://www.moertelmaschinen.de/cps/rde/xchg/SID-922C547A-6FDB5CF8/pmm/hs.xsl/6291_6303_ENG_HTML.htm?wmLangPar=DEU_ENG)>. Luettu 29.3.2016.
- 13 MAI Floormaster XL. 2013. Bremat Holland BV. Verkkodokumentti. <[https://www.youtube.com/watch?v=T83V\\_mMwKJ4](https://www.youtube.com/watch?v=T83V_mMwKJ4)>. Lisätty 13.11.2013. Luettu 22.3.2016.

- 14 Kaltiainen, Hannu. 2016. Toimitusjohtaja, Cering Oy, Helsinki. Haastattelu 13.4.2016.
- 15 Betonilattiat. 2016. Verkkodokumentti. Betoniteollisuus ry. <<http://www.valmisbetoni.fi/toteutus/betonilattiat>>. Luettu 1.4.2016.
- 16 Salapuro, Ville. 2016. Työnjohtaja, YIT Rakennus Oy, Helsinki. Haastattelu 14.4.2016.
- 17 Anttila, Vesa & Petrow, Seppo. 2013. Verkkodokumentti. Suomen Betonilattiyhdistys ry. <<http://www.bly.fi/File/1SeppoPetrow.pdf>>. Päivitetty 26.3.2013. Luettu 24.3.2016.
- 18 Toivola, Maija. 2012. Vesikiertoisen lattialämmityksen pintabetonimassojen vertailu. Insinööriyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu.
- 19 Työmaan aloituskokouksen valmisbetonin toimitussuunnitelma. 2010. Verkkodokumentti. Rakennusteollisuus RT ry. <<http://www.rudus.fi/Download/23937/Betonityomaaohje.pdf>>. Päivitetty 11.6.2010. Luettu 30.3.2016.
- 20 Estrich betonilattia. 2013. Verkkodokumentti. Cering Oy. <[https://issuu.com/cering/docs/estrich\\_esite\\_new](https://issuu.com/cering/docs/estrich_esite_new)>. Päivitetty 6.11.2013. Luettu 11.3.2016.

## Vedeneristeen tartuntavetolujuuskokeen tutkimusraportti

**CONTESTA**

Tutkimusselostus 1 (1)

Tuomo Rimpiläinen

9.12.2015

21200118-003

Jakelu:  
YIT Rakennus Oyj  
Infrapalvelut  
PL 36  
00621 HELSINKI

Tarkastaja, pvm

*J. Rimpiläinen* 10/12/2015

Hyväksyjä, pvm

*U. Kaurila* 10.12.2015

risto.piha@yit.fi

### VEDENERISTEEN TARTUNTAVETOLUJUUDEN MÄÄRITYKSIÄ

**1 TILAUS**

1.12.2015 / Ville Salapuro, YIT Rakennus Infra Oy.

**2 TEHTÄVÄ**

Vedeneristeen tartuntavetolujuuden määrittäminen tilaajan osoittamista kohteista.

**3 KOHDE**

Föglönkuja 7, 08870 Helsinki.

**4 YLEISTÄ**

Kohteessa suoritettiin 9.12.2015 vedeneristeen tartuntavetolujuuskokeita tilaajan osoittamista rakenneosista Contesta Oy:n toimesta. Toimenpiteet suoritti tutkimusavustaja Tommi Kaurila.

Contesta Oy toimii Suomen RakMk B4 tarkoittamana hyväksyttynä koestuslaitoksena sekä FINAS akkreditoitintipalvelun akkreditoimana testauslaboratoriona.

**5 TUTKIMUSTULOKSET**

Tutkimustulokset on esitetty liitteessä 1.

LIITTEET 1. Tutkimustulokset, 1 s.

## Vedeneristeen tartuntavetolujuuskokeen tutkimusraportti

**CONTESTA**

Tutkimusselostus

1 (1)  
Liite 1

Tuomo Rimpiläinen

9.12.2015

21200118-003

### TUTKIMUSTULOKSET

#### 1 VEDENERISTEEN TARTUNTAVETOLUJUUS

Vedeneristeen tartuntavetolujuuden määrittämiseksi suoritettiin kohteella rajaamalla vedettävät kohdat halkaisijaltaan Ø 75 mm olevalla timanttiporalla siten, että poraus ulottui betoniin noin 5 mm syvyyteen asti.

Vetolujuuden määrittäminen suoritettiin virallisesti kalibroidulla 20 kN:n Seidner HZP 20 DI laitteella standardin SFS 5446 mukaisesti. Vetokokeissa saatiin seuraavia tuloksia:

Vetokohdan tunnus	Tartuntavetolujuus MPa	Murtokohta / huomautukset
4	0,6	100 % vedeneristeestä
5	0,6	100 % vedeneristeestä
6	0,7	100 % vedeneristeestä