



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

KUIVASIROTTEIDEN KÄYTTÖ KULUTUSRASITETUISSA BETONILATTIOISSA

TEKIJÄ: Korolainen Raul Joonas Antero

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Korolainen Raul Joonas Antero	
Työn nimi Kuivasirotteiden käyttö kulutusrasitetuissa betonilattioissa.	
Päiväys	6.11.2013
Sivumäärä/Liitteet	56/35
Ohjaaja(t) Pt.tuntiopettajat Matti Ylikärppä ja Kimmo Anttonen, DI Martti Matsinen ja Juha Komonen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Suomen Betonilattiyhdistys BLY ry, Vahanen Oy	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Insinöörityön tarkoituksena oli selvittää kuivasirotetuotteiden käyttöä voimakkaasti kulutusrasitetuissa betonilattioissa. Kuivasirotteet ovat kovien runkoainesten, sementin ja eri lisäaineiden seoksia. Niitä käytetään pääasiassa lisäämään maanvaraisten betonilattioiden pinnan kulutuskestävyyttä teollisuuden kohteissa. Työn tilaajana oli Suomen Betonilattiyhdistys BLY ry. Opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä Betonilattiyhdistyksen jäsenyritysten sekä Vahanen Oy:n kanssa.</p> <p>Insinöörityössä selvitettiin kuivasirotteiden ja alusbetonin tärkeimpiä ominaisuuksia, sirotelattioiden käytön etuja ja kustannuksia sekä 2000-luvulla havaittuja ongelmakohtia. Lisäksi työssä kerrottiin kuinka onnistunut sirotelattia valmistetaan. Opinnäytetyö laadittiin teorian tiedon perusteella sekä vapaamuotoisen kyselyn avulla. Kysely tehtiin Internet-kyselynä ja se lähetettiin Betonilattiyhdistyksen jäsenyrityksille. Teoriatieto hankittiin alan oppikirjoista, Internet-lähteistä ja valmistajien materiaaleista. Liitteenä oleva kuivasiroteohje laadittiin insinöörityöhön kerätystä teorian tiedosta.</p> <p>Työn tuloksena toimeksiantajalle saatiin ohje kuivasirotteiden käytöstä. Ohje on tarkoitettu lattiaurakoitsijoille, rakennuttajille, suunnittelijoille ja materiaalitoimittajille. Kuivasiroteohjeessa käsiteltiin tiivistetyt sirotteiden tärkeimpiä ominaisuuksia ja alusbetonin vaatimuksia. Ohjeen yhteenvedona kerrottiin, kuinka valmistetaan onnistunut sirotelattia.</p>	
Avainsanat Betoni, betonilattiat, lattiapinnoitus, kuivasirotteet	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme In Construction Engineering			
Author(s) Korolainen Raul Joonas Antero			
Title of Thesis Dry-Shake Aggregate Hardeners on Consumption Stressed Concrete Floors			
Date	6 November 2013	Pages/Appendices	56/35
Supervisor(s) Mr. Matti Ylikärppä, Lecturer, Mr. Kimmo Anttonen, Lecturer Juha Komonen, Martti Matsinen, MSc			
Client Organisation /Partners Suomen Betonilattaiyhdistys BLY ry, Vahanen Oy			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was to find out the use of dry-shake hardeners in consumption stressed concrete floors. Dry-shake aggregate hardeners are a blend of specialized aggregates, cement binders and different supplements. Dry-shakes are commonly applied to the surface of concrete floors to produce improved abrasion resistance on industrial floors. The thesis was commissioned by Suomen Betonilattaiyhdistys ry and it was carried out in co-operation with Vahanen Oy and several other companies of Suomen Betonilattaiyhdistys.</p> <p>The aim of this study was to investigate the main features of dry-shake hardeners and concrete. The second aim was also to examine advantages and expenses of dry-shake hardened floors. In addition, information on how to produce successful hardened floors was provided. A questionnaire and different source materials were used in gathering data for the study. A questionnaire was conducted on the Internet and it was sent to the companies of Suomen Betonilattaiyhdistys. The thesis was conducted by examining teaching materials, guidebooks and Internet sources. The attached guide was compiled based on the aforementioned sources.</p> <p>The main result of the thesis is an instructional guide on how to use dry shake hardeners in concrete floors. The guide is intended for flooring contractors, builders, designers and material suppliers. It includes information on the main features of dry-shake hardeners and concrete. The guide also summaries how to produce dry-shake floors successfully.</p>			
Keywords Concrete, concrete floors, floor coatings, dry-shake aggregate hardeners			

Alkusanat

Tämä insinöörityö tehtiin Suomen Betonilattiyhdistys BLY ry:lle ja työn ohjaamisesta vastasi Vahanen Oy. Työn varsinaisena ohjausryhmänä toimi Betonilattiyhdistyksen kokoama työryhmä, johon kuuluivat Martti Matsinen Piimat Oy:stä, Mauri Tanninen Master-Chemicals Oy:stä, Harri Aalto Lattia-Miredex Oy:stä, Jouko Ilvonen Semtu Oy:stä, Vesa Anttila Rudus Oy:stä sekä Juha Komonen Vahanen Oy:stä.

Työtä ovat kommentoineet Vilho Pekkala (Vahanen Oy), Mikko Vasama (Ruskon betoni Oy), Kai Salo (Oy Sika Finland Ab) ja Tuomo Kovanen (Lujabetoni Oy).

Haluan kiittää koko ohjausryhmää ja työtä kommentoineita henkilöitä saumattomasta yhteistyöstä sekä avustamisesta työn tekemisen ajan. Erityiskiitokset haluan sanoa opinnäytetyöprosessin ohjaajille Juha Komoselle, Martti Matsiselle sekä Matti Ylikärpälle.

Kuopiossa 6.11.2013

Raul Korolainen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
1.1	Tausta ja tavoitteet	7
1.2	Suomen betonilattaiyhdistys BLY ry ja Vahanen Oy	8
2	KUIVASIROTTEET	9
2.1	Kuivasirotteiden yleisimpiä ominaisuuksia	9
2.1.1	Sirotetyypit	9
2.1.2	Koostumus.....	10
2.1.3	Sirotteiden laatuvaatimukset	12
2.1.4	Sirotteiden mekaanisia ominaisuuksia	13
2.1.5	Valmistus ja pakkaus	16
2.2	Sirotteiden käytön kustannukset ja edut	17
2.3	Sirotteiden yleisimmät käyttökohteet	20
3	PINNOITETTAVAN BETONILATTIAN SUUNNITTELU	21
3.1	Betonilattioiden luokittelu	22
3.2	Betonilattioiden laatuvaatimukset	23
3.2.1	Tasaisuus	23
3.2.2	Kulutuskestävyys	24
3.2.3	Muut laatuvaatimukset	25
3.3	Betonin valinta	27
3.3.1	Lattiabetonin perusominaisuudet	28
3.3.2	Vesisementtisuhde	28
3.3.3	Työstettävyys ja notkeus	29
3.3.4	Ilmamäärä	31
3.3.5	Lujuusluokat ja sitoutuminen	31
3.3.6	Betonin lisäaineiden käyttö	32

4	SIROTELATTIAN SUUNNITTELU.....	34
4.1	2000-luvulla havaitut ongelmat	34
4.2	Sirotteen tartunta betonilattiaan	37
4.3	Sirotetyypin valinta ja sirotteen rasitusluokat	38
4.4	Pinnoitustyön olosuhteiden hallinta	40
4.5	Sirotteiden annosmäärät	43
4.6	Hiertäminen.....	44
4.6.1	Levy- eli tasoitushierto	45
4.6.2	Siiveke- eli teräshierto	46
4.7	Sirotelattian jälkihoidot.....	47
5	KUIVASIROTEOHJE TILAAJALLE	50
5.1	Ohjeen laatiminen ja sisältö.....	50
5.2	Teoriatiedon etsiminen	51
5.3	Digium-nettikysely	51
5.4	Työmaakäynnit ja haastattelut.....	52
6	YHTEENVETO.....	53
	LÄHTEET	54

LIITTEET

Liite1. BLY16. Ohje kuivasirotteiden käytöstä betonilattioissa.

Liite2. Digium kyselyn yhteenvetoraportti

Liite3. Veden haihtumisnopeuden arvioimisen kuvaaja.

1 JOHDANTO

1.1 Tausta ja tavoitteet

Opinnäytetyöprosessin lähtötilanteena on Suomen Betonilattaiyhdistys BLY ry:n ja Vahanan Oy:n sekä usean muun Betonilattaiyhdistykseen kuuluvan yrityksen aloittama projekti, jonka tarkoituksena on selvittää kuivasirotteiden käyttöä betonilattioissa. Oma henkilökohtainen taustani kyseisiin yrityksiin alkoi kesällä 2012, kun suoritin työharjoittelua Vahanan Jyväskylä Oy:n toimipisteessä. Vahanan Oy:n päätoimistolla on Vahanan akatemiana tunnettu järjestö, jonka tarkoituksena on olla yhteistyössä eri oppilaitosten kanssa sekä välittää vapaita opinnäytetyöaiheita Vahasella kesätöissä oleville opiskelijoille. Otin yhteyttä Vahanan akatemiaan vapaiden opinnäytetöiden ohjaajiin, joilta sain kuulla kyseisen projektin alkamista.

Työn tavoitteena on selvittää kuivasirotteiden käytön soveltuvuutta kohteissa, joissa betonilattiat ovat erittäin kovassa kulutusrasituksessa. Tavoitteena on lisäksi tarkastella kuivasirotteiden käytön etuja ja kustannuksia, hankkia tietoa kyselyjen ja haastattelujen avulla muun muassa onnistuneiden ja epäonnistuneiden sirotelattioiden valmistamisesta, käytettävistä sirotemääristä, alusbetonin koostumuksesta ja työskentelyolosuhteista. Näiden selvitysten avulla toimeksiantajalle tehdään käytännönläheinen kuivasirotelattioiden valmistusohje. Ohjeen tarkoituksena on antaa lattiaurakoitsijoille yhtenäinen ohjeistus sirotelattian valmistamisesta sekä antaa suunnittelijoille ja betonitoimittajille lisää tietoa sirotteista ja niiden ominaisuuksista.

Prosessi toteutetaan kevään ja kesän aikana, jolloin tehdään Betonilattaiyhdistykseen kuuluville lattiaurakoitsijoille suunnattu nettikysely. Kyselyn tavoitteena on selvittää mahdollisimman monen lattianvalmistajan kokemuksia ja käytännön vinkkejä sirotelattian valmistamisesta. Kyselyn tuloksia käytetään opinnäytetyön teoretiedon lisänä. Kyselyn lisäksi teoretieto kerätään tutustumalla alan kirjallisuuteen, tuotevalmistajien materiaaleihin, ohjeisiin, työselosteisiin sekä vaurioraportteihin ja -lausuntoihin.

Opinnäytetyön teko alkoi perehtymällä kuivasirotteiden yleisiin ja teknisiin ominaisuuksiin, edeten asteittain kohti onnistuneen sirotelattian valmistusta. Olennaisena osana työtä on perehtyminen betonilattian suunnitteluun, valmistukseen ja alusbetonin ominaisuuksiin sekä tärkeimpiin betonointimenetelmiin.

1.2 Suomen betonilattiyhdistys BLY ry ja Vahanen Oy

Insinööriyön toimeksiantajana on Suomen Betonilattiyhdistys ry (BLY). Suomen Betonilattiyhdistyksen toimintamallina on edistää tiedotusta betonilattioiden valmistuksesta, parantaa ja kehittää betonilattioiden valmistusmateriaaleja ja tuotantomenetelmiä sekä lisätä valmistusmateriaalien parempaa käyttöä. Yhdistyksen ajatuksena on yhdistää ja lisätä yhteistyötä lattiaurakoitsijoiden, materiaalityöntekijöiden sekä suunnittelijoiden välillä. (Suomen Betonilattiyhdistys.fi.)

Insinööriyön ohjaamisesta vastasi Vahanen Oy, joka toimi projektin ohjausryhmässä suunnittelijoiden edustajana. Vahanen Oy on pääasiassa Etelä-Suomessa toimiva konserniyhtiö, joka on erikoistunut tuottamaan suunnittelu- ja konsulttipalveluja. Yrityksen päätoimisto sijaitsee Espoossa, mutta sen sivukonttoreita on ympäri Suomea. Suomessa yritys toimii muun muassa Tampereella, Turussa sekä Jyväskylässä. Yritys toimii myös kansainvälisesti useissa eri maissa muun muassa Venäjällä, Baltiassa ja Arabiemiraateissa. (Vahanen.fi.)

Muut yhteistyökumppanit projektissa ovat:

- PiiMat Oy
- Rudus Oy
- Semtu Oy
- Master-Chemicals Oy
- Lattia-Miredex Oy
- Oy Finland Sika Ab
- Lujabetoni Oy
- Ruskon betoni Oy
- Lakan betoni.

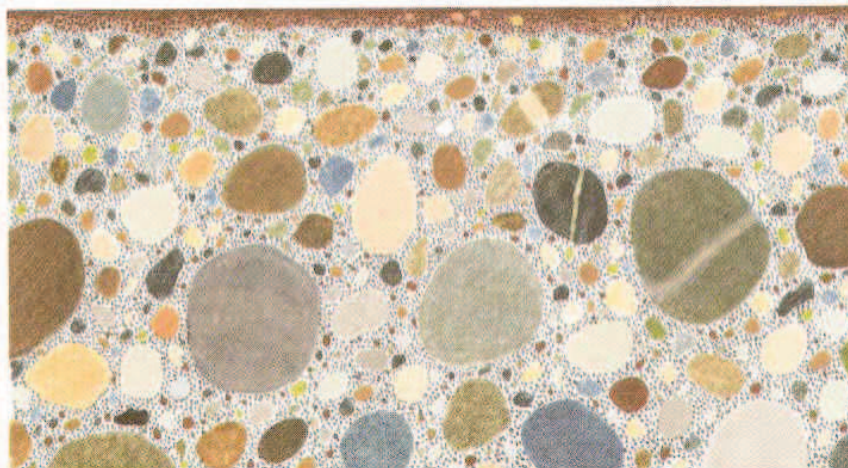


Kuva 1. Suomen Betonilattiyhdistyksen logo. (Kuva: Suomen Betonilattiyhdistys ry.)

2 KUIVASIROTTEET

2.1 Kuivasirotteiden yleisimpiä ominaisuuksia

Kuivasirotteet ovat erikoiskovien runkoaineiden, sementin ja eri lisäaineiden seoksista koostuva lattiakovetin, jonka käyttötarkoituksena on betonipinnan suojaaminen, kulutuskestävyyden parantaminen ja tiiveyden lisääminen. Kuivasirotteet tunnetaan myös pintasirotteiden nimellä. Sirotteiden käyttö on kustannustehokas tapa lisätä betonilattian kulutuskestävyyttä, sillä sirotteilla saadaan aikaan jopa viisinkertainen pinnan kovuus verrattuna puhtaaseen betonipintaan samalla työsuorituksella. Sirotteita käytetään pääasiassa yksikerroksisissa monoliittilattioissa ja niitä voidaan käyttää sekä ulko- että sisätiloissa. Sirotteilla saadaan aikaan erinomainen suoja betonille rasvoja, öljyä ja polttoaineita vastaan ja niillä parannetaan huomattavasti betonin isku- ja laahausrasituksen kestävyyttä. Kuivasirotteiden kemiallinen ja haponkestävyys on sitä vastoin huono johtuen niiden sideaineena olevasta sementistä. (Piimat.fi)



Kuva 2. Havainnekuva sirotteen tartunnasta alusbetoniin.

(Kuva: Koivisto Maritta.)

2.1.1 Sirotetyypit

Nykyään sirotteet jaetaan karkeasti kolmeen eri ryhmään, niin sanottuihin perussirotteisiin, kovan kulutuskestävyyden mineraalipohjaisiin sirotteisiin ja erittäin kovan kulutuskestävyyden metallipohjaisiin sirotteisiin. Pääsääntöisesti mineraalipohjaiset sirotteet on tarkoitettu alemman kulutuskestävyysluokan lattioille kun taas metallipohjaiset sirotteet on tarkoitettu erittäin kovaa lujuutta tarvitseviin kohteisiin. Työmaalla itse tehtävien pintasirotteiden käytöstä on lähes kokonaan luovuttu. (Matsinen 2005, 69.)

Saksalaiset DIN-standardit 18560 ja 18557 käsittelevät sirotteita suomalaisia standardeja ja malleja enemmän. Saksalainen standardi jakaa sirotteet niin ikään kolmeen ryhmään, joilla jokaisella on oma kulutuskestävyysvaatimuksensa. DIN-standardin sirotetyypit ovat

- luonnonkiviaines (kvartsi), kuona tai näiden sekoitus (A)
- metalliset runkoainekset (M)
- alumiinioksidit, piikarbidit (KS).

Jako perustuu teollisuuslattioiden rasitusluokkiin. Rasitusluokat on esitetty luvussa 4.4. DIN-standardit määrittelevät kullekin sirotetyypille omat kulutuskestävyysvaatimuksensa, jotka perustuvat Böhmen kulutuskestävyyden määrittelyyn. Luonnonkiviaineisten (A) sirotteiden vaatimus on < 5, metallisten sirotteiden (M) < 3 ja piikarbideja sisältävien (KS) vaatimus < 1,5. (DIN 18560.)

2.1.2 Koostumus

Kuivasirotteet ovat käyttövalmiita valmist tuotteita, joiden raekoko vaihtelee 0–4 mm välillä. Yleisin käytetty raekoko on 3 mm, mutta tuotteiden raekoko vaihtelee valmistajien ja runkoaineen mukaan. (Master-chemicals.fi)

Sirotteet koostuvat osa-aineista, joita ovat eri runkoaineet, sementti ja erilaiset lisäaineet. Niin sanottuna runkoraaka-ainepohjana on korundi, kvartsi, metallurginen kuona, metalli, piikarbidit tai näiden yhdistelmä. Näiden lisäksi osassa tuotteissa käytetään myös diabaasia, jolla lisätään sirotteen sitkeyttä ja tarttuvuutta lattiassa. (Matsinen 2005, 69.)

Korundi ja kvartsi ovat kovia mineraalipohjaisia kiviaineita, joiden kovuus Mohsin asteikolla mitattuna on noin 7–8. Niitä käytetään eniten perussirotteiden runkoaineina. Kovan kulutuskestävyyden sirotteissa kvartsinä käytetään veden hiomaa jokikvartsia sen pölyämättömyyden takia. Piikarbidit on puolestaan hiilen ja piin muodostama keraaminen yhdiste, jonka tiheys on 3,2 g/cm³. Hiilipiinäkin tunnetun keraamisen yhdisteen käyttö on vähäisempää verrattuna muihin kiviaineisiin. (Matsinen 2005, 69–70; Geologia.fi.)

Metallipohjaisia runkoaineita sisältävät sirotteet antavat lattioille suojan kaikkein vaativimmissa olosuhteissa. Metallipohjaisten sirotteiden runkoainesmäärästä yleensä 50 % on metallipitoista kuonaa, jolla saadaan aikaan erittäin korkea pinnan lujuus. Metallipohjaisten sirotteiden käyttöä edellytetään, kun halutaan saada aikaan 1. rasitusluokan vaatimia lattioita. Metallurgista kuonaa käytetään yhdessä korundin ja kvartsin kanssa. Kuonan on oltava ruostumatonta, sillä muuten sirote saattaa aiheuttaa lattiassa epäsävyisen lopputulok-

sen. Myös metallipohjaisissa sirotteissa kuonan kanssa käytetään diabaasia. (Matsinen 2005, 69–70.)

Sementti on runkoaineen ohella tärkein sirotteen osa-aine. Se saa aikaan reaktion, joka mahdollistaa sirotteen kiinnittyvyyden betoniin. Sementeistä perinteinen Portland-sementti (CEM 1) on yleisesti käytetty. Se koostuu 95 % Portland-klinkkeristä ja vain 5 % muista sivuosa-aineista. Sirotteissa käytettävänä sementtinä on yleensä korkean lujuusluokan sementti. Portland-sementin lisäksi sideaineena käytetään myös valkosementtiä. Valkosementtiä käytetään erityisesti värillisissä tuotteissa, sillä valkosementti on muita sementtejä puhtaampaa ja sen ominaisuus perustuu lähes raudattomaan erikoisklinkkeriin. Puhtaan valkosementin käytöllä värillisten sirotteiden sävystä saadaan tasaisempi ja hillitympi. (Suomen Betoniyhdistys 2004, 42; Matsinen 2005, 69.)

Taulukossa 1 on ilmoitettu rakentamisessa tyypillisesti käytettyjen eri sementtien koostumukset. Valmistuksessa käytetyt sementit on oltava CE-merkittyä ja niiden on täytettävä SFS-EN 197-1 sementtistandardi. (Suomen Betoniyhdistys 2004, 42.)

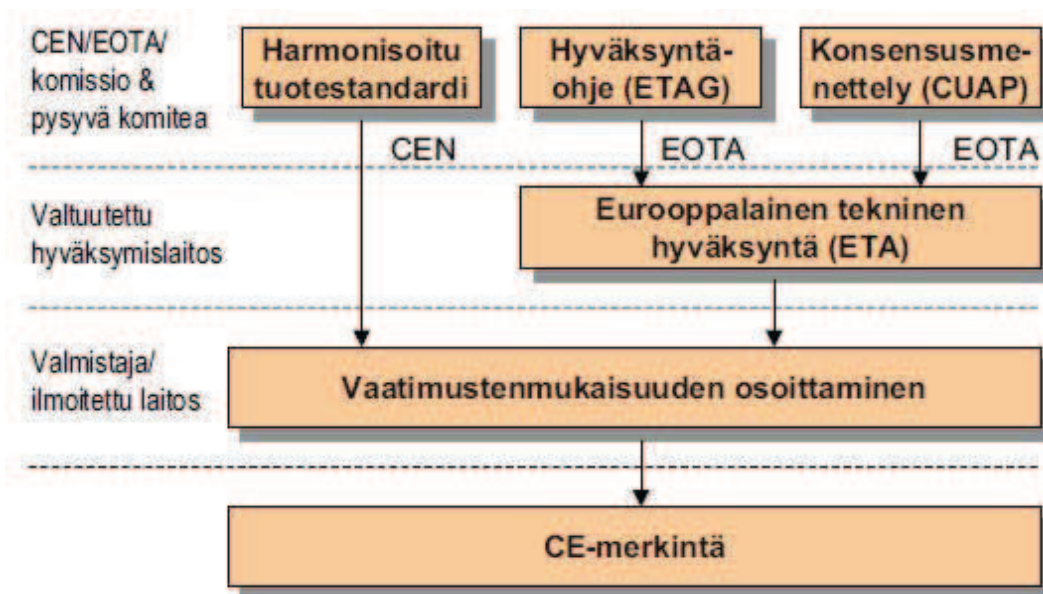
Taulukko 1. Eri rakennussementtien koostumukset (Suomen Betoniyhdistys 2004)

Sementtilaatu	Koostumusvaatimukset					
	Klinkkeri	Kuona	Silika	Lentotuhka	Kalkkikivi	Muut
CEM I	95-100	-	-	-	-	0-5
CEM II/A-S	80-94	6-20	-	-	-	0-5
CEM II/B-S	65-79	21-35	-	-	-	0-5
CEM II/A-D	90-94	-	6-10	-	-	0-5
CEM II/A-V	80-94	-	-	6-20	-	0-5
CEM II/B-V	65-79	-	-	21-35	-	0-5
CEM II/A-LL	80-94	-	-	-	6-20	0-5
CEM II/A-M	80-94	6-20	6-20	6-20	6-20	0-5
CEM II/B-M	65-79	21-35	21-35	21-35	21-35	0-5
CEM III/A	35-64	36-65	-	-	-	0-5
CEM III/B	20-34	66-80	-	-	-	0-5

Sementin ja runkoaineen lisäksi sirotteissa käytetään erilaisia lisäaineita. Lisäaineita ovat muun muassa erilaiset epäorgaaniset väripigmentit. Vaikka sirotelattiat ovat pääsääntöisesti sementinharmaan sävyisiä, on sirotteiden toimittajilla useita erisävyisiä tuotteita valikoimissaan. Sementinharmaa perussävy saadaan aikaan suoraan käytettävästä sementistä, kun taas värillisissä sirotteissa sementtinä käytetään valkosementtiä ja sävyerot saadaan aikaan väripigmenteillä. (Matsinen 2005, 70.)

2.1.3 Sirotteiden laatuvaatimukset

Eurooppalainen rakennustuotedirektiivi astui voimaan 1.7.2013. Direktiivin mukaan Euroopan Unionin alueella käytettävien rakennustuotteiden tulee näin ollen olla CE-merkittyjä. CE-merkinnällä tarkoitetaan vaatimustenmukaisuusmerkintää, joka mahdollistaa rakennustuotteen markkinoinnin EU:n sisäisillä markkinoilla. Näin ollen myös kuivasirotteiden on oltava CE-merkittyjä koko Euroopan Unionin alueella. Merkinnän saamisen edellytyksenä tuotteelle on eurooppalaisen harmonisoidun tuotestandardin (hEN) tai vaihtoehtoisesti eurooppalaisen teknisen hyväksynnän (ETA) myöntäminen. (Ympäristöministeriö 2004, 7-10.)




Kuvio 1. CE-merkinnän saamisen prosessi. (Kuva: Ympäristöministeriö.)

Standardeista kuivasirotteet noudattavat Euroopassa olevaa tuotestandardia SFS-EN 13813. Standardi SFS-EN 13813 määrittää tasoitemassojen ja lattiatasoitteiden yleisemmät ominaisuudet ja laatuvaatimukset. Standardi määrittelee tasoitteet niiden käyttämien sideaineiden mukaan, joita ovat sementti, kalsium-sulfaatti, magnesiitti, asfaltti-mastiksi ja synteettinen hartsi. Lisäksi standardi määrittää tasoitteille kolmetoista eri tyyppikohtaista testiä, joiden velvoittavuus määräytyy käytettävän sideaineen perusteella. (SFS-EN 13813 2002.)

Kuivasirotteet kuuluvat standardin SFS-EN 13813 mukaan sementtipohjaisiin tasoitteisiin. Tällöin sirotteiden valmistajien on ilmoitettava tuotteissaan vähintään niiden puristuslujuuden-, taivutusvetolujuuden-, kulutuskestävyyden- sekä iskunkestävyyden testaustulokset. Iskunkestävyys ilmoitetaan vain silloin, jos tasoite on tarkoitettu kulutuspinnaksi. (SFS-EN 13813 2002.)

Taulukko 2. Esimerkki kuivasirotteen CE-merkinnästä (BASF.fi.) Lupa käyttöön saatu

	
BASF Stavební hmoty Česká republika s.r.o. K Májovu 1244 531 07 Chrudim 09	
EN 13813 CT-C60-F10-A3	
Sementtipitoinen tasoitemateriaali käytettäväksi rakennusten sisäosissa	
Paloluokka	A1 _{fl}
Syövyttävien aineiden vapautuminen	CT
Veden läpäisevyys	NPD
Vesihöyryn läpäisevyys	NPD
Puristuslujuus	C60
Taivutuslujuus	F10
Kulutuskestävyys	AR0,5 A3
Äänen eristys	NPD
Äänen absorptio	NPD
Lämmönkestävyys	NPD
Kemiallinen kestävyys	NPD

NPD = Ei testattu

2.1.4 Sirotteiden mekaanisia ominaisuuksia

Kuivasirotteiden tärkeimpinä mekaanisina ominaisuuksina voidaan pitää niiden puristuslujuutta, taivutusvetolujuutta sekä kulutuskestävyyttä. Lisäksi standardi velvoittaa valmistajia määrittelemään tuotteidensa iskunkestävyyden, jos tasoite on tarkoitettu kulutuspinnaksi. Näiden lisäksi sirotteiden valmistajat ilmoittavat usein tuotetiedoissa pinnan kovuuden, tartuntalujuuden betoniin, sirotteiden kemiallisen kestävyuden sekä palonkestävyyden. (SFS-EN 13813 2002.)

Sementtipohjaisten tasoitteiden puristuslujuus ja taivutusvetolujuus määritellään standardiehdotuksen prEN 13892-2 mukaisesti. Puristus- ja taivutusvetolujuus tehdään tasokokeina ja ne määritetään 28 vuorokauden iässä arvosteltavalle tasoitteelle. Puristuslujuutta merkataan standardissa kirjaimella "C" (Compression) ja taivutusvetolujuutta kirjaimella "F" (Flexural). Kokeiden tulokset ilmoitetaan 0,1 N/mm² tarkkuudella. (SFS-EN 13813 2002; SFS-EN 13982-2.)

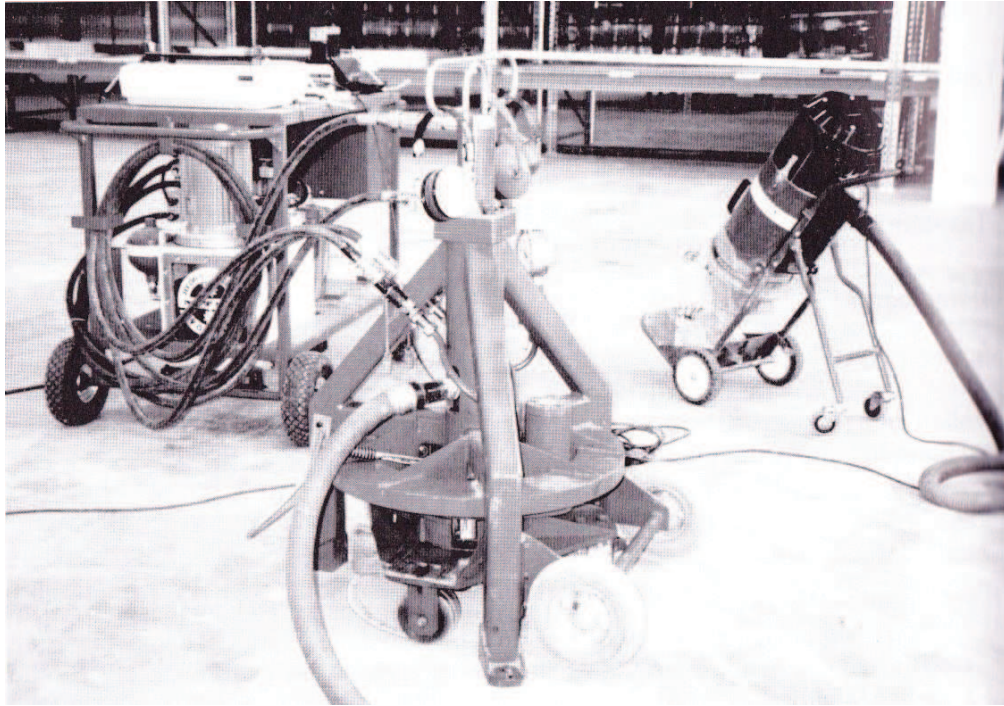
Kulutuskestävyyden voi määritellä sementtipohjaisille tasoitteille kolmella vaihtoehtoisella tavalla. Valmistajasta riippuen kulutuskestävyys ilmoitetaan jollakin kolmesta vaihtoehtoisesta tavasta. Jotkin valmistajat kuitenkin ilmoittavat tuotteidensa yhteydessä kaikki kolme kulutuskestävyydestä. Vaihtoehtoisina testaustapoina ovat Böhmen kulutuskestävyys,

BCA-kulutuskestävyys sekä pyörivän tuolin pyörän kestävyden menetelmä. (SFS-EN 13813 2002; SFS-EN 13982-2.)

Böhmen kulutuskestävyys ilmoitetaan standardiehdotuksen prEN 13892-3 mukaan. Edellä mainituista testausmenetelmistä juuri Böhmen malli on eniten sirotevalmistajien käytössä. Kokeessa koekappaleen pintaa kulutetaan pyörivällä levyllä, johon on kiinnitetty standardihionta-aine. Pyöritys tapahtuu painamalla levyä tietyllä voimalla koekappaleeseen. Kulutuskestävyys ilmoitetaan Böhmen mallissa muodossa $\text{cm}^3/50 \text{ cm}^2$ ja sitä merkitään kirjaimella "A" (Abrasion). Materiaalin kuluminen ilmoitetaan luokkien A 22 ja A 1,5 välillä, missä A 1,5 on korkein luokka. (SFS-EN 13813 2002; SFS-EN 13982-2.)

BCA-kulutuskestävyyden testi tehdään standardiehdotuksen prEN 13892-4 mukaisesti. Testaus tapahtuu jälleen teräspyörien avulla, jossa määrätyllä kuormituksella ja pyörähdysmäärällä kulutetaan haluttua pintaa simuloiden lattian mekaanista kuormitusta mahdollisimman tarkasti. BCA-kulutuskestävyys ilmoitetaan kirjaimilla "AR" (Abrasion Resistance) ja tulokset ilmoitetaan muodossa μm :na. (SFS-EN 13813 2002; SFS-EN 13982-4.)

Kolmas standardin mukainen testausmenetelmä on pyörivän tuolin pyörän kulutuskestävyys. Perinteistä betonilattioiden teräspyörätestiä käytetään myös kuivasirotelattioiden kulutuskestävyyden määrittämiseen. Testi on yleisesti sirotevalmistajien käytössä. Teräspyörätestissä mittaus tehdään joko valmiiseen lattiaan tai koetta varten tehtyyn koekappaleeseen siihen soveltuvalla laitteella. Kuvassa 3 on esitetty teräspyörätestiin soveltuva laite. Mittauksessa kolme teräspyörää kuormittaa sirotepintaa 3 kN:n voimalla. Mittaus tehdään käyttäen joko 2000 kierrosta tai 800 kierrosta lattian kulutuskestävyysluokan mukaan. Mittaustulos ilmoitetaan 0,1 mm:n tarkkuudella. Teräspyörätesti ilmoitetaan standardissa kirjaimilla "RWA" (Rolling Wheel Abrasion). (SFS-EN 13813 2002; Suomen Betoniyhdistys 2002, 7.)



Kuva 3. Teräspyörätestin mittauslaitteita. (Kuva: Suomen Betoniyhdistys 2004.)

Edellä mainittujen lisäksi eräät valmistajat määrittävät kulutuskestävyyden Taber- ja Carbon-kulutuskestävyytesteillä. Taber-testissä piikarbidikiteiset hiomapaperit kiinnitetään kulutuskiekkoihin, joita painetaan koekappaletta vasten 10 Nm voimalla. Taber-menetelmän tulos ilmoitetaan muodossa g/1000 kierrosta. Carbon-testi tehdään vastaavalla tavalla käyttäen 150 kierrosta. Testin lattian kuluma ilmoitetaan muodossa $\text{mm}^3/150$ kierrosta. Edellä mainitut testit eivät kuulu DIN-standardin määrittelemiin testausmuotoihin ja niiden käyttö on nykyään harvinaisempaa. (BASF.fi)

Sirotteiden pinnan kovuutta ilmoitetaan MOHS-kovuusasteikolla. MOHS-kovuudella ilmoitetaan mineraalien kovuuksia 1–10 välillä, joissa 10 on kovin mahdollinen mineraali. Luonnon mineraaleista ainoastaan timantti on asteikolla mitattuna 10. Sirotteissa kovuudet vaihtelevat sekä valmistajan että runkoaineen mukaan. Metallipohjaiset sirotteet muodostavat mineraalipohjaisia sirotteita kovemman pinnan, jolloin niiden kovuus vaihtelee 8–9 välillä. Mineraalipohjaisten sirotteiden kovuudet vaihtelevat 5–8 välillä. Taulukossa 3 on verrattu tunnetuimpien mineraalien kovuuksia sirotteilla aikaan saataviin pinnan kovuuksiin. (Geologia.fi.)

Taulukko 3. Sirotteiden MOHS-kovuudet verrattuna tunnettuihin mineraaleihin (Geologia.fi)

Mineraali	MOHS-kovuus
Timantti	10
Korundi	9
Kvartsi	7
Kipsi	2
Talkki	1

Kuivasirote	MOHS-kovuus
Mineraalipohjaiset	5-8
Metallipohjaiset	8-9

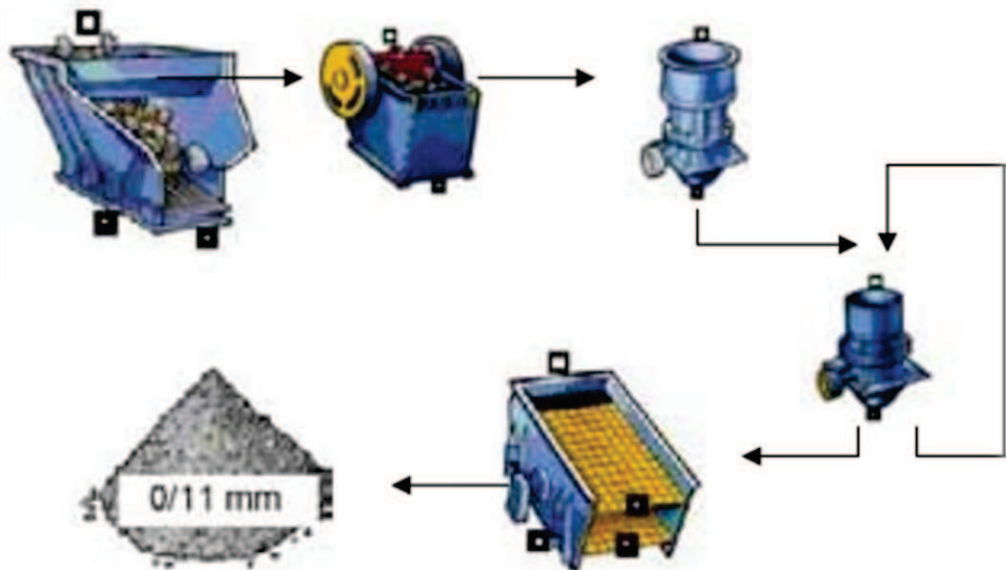
Muita tärkeitä pintasirotteiden mekaanisia ominaisuuksia ovat niiden tartuntalujuus alusbetoniin, kemiallinen kestävyys sekä palonkestävyys. Tartuntalujuus määritellään standardiehdotuksen prEN 13892-8 mukaan ja sitä merkitään kirjaimella "B" (Bond). Tartuntalujuutta ilmoitetaan yksiköllä N/mm². Kemiallista kestävyttä puolestaan merkitään kirjaimilla "CR" (Chemical Resistance) ja se määritellään standardiehdotuksessa prEN 13529. Koska kemiallisen kestävyden ilmoittaminen ei ole velvoittava ominaisuus standardissa, kestävyysluokkajaan sijaan kemiallista kestävyttä merkataan tuotetiedoissa usein enemmän kansankielisin ilmaisin. Useat valmistajat jättävät sirotteiden kemiallisen kestävyden ilmoittamatta, sillä sirotteiden kemiallinen kestävyys on paikoin jopa heikko. (SFS-EN 13813 2002.)

2.1.5 Valmistus ja pakkaus

Kuivasirotteet ovat valmist tuotteita, jotka toimitetaan joko 25 kg tai 40 kg säkeissä ja suursäkkitarviana työmaalle. Nykyään käytetään harvemmin menetelmää, jossa sirote tehdään työmaalla itse sekoittamalla kovaa runkoainesta ja sementtiä keskenään. Tästä menetelmästä on luovuttu, sillä sen ongelmana olivat usein työmailla olleen sementin huono laatu sekä vääränlaiset sekoitussuhteet osa-aineiden välillä. (Matsinen 2005, 69; Piimat.fi.)

Sirotteiden valmistus on yksinkertainen prosessi. Runkoaines on murskattua kiviainesta, joka sekoitetaan valitun sementin kanssa keskenään. Runkoaineen murskaaminen tapahtuu kallioperästä louhitusta kiviaineesta joko kuvan 4 tapaisena kolmivaiheisena murskauksena tai muulla vastaavalla menetelmällä. Runkoaineena käytettävä karkea murske voidaan ensin hienontaa leukamurskaimella pienemmäksi, minkä jälkeen se murskataan vielä välimurskaimella. Lopullinen raekoko saadaan aikaan riittävällä hienomurskauksella, minkä jälkeen saatu runkoaines seulotaan huolellisesti ennen sementtiin sekoitusta. Sementin lisäksi runkoaineen sekaan sekoitetaan vielä eri lisäaineita halutusta värisävystä

johtuen. Sekoitus-suhde sementin ja runkoaineiden välillä valitaan sirotetyypin ja runkoaineen ominaisuuksien perusteella. (Asfalttiliitto.fi; Matsinen 2005, 69.)



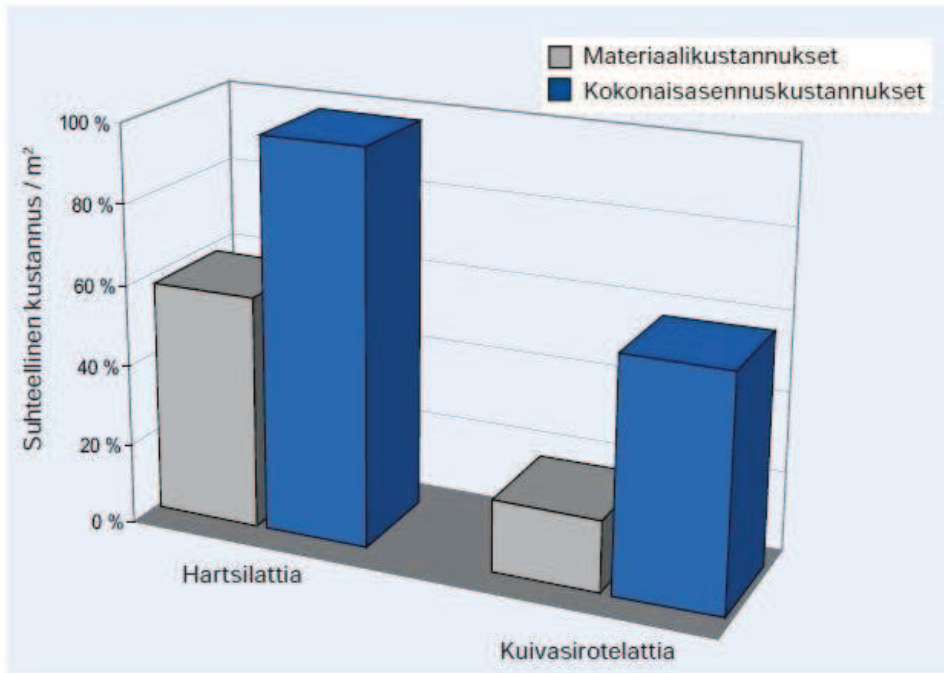
Kuva 4. Kolmivaihemurskauksen periaate. (Kuva: Asfalttiliitto.)

2.2 Sirotteiden käytön kustannukset ja edut

Sirotteiden käytön etuja ovat niiden kustannustehokkuus, tinkimättömät ominaisuudet sekä yhdenmukaisen ja kestäväen lopputuloksen aikaansaaminen. Sirotelattioiden kustannustehokkuuteen vaikuttavat niiden alhaiset asennus- ja ylläpitokustannukset, jonka vuoksi niiden käyttöä suositaan edelleen laajasti.

Sirotelatioilla on alhaiset asennuskustannukset, koska sirote voidaan yleensä levittää samaan aikaan lattiavalun yhteydessä. Näin ollen sirotteen levittää lattiaurakoitsija, eikä töiden välillä ole erillistä asennusprosessia. Tällöin sirotteiden levittäminen ei vaikuta muuhun projektin aikatauluun. Erityisesti suurissa kohteissa, joissa työvaiheet ovat kaikki koneellistettuja, voidaan sirote levittää samaan aikaan betonin oikaisun kanssa. Tämä vähentää huomattavasti sirotelattioiden asennuskustannuksia. Kuviossa 2 on vertailtu sirotelattian asennuskustannuksia epoksihartsilattiaan verrattuna. Kuvioista on havaittavissa, että sirotelattioiden materiaali- ja kokonaisasennuskustannukset ovat selkeästi hartsilattioita pienemmät. (BASF.fi.)

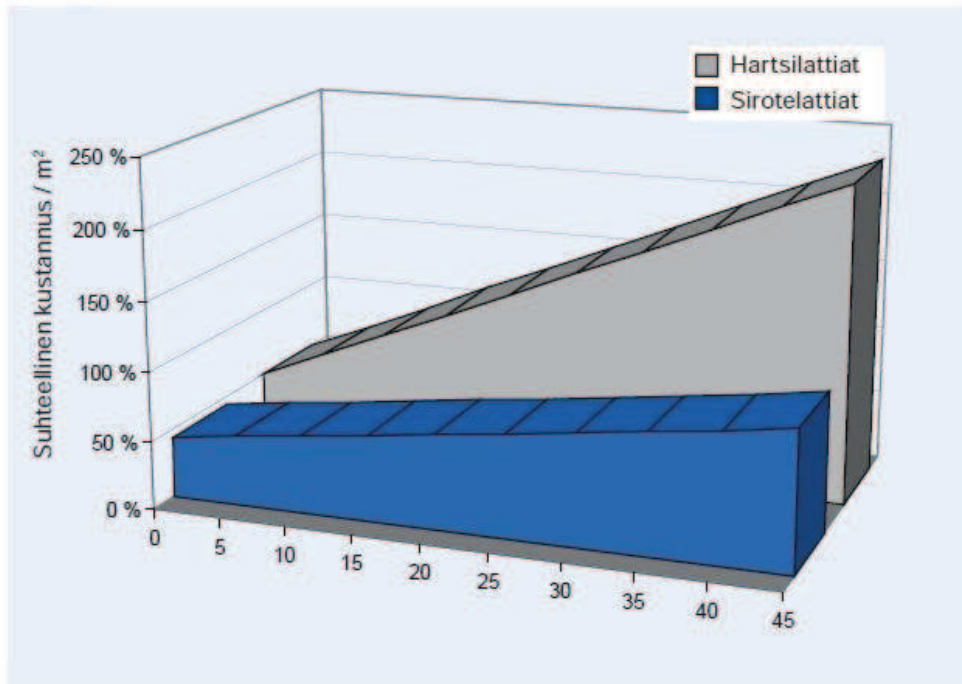
Asennuskustannukset



Kuvio 2. Sirotelattioiden asennuskustannusten vertailu. (Kuva: Basf.fi.) Lupa kuvion käyttöön saatu.

Toinen merkittävä etu kustannustehokkuudessa on sirotelattioiden pienet ylläpitokustannukset. Sementtipohjaiset lattiapinnoitteet ovat huoltovapaita ja niiden arvioitu käyttöikä on varsin pitkä verrattuna muihin lattiapäällysteisiin. On arvioitu, että tavanomainen lattiapäällyste on uusittava 10–15 vuoden välein, kun vastaava käyttöaika sirotelattioilla on yli 50 vuotta. Kuviossa 3 on vertailtu sirotelattioiden ja tavallisten hartsilattioiden ylläpitokustannuksia keskenään. Kuvion perusteella voidaan havaita, että epoksilattioiden pelkät ylläpidon alkukustannukset ovat sirotelattioiden kustannuksia korkeammat ja kulut lähes kolminkertaistuvat vertailuajanjaksolla. Tämä johtuu sirotelattioiden huomattavasti pidemmästä käyttöiästä hartsilattioihin verrattuna. (BASF.fi.)

Ylläpitokustannukset



Kuvio 3. Sirotelattioiden ylläpitokustannukset. (Kuva: Basf.fi.)

Lupa kuvion käyttöön saatu.

Alhaisten kustannusten lisäksi, sirotteilla on muita hyviä ominaisuuksia. Sirotteilla voidaan muun muassa parantaa lattian tiiveyttä, mikä antaa sille erinomaisen suojan öljyä, polttoaineita ja rasvoja vastaan. Tiiveyden lisäys parantaa myös lattian puhdistettavuutta sekä sen pölyämättömyyttä. Hyvänä ominaisuutena voidaan näiden lisäksi pitää sirotteiden käytön mahdollisuutta niin sisä- kuin ulkotiloissakin. Tämän vuoksi, esimerkiksi logistiikka-alan terminaaleissa tai ajoneuvojen huoltohalleissa, sirotelattia on toimiva ratkaisu. Tiloissa, joissa suurten ajoneuvojen renkaiden mukana tuomat epäpuhtaudet muuten kuluttaisivat nopeasti normaalin betonipinnan epätasaiseksi, on sirotelattia monesti toimivin ratkaisu. (BASF.fi).

Sirotelattioiden hyödyt on huomattu myös kuitubetonin käytön yhteydessä. Maanvaraisissa lattioissa, joissa käytetään erityisesti teräs- ja makrokuituja, on kuitujen liiallinen pintaan jääminen usein laatua haittaava tekijä. Muovi- ja polymeerikuitujen käytössä esiin jäävät kuidut voidaan helposti poistaa pinnasta polttamalla, jolloin ulkonäköongelmaa ei tule. Teräskuituja käytettäessä pintaan jääviä kuituja ei voida polttaa, jolloin sirotteiden käyttö on hyvä keino saada lattia haluttuun tasaisuuteen ja pystyyn jääneet kuidut piiloon. Sirotteella saadaan pienennettyä pintaan jäävien kuitujen näkyvyyttä, jolloin lopputuloksesta saadaan siistimpi ja hallitumpi. Taulukossa 4 on esitetty pintaan jäävien kuitujen sallitut määrät. (Suomen Betoniyhdistys 2002, 14.)

Taulukko 4. Pintaan jäävien kuitujen sallitut määrät (kuitu/m²) (Suomen Betoniyhdistys)

Lattian tyyppi	Hyvä laatu	Tavanomainen laatu
Ilman sirotetta	Kuituja <6	Kuituja 6...<10
Sirotelattia	Kuituja <3	Kuituja 3...<6

Vaikka sirotelattioiden suosio on suurin raskaan teollisuuden kohteissa, on niiden käytön edut huomattu myös julkisissa kohteissa ja jopa yksityisessä käytössä. Sirotelattioiden miellyttävän ulkonäön ja laajan värivalikoiman ansiosta sen käyttö on levinnyt muun muassa kouluihin ja museoihin, joissa päivittäisen jalankulun aiheuttama rasitus muille pintauksille olisi liian suurta. Sirotelattioiden turvallisuus ja valoisuus ovat myös olleet edistämässä tuotteiden lisääntyvää käyttöä kyseisissä kohteissa. Lattian valoisuudesta on hyötyä myös varastoissa, sillä se lisää työympäristön turvallisuutta. Lisäksi vaaleat sirotepinnat parantavat valaistuksen jakautumista tilan sisällä jopa kaksinkertaisesti verrattuna normaaliin betonilattiaan. (BASF.fi.)

Myös ekologisuus on tärkeä asia nykypäivän lattian valmistuksessa. Sirotelattiat ovat ekologisia tuotteita, sillä ne eivät sisällä kemikaaleja, jotka olisivat ympäristölle haitallisia. Sirotteet ovat VOC-vapaita, eivätkä siksi sisällä korkeita määriä kromaattipitoisuuksia, jolloin ne ovat sisäilmaystävällisiä. (BASF.fi.)

2.3 Sirotteiden yleisimmät käyttökohteet

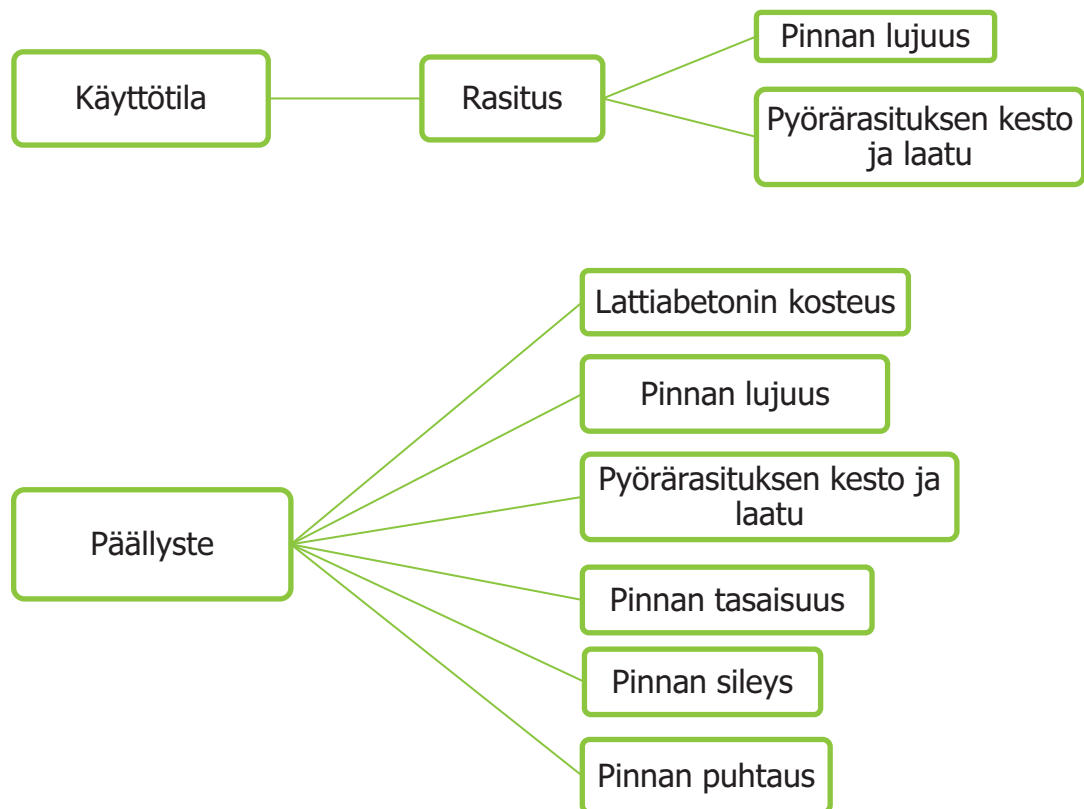
Sirotelattiat ovat yleisiä kohteissa, joissa lattiapinnalta vaaditaan äärimmäisen kovaa kulumuskestävyyttä, suojaa iskuja ja laahausta vastaan sekä kohteissa, joissa olosuhteet ovat muuttuvia. Tämän vuoksi sirotteiden käyttö on pääsääntöisesti ollut raskaan teollisuuden kohteissa. (Piimat.fi; BASF.fi; Master-chemicals.fi.)

Yleisimpiä käyttökohteita kuivasiroteille ovat muun muassa:

- maanvaraiset lattiat
- terminaalien- ja logistiikka-alan lattiat
- kaivosten ja louhosten siirtoalueet
- jätteidenkäsittelylaitokset
- teollisuuden laitokset
- parkki-, varasto- ja huoltohallit
- autotallit ja -luiskat
- koulut
- liiketilat ja museot
- paikoitusalueet ja -kannet
- lastauslaiturit
- pakastamot ja kylmähuoneet.

3 PINNOITETTAVAN BETONILATTIAN SUUNNITTELU

Jotta betonilattian määritelty käyttöikä saadaan täyttymään, joudutaan betonilattia useimmiten pinnoittamaan käyttötarkoitukseen soveltuvalla pinnoitteella. Yleensä pinnoitettavan betonilattian suunnittelun lähtökohtana on lattiaan ja pinnoitteeseen kohdistuvien rasitusten hahmottaminen ja kartoittaminen. Lattian käyttötarkoitus määrää pitkälti suunnittelun lähtökohdat sekä sen, millainen pinnoite kyseiseen lattiaan soveltuu parhaiten. Käyttötarkoitus määrittelee lattiaan kohdistuvan rasituksen, joka voidaan jakaa pieneen, keskisuureen- ja suureen rasitukseen. Rasitus puolestaan määräytyy vaaditun pinnan lujuuden ja pyörärasituksen mukaan (kuvio 4). (Suomen Betoniyhdistys 2010, 11; Merikallio, Niemi ja Komonen 2007, 8–9.)



Kuvio 4. Päällystettävän pinnan ja pinnoitteen valintaan vaikuttavat tekijät. (Kuva: Suomen Betonitieto Oy.)

3.1 Betonilattioiden luokittelu

Betonilattioiden luokittelu perustuu luokitusjärjestelmään, jossa esitetään luokitusperusteiksi tasaisuus, kulutuskestävyys sekä muut laatutekijät. Luokitus tapahtuu kirjain - numero - numero yhdistelmänä. Yhdistelmä voi olla esimerkiksi A-1-30, missä kirjain tarkoittaa tasaisuusvaatimuksen, ensimmäinen numero kulutuskestävyysvaatimuksen ja toinen numero betonin vaaditun lujuuden. Laatuvaatimukset on esitetty tarkemmin luvussa 3.2 betonilattioiden laatuvaatimukset ja luokitteluohje on esitetty taulukossa 5. (Suomen Betoniyhdistys 2002, 1.)

Kohteissa, joissa valuolosuhteet ovat haastavat, valettavan lattian pinta-ala on suuri tai jos suunnitellaan 1. luokan kulutuskestävyyden lattioita, luokitusmerkintään lisätään loppuun neljäs osa, T-kirjain (A-1-30-T). Lisämerkintä tarkoittaa, että työn alkaessa lattiaurakoitsijan edustaja on Suomen Betonilattiayhdistyksen betonilattiatyöjohtajan pätevyyden saavuttanut henkilö. Lisämerkintä toimii siis varatoimenpiteenä ja sillä on tarkoitus varmistua työnjohtajan ammattitaidosta haastavassa kohteessa. (Suomen Betoniyhdistys 2002, 1.)

Luokitusjärjestelmään on erittäin vaativien lattiapinnoitusten onnistumisen varmistamiseksi otettu lisäosana myös P-kirjain (A-1-30-P). P-kirjain liitetään luokitusmerkintään, jos kohteen lattiapinnoitus on erittäin laaja-alainen tai jos työsuorituksen olosuhteet ovat kohteessa haastavat. Lisämerkintä tarkoittaa, että pinnoitustyön alkaessa on työnjohtajan oltava FISE:n betonilattiapinnoitustyöjohtajan pätevyyden saavuttanut henkilö. (Suomen Betoniyhdistys 2010, 9.)

Taulukko 5. Betonilattioiden luokitusohje (Suomen Betoniyhdistys 2002)

Kohde	Laatuluokka		
	Tasaisuus	Kulutuskestävyys	Muut laatutekijät
Asunnot, toimistot ja muut päällystettävät lattiat			
- ei käytetä tasoitetta	A	4	30
- käytetään itsestään leviävää tasoitetta	C	4	30
- parvekkeet, käytävät ym. kylmät tilat			
Teollisuuslattiat			
- tasaisuus tärkeä laatutekijä, kuten korkeat varastot (esim. trukki liikenne)	A (A ₀)	3	40
- kulutuskestävyys tärkeä laatutekijä (esim. suuret liikennekuormat, vilkas liikenne, pienet ja kovat trukin pyörät)	C (B)	2	50
- teollisuuslattiat yleensä (esim. pienteollisuustalot, kevyt teollisuus)	C	3	30
- pinnan karheus tärkeä laatutekijä (esim. kylmät pysäköintitilat ja lastauslaiturit)			
Toisarvoiset päällystämättömät tilat			
- vain kävelyliikennettä tai kevyiden tavaroiden varastointia (esim. kellaritilat asuinrakennuksissa)	C	4	30

3.2 Betonilattioiden laatuvaatimukset

3.2.1 Tasaisuus

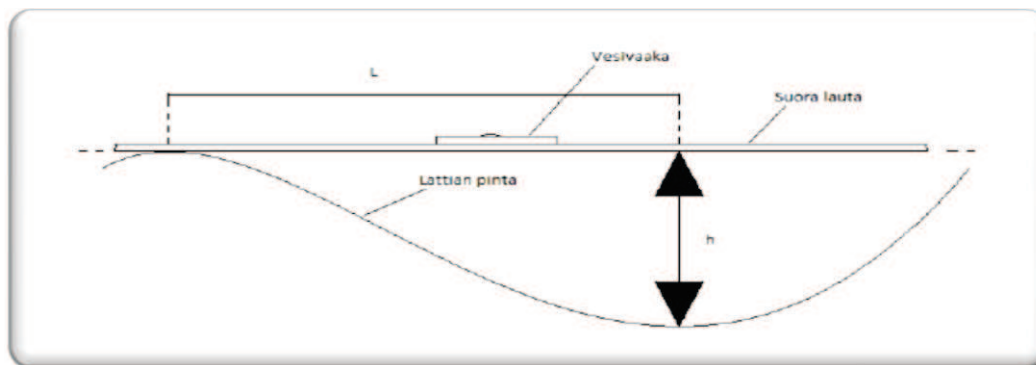
Betonilattioiden tasaisuuden merkitys on eräs tärkeimmistä teollisuuden lattioiden laatuvaatimuksista. Teollisuuden kohteet, joissa tilojen korkeus on suuri ja joissa on paljon trukki liikennettä, on lattioiden tasaisuuteen kiinnitettävä erityistä huomiota. Lisäksi lattiat,

jotka varsinaisen lattiavalun jälkeen pinnoitetaan erillisellä pinnoitusaineella, on tasaisuuden oltava normit täyttävä jo betonivalun jälkeen. (Suomen Betoniyhdistys 2002, 1.)

Betonilattioiden tasaisuus jaetaan neljään eri luokkaan. Tasaisuusluokat ovat A_0 , A, B ja C, joista A_0 on kaikkein vaativin. Taulukossa 6 on esitetty eri luokkien sallitut mittapoikkeamien arvot. Tasaisuus mitataan yleensä linjalaudan ja vesivaan avulla (kuva 5). Mittaustulokset ilmoitetaan 1 mm:n tarkkuudella ja tasaisuus on mitattava koko työn ajan säännöllisin väliajoin. (Suomen Betoniyhdistys 2002, 1–4.)

Taulukko 6. Tasaisuusvaatimukset eri lattialuokilla (Suomen Betoniyhdistys 2002)

Tasaisuuspoikkeama	Mittausluokka	Suurin sallittu poikkeama (mm)			
		A_0	A	B	C
	L (mm)				
Hammastus		0	0	1	1
Poikkeama vaakasuorasta tai nimelliskaltevuudesta	<200	1	2	3	4
	<700	2	4	6	8
	<2000	4	7	10	14
	<7000	7	10	14	20
	>7000	10	14	20	28



Kuva 5. Tasaisuuspoikkeama vaakatasolla. Kuvassa L esittää mittauspituutta ja h tasaisuuspoikkeamaa. (Kuva: Suomen Betoniyhdistys 2002.)

3.2.2 Kulutuskestävyys

Betonilattioiden kulutuskestävyys on tärkein laatuvaatimus, kun lattioihin kohdistuu suuria liikennekuormia, jalankulku on vilkasta tai jos pyöräkuormana ovat pienet ja kovat trukinpyörät. Kulutuskestävyys on mekaanista kulutusta vastaan suojautumista, jota aiheuttavat

muun muassa erilaiset pyöräkuormat. Raskaan teollisuuden kohteissa lattiaan voi kohdistua pyöräkuormien lisäksi hankaus-, laahaus- ja iskurasituksia.

Betonilattioiden kulutuskestävyysluokat jaetaan neljään eri luokkaan ja ne esitetään numeroin 1, 2, 3 ja 4. Luokista 1 on kaikkein vaativin. Normaalin betonilattian kulutuskestävyyden mitataan teräspyörätestillä, joka on esitelty aiemmin luvussa 2.1.4. Taulukossa 7 on esitetty teräspyörätestin kulutuskestävyysvaatimukset eri kulutusluokan lattioissa. Kuvassa 3 on esitetty mittauksessa käytettävää laitteistoa. (Suomen Betoniyhdistys 2002, 1–6.)

Betonilattioiden kulutuskestävyys määräytyy lattian käyttötarkoituksen mukaan. Kulutuskestävyysluokat voidaan saavuttaa eri keinoin. Luokan 4 lattiat voidaan saavuttaa normaalilla C25/30 lujuusluokan betonilla, jos lattia on tehty käyttäen hyvää ammattitaitoa. Luokan 3 lattiat voidaan saavuttaa joko C25/30 imubetonoinnilla, notkistetulla C30/37 betonilla tai jäykällä C30/37 betonimassalla. Luokkien 1 ja 2 vaatimukseen pääsemiseksi joudutaan usein turvautumaan joko betonin lujuusluokan nostoon, varsinaisen betonilaatan päälle valettavaan erikoisbetonikerrokseen tai sirotepintaukseen. (Suomen Betoniyhdistys 2002, 114–115.)

Taulukko 7. Kulutuskestävyysvaatimukset kolmen kuukauden vanhassa betonilattiassa (Suomen Betoniyhdistys 2002)

Suurin sallittu kuluminen (mm)	Luokka			
	1	2	3	4
2000 kierrosta	1	3	6	-
800 kierrosta	-	-	-	8

3.2.3 Muut laatuvaatimukset

Muita laatuvaatimuksia tasaisuuden ja kulutuskestävyyden lisäksi ovat lujuus, pintabetonin tartunta, paksuuspoikkeamat ja raudoituksen sijainnin vaihtelut. Näiden lisäksi betonilattioilla on niin sanottuja luokittelemattomia laatutekijöitä. Luokittelemattomia laatutekijöitä ovat esimerkiksi kemiallinen kestävyys, säänkestävyys, karheus, vesitiiveys, sähköjohtavuus, kuivuminen sekä ulkonäkö. Sirotelattioiden kannalta merkittävämpää on tarkastella alusbetonin lujuutta. (Suomen Betoniyhdistys 2002, 8–14.)

Betonilattioiden lujuus on kulutuskestävyyttä parantava laatutekijä. Lujuuden merkitys betonilattiassa on huomattava, sillä sen vaikutukset liittyvät rakenteiden mitoitukseen ja materiaalikustannuksiin. Nykyisessä luokitusjärjestelmässä betonin lujuutta merkitään lu-

juusluokkaa vastaavina numeroina. Lujuusluokat ovat 60, 50, 40 ja 30, joista 60 on vaativin. Luokitusjärjestelmään on lähiaikoina kuitenkin tulossa muutos, missä vanhat lujuusluokat ovat jäämässä pois uudesta Betonilattiat 2012 – ohjeesta. Näin ollen taulukossa 8 on esitetty myös uudet Eurokoodimitoitusta vastaavat lujuusluokat. Vanhat K-arvot tulevat Rakentamismääräyskokoelman osasta B4 Betonirakenteet ja uudemmat C-arvot tulevat eurokoodin EN 1992-1-1 mukaan. Eurokoodimitoituksessa lujuusluokat määritellään standardin EN 206-1 mukaan siten, että ensimmäinen numeroarvo kertoo käytettävän betonin lieriölujuuden ja jälkimmäinen kuutiolujuuden. Esimerkiksi luokan C30/37 lieriölujuus on 30 MPa ja kuutiolujuus puolestaan 37 MPa. (Suomen Betoniyhdistys 2002, 8; Marttila 2009)

Taulukko 8. Betonin lujuusluokat RakMK sekä Eurokoodi tunnuksin (Suomen Betoniyhdistys 2002)

	LUOKKA			
	60	50	40	30
Betonin lujuusluokka	K60	K50	K40	K30
Betonin lujuusluokka (Eurokoodi)	C50/60	C40/50	C30/37	C25/30

Pintabetonin tartunta lattiaan on myös eräs laatutekijä betonilattioissa. Betonilattioissa tartunnalla tarkoitetaan pintabetonin ja alusbetonin välisen sauman kohtisuoraa vetolujuutta. Vetolujuuskokeet suoritetaan tällöin 30 vuorokauden iässä olevalle betonille. Taulukossa 9 on esitetty tasoitteiden pinnan vetolujuuksien vaatimukset erilaisissa rasiustyypeissä. Usein näkee sirotteiden teknisissä ominaisuuksissa valmistajien ilmoittavan tuotteidensa tartuntalujuuden alusbetoniin. Tartuntalujuus on tällöin ilmoitettu yleensä 28 vuorokauden iässä. Varsinaisesti taulukon 9 tasoitteiden tartuntalujuusvaatimukset eivät koske sirotelattioita, sillä alusbetonin pintaan levitettävä sirote muodostaa yhtenäisen rakenteen alusbetonin kanssa. Näin ollen kuivasirotepinnaus ei käytännössä ole tasoite eikä edes pinnoite. Jos sirote muodostaa oman kerroksen betonin pintaan, on sirotelattia tällöin osittain epäonnistunut. (Suomen Betoniyhdistys 2002, 8–9; Merikallio, Niemi ja Komonen 2007, 8–9.)

Taulukko 9. Tasoitteiden pinnan vetolujuusvaatimukset (Suomen Betoniyhdistys 2002)

Lattiaan kohdistuva rasitus	Käyttötila esimerkki	Pinnan vetolujuus	Tasoitteen käyttömahdollisuus
Pienet rasitukset. Pehmeäpohjaiset muovimatot ja tekstiilimatot	Asuintilat	0,2 N/mm ²	Tasoite, jos täyttää vetolujuusvaatimukset.
Pienet rasitukset. Muovimatot ja -laatat	Asuintilat	0,5 N/mm ²	Tasoite, jos täyttää vetolujuusvaatimukset.
Keskisuuret rasitukset	Liiketilat Sairaalat Toimistotilat Koulut	1,5 N/mm ²	Tasoite, jos täyttää vetolujuusvaatimukset.
Betonilattian pintaan liimattu mosaiikkiparketti	Kaikissa tiloissa	1,5 N/mm ²	Tasoitetta vältettävä. Käytettäessä lujuudesta varmistuttava.
Suuret rasitukset	Teollisuustilat Varastotilat Liikennetilat Erikoistilat	2,5 N/mm ²	Tasoitetta ei suositella. Tasoitetta käytettäessä erikoistasoite, joka täyttää vähimmäisvetolujuusvaatimuksen.

Taulukon mukaan kohteissa, joissa sirotteiden käyttö on yleistä, pinnan vetolujuuden vähimmäisarvoksi annetaan 2,5 N/mm². Tämä ei ole ongelma sirotelatioissa, sillä useimpien sirotteiden tartunta-arvot ylittävät helposti vaaditun raja-arvon. Perussirotteiden tartunta-arvoina voidaan pitää >2,7 N/mm² ja kovien korundi-, kvartsi- ja metallipohjaisten sirotteiden > 4,0 N/mm². (Piimat.fi; Master-chemicals.fi; Basf.fi.)

3.3 Betonin valinta

Betonilattian massan valinnan lähtökohtana on lattialle asetetut laatuvaatimukset. Kulutuksenkestävyys, tasaisuus ja lujuus ovat rakennesuunnittelijan määriteltävissä olevat yleiset laatuvaatimukset. Pinnoittavissa betonilatioissa yleisten laatuvaatimusten lisäksi on otettava huomioon myös pinnoitteen vaatimukset, sillä eri pinnoitteet vaativat alusbetonilta hie-man erilaisia lisäominaisuuksia. Esimerkiksi sirotelattian alusbetonin valinnassa huomioitava tekijöitä ovat käytettävä sirotetyyppi sekä alusbetonin kosteus. Verrattuna moniin polymeeripinnoitteisiin, sirotteet tarvitsevat polymeerejä enemmän kosteutta käytettävältä alusbetonilta. Jotta sirotelattiat täyttävät niille asetetut laatuvaatimukset, täytyy sekä sirotteiden että alla olevan betonin olla ensiluokkaista ja niiden toisiinsa soveltuvuudesta on oltava varmuus. Jos alusbetonin ominaisuudet eivät ole sirotteille oikeanlaiset, mahdollisuus onnistuneen sirotelattian aikaan saamiseen pienenee huomattavasti. (Suomen Betoniyhdistys 2010, 29.)

3.3.1 Lattiabetonin perusominaisuudet

Aki Schadewitz (2012-03-22) totesi luennossaan Betonilattian laatuun vaikuttavat tekijät, että nykyään sirotteiden kanssa käytetään usein liikaa erikoisbetoneja, vaikka peruslattiabetoneilla päästäisiin helpoiten parhaimpaan lopputulokseen. Samassa tilaisuudessa Vesa Anttila (2012-03-22) totesi luennossaan Lattiabetonien notkeus ja lisäaineet, että hyvän perusbetonin ominaisuuksiin kuuluvat oikea runkoaineen raekoko, kohtuullisen pastamäärän käyttö ja massan notkeuden hallitseminen.

Runkoaineen osuus koko betonimassan määrästä on noin 65–80 %, joten on selvää, että runkoaineen ominaisuudet vaikuttavat paljon hyvän betonin ominaisuuksiin. Lattiabetonien runkoaineena käytettävän kiviaineksen tärkeimpiä ominaisuuksia ovat rakeisuus ja raemuoto, suurin raekoko ja kiviaineksen kulutuskestävyys. Massan työstettävyyteen ja tiiveyteen vaikuttavat ennen kaikkea kiviaineksen rakeisuus ja raemuoto, mutta niillä on suuri merkitys myös lattiabetonin kulutuskestävyyteen. Hyvän lattiabetonin minimiraekoko on ≥ 12 mm, joka sisältää sekä murskattua että pyöreää luonnonkivainesta. Kalliosta tai sorakivestä murskatut ja seulotut kiviaineet, joiden raekoko on välillä 16–32 mm, soveltuvat parhaiten lattiabetonien runkoaineiksi. Murskattujen kiviainesten käyttö 5–10 vuoden kuluksi on kuitenkin ongelmallista, sillä niiden suuren käytön vuoksi soravarannot vähenevät varsinkin Etelä-Suomessa nopeasti. (Suomen Betoniyhdistys 2002, 95; Anttila 2012.)

Lattiabetoneissa käytetään nykyään paljon suosituksia pienempää runkoainesta, johtuen muun muassa pumppuvalujen lisääntyneestä käytöstä. Hienomman kiviaineksen käyttö on ongelmallista, sillä sen halkeiluriski kovettuneessa laatussa kasvaa merkittävästi. Erittäin hienon kiviaineksen, niin sanotun fillerin ($\leq 0,125$ mm), määrä on tästä syystä suositeltavaa pitää alhaisena. (Suomen Betoniyhdistys 2002, 95.)

Betonin pastamäärällä puolestaan tarkoitetaan veden, sementin ja mahdollisen seosaineen yhteistilavuutta. Alhaisella pastamäärällä voidaan minimoida betonin kuivumiskutistumaa ja vähentää siten halkeiluriskiä. Hyvänä tavoiteltavana pastamäärä lattiabetoneilla voidaan pitää alle 320 litraa pastaa yhtä betonikuutiota kohti. (Suomen Betoniyhdistys 2002, 95.)

3.3.2 Vesisementtisuhte

Yleisesti ottaen lattiabetoneissa voidaan sementtinä käyttää mitä tahansa rakennusementtiä (taulukko 1) joka on CE-merkittyä ja jonka käyttöpäivämäärä on voimassa valupäivänä. Tärkeimpänä sementin valintaan vaikuttavina tekijöinä on lattian työmenetelmä, työstön olosuhteet sekä betonin kuljetusmatkat. Suositeltavaa on käyttää sellaista sementtiä, jossa betonimassan sitoutuminen on hallittua ja se tapahtuu viimeistään kuusi tuntia

valusta. Käytettävän veden on oltava puhdasta eikä saa sisältää esimerkiksi humusta. Hyvä keino todeta veden kelpoisuus on sen juomakelpoisuus. (Suomen Betoniyhdistys 2002, 96–97.)

Sirotelattioiden optimaalisen vesisementtisuhteen selvittäminen on ollut aina ongelmallinen asia lattioiden valmistuksessa. Se vaatii kompromissia luokitusohjeen ja valmistajan ohjeistuksen välillä. Esimerkiksi teollisuuden kohteissa, joissa latioille on asetettu kovat kulutusvaatimukset ja joissa pistemäiset kuomat ovat hyvin korkeat, tarvitsee lattia luokitusohjeen mukaan vähintään 2. luokan kulutuskestävyyden ja lujuusluokan C40/50. Tällaisten korkeampien lujuusluokkaisten betonien vesisementtisuhte on yleensä hyvin alhainen, jopa alle 0,4. (Suomen Betoniyhdistys 2002, 2.)

Kuivasirotteet tarvitsevat toimiakseen vettä alusbetonilta. Esimerkiksi jos käytettävä sirottemäärä on 6 kg/m^2 , on sirotteen tarvitsema veden määrä noin 1 l/m^2 . Näin ollen korkealujuusluokan betonien käyttö sirotteiden kanssa ei tule kysymykseen, sillä niiden alhainen vesisementtisuhte ei riitä sirotteille. Sirotteiden käytön yhteydessä alusbetonin vesisementtisuhte suositellaan olevan hieman korkeampi. Vesisementtisuhteen lisäämisen yleisenä ongelmana on pidetty betonin sitoutumisen hidastumista, lujuuden heikkenemistä ja runkoaineksen erottumisherkkyiden lisääntymistä eri työvaiheissa. Vesipitoisuuden kasvattaminen lisää myös betonin kuivumiskutistumaa. Nämä seikat täytyy ottaa huomioon ennen kuin veden määrää aletaan betonimassassa lisätä. (Suomen Betoniyhdistys 2002, 96–97.)

Vesisementtisuhteen ohjeellinen maksimiarvo on 0,7. Tällaiseen vesisementtisuhteeseen pääseminen tarkoittaa yli 200 l/m^3 vesimäärää. Näissä vesimäärissä betonin kuivumiskutistuma on erittäin suuri, jolloin ongelmat laatan halkeilun vuoksi ovat lähes väistämättömiä. Sirotteiden käytön yhteydessä alusbetonin optimaalisen vesisementtisuhteen on arvioitu olevan noin 0,55. Tällöin kuivumishalkeilun riski pienenee ja betonin sisältämä kosteus riittää sirotteen hydraatioon. Vaikka sirotteiden kanssa voidaankin käyttää korkeampaa vesisementtisuhdetta, on nostamisessa oltava maltillinen ja onnistuneen sirotelattian saamiseksi on suositeltavaa keskittyttävä olosuhteiden hallintaan. (Suomen Betoniyhdistys 2002, 97–98; Schadewitz 2012.)

3.3.3 Työstettävyys ja notkeus

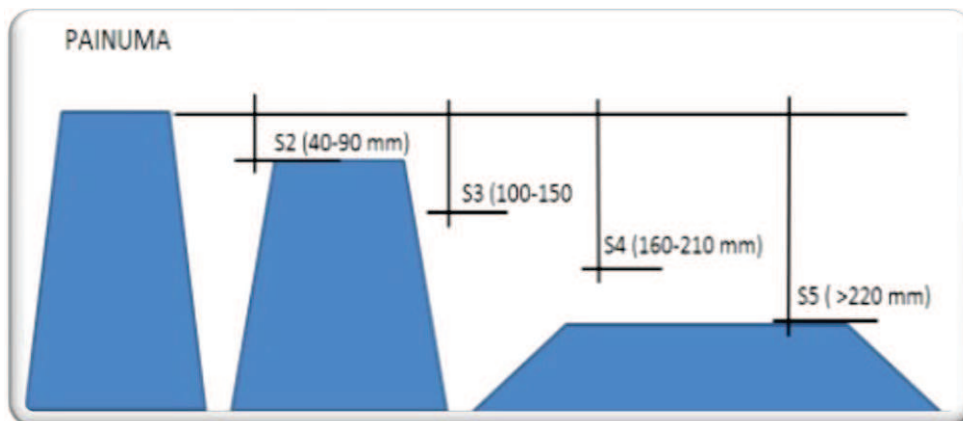
Anttila (2012-03-22) esitti, että yksi hyvän lattiabetonin tärkeimmistä ominaisuuksista on sen helppo työstettävyys. Työstettävyyttä betonissa parannetaan sen notkeutta säätelemällä. Betonin notkeuteen vaikuttavat siinä käytetty runkoaineoksen raekoko, vesisementtisuhte sekä lisäaineena käytetyt notkistimet. Notkeuden valinnassa on huomioitava vallit-

sevat olosuhteet, talviolosuhteet, työryhmän koko sekä käytettävä työ- ja tiivistysmenetelmä.

Betonin notkeudet jaetaan viiteen eri luokkaan: S1-S5. Taulukossa 10 ja kuvassa 6 on esitetty betonien notkeusluokkajako. Näiden luokkien lisäksi käytössä on niin sanotut Vebe-luokat (V0-V4), joita käytetään enemmän laboratoriossa. (Suomen Betoniyhdistys 2004, 70; Anttila 2012.)

Taulukko 10. Betonin notkeusluokat (Suomen Betoniyhdistys 2002)

Notkeusluokat	
Luokka	Painauma (mm)
S1	10–40
S2	50–90
S3	100–150
S4	160–210
S5	>220



Kuva 6. Betonimassan notkeudet painumakokeessa. (Kuva: Rudus Oy.)

Anttila (2012-03-22) esitti, että lattiabetonin oikea notkeus saavutetaan, kun alusbetoni sitoutuu halutulla nopeudella, betoni on teknisesti toimivaa ja lattian hierto voidaan suorittaa sille optimaaliseen aikaan. Hierron optimaalinen ajankohta on hyvissä olosuhteissa noin neljä tuntia valusta. Teknisesti toimiva betoni on helposti työstettävää työryhmän kokoon nähden, sillä pienempi lattiatyöryhmä vaatii enemmän työaika. Työmenetelmä on kuitenkin huomioitava betonilattiatöissä, sillä käsin tehtävä työ vaatii normaalia notkeampaa massaa, jolloin betonin notkeus vaikuttaa työn tehokkuuteen ja sujuvaan edistymiseen. Kohteissa, joissa lattiatyö tapahtuu koneellisesti, voi betoni olla puolestaan jäykempää.

Lattiabetonin oikean notkeuden saavuttaminen on usein kompromissi, johon vaikuttaa monet asiat ja valinta täytyy aina tehdä tapauskohtaisesti. Yleisesti ottaen hyvän lattiabetonin notkeus on kohtuullinen. Kohtuullinen notkeus vastaa luokkaa S3. Jos levitys ja tiivis-

tys on mahdollista suorittaa tärypalkilla, voi massan notkeus tällöin olla S2. Yleensä liian notkea betoni (S4 tai S5) voi aiheuttaa runkoaineen erottumisherkkyyttä eri työvaiheiden aikana. Betonimassan runkoaineen erottuminen aiheuttaa pintaan heikomman kerroksen, jolloin laatasta tulee epähomogeeninen ja sirotteen murtumisen mahdollisuus pinnasta kasvaa. (Anttila 2012; Schadewitz 2012.)

3.3.4 Ilmamäärä

Betonirakenteiden pakkaskestävyyden edellytys on niiden huokostaminen ja ilmamäärän lisääminen. Betonin pakkaskestävyyttä parannettaessa massan ilmapitoisuus nostetaan 4–8 % välille, mikä tehdään huokostavilla lisäaineilla. Huokostimet lisäävät betoniin pieniä, alle $25 \text{ mm}^2/\text{mm}^3$ ilmakuplia. Niin sanottujen suojahuokosten tehtävänä on ottaa vastaan veden paine, joka syntyy betonin jäätyessä. Tällöin betonirakenne ei pääse rikkoutumaan. Pakkaskestävyyden lisäksi huokostaminen parantaa massan muokattavuutta, notkeutta ja vähentävät osa-aineiden erottumisherkkyyttä. (Suomen Betoniyhdistys 2004, 66.)

Liiallinen betonin ilmamäärä on sirotteiden käytön yhteydessä negatiivista. Betonin liiallinen ilmamäärä voi aiheuttaa kiinnittymisongelman sirotteen ja alusbetonin rajapinnassa, sillä suuren huokosmäärän omaava betoni voi aiheuttaa pinnassa ilmakuplia sirotteen alla. Useat sirotevalmistajat eivät tämän vuoksi suosittele sirotteiden käyttöä voimakkaasti huokostetun betonin kanssa. Betonin liiallista huokostamista on muutenkin vältettävä, koska karkeasti on arvioitu yhden prosentin ilmamäärän lisäyksen aiheuttavan noin viiden prosentin lujuuden laskua betonissa. Koska betonissa on aina ilmaa, noin 1–2 %, voidaan betonin vähäisenä huokostamisena pitää 1–2 % ilmamäärän lisäämistä. Tällöin yleinen sirotevalmistajien antama ohje betonin maksimi-ilmamääräksi on noin 3–5 %. (Suomen Betoniyhdistys 2004, 66.)

3.3.5 Lujuusluokat ja sitoutuminen

Betonin lujuus on tärkeä osa betonilattioiden luokitusjärjestelmää. Alusbetonin lujuudella on myös suuri merkitys sirotelattioihin, sillä kova- ja onnistunut sirotekerros ei ole toimiva jos betoni sirotteen alla murentuu lattiaan kohdistuvan rasituksen voimasta. (Matsinen 2005, 71.)

Tavanomaiset betonilattian lujuusluokat ovat 30 ja 35. Ne vastaavat eurokoodiluokkia C25/30 ja C30/37. Sirotelattioiden alusbetonin suositeltava lujuusluokka on C25/30. Tämä siksi, että ylempien luokkien (50 ja 60) kanssa on havaittu ongelmia sirotteen kiinnittyvyy-

den kanssa. Korkeampien lujuusluokkaisten betonien ongelmana on niiden alhainen vesisementtisuhte, jolloin betonin pintaan nouseva kosteus ei riitä sirotteen sideaineen hydraatioon. Ongelmia yleensä tulee kylmien ulkotilojen kanssa, missä betonin säilyvyysuunnittelu edellyttää erikoisbetonien käyttöä ja näin ollen betonin alhaista vesisementtisuhteita. (Suomen Betoniyhdistys 2004, 2.)

Korkeampien lujuusluokkaisten betonien toisena ongelmana on niiden liian nopea sitoutuminen. Sitoutumisessa betonin sideaineena oleva sementin ja veden pasta alkaa jähmettyä ja menettää plastisuuttaan. Betonin liian nopean sitoutumisen seurauksena tuoreen betonin pintaa ei ehditä hiertää auki riittävän ajoissa, jolloin sirote levitetään osittain jo hieman kovettuneelle pinnalle. (Suomen Betoniyhdistys 2004, 51; Schadewitz 2012.)

3.3.6 Betonin lisäaineiden käyttö

Betonin lisäaineilla pyritään enimmäkseen parantamaan betonin teknisiä ominaisuuksia, mutta niillä voidaan lisätä myös betonien taloudellista kilpailukykyä. Lisäaineiden vaikutus on yleensä kemiallinen tai fysikaalinen ja niiden toimintaan vaikuttaa betonin sementtilaatu ja -määrä, muut käytettävät lisäaineet sekä käytettävä runkoaine. Yleisemmin käytetyt lisäaineet ovat notkistimia ja huokostimia. Notkistimilla parannetaan betonin työstettävyyttä ja koossapysyvyyttä. Huokostimilla parannetaan puolestaan betonin pakkasenkestoa. Muita lisäaineita ovat erilaiset kiihdyttimet, hidastimet sekä injektointiaineet. (Suomen Betoniyhdistys 2004, 63–68.)

Schadewitz (2012-03-22) esitti, että kuivasirotteiden kanssa ei suositella käytettäväksi runsaasti huokostettua alusbetonia. Lattiabetonin runsasta huokostamista ei suositella muutenkaan, sillä huokostaminen alentaa betonin laatua, työstettävyyttä ja lujuutta. Sirotelatioissa liiallinen huokostimen käyttö nostaa betonin ilmamäärää liikaa, minkä on todettu aiheuttavan ongelmia tarttuvuudessa sirotteiden ja betonin välillä. Huokostetun betonin ongelmana on huokosiin jäänyt liiallinen ilma, joka lämmitessään pyrkii poistumaan betonista. Tämä poistuminen ei tapahdu kovinkaan nopeasti, jolloin hyvin tiivistetty sirotepinta estää ilman poispääsemisen aiheuttaen sirotteen murtumisen.

Notkistavat lisäaineet toimivat sementin ja veden välillä tehden betonista paremmin työstettävää. Notkistimilla voidaan saada aikaan 5–15 % ja tehonotkistimilla jopa 30 % vedenvähennys ilman betonin työstettävyyden huonontumista. (Suomen Betoniyhdistys 2004, 64–65.)

Liiallisen notkistimen käyttö sirotelatioissa ei ole suositeltavaa, koska se voi vähentää veden nousua pintaan, vaikka notkeus ja työstettävyys säilyvät. Tällöin ongelmat ilmenevät

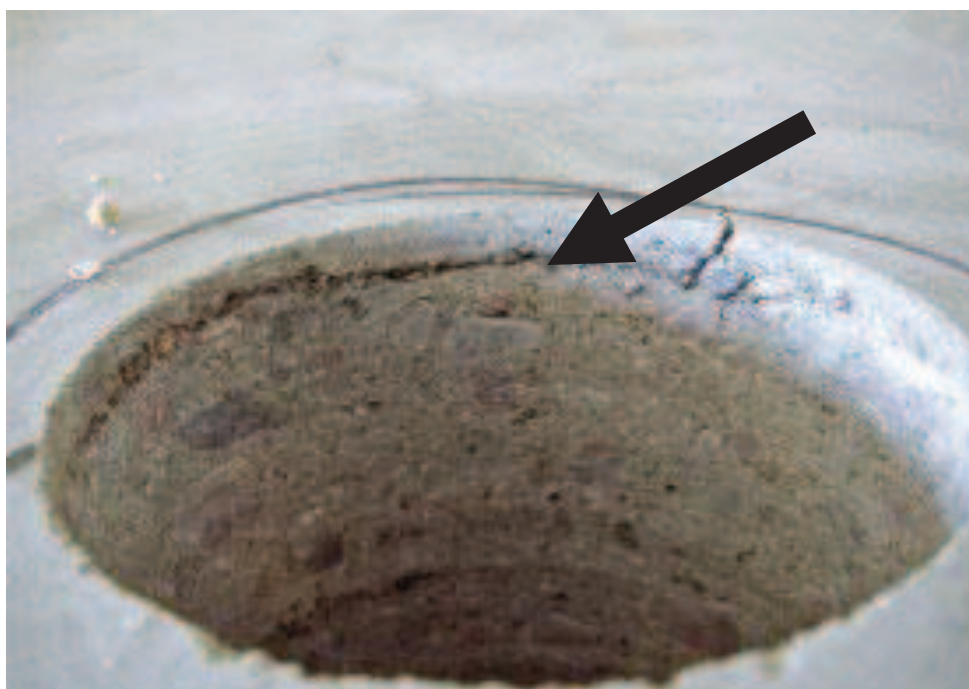
vasta betonin sitoutumisen alkaessa, jolloin alusbetonissa oleva kosteus ei riitä suunnitellulle sirotemäärälle. Liiallinen notkistimen käyttö ylinotkeassa betoniluokassa voi lisätä betonin runkoaineen erottumisriskiä, koska massan notkeutta ei tällöin hallita. Tällöin sirotteen alle voi muodostua heikompi kerros, minkä seurauksena sirotteen irtoamisen riski betonin pinnasta voi kasvaa.

4 SIROTELATTIAN SUUNNITTELU

4.1 2000-luvulla havaitut ongelmat

Betonilattioiden kuivasirotepinnoituksia on tehty Suomessa 1950-luvulta lähtien. Sirotelattioiden yleistyessä 80- ja 90-luvulla, onnistuivat lattiat pääasiassa hyvin, eikä niiden käytössä ole ollut merkittäviä vastoinkäymisiä. Vasta 2000-luvun puolella sirotteiden käytössä on esiintynyt ongelmia, joiden syytä on alettu myös tarkemmin selvittää. 2000-luvulla lattioissa havaitut ongelmat ovat olleet yksittäistapauksia ja ne ovat liittyneet sirotteen irtoamiseen betonin pinnasta (Tanninen 2013-03-12). Sirotteen irtoilu betonin pinnasta on tapahtunut lauttamaisena lohkeiluna, murtumisena, murskautumisena tai yksittäisinä pistemäisinä irtoamisina. Myös sirotteen irtoamista pölyämällä on havaittu viime aikoina. (Schadewitz 2012.)

Schadewitzin (2012-03-22) luennossaan esitti, että pintaosan lauttamaiset lohkeilut ovat yleisin ongelma pinnoitetuissa lattioissa. Kuvassa 7 on esitetty eräästä lattiasta otetun poranäytteen kohta, jossa sirote on irronnut selvästi betonista. Tässä niin sanotussa "lautaantumisessa" sirote irtoaa 5–10 mm alusbetonin puolelta koneellisen terässiivekehieron aikana. Lauttaantumisen yksiselitteistä syytä on vaikeaa määrittää, sillä yleensä taustalla on useiden eri ongelmien sarja. Ongelmalle on kuitenkin löydetty yhdistäviä tekijöitä, jotka mahdollisesti aiheuttavat pintaosan irtoilua. Näitä tekijöitä ovat olleet sirotteen sideaineen alhainen hydraatioaste, alusbetonin alhainen vesisementtisuhte, vääränaikainen ja liiallinen hiertäminen, epätasainen sirotepaksuus sekä lattian jälkihoidon puutteellisuus.



Kuva 7. Sirotteen lauttaantuminen irti alusbetonista. Nuoli osoittaa alusbetonin ja sirotteen rajakohtaa. (Kuva: Schadewitz 2012.)

Sirotelattian valmistuksessa sirote levitetään tuoreen betonin päälle valun yhteydessä, jolloin sirotteessa oleva sideaine (sementti) saa alusbetonin kosteudesta tarvitsemansa veden hydrataatioon. Jos sirotteessa sideaineena käytetty sementti ei saa riittävästi vettä tai kosteutta, sementin hydrataatioaste jää alhaiseksi. Alhainen hydrataatioaste haittaa pinnan loppulujuuden kehittymistä ja pinnan vetolujuus jää myös alhaiseksi. Alhainen vetolujuus tarkoittaa heikkoa tartuntaa sementtikiven ja runkoaineen välillä. (Vahanen Oy 2010, 28.)

Sideaineen riittämättömän kosteuden eräänä syynä voidaan pitää alhaista alusbetonin vesisementtisuhdetta. Jos alusbetonin vesisementtisuhte on jo lähtötilanteessa alhainen, tarvitaan betonissa oleva vesi yksistään betonimassan työstettävyyden ylläpitämiseen. Tällöin betonin pinnassa olevaa kosteutta ei sirotteen hydrataatioon ole riittävästi. Korkeampia lujuusluokan betoneja käytettäessä massassa käytetään mukana esimerkiksi notkistimia tai nesteyttimiä. Näillä varmistutaan työstettävyyden säilymisestä massassa, mutta niiden käyttö ei lisää betonimassan vesipitoisuutta. Kuvassa 8 on esitetty alhaisen alusbetonin vesisementtisuhteen aiheuttamaa sirotepinnan irtoilua. (Vahanen Oy 2010, 28.)

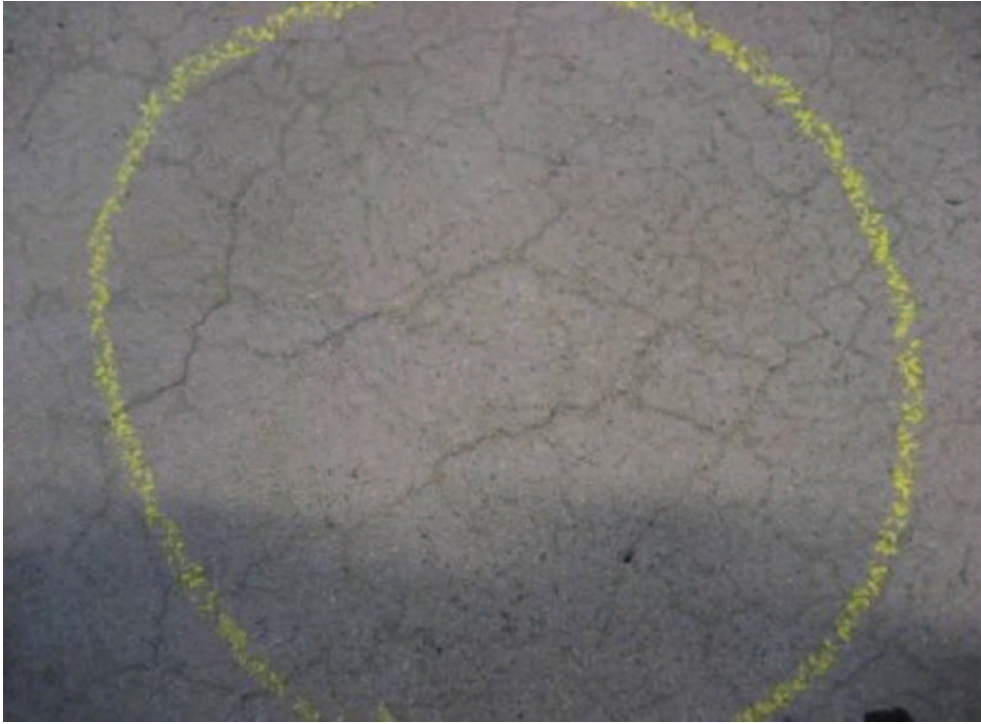


Kuva 8. Sirotteen irtoamista betonin pinnasta. (Kuva: Vahanen Oy.)

Yksistään betonin alhaista vesisementtisuhdetta ei voida nimetä runkoaineen ja sementtikiven huonon tartunnan syyksi, sillä vallitsevilla olosuhteilla on suuri merkitys alusbetonin vesisementtisuhteen riittoisuuteen. Usein sirotelattioissa, jotka on tehty hyvissä olosuhteissa, normaali alusbetonin vesisementtisuhte riittää sirotteen sideaineen hydrataatioon, kun taas huonoissa olosuhteissa vastaava suhde ei ole riittävä. Jos alusbetonin pinta kuivuu liikaa ennen sirotteen levittämistä, ei tuoreen betonin pinnassa oleva kosteus riitä välttämättä sirotteelle. Tämän vuoksi betonin pinnan liiallista kuivumista on pyrittävä estämään erikoistoimenpiteillä, joita ovat muun muassa valutilan ilman kostuttaminen, erilaisten suojarakenteiden valmistaminen sekä haitallisten ilmvirtausten (vedon) poistaminen. Myös kylmyys voi lisätä epäonnistumisen riskiä. Kylmissä olosuhteissa, joissa betonilaatan pohjaosan sitoutuminen hidastuu kylmän valualustan vuoksi, voi lauttaantumisen mahdollisuus kasvaa entisestään. (Vahanen 2010, 28–30.)

Betonin oikeiden ominaisuuksien lisäksi, tuoreen pinnan hiertäminen on olennainen osa lattian onnistumista. Vääränaikainen tai liiallinen hiertäminen voi aiheuttaa sirotteen ja alusbetonin rajapintaan sekoittumattoman kerroksen, johon muodostuu muuta betonia korkeampi ilma- tai vesipitoisuus. Tällöin sirote jää omaksi kerrokseksi alusbetonin pintaosan päälle, eikä näin ollen kiinnity kunnolla alusbetoniin. Liiallinen hierto tiivistää betonin pintaa liikaa, jolloin ylöspäin nouseva kosteus ei pääse sirotteeseen saakka, vaan jää omaksi kerrokseksi sirotepinnan alle. Tällöin normaalisti riittävä alusbetonin vesisementtisuhte ei ole riittävä ja sirotteen sideaine ei pääse hydratoitumaan tarpeeksi. (Vahanen Oy 2010. 28–30.)

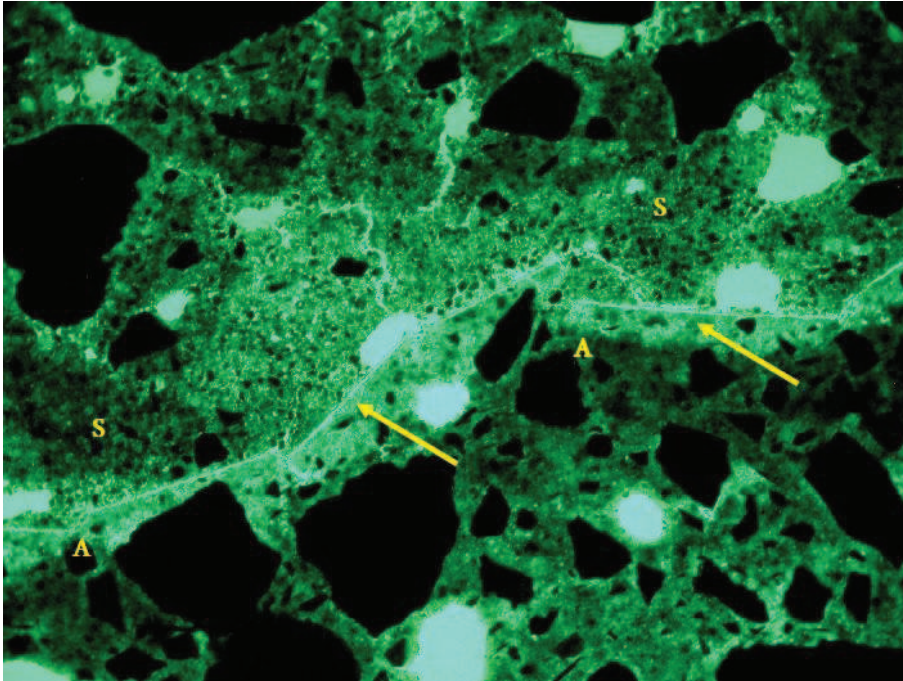
Kosteuden liiallista haihtumista alusbetonin ja sirotteen pinnalta voidaan ehkäistä oikeanlaisella jälki- ja varhaisjälkihoidolla. Varhaisjälkihoito tehdään heti alusbetonin levittämisen jälkeen tuoreelle betonipinnalle ja jälkihoito tehdään levitetyle sirotepinnalle hiertojen päätteeksi. Jälkihoidon väärä ajankohta, toimenpiteiden riittämättömyys tai väärä jälkihoitomenetelmä voivat olla osasyynä lauttaantumiselle. Puutteellisen jälkihoidon seurauksena betonin pinta voi kutistua ja näin ollen sirotteen pintaan voi muodostua verkkomaista kutistumahalkeilua (kuva 9). Sekä varhaisjälkihoidon että varsinaisen jälkihoidon menetelmät on sovelluttava käytettävälle sirotteelle ja yleensä niiden käytössä suositellaan noudatettavan tuotevalmistajien ohjeita. (Vahanen Oy 2010. 28–30.)



Kuva 9. Sirotteen kutistumahalkeilua puutteellisen jälkihoidon seurauksena. (Kuva: Vahanen Oy.)

4.2 Sirotteen tartunta betonilattiaan

Kuivasirotteen tarttuminen betonilattiaan perustuu sirotteen sideaineen, sementin reaktioon veden kanssa. Sementin ja veden reaktio sirotteissa on samanlainen kuin betonissa. Koska sementti on erittäin hydrostaattinen aine, se reagoi veden kanssa muodostaen lämpöä sekä di- (C_2S) ja trisilikaattiyhdisteitä (C_3S). Sirotteessa oleva sementti reagoi näin ollen betonin pinnassa olevan kosteuden kanssa, jolloin sementissä olevat klinkkerimineeraalien aluminaattiyhdisteet aktivoituvat ja sementti sitoo sirotteen runkoaineen ja alusbetonin toisiinsa. Kuivasirote imee betonin pintaan muodostuneen kosteuden itseensä, jolloin puhutaan hydrataatiosta. Hydrataatiossa sementti imee vettä itseensä niin kauan kuin sitä on saatavissa, jona aikana pinnan vetolujuus suurenee. Sideaine tunkeutuu yhdessä sirotteen hienon runkoaineen kanssa alusbetoniin, jolloin siitä muodostuu kova, veteen liukenematon, monoliittinen rakenne alusbetonin kanssa. Kun alusbetonin ja pintasirotteen rajapinnasta, niin sanotusta transiiovyöhykkeestä, tulee yhtenäinen, on se hyvin tehdyssä sirotelattiassa hankalaa erottaa edes ohuthietutkimuksella. Kuvassa kymmenen on esitetty betonin ja sirotteen ohuthietutkimuskuva UV-valossa. (Suomen Betoniyhdistys 2004, 50–51; Vahanen 2010, 30.)



Kuva 10. Ohuthietutkimuksen UV-valo mikroskooppikuva sirotepinnan ja alusbetonin liittymisestä (kuvassa virheellinen). Kuvassa A tarkoittaa alusbetonia ja S sirotetta. Nuolet ilmaisevat rajapinnan. Kuvassa rajapinta erottuu selvästi, joka viittaa huonoon tartuntaan. (Kuva: Vahanen Oy.)

4.3 Sirotetyypin valinta ja sirotteen rasitusluokat

Onnistunut sirotelattia edellyttää hyvin tehtyä valualustan pohjustustyötä, oikein tehtyä betonointia sekä oikeaa sirotevalintaa. Pintasirotteen valintaan vaikuttavia tekijöitä ovat

- lattian käyttötila ja -tarkoitus
- pinnoitteeseen kohdistuvien rasitusten määrä ja laatu
- ulkonäkö.

Suomessa betonilattioiden laatuvaatimukset eivät suoranaisesti vaadi missään tilanteessa sirotteiden käyttöä, vaan sirotteita käytetään yhtenä vaihtoehtona pinnan kulutuskestävyyden ja lujuuden parantamiseksi. Sirotteiden käyttöä kuitenkin suositellaan tilanteissa, missä lattialta vaaditaan 1 tai 2 luokan kulutuskestävyyttä ja missä lattiaan kohdistuu hankaus-, laahaus- tai iskurasituksia. (Suomen Betoniyhdistys 2002, 100; Matsinen 2005, 69.)

Kuten jo luvussa 2.1.1 todettiin, jaetaan pintasirotteet kolmeen eri tyyppiin: perussirotteisiin, kovan kulutuskestävyyden sirotteisiin ja erittäin kovan kulutuskestävyyden sirotteisiin. Kuivasiroitteiden jako perustuu siis saksalaisen normin DIN 18560 mukaiseen malliin. DIN 18560 käyttötarkoitusten karkean jaottelun mukaan voidaan lattiat jakaa pienen, keskisuu-

ren ja suuren rasituksen luokkiin. Suomessa erityisesti teollisuuskohteiden rasitusluokkien määrittelyyn ei ole painotettu niin paljon kuin Saksassa. Tämän vuoksi sirotetyypin valinnassa voidaan hyödyntää sekä suomalaisia että saksalaisia ohjeita. Suomalaisen ohjeistuksen mukaan voidaan päättää, milloin sirotepinnoitusta on lattiassa tarpeellista käyttää ja saksalaisten normien mukaan voidaan päättää varsinainen sirotetyyppi. Kuvassa 11 on esitetty saksalaisen DIN 18560 normin rasitusluokkajako. (Matsinen 2005, 69.)

Rasitusluokka	Trukkityyppi	Teollisuustyyppi
I (raskas)	Teräs- tai polyamidipyörät	Metallirakenteiden käsittelyä ja liikuttelua lattiapinnalla, yli 1000 henkilön päivittäinen jalankulku
II (keskiraskas)	Uretaani- tai umpikumipyörät	Puu-, paperi- tai muovirakenteiden käsittelyä ja liikuttelua lattiapinnalla, 100-1000 henkilön päivittäinen jalankulku
III (kevyt)	Ilmatäytteiset kumipyörät	Asennustyötä pääasiassa pöytäpinnalla, alle 100 henkilön päivittäinen jalankulku

Kuva 11. Sirotelattioiden rasitusluokat saksalaisen normin DIN 18560 mukaan.

(Kuva: Matsinen 2005.)

Keuyen rasitusluokan (luokka 3) lattiat ovat kuormitukseltaan vähäisempiä. Oletuksena keuyen rasitusluokan lattioille on, että lattioiden pyöräkuormana on vain kumipyörärasituksia ja että lattioihin kohdistuu suhteellisen pieniä henkilöliikenne määriä. Keuyen rasitusluokan lattioissa sirotteena voidaan käyttää pelkästään luonnonkiviaineksia sisältäviä perussirotteita. (Matsinen 2005, 69–70.)

Keskiraskaalle rasitusluokalle tyypillistä on suhteellisen vilkas henkilöliikenne sekä lattiaan kohdistuvat isku- ja laahausrasitukset. Pyöräkuormana lattiaan kohdistuu uretaani- tai umpipyöräkuormia, jotka tuottavat lattiaan enemmän kuormaa kuin ilmapyörät. Tällaisiin lattioihin soveltuvat kovan kulutuskestävyyden sirotteet, joissa kulutuskeston lisäämiseksi on käytetty muun muassa korundia. Luokan 2 sirotteiden käyttö on suositeltavaa myös keuyen rasitusluokan lattioissa, sillä ne ovat koostumukseltaan sitkeämpiä ja kestävät lattiasa paremmin. (Matsinen 2005, 69–70.)

Raskaan rasitusluokan lattiat ovat rasituksiltaan kaikkein vaativimpia ja ne kuuluvat Suomen laatujärjestelmän 1. luokan kulutuskestävyyksvaatimuksen omaaviin lattioihin. Tälle lattiatyypille olennaista on erittäin voimakas isku- ja laahausrasitus sekä vilkas henkilöliikenne. Pyöräkuormana oletetaan olevan teräs- tai polyamidipyörärasitus, joita syntyy esimerkiksi kone- ja huoltohalleissa. Vaativan rasitusluokan lattioille soveltuvat metallipohjaiset sirotteet, joissa kovan runkoaineen seassa on puolet metallista kuonaa. (Matsinen 2005, 69–70.)

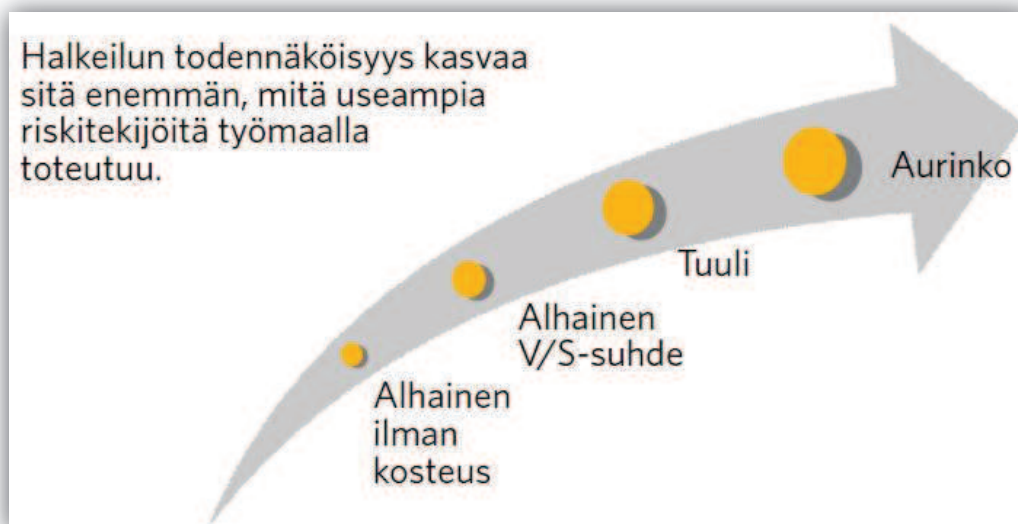
Myös pinnan ulkonäkö voi olla sirotteen valintaan vaikuttava tekijä. Nykyään monet sirotevalmistajat ovat tuoneet markkinoille laajan värivalikoiman tuotteilleen, mikä parantaa

sirotteiden markkina-arvoa ja monikäyttöisyyttä myös julkisissa rakennuksissa. Värillisten sirotteiden värisävy on tasaisempi ja hallitumpi kuin perusharmaalla sirotteella. (Matsinen 2005, 70.)

4.4 Pinnoitustyön olosuhteiden hallinta

Olosuhteiden hallinnan merkitys korostuu sirotelattioita tehdessä. Onnistuneen sirotelattian teko noudattaa pitkälti hyvän betonoinnin olosuhteita. Näitä ovat:

- valuolojen oikea lämpötila (lämpötila lattiapinnassa)
- voimakkaiden ilmavirtausten (tuulen/vedon) poisto
- suoran auringonpaisteen poisto
- ympäröivien kosteusolojen tasaus.



Kuvio 5. Betonointia haittaavia riskitekijöitä. (Kuva: Rudus Oy.)

Valuolosuhteiden lämpötila vaikuttaa ennen kaikkea betonin sitoutumisnopeuteen. Betonointitilan lämpötila valuoloissa on oltava mahdollisimman tasalämpöinen ja yli 10 °C, jotta betonin sitoutuminen ei merkittävästi hidastuisi. Suositeltavaa on, että oikea valutilan lämpötila saavutettaisiin 12–24 tuntia ennen työn aloitusta, jolloin valutilassa olevien ympäröivien rakenteiden olosuhteet tasoittuisivat mahdollisimman hyvin. (Suomen Betoniyhdistys 2002, 100.)

Lämpötila on mitattava läheltä lattiarajaa, jotta saadaan selville valualustan olosuhteet mahdollisimman tarkasti. Olosuhteet on tarkastettava ennakkoon ja mittauksia on suoritettava läpi valutyön tasaisin väliajoin. Tarkastus tehdään kohdekäynneillä ennen valutöiden aloitusta tai kohteeseen vietävällä, kosteutta ja lämpötilaa mittaavalla piirturilla. Näin voi-

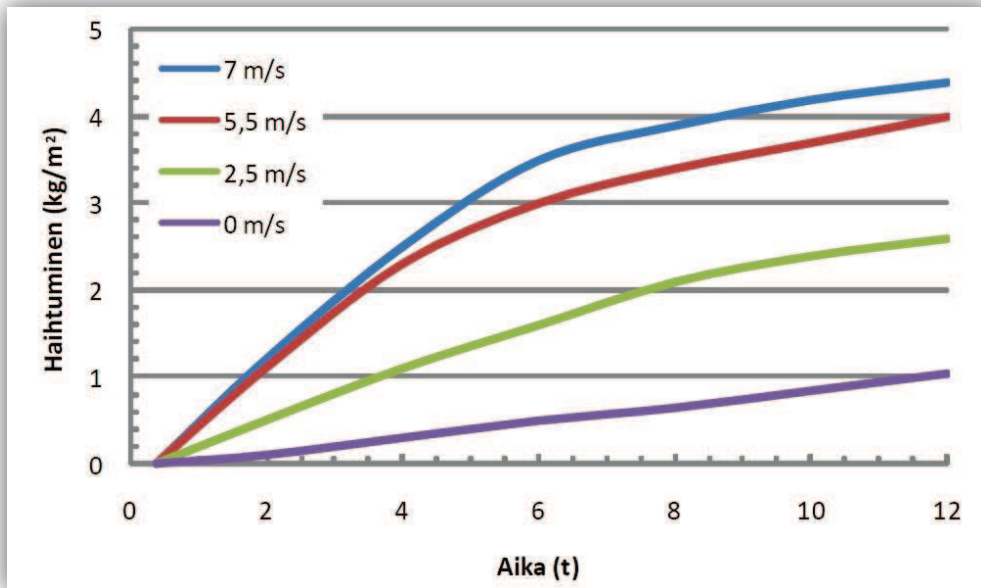
daan arvioida tarkasti valupaikan olosuhteet ja reagoida muutoksiin mahdollisimman nopeasti. Vaativissa ja suurissa kohteissa lämpötilaa kannattaa tarkkailla myös valun jälkeen joitakin päiviä. (Suomen Betoniyhdistys 2004, 431.)

Lämpötilan tarkkailussa on kiinnitettävä huomiota sekä betonointitilan- että valettavan pinnan lämpötilaan. Erityisesti on keskityttävä huolehtimaan koko valualueen tasalämpöisyydestä. Huomiota on kiinnitettävä myös reuna-alueisiin ja oviaukkoihin, sillä niissä vaarana voi olla hyvinkin erilaiset lämpötilat verrattuna keskialueeseen. Lämpötilaerot pitää pyrkiä tasaamaan, jolloin tilaa voidaan lämmittää ennen valua hallilämmittimillä. Lämmitys on kuitenkin lopettava valutöiden ajaksi. Betonoitavan tilan lämmittäminen on suositeltavaa keskeyttää viimeistään kahta päivää ennen valun alkua. Ongelmana liiallisessa tilan lämmityksessä on betonoitavan laatan pinnan nopeampi sitoutuminen pohjaosaan verrattuna, pinnan kosteuden nopeampi haihtuminen ja hallitsemattomat ilmavirtaukset. (Suomen Betoniyhdistys 2002, 100.)

Betonoitavassa tilassa huomiota on kiinnitettävä ilman lämpötilaa enemmän valettavan alustan lämpötilaan. Kylmissä olosuhteissa betonilaatan pohjaosan sitoutuminen hidastuu, koska työmaalle tuodun betonin lämpö siirtyy valettaessa alustaansa. Betonista alustaan siirtyvä lämpö aiheuttaa valettavan laatan alaosan hitaamman sitoutumisen, jolloin pinnan hiertämisen aloittamisen arviointi hankaloituu. Jos lattian hierto aloitetaan laatan pohjaosan ollessa riittämättömästi sitoutunut, voi se aiheuttaa hiertokoneen kaivautumista betoniin ja näin ollen lattian epätasaisuutta. (Suomen Betoniyhdistys 2002, 100.)

Lämpötilan lisäksi myös tuuli vaikuttaa olosuhteisiin. Haitalliset ilmavirtaukset, kuten pyörteet ja veto, olisi estettävä aina lattian jälkihoitovaiheeseen saakka, jolloin vältetään alusbetonin varhaishalkeilulta ja valupinnan liialliselta kosteuden haihtumiselta. Siten vältetään myös ylimääräisen veden sumutukselta. Kuvioissa 6 ja 7 on esitetty eri olosuhteiden vaikutus veden haihtumiseen betonin pinnalta. (Suomen Betoniyhdistys 2002, 155–160.)

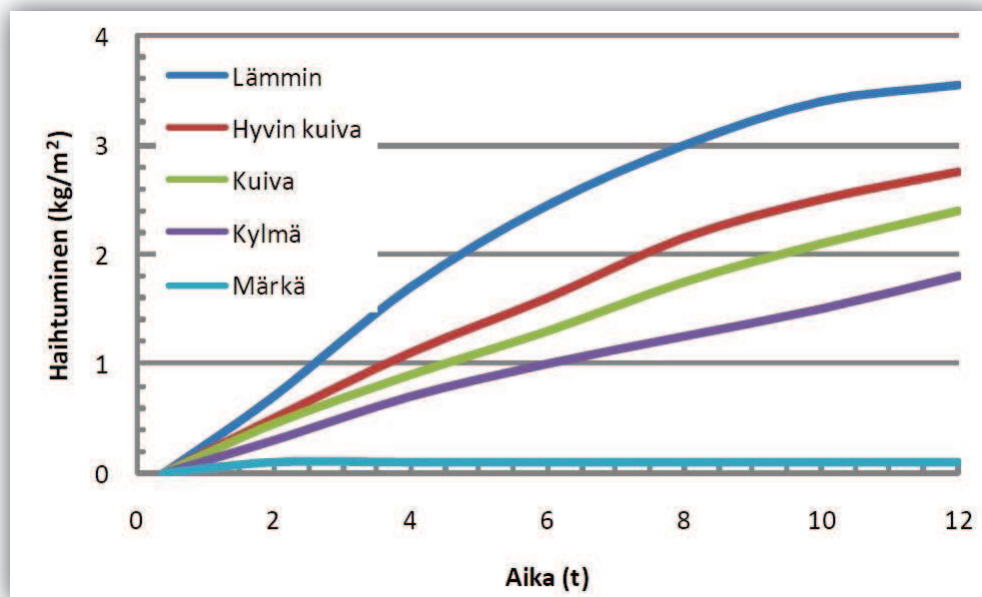
Vedon poistamiseksi on valualue suojattava siten, ettei sinne pääse muodostumaan suoria ilmavirtauksia tai pyörteitä. Mahdollisuuksien rajoissa on esimerkiksi suuret halliovet ja muut isommat aukot on pidettävä kiinni ja suuret lämmittimet sammutettava valutilasta. Konkreettisin ratkaisu vedon poistamiseksi on valualueen kattaminen suojateltalla. Kuviossa 6 on esitetty tuulennopeuden lisääntymisen vaikutus veden haihtumiseen betonin pinnalta. Kuvasta on havaittavissa selvästi se, että tuulennopeuden kaksinkertaistuessa kasvaa veden haihtumisen määrä samassa suhteessa. (Suomen Betoniyhdistys 2002, 155–160.)



Kuvio 6. Veden/kosteuden haihtuminen betonin pinnalta eri tuulennopeuksilla, kun vallitsevat olosuhteet ovat: +20 °C / RH 40 %. (Kuva: Rudus Oy.)

Betonoitavan tilan kosteusolot vaikuttavat myös sirotteiden ominaisuuksiin. Kosteutta valutilaan voi kulkeutua ilmavirtauksena ulkoilmasta ja diffuusisena kosteusvirtana maaperästä. Varsinkin suurissa valutiloissa ilmavirtaukset säätelevät hyvin pitkälti valutilan kosteuspitoisuutta, sillä ulkoilmasta tuleva kosteus haihtuu nopeasti vedon tai tuulen vuoksi. Maaperästä puolestaan sorapetin läpi nouseva kosteusvirta on niin vähäistä, että se imeytyy suoraan valettavaan betonilaattaan eikä näin ollen aiheuta tilassa varsinaista kosteuslisää.

Kosteuden haihtumisen merkitys korostuu erityisesti silloin, kun valutilan ilman virtausnopeus on suuri, suhteellinen kosteuspitoisuus on alhainen ja ilman tai betonipinnan lämpötila on korkea. Tällöin veden haihtuminen betonipinnalta on voimakkainta. Kuviossa 7 on esitetty erilaisten kosteusolosuhteiden vaikutusta veden haihtumiseen betonin pinnalta. Kuvasta voidaan havaita se, että haihtuminen on voimakkainta juuri olosuhteissa, joissa ilman lämpötila on korkea ja suhteellinen kosteuspitoisuus alhainen. (Suomen Betoniyhdistys 2002, 155–160.)



Kuvio 7. Olosuhteiden vaikutus veden haihtumiseen lattianpinnalta. Asteikot kuvassa: lämmin = +30°C/RH 40 %, hyvin kuiva = +20°C/RH 40 %, kuiva = +20°C/RH 70 %, kylmä = +5°C/RH 40 %, märkä = +20°C/RH 100 %. Tuulen nopeus vakio 2,5 m/s. (Kuva: Rudus Oy.)

Valutilan riittävän kosteuden edellytyksenä on vedon poistaminen tilasta. Hyvänä valutilan ilman suhteellisena kosteuspitoisuutena voidaan pitää yli 70 %. Tällöin veden haihtuminen betonin pinnasta on vähäisempää ja betonin plastinen kutistuminen hitaampaa. Riittävän ja tasapainoisen kosteuden saavuttaminen valutilassa on erittäin tärkeää ja näin ollen valutilan kosteutta suositellaan lisäävän muun muassa tilaan kosteutta lisäävällä vesisumutuksella. (Suomen Betoniyhdistys 2002, 155–160.)

4.5 Sirotteiden annosmäärät

Sirotteiden annosmäärät ovat olennainen osa onnistunutta sirotelattiaa. Oikeita annosmääriä käyttämällä varmistetaan alusbetonin pintaan nousevan kosteuden riittävyys sirotteelle sekä varmistetaan sirotteiden oikea menekki työmaalla.

Sirotteen annosmäärään vaikuttaa erityisesti suunnitelmissa ilmoitettu lattian rasitusluokka, haluttu värisävy sekä käytettävä sirotetyyppi ja sen tiheys. Sirottemäärät ovat aina valmistajakohtaisia, joiden suositelluista minimiarvoista ei ole syytä poiketa. Sirotteen maksimimäärään vaikuttaa käytetty alusbetoni ja työtekniikka, jonka vuoksi maksimimäärän ennakkoon arviointi on haastavaa. Maksimimäärän arviointi on tästä syystä suositeltavaa suorittaa vasta työmaalla. (Matsinen 2005, 69; Piimat.fi.)

Lattian rasitusluokka määrää sille sirotemäärän ja varsinaisen sirotteen. Rasitusluokaltaan normaaleissa lattioissa voidaan yleensä noudattaa valmistajan suosittelimia minimiannosmääriä, mutta rasitukseltaan suurissa lattioissa on keskusteltava annosmääristä sirote- ja betonitoimittajan edustajien kanssa. Keskimääräisesti mineraalipohjaisten sirotteiden menekki on 3–6 kg/m² ja metallipohjaisten 6–8 kg/m². Tyyppikohtaisiin määriin vaikuttaa ennen kaikkea sirotteen tiheys, jonka merkitys on huomattava lattian kestävyttä ajatellen. Jos vertailupohjana käytetään keskiarvomääränä olevaan 6 kg/m², tarkoittaa se mineraalipohjaisilla sirotteilla noin 4 mm:n paksuista kerrosta kun vastaavalla määrällä metallipohjaista sirotetta päästään vain noin 2 mm:n paksuiseen kerrokseen. Vaikka lattian kulutuskestävyyteen vaikuttaa paljon siinä oleva kulutuskerroksen paksuus, kompensoi kovemman runkoaineen omaava sirote kulutuskerroksen paksuutta. Siksi sirotevalmistajat ilmoittavat usein tuotteidensa yhteydessä käytettävät minimi annosmäärät, joilla päästään kyseisellä sirotteella vaadittuihin paksuuksiin. Minimiannosmäärien noudattaminen onkin onnistuneen lattian aikaansaamisessa erittäin tärkeää. (Matsinen 2005, 69; Piimat.fi.)

Lattian haluttu värisävy vaikuttaa myös annosmääriin. Koska sirotteet ovat luonnonmateriaaleista valmistettuja tuotteita, on tuotteissa itsessään pieniä sävyeroja. Sirotelattia ei ole täysin esteettinen ja näin ollen sirotelattioita ei pidä sekoittaa nykyään markkinoilla oleviin Design-lattioihin. Tasaisen värisävyn aikaansaamiseksi on värillisten sirotteiden annosmäärä oltava hieman normaalia suurempi. Isompaa sirotemäärää käyttämällä varmistutaan tasaisemman värisävyn saamisesta, minkä vuoksi useat sirotevalmistajat suosittelevat käytettäväksi värillisten tuotteiden kanssa ≥ 6 kg/m² annosmääriä. (Matsinen 2005, 70; Piimat.fi.)

4.6 Hiertäminen

”Hierto kuuluu pinnan laadun päävaikuttajiin ja on osatekijänä ulkonäköön, tasaisuuteen ja kulutuskestävyyteen” (Suomen Betoniyhdistys 2002, 111).

Niin pinnoittamattomissa kuin sirotepintaisissa lattioissa hiertäminen on merkittävä osa sirotelattian onnistumista. Hiertotyössä lattian pintaa hierretään koneellisesti useita kertoja, mikä lisää betonin pinnan tiiveyttä, kasvattaa lujuutta sekä kulutuskestävyyttä ja vähentää pinnan huokoisuutta. Käsihiertoa käytetään nykyään selvästi vähemmän, koska sillä ei saavuteta vaadittua tiiveyttä ja lujuutta. (Suomen Betoniyhdistys 2002, 112.)

4.6.1 Levy- eli tasoitushierro

Levyhierro tasoittaa alusbetonin pintaosaa, lisäten pinnan tiiveyttä ja nostaa pintaan kosteutta. Levyhierrossa varhaisesti sitoutuneen betonin pinta hierretään auki ”levyillä”, jolloin betonin pintaan nouseva kosteus varmistaa sirotteen hydratoitumisen. Ensimmäistä hiertokertaa kutsutaan ”avaushierroksi”. (Suomen Betoniyhdistys 2002, 112.)



Kuva 12. Päältäajettava levyhiertokone. (Kuva: Raul Korolainen 2013.)

Levyhierron tärkein osa on hierron aloittamisen oikea-aikaisuus. Ongelmana aloittamisen arvioinnissa on se, että ajankohta vaihtelee alusbetonin eri ominaisuuksien mukaan. Tällaisia ominaisuuksia ovat muun muassa massan lämpötila ja vesisementtisuhte. Myös ilman suhteellinen kosteus vaikuttaa hierron aloittamisen ajankohtaan. Olosuhteiden hallinnan (luku 4.4) merkitys korostuu hierron aloittamisen arvioinnissa. Lattian ensimmäinen hierro tulisi aloittaa 4–5 tunnin sisällä valusta. (Suomen Betoniyhdistys 2002, 112.)

Pääsääntönä levyhierrossa on, että lattiaa ei hierretä liian aikaisin tai liian myöhään. Liian aikainen hiertäminen saattaa aiheuttaa alusbetonin pintaosan lujuuden alenemista, epätaisuutta ja pölyämistä. Nopeasti hierretty pinta jää pehmeäksi, tehden sirotteen alle heikomman kerroksen. Pahimmillaan seurauksena voi olla voimakas lujuuden aleneminen,

jolloin sirotteen murtumisen riski pinnasta terässiivekehierron aikana suurenee. (Suomen Betoniyhdistys 2002, 112.)

Liian myöhäisen hiertämisen ongelmana voi olla betonin liiallinen sitoutuminen, jolloin hierto ei nosta riittävästi kosteutta pintaan. Ongelma korostuu ennen kaikkea kesäsäällä, jolloin olosuhteet ilmavirtausten ja lämmön takia ovat epäedulliset ja jolloin pinta kuivuu erittäin nopeasti. Liiallista betonin kuivumista on tällöin pyrittävä estämään varhaisjälkihoitolla. Menetelmiä voivat olla muun muassa vesisumutus tai erillinen varhaisjälkihoitoaine. (Suomen Betoniyhdistys 2002, 112.)

4.6.2 Siiveke- eli teräshierto

Terässiivekehierto kuuluu lattian viimeistelyvaiheeseen ja sillä saavutetaan lopullisen pinnan sileys ja tiiveys. Niin sanotussa "sliippauksessa" tai "siivityksessä" lattiapinta hierretään useita kertoja koneellisena hiertona joko työnnettävällä tai päättäajettavalla hiertokoneella.

Siivillä tehdyllä hierrolla saavutetaan pinnan lopullinen tasaisuus ja karheus. Myös siivekehierrossa hiertämisen oikea-aikaisuus on tärkeä osa onnistumista. Pinta täytyy siivittää silloin, kun se kovettuu lisää viimeisen levyhierron jälkeen ja kun levyhierron pintaan tuoma ylimääräinen kosteus on haihtunut. Suositeltavaa on tehdä hiertoja 2–3 kertaa, jotta pinta saadaan mahdollisimman tiiviiksi ja että pinnassa olevat pienet epätasaisuudet poistuisivat. Siivitysten määrä on mietittävä etukäteen huolella. Määrään vaikuttaa haluttu sileys ja tiiveys, hiertokoneen teho, käytetty kuivasirotetyyppi ja lattian käyttötarkoitus. Esimerkiksi kylmien pysäköintitilojen lattioita ei suositella sliipattavaksi, sillä sileys aiheuttaa ulkona liukkaita. Myös värillisten sirotteiden käyttö vaikuttaa sliippauksen määrään, koska liiallinen hierto voi polttaa lattiaan pysyvät jäljet. (Suomen Betoniyhdistys 2002, 112; Master-chemicals.fi.)



Kuva 13. Teräsiivekehiertoon tarkoitettu päältäajettava hiertokone. (Kuva: Raul Korolainen 2013.)

uudestaan. Tällöin hierto tehdään päinvastaiseen suuntaan kuin edellisellä kertaa, eli siivitys tehdään ristiin. Toinen siivitys parantaa hienoainesten tiivistymistä ja lisää kulutuskestävyyttä. Hiertojen välissä siivekkeiden kulmaa on lisättävä, jolloin saadaan suurennettua hiertopainetta. Tärkeää toisen siivityksen jälkeen on, että pinnassa olevat reiät, huokokset ja muut hiertojäljet poistuvat. Siivityksen jälkeen aloitetaan välittömästi pinnan jälkihoito. (Master-chemicals.fi.)

4.7 Sirotelattian jälkihoidot

Betonilattian pinnan liian nopean kuivumisen estämiseksi on se jälkihoidettava. Betonin kuivuminen aiheuttaa lattiassa kutistumista, joka voidaan jakaa varhaiseen ja myöhäiseen kutistumaan. Lattioiden jälkihoidolla tarkoitetaan siis betonin varhaisen kutistumavaiheen ehkäisemistä. Betonin myöhäisen vaiheen kutistuma ehkäistään betoniin sijoitetulla raudoituksella. (Rudus.fi.)

Lattioiden jälkihoitaminen jaetaan betonoinnin yhteydessä suoritettavaan varhaisjälkihoitoon ja viimeisen hierron jälkeiseen jälkihoitoon. Varhaisjälkihoito aloitetaan välittömästi betonoinnin jälkeen betonin oikaisuvaiheessa. Varhaisjälkihoidon merkitys korostuu erityisesti olosuhteissa, joissa kosteuden haihtuminen betonin pinnalta on erittäin suuri. Tällöin

varhaisjälkihoito on tehtävä aina betonoinnin jälkeen. Suositeltavaa on aloittaa varhaisjälkihoito, jos veden haihtuminen betonin pinnasta on suurempaa kuin $1 \text{ kg/m}^2, \text{h}$. Arviointiin voidaan käyttää veden haihtumisnopeuden arviointiin tehtyä kuvaajaa (liite 3). Tällöin oikein tehdyllä varhaisjälkihoidolla vaikutetaan alusbetonin ja sirotteen tarttuvuuteen, betonipinnan pölyävyyteen sekä pinnan tiiveyteen. (Suomen Betoniyhdistys 2002, 155.)

Varhaisjälkihoidolla on myös vaikutus betonin plastiseen kutistumaan. Suuren vedon aiheuttama kosteuden menetys betonin pinnalta aiheuttaa betonipinnan plastista kutistumista, joka voi olla jopa kymmenkertainen kuivumiskutistumaan verrattuna. Betonin plastinen kutistuminen on seurausta liiallisesta betonipinnan kuivumisesta ennen massan sitoutumista, joka tuoreella betonipinnalla saattaa aiheuttaa pinnan vetojäännitystä ja sen seurauksena halkeamia. Alusbetonin pinnan vetojäännitykset ja halkeilut aiheuttavat halkeilua myös sirotteessa. Halkeilu heikentää sirotteen runko- ja sideaineen tarttuvuutta toisiinsa. (Suomen Betoniyhdistys 2002, 155; Vahanen 2010, 28.)

Lattian varsinainen jälkihoito aloitetaan välittömästi viimeisen hierron päätyttyä. Jälkihoidon tavoitteena sirotelattioissa on estää sirotepinnan liian nopea kuivuminen ja mahdollistaa pinnoitteelle optimaaliset olosuhteet kovettumiseen. Jälkihoidolla voidaan lisäksi suojata pinta työnaikaisilta kolhuilta ja likaantumiselta. (Suomen Betoniyhdistys 2002, 155.)

Betonoinnin yhteydessä tehtävä lattian varhaisjälkihoito sekä hiertojen jälkeinen jälkihoito tehdään molemmat samanlaisilla menetelmillä. Jälkihoidot voidaan tehdä joko erillisellä jälkihoitoaineella, vesisumutuksella tai väliaikaisilla muovi- tai suodatinkalvopeitteillä. Varhaisjälkihoidossa tuoreelle betonipinnalle levitettävien kankaiden ja kalvojen käyttö on usein hankalaa, joten sumutettava jälkihoitoaine on toimivin ratkaisu. Varhaisjälkihoitovaiheessa jälkihoitoaine on usein laimennettu vedellä ja on paras ratkaisu pinnan kosteuden ylläpitoon. (Suomen Betoniyhdistys 2002, 156–158.)



Kuva 14. Varhaisjälkihoitoaineen levitystä tuoreelle betonipinnalle.

(Kuva: Suomen Betonilattaiyhdistys ry.)

Varsinainen pinnan jälkihoito mahdollistaa lattian kovettumisen optimaalisissa kosteusoloissa. Tällöin erilaisten muovi- tai suodatinkalvojen levitys on yleensä toimivin ratkaisu, sillä sumutettavien jälkihoitoaineiden haihtumisen vuoksi niiden levitystä on jatkettava useaan kertaan jälkihoidon riittävän tehon varmistamiseksi. Esimerkiksi suodatinkalvojen käyttö on havaittu hyväksi niiden päältäpäin kasteltavuuden takia, jolloin kosteus pysyy kalvon sisällä pidempään. (Suomen Betoniyhdistys 2002, 158–159.)

Jälkihoidon onnistumisen tärkeimpänä edellytyksenä oikean menetelmän lisäksi aika, joka käytetään pinnan jälkihoitoon. Sirotelattiat, jotka ovat alttiina suoralle auringonpaisteelle sekä missä ilman suhteellinen kosteus on alle 50 %, suositeltavaa on jatkaa jälkihoitoa kahden viikon ajan. Jos olosuhteet ovat paremmat ($RH > 80\%$), voidaan jälkihoitoajaksi arvioida noin viikko. (Suomen Betoniyhdistys 2002, 159.)

5 KUIVASIROTEOHJE TILAAJALLE

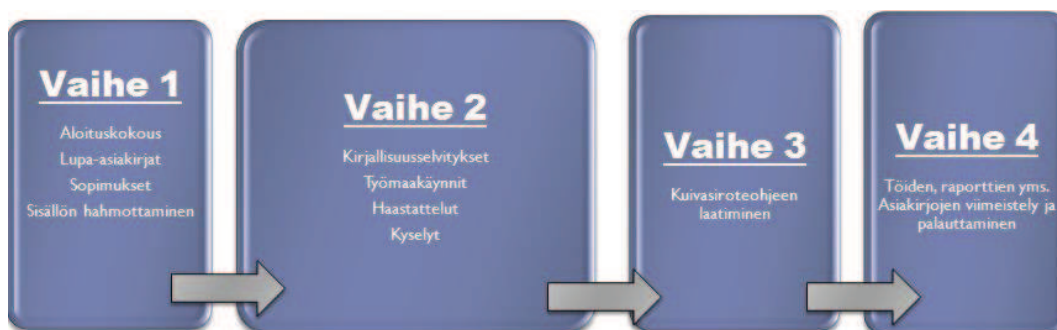
Opinnäytetyön tuotoksena laadittiin Suomen Betonilattiyhdistyksen toiveesta ohje, joka liittyi kuivasirotteiden käyttöön työmaaoiloissa. Ohjeen pääasiallisena tarkoituksena oli toimia lattiaurakoitsijoiden apuna työohjeena, mutta sitä voi hyödyntää myös suunnittelijat, rakennuttajat sekä materiaalitoimittajat.

5.1 Ohjeen laatiminen ja sisältö

Ohjeen laadinnan aloitin perehtymällä Betonilattiyhdistyksen toimitapoihin ja jäsenyrytyksiin, sekä ottamalla selvää asuinpaikkakuntani käynnissä olevista ja tulevista työmaakohteista. Lisäksi olin yhteydessä useisiin eri valmisbetoniasemiin ja tiedustelin siten tulevia sirotepinnoituskohteita Keski-Suomen alueella.

Ohjeen laadinnassa apuna oli Betonilattiyhdistyksen kokoama työryhmä, jonka opastuksella ohjeen runkoa alettiin muotoilla. Ohjausryhmän kanssa yhteistyö toteutettiin säännöllisin väliajoin sovitulla kokouksilla sekä puhelin- ja sähköpostipalaverien.

Varsinaisen työn tekemisen jaoin heti projektin alussa neljään eri osaan. Osat on esitetty kuviossa 8. Prosessin ensimmäisessä vaiheessa tavoitteena oli saada selville asiat siroteohjeeseen sekä saada eri lupa-asiat kuntoon ennen työn aloittamista. Toinen ja kolmas vaihe olivat prosessin merkittävimmät, sillä niissä kerättiin teoretieto ohjeeseen sekä rakennettiin ohjeen alustava runko. Toisen vaiheen lopuksi sovimme ohjausryhmässä ohjeen ensimmäisen version luovutuksen. Luovutus oli 20. kesäkuuta 2013. Neljäs ja viimeinen vaihe sisälsi ohjeen viimeistelyn ja palauttamisen. Neljännessä vaiheessa ohjetta hieman tiivistettiin, jolloin se saatiin helpommin luettavaan muotoon.



Kuvio 8. Kuivasiroteprojektin etenemisen vaiheistus. (Raul Korolainen 2013.)

Ohjeen muoto ja sisältö päätettiin viimeisimmässä kokouksessa tehdä myös suunnittelijoille soveltuvaksi. Näin ollen ohjeen pituus päätettiin jättää työmaaohjeversiota pidemmäksi.

Ohjeen keskeisimpinä sisältöinä ovat sirotteiden tärkeimmät ominaisuudet, tieto oikeanlaisesta alusbetonista sekä tieto onnistuneesta sirotelattiasta. Tekstejä havainnollistettiin aiheeseen sopivilla kuvilla ja kappaleiden tärkeimmät kohdat kiteytettiin yhteen täsmennyksellä iskulauseilla. Ohjeen kuvamateriaali on kerätty eri Internet-lähteistä, Betonilattiyhdistyksen jäsenyritysten materiaaleista sekä omista työmaalla ottamista kuvista.

BLY-16, ohje kuivasirotteiden käytöstä betonilattioissa, on luettavissa opinnäytetyön liitteenä 1.

5.2 Teoriatiedon etsiminen

Varsinaisen ohjeen teoriapohjan keräämisen aloitin heti projektin alussa. Teoriatietoa etsittiin muun muassa seuraavista lähteistä:

- rakennusalan kirjallisuudesta ja lehtijulkaisuista
- rakennusalan oppikirjoista
- Betonilattiyhdistyksen omista julkaisuista
- Betonilattiyhdistyksen jäsenyritysten tuotemateriaaleista ja -ohjeista
- vaurioraporteista ja -lausunnoista
- onnistuneiden ja epäonnistuneiden kohteiden työmaapäiväkirjoista ja -muistioista
- erilaisista suunnitteluasiakirjoista
- muista opinnäytetöistä
- haastattelujen ja kyselyiden yhteenvedoista.

5.3 Digium-nettikysely

Opinnäytetyön ja kuivasiroteohjeen toteutuksen kulmakivenä oli lattiaurakoitsijoille suunnattu Digium-nettikysely. Kyseinen kyselymuoto on Internetissä toteutettava, täysin anonymi kysely, johon voidaan muotoilla haluttu määrä avoimia ja monivalintakysymyksiä. Digium-kyselyä on käytetty paljon eri diplomi- ja insinööritöissä ja sen käyttö on yleistä myös julkisissa kyselyissä. Kyselyn vastauksista saadaan tehtyä jälkeenpäin yhteenveto, jossa näkyy muun muassa prosentuaaliset osuudet.

Digium-kysely toteutettiin yhteistyössä Vahanen Oy:n kanssa, jolla oli aikaisempaa kokemusta samanlaisista kyselyistä. Ehdotin projektin aloituskokouksessa kyselyn tekemisestä, minkä jälkeen se sai hyväksynnän Betonilattiyhdistyksen hallitukselta. Toimeksiantajan toivomuksesta kyselyn lähettämisessä painotettiin enemmän lattiaurakoitsijoita, jolloin hyöty työmaaohjeen kannalta saatiin mahdollisimman suureksi. Varsinaiset kysymykset

suunnittelin hyödyntämällä alustavan ohjeen sisältöä, jolloin sain mahdollisimman paljon tietoa ohjeen sisällön tueksi.

Opinnäytetyössä olleessa kyselyssä oli yhteensä 14 kysymystä, joista puolet oli avoimia ja puolet monivalintakysymyksiä. Monivalintakysymyksissä mukana olivat myös kohdat avoimille kommenteille. Kysymykset toimitettiin elokuun 2013 alussa Betonilattiyhdistyksen puheenjohtajan toimesta yhdistyksen jäsenyrityksille ja kunniajäsenille, joita yhteensä oli 60. Vastaamiseen annettiin alustavasti aikaa reilun kuukauden verran. Lähetetyistä kyselyistä 30 meni lattiaurakoitsijoille, 23 materiaalitoimittajille ja seitsemän kunnia- ja henkilöjäsenille. Toistaiseksi kyselyyn on tullut vastauksia yhteensä 13, joten vastausprosentti jäi kyselyssä hyvin pieneksi. Kyselyn yhteenveto on luettavissa opinnäytetyön liitteenä 2.

5.4 Työmaakäynnit ja haastattelut

Projektin olennaisena osana oli muutamiin työmaakohteisiin tutustuminen. Työmaakäyntien tarkoituksena oli muodostaa mielikuva sirotelattioiden valmistuksesta sekä nähdä erilaiset työvaiheet käytännössä. Työmaakohteiksi valikoitiin tämän vuoksi eri vaiheissa olevia työmaita sekä sirotteen levityksen kannalta erilaisia lattiaita.

Työmaakäynnit sovin etukäteen ottamalla yhteyttä Betonilattiyhdistyksen jäsenyrityksiin ja kysymällä heiltä lupaa päästä seuraamaan työn edistymistä. Projektin alussa arvioin työn yhteyteen liittyvän 3–6 työmaakäyntiä, joista kolme toteutui suunnitellun ajankäytön puitteissa. Työmaakäynneillä sain luvan ottaa kuvia sekä työnmenetelmistä että -laitteista opinnäytetyötä varten. Työmaakäynneistä tein jälkepäin raportit Betonilattiyhdistykselle, jotka esittelin kokousten yhteydessä. Raportteihin sisällytin muun muassa työmaalla esille tulleita pohdintoja, jotka mielestäni olivat joko työnlaatua parantavia tai heikentäviä. Pohdintoja analysoitiin kokouksissa yhdessä ohjausryhmän kesken.

Projektin alussa kyselyiden lisäksi kaavailtiin toteutettavaksi myös muutamia henkilöhaastatteluja tiedonkeruun pohjaksi. Viralliset henkilöhaastattelut päätin projektin edetessä jättää pois opinnäytetyön vaiheista ja korvata ne sähköpostitse toteutettavilla kyselyillä sekä työmaakäyntien yhteydessä tehdyillä epävirallisilla haastatteluilla. Työmaakäynneillä keskustelin paikalla olleiden lattiaurakoitsijoiden, vastaavien työnjohtajien sekä tilaajien kanssa ja tein epävirallisista haastatteluista merkinnät työmaaraportteihin. Haastatteluissa sain hyviä käytännön neuvoja liittyen muun muassa urakoitsijoiden käyttämiin sirotteen- ja betonin levitysmenetelmiin, laadunvalvontaan sekä muihin käytännön vinkkeihin. Sähköpostitse tehtävän kyselyn lähetin kahdelle alan henkilöille, joilla molemmilla on merkittävä kokemus liittyen betonilattioihin ja niiden pinnoittamiseen. Kumpikaan ei koskaan vastannut viesteihini.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää kuivasirotteiden käytön soveltuvuutta kovan rasituksen alla olevissa betonilattioissa sekä selvittää kuivasirotteiden käytön tärkeimpiä etuja ja kustannuksia. Näiden pohjalta tarkoituksena oli saada toimeksiantajalle kattava kuva kuivasirotteiden käytöstä ja muodostaa hankitusta teoriatiedosta valmistusohje työmaolosuhteisiin. Ohjeen oli ennen kaikkea tarkoitus antaa lattiaurakoitsijoille yhtenäinen ohjeistus sirotelattioiden valmistukseen sekä lisätä suunnittelijoille ja betonitoimittajille tietoa sirotteista ja niiden ominaisuuksista.

Ohjausryhmältä saatujen palautteiden ja kommentointien jälkeen tuotoksena oli 31-sivuinen kuivasiroteohje, joka tulee työn tilaajan vapaaseen käyttöön. Ohjeen alkuperäisestä tiivistetystä muodosta päätettiin luopua ja liitteenä 1 oleva kuivasiroteohje julkaistaan omana painoksenaan Betonilattiyhdistyksen kotisivuilla. Betonilattiyhdistys tekee itse olemassa olevasta ohjeesta työmaan käyttöön suunnitellut versiot. Mielestäni ohje on kokonaisuudessaan kattava paketti, jota voi hyödyntää myös suunnittelijat sekä muut asiasta kiinnostuneet. Ohje on helppolukuinen ja etenee johdonmukaisesti alkaen tärkeimmistä ominaisuuksista laadunvarmistukseen saakka. Ohjeen teon hankalimpana puolena oli onnistuneen sirotelattian kokonaisuuden hallitseminen. Tämä oli myös eräänä syynä, miksi ohjeen pituutta ei tiivistetty enempää. Näin olennaiset asiat eivät jääneet pois ohjeesta. Ohjetta tehdessä ajauduin monesti ristiriitaiseen tilanteeseen, jonka selvittämiseen ei ollut yhtä oikeaa keinoa. Ennen kaikkea ongelmia ilmeni betonin rasitusluokkien kanssa, jossa niiden vaatimukset pakottavat käyttämään sirotteille ongelmallisia korkeamman lujuusluokan betoneja. Ohjeen teon haasteena pidin myös omaa vähäistä teoriatietoutta sirotteisiin sekä kaukaista välimatkaa ohjausryhmän jäsenten ja itseni välillä. Välimatka aiheutti ongelmia muun muassa työmaakohteiden kanssa, sillä useimmat työmaat olisivat olleet pääkaupunkiseudulla.

Sirotelattioiden kilpailukykyä selvittäessä päädyin tarkastelemaan sirotteiden käytön etuja sekä niiden käyttö- ja asennuskustannuksia. Johtopäätöksenä sirotteet toimivat mielestäni parhaiten teollisuuden kohteissa, jossa niiden käyttö on Suomessa yleistä. Kuitenkin niiden käyttö on kannattavaa myös pienemmissä ja kevyemmin rasitetuissa kohteissa. Erityisesti julkisissa kohteissa, jossa päivittäinen jalankulku on vilkasta ja missä kengänpohjissa kantautuva lika lisää lattiaan kohdistuvaa kulutusrasitusta merkittävästi, sirotteiden käyttö on kannattavaa. Lisäksi sirotteiden eri värisävyillä saadaan aikaan valoisuutta ja eloisuutta tiloihin. Näin ollen värillisten sirotteiden käyttö parantaa ennen kaikkea tilojen turvallisuutta. Näiden seikkojen toivotaan lisäävän sirotteiden käyttöä myös julkisten rakennusten lattioissa.

LÄHTEET

Anttila, Vesa. 2012. Kehityspäällikkö, diplomi-insinööri, Rudus Oy. [luento]. Lattiabetonien notkeus ja lisäaineet. Betonilattiapäivät 2012. Tampere 22.3.2012.

Anttila, Vesa. 2013. Kehityspäällikkö, diplomi-insinööri, Rudus Oy. [luento]. Lattiabetonit, betonin valintakriteerit, pinnoitettavat lattiat. Betonilattiapäivät 2013. Vantaa 26.3.2013.

Asfalttiliitto.fi Asfalttialan oppimateriaali [verkkomateriaali]. [viitattu 2013-08-10] Saatavissa: http://www.infrary.fi/files/2520_ASKOpieni.pdf

BASF.fi Sementtipohjaiset lattiapinnoitusjärjestelmät [verkkoinfo]. [viitattu 2013-08-15] Saatavissa: http://www.basfcc.fi/fi/Lattiapinnoitteet/Sementtipohjaiset_lattiapinnoitteet/Documents/Sementtipohjaiset%20lattiapinnoitteet_lowres.pdf

DIN 18560, part 7.1992. Floor screeds, Heavy-duty screed.

Geologia.fi [verkkoinfo]. [viitattu 2013-10-04]. Saatavissa: <http://www.geologia.fi/index.php/2011-12-21-12-30-30/2011-12-21-12-40-07/mineraalien-ominaisuudet>

Koivisto, Maritta. 2013. [luento]. Betonilattiatyypit ja – tekniikat, Sirotepinta. Betonilattiapäivät 2013. Vantaa 26.3.2013.

Koponen, Antti. 2013. [luento]. CE-merkinnän merkitys lattiapinnoituksiin 2013. Betonilattiapäivät 2013. Vantaa 26.3.2013.

Marttila, Ulla. 2009. [luento]. Betonirakenteiden materiaaliominaisuudet. Siltaeurokoodien koulutus. 2.-3.12.2009.

Master-chemicals.fi Masterdur K105 tuoteohje. [verkkoinfo]. [viitattu 2013-09-08]. Saatavissa: <http://www.master-chemicals.fi/PDF-tiedostot/MasterdurK105FIN.PDF>

Matsinen, Martti. 2005. Kovan kulutuksen betonilattiat - Kampin bussiterminaali. Betoni-lehti nro 5. [viitattu 2013-08-09]. Saatavissa: <http://www.betoni.com/betoni-lehti/arkisto/2005-3>

MERIKALLIO Tarja, NIEMI Sami ja KOMONEN Juha. 2007. Betonilattiarakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen. 2.painos. Helsinki: Betonikeskus ry.

Piimat.fi. Teollisuuslattiat kovaan kulutukseen. [verkkoaineisto]. [viitattu 2013-08-15].

Saatavissa: <http://www.piimat.fi/> Polku: Piimat.fi. Tuotteet.

Rudus.fi. Betonin jälkihoito. [verkkoaineisto].[viitattu 2013-09-10].

Saatavissa: <http://www.rudus.fi/> Polku: Rudus.fi. aineistot. ohjeet.

Schadewitz, Aki. 2012. Teknillinen päällikkö, Contesta Oy. [luento]. Betonilattian laatuun vaikuttavat tekijät. Betonilattiapäivät 2012. Tampere 22.3.2012.

SFS-EN 13813 2002. Tasoitemassat ja lattiatasoitteet. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

Suomen Betonilattiyhdistys ry. Betonilattioiden jälkihoito. [verkkoaineisto].[viitattu 2013-08-10]. Saatavissa: <http://www.bly.fi/File/bly-3.pdf?rnd=1290757363>

Suomen Betoniyhdistys. 2002. Betonilattiat By 45. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy.

Suomen Betoniyhdistys. 2004. Betonitekniikan oppikirja By 201. 5. uudistettu painos, lisäpainos. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy.

Suomen Betoniyhdistys. 2010. Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2010 By 54/BLY 12. Helsinki: Betonova Oy.

Tamminen, Mauri 2013-04-12. Kysymyksiä sirotteiden ongelmista [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Raul Korolainen. [tulostettu 2013-04-15].

Vahanen Oy. 2010. Sirotepintalattian vaurioselvitys lausunto.

LIITTEET

Liite1. BLY16. Ohje kuivasirotteiden käytöstä betonilattioissa.

Liite2. Digium kyselyn yhteenvetoraportti

Liite3. Veden haihtumisnopeuden arvioimisen kuvaaja.

BLY-16.

Ohje kuivasirotteiden käyttämisestä betonilattioissa



BLY-16



JOHDANTO

Betonilattioiden kuivasirotteita on valmistettu jo vuosia ja niiden käyttö Suomessa aloitettiin 1950-luvulla. Lattiat, joihin kohdistuu suuria isku-, piste- ja pyöräkuormia ja joilta vaaditaan erinomaista tasaisuutta ja kulutuskestävyyttä, ovat tyypillisiä kuivasirotteiden käyttökohteita. Vaikka sirotelattioilla on edelleen vahva suosio niin lattiantekijöiden kuin suunnittelijoiden keskuudessa, on yhteisen työohjeen kokoaminen jäänyt tekemättä. Suunnittelijoilla, urakoitsijoilla ja materiaalitoimittajilla on jokaisella omat ohjeensa ja ideansa lattioiden tekemiseen, mutta niiden välillä on eroavuuksia.

Sirotelattioita käytetään yleensä kohteissa, joissa lattiapinnalta vaaditaan hyvää kulutuskestävyyttä ja lujuutta. Sirotteiden ominaisuuksien vuoksi niiden käyttö on pääsääntöisesti raskaan teollisuuden kohteissa, mutta myös kevyemmin rasitetuissa kulutuslattioissa sirotteilla saavutetaan etuja. Sirotteiden hyödyt on huomattu myös kuitubetonia käytettäessä. Sirotteiden käytöllä voidaan pienentää pintaan jäävien kuitujen määrää jolloin lopputuloksesta saadaan siistimpi.

Yleisimpiä käyttökohteita kuivasirotteille ovat muun muassa

- maanvaraiset lattiat
- terminaalien- ja logistiikka-alan lattiat
- teollisuuden laitokset
- pysäköinti- ja varastohallit
- jäähallit
- liiketilat ja museot
- paikoitusalueet ja – kannet
- lastauslaiturit
- pakastamot ja kylmähuoneet.



Mitä kuivasirotteet ovat?

Kuivasirote on erikoiskovien runkoaineiden, sementin ja eri lisäaineiden seoksista koostuva lattia-pinnan kovetin, jonka käyttötarkoituksena on betonipinnan lujittaminen. Sirotteilla saadaan jopa viisinkertainen pinnan kulutuskestävyys verrattuna puhtaaseen betonipintaan.

Kuivasirotteet ovat valmist tuotteita, jotka toimitetaan 25 kg ja 40 kg sekä suursäkkitarvarana työ-maalle. Niiden raekoko on yleensä 0–4 mm. Sirotteet eroavat toisistaan niiden runkoainesmateri-aalin perusteella. Runkoaineena toimii korundi, kvartsi, metallurginen kuona, metalli, piikarbidi tai näiden yhdistelmä. Osassa tuotteissa käytetään myös diabaasia, jolla lisätään sirotteen sitkeyttä lattiassa.

Tällä hetkellä markkinoilla on kolmea erilaista kuivasirotetyyppiä, joiden erona on runkoaineen eri ominaisuus. Sirotteet voidaan karkeasti jakaa perussirotteisiin, kovan rasituskestävyyden sirottei-siin ja erittäin kovan rasituskestävyyden sirotteisiin. DIN-standardi 18560 jakaa sirotteet kolmeen ryhmään

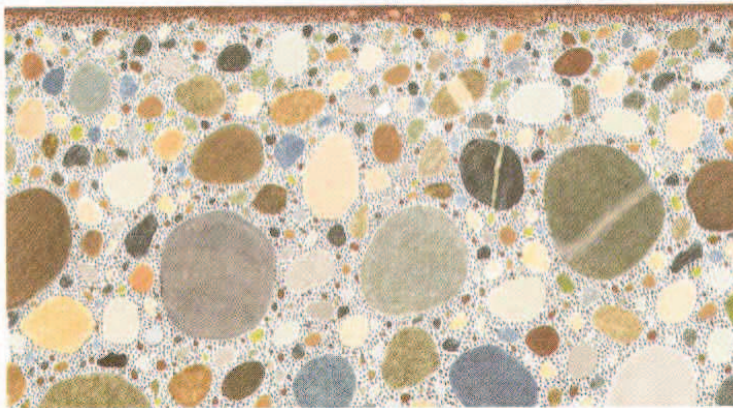
- luonnonkiviaines (kvartsi), kuona tai näiden sekoitus (A)
- metalliset runkoainekset (M)
- alumiinioksidit, piikarbidit (KS).

Sirotteissa käytettävä sementti on korkean lujuusluokan sementti. Sementeistä perinteinen Port-land-sementti on hyvin yleisesti käytetty. Se koostuu 95 % Portland-klinkkeristä ja 5 % muista si-vuosa-aineista. Värillisissä sirotteissa käytetään Portland-sementin sijaan valkosementtiä. Se on Portland-sementtiä puhtaampaa ja sillä saadaan aikaan tasasävyisempi väritulos. Värisävyt sirot-teissa saadaan aikaan käyttämällä muun muassa erilaisia epäorgaanisia väripigmenttejä.

Kuivasirotteet noudattavat Suomessa olemassa olevaa tuotestandardia SFS-EN 13813 sekä Euroo-passa standardeja DIN 18560 ja 18557. Eurooppalaisen rakennustuoteasetuksen (astui kokonai-suudessa voimaan 1.7.2013) mukaan on myös kuivasirotteiden oltava CE-merkittyjä koko Euroo-pan unionin alueella ja niillä tulee olla vastaavuussertifikaatti merkintä.

Miten sirotteet toimivat betonilattioissa?

Kuivasirotteen toiminta betonilattiassa perustuu sirotteen yhden pääaineen, sementin reaktioon veden kanssa. Sementti on erittäin hydrostaattinen aine, joka reagoi veden kanssa muodostaen lämpöä sekä di- (C_2S) ja trisilikaattiyhdisteitä (C_3S). Sementin ja veden reaktio sirotteissa on samanlainen kuin betonissa. Sirotteessa oleva sementti reagoi betonin pinnassa olevan kosteuden kanssa, jolloin sementissä olevat klinkkerimineraalien aluminaattiyhdisteet aktivoituvat. Kuivasirote imee betonin pintaan muodostuneen kosteuden itseensä, jolloin sirote yhdessä oikean pinnan työstön kanssa muodostaa kovan, veteen liukenemattoman, monoliittisen rakenteen alusbetonin kanssa. Alusbetonin ja pintasirotteen rajapinnasta, niin sanotusta transiiovyöhykkeestä, tulee näin ollen yhtenäinen, joka hyvin tehdyssä sirotelattiassa on hankalaa erottaa edes ohuthietutkimuksella.



Kuva 1. Havainnekuva alusbetonista ja kuivasirotekerroksesta. (Kuva: Maritta Koivisto.)



Sirotteiden käytön etuja

Sirotteiden käytön kokemukset ovat positiivisia ja varsinkin raskaan teollisuuden kohteissa niiden käyttö on vahvassa suosiossa. Sirotteiden käytön etuja ovat

- suuri lattian pintalujuus (jopa > 60 MPa)
- erittäin kova ja tiivis, iskunkestävä pinta
- edulliset asennus- ja ylläpitokustannukset
- helppo valmistainen ja edullinen ratkaisu verrattuna moniin muihin betonin pinnan lujuuttamismuutoksiin
- pinta pölyämätön ja helppohoitoinen
- turvallinen, ei liukas
- häikäisemätön
- helppo pitää puhtaana
- kohtalainen suoja betonilattialle kemikaaleja vastaan
- erinomainen öljyn, polttoaineiden ja rasvojen kestävyys
- ei ime nestettä itseensä
- mahdollisuus käyttää niin sisä- kuin ulkotiloissa
- miellyttävä ulkonäkö
- laaja värivalikoima
- ekologinen.



ALUSBETONILLE KOHDISTUVAT VAATIMUKSET

Jotta sirotelattiat täyttävät niille asetut vaatimukset, on niin sirotteiden kuin alla olevan betonin oltava ensiluokkaista. Nykyään sirotteiden alla käytetään välillä erikoisbetoneja, vaikka peruslattiabetoneilla päästäisiin parhaimpaan lopputulokseen. Erikoisbetoneja käytetään kloridi- ja karbonatisoitumisrasitusten vuoksi betonilattioiden normivaatimusten mukaisesti. Lattian alusbetoni valitaan siten kohdistuvien ympäristörasitusten mukaan, ei siihen tulevan sirotteen perusteella. Tämä voi johtaa sopimattomaan yhdistelmään sirotteen kanssa, jolloin sirotteiden käyttöä on syytä harkita kyseisissä kohteissa tarkoin. Jos alusbetonin ominaisuudet eivät ole sirotteille oikeanlaiset, pienenee onnistuneen sirotelattian aikaansaaminen huomattavasti.

Betonin perusominaisuudet

Hyvän lattiabetonin perusominaisuuksia ovat oikea runkoaineen raekoko, kohtuullisen pastamäärän käyttö ja massan notkeuden hallitseminen. Lattiabetonien runkoaineena käytettävän kiviaineksen tärkeimpiä ominaisuuksia ovat rakeisuus ja raemuoto, suurin raekoko ja kiviaineksen kulutuskestävyys. Rakeisuus ja raemuoto vaikuttavat massan työstettävyyteen ja tiiveyteen, mutta niillä on suuri merkitys myös lattiabetonin kulutuskestävyyteen. Hyvä maksimiraekoko lattiabetoneilla on ≥ 12 mm. Kalliosta tai sorakivestä murskatut ja seulotut kiviaineet, joiden raekoko on välillä 16–32 mm, soveltuvat parhaiten myös sirotteiden alla käytettävään alusbetoniin. Eritäin hienon kiviaineksen, fillerin ($\leq 0,125$ mm), määrä on suositeltavaa pitää alhaisena.

Hyvän lattiabetonin ominaisuuksiin kuuluu oikea runkoaineen raekoko, kohtuullinen pastamäärän käyttö sekä massan kohtuullinen notkeus.

Suosittelava lattiabetonin maksimi raekoko 16–32mm.

Vesisementtisuhde

Kuivasirotteet tarvitsevat toimiakseen vettä alusbetonista. Esimerkiksi jos käytettävä sirotemäärä on 6 kg/m^2 , on sirotteen sisältävän sementin reaktioon tarvittavan veden määrä arvioitu olevan noin 1 l/m^2 . Tämän vuoksi olisi suositeltavaa käyttää sirotteiden kanssa hieman korkeampaa vesisementtisuhdetta sisältävää betonia. Tämä on hankalaa, sillä veden lisäämisessä on aina ongelmia ja rakenteiden rasitusluokkamääritysten on täytävä. Veden lisäyksen seurauksena betonin sitoutuminen hidastuu, lujuus heikkenee ja runkoaineen erottumisherkkyys voi lisääntyä eri työvaiheissa. Veden lisääminen lisää myös betonin kuivumiskutistumaa. Kohtuutonta veden lisäämistä betoniin tulee siksi välttää.

6 kg/m² sirotetta tarvitsee reaktioon 1 l/m² vettä!

Suosittelava v/s-suhde sirotteiden kanssa on >0,55.

Työstettävyys ja notkeus

Yksi hyvän lattiabetonin tärkeimmistä ominaisuuksista on sen helppo työstettävyys. Betonin notkeudella vaikutetaan sen työstettävyyteen. Notkeuteen vaikuttavat betonissa käytetty runkoaineen raekoko, vesisementtisuhde ja lisäaineena käytetyt notkistimet. Notkeuden valintaan vaikuttavat betonimassan levitystapa sekä betonin tiivistysteho- ja menetelmä.

Suosittelava notkeus tiivistystavasta riippuen on S2 tai S3.

Lattiabetonin oikea notkeus saavutetaan, kun alusbetoni sitoutuu halutulla nopeudella, betoni on teknisesti toimivaa ja lattian hierto voidaan suorittaa sille optimaaliseen aikaan. Jos lattian työstö tapahtuu käsin, vaikuttaa betonin notkeus työn tehokkuuteen ja sujuvaan edistymiseen. Kohteissa, joissa lattiatyö tapahtuu koneellisesti tai joissa betonimassa voidaan pumppuvalun sijasta levittää suoraan betoniauton valukourusta, voi betoni olla jäykempää. On kuitenkin muistettava, että oikean lattiabetonin notkeuden löytäminen on kompromissi, joka täytyy aina tarkastella tapauskohtaisesti.

Hyvän lattiabetonin notkeus on kohtuullinen. Kohtuullista notkeutta vastaa luokka S3. Jos levitys ja tiivistys suoritetaan tärypalkilla tai muulla voimakkaalla täryttimellä, voi massan notkeus olla S2.

S2 notkeusluokka on nykyään käytännössä poistunut käytöstä, joten betonitoimittajien suositus notkeudesta on S3. Yleensä liian notkea betoni (S4 tai S5) aiheuttaa runkoaineen erottumisherkkyttä erittäin voimakkaan tärytyksen kanssa. Betonimassan runkoaineen erottuminen aiheuttaa pintaan heikomman kerroksen, jolloin laatasta tulee epähomogeeninen ja sirotteen irtoamisen riski kasvaa.

Suoruus

Betonilattioiden suoruudet jaetaan neljään eri luokkaan: A₀, A, B ja C. Lattian suoruusvaatimus määräytyy kohteen käyttötarkoituksen mukaan. Suoruus tarkoittaa valmiin betonipinnan suoruutta, johon vaikuttavat kohteen asettamat vaatimukset ja/tai päällystettävissä lattioissa pinnoitteen tai päällysteen asettamat vaatimukset. Sirotelattioissa suoruusluokat vastaavat suoraan kyseessä olevia pinnan vaatimuksia.

Luokassa A poikkeama vaakasuorasta tai nimelliskaltevuudesta saa olla 7 mm, kun mittausluokkana on enintään 2 m matka. Vastaava määräys luokassa A₀ on 4 mm. Suoruus mitataan yleensä 2 m välein, ellei kohteessa ole tiukempia mittausmäärittämiä.

**Suosittelava suoruusvaatimus
sirotelattioille on luokka A.**

Suoruusluokan A₀ saavuttaminen sirotteella on usein hankalaa. A₀ suoruus suositellaan tehtäväksi ohuilla, 10–20 mm, pintauserroksilla joko tuoretta-tuoreelle -menetelmällä tai tartuntalaastin avulla kovettuneelle betonille tehtynä. Suositeltavaa on, että sirotelattioiden suoruusvaatimukseksi valitaan korkeintaan luokka A tai lattia tehdään kaksikerrosvaluna.

Ilmamäärä

Betonirakenteiden pakkaskestävyyden edellytyksenä on niiden huokostaminen ja ilmamäärän lisääminen. On hyvä muistaa, että betonissa on aina ilmaa (noin 1–2 %) ja pakkaskestävyyttä parannettaessa betonin ilmamäärää nostetaan 5–8 % välille, mikä tehdään betoniin ilmaa lisäävillä lisäaineilla. Huokostavat lisäaineet lisäävät betoniin pieniä, alle 25 mm²/mm³, ilmakuplia. Näiden niin sanottujen suojahuokosten tehtävänä on ottaa vastaan veden paine, joka syntyy betonin jäätyessä. Tällöin betonirakenne ei pääse rikkoutumaan. Suojahuokokset parantavat massan muokattavuutta, notkeutta ja vähentävät osa-aineiden erottumista.

Ilmamäärän liiallista lisäämistä ei suositella sirotteiden käytön yhteydessä. Betonin liiallinen ilmamäärä saattaa aiheuttaa ongelman sirotteen tarttuvuuteen sen alusbetoniin, koska suuri huokosmäärä voi nostattaa kuplia betonin pintaan. Tällöin alusbetonin ja sirotteen väliin muodostuu tyhjä tila. Betonin liiallista huokostamista on muutenkin vältettävä, sillä karkeasti on arvioitu yhden prosentin ilmamäärän lisäyksen aiheuttavan noin viiden prosentin puristuslujuuden alenemista betonissa.

***Sirotevalmistajien yleinen ohje sirote-
lattiabetonien maksimi-ilmamääräksi
on 3–5 %.***

Sirotevalmistajien yleinen ohje sirotelattiabetonien maksimi-ilmamäärästä on noin 3–5 %. Eri sirotevalmistajat antavat hieman toisistaan poikkeavia ohjeita liittyen betonin ilmamääriin. Jouduttaessa käyttämään normaalia korkeampia ilmamääriä, tulee ottaa yhteyttä sirotetoimittajan edustajaan ja tiedustella kyseisen betonin soveltuvuutta sirotteen käytön kanssa.

Alusbetonin ilmamäärä suositellaan tarkastettava työmaalla. Näin varmistutaan massan ilmamäärästä. Ilmamäärän tarkistus on suoritettava vähintään ensimmäisestä työmaalle saapuvasta massaerästä.

***Ilmamäärän mittaaminen työmaalla
on suositeltavaa.***

Lujuus ja sitoutuminen

Sirotelattiabetonin suositeltava lujuusluokka on C25/30. Tämä siksi, että korkeampien lujuusluokkien (40–60) kanssa on havaittu ongelmia sirotteen kiinnittävyyden kanssa. Korkeita betoniluokkia joudutaan käyttämään erityisesti kylmien pysäköintitilojen kohdalla, joissa säilyvyysuunnittelu edellyttää lattiabeteoneilta alhaista vesisementtisuhdetta. Yhdessä ”varman päälle” tehdyn betonin kanssa päädytään usein sirotteelle sopimattomaan alusbetoniin.

***Suosittelava alusbetonin lujuus-
luokka on C25/30!***

Korkeampien betonin lujuusluokkien ja sirotteiden yhteiskäytön ongelmana on betonin vähäinen vesimäärä ja sen seurauksena liian nopea sitoutuminen. Betonin nopean sitoutumisen seurauksena, varsinkin kesäaikana, pintaa ei ehditä hiertää auki riittävän ajoissa, jolloin sirote joudutaan levittämään hieman kuivuneelle pinnalle. Vähäisen vesimäärän vuoksi betonista ei vapaudu pin-

taan riittävästi sirotteen tarvitsemaa kosteutta, jolloin osa sirotteesta jää ilman tartuntareaktioon vaadittavaa kosteutta.

Betonin lisäaineiden käyttö

Betonin lisäaineilla pyritään enimmäkseen parantamaan betonin teknisiä ominaisuuksia. Lisäaineiden vaikutus on yleensä kemiallinen tai fysikaalinen. Niiden toiminta riippuu betonin sementtilaadusta ja -määrästä, muista käytettävistä lisäaineista sekä käytettävästä runkoaineesta. Yleisemmin käytetyt lisäaineet ovat notkistimia ja huokostimia. Notkistimilla parannetaan betonin työstettävyyttä ja koossapysyvyyttä. Huokostimilla parannetaan puolestaan betonin pakkasenkestoa. Muita lisäaineita ovat erilaiset kiihdyttimet, hidastimet sekä injektointiaineet.

Kuivasirotteiden kanssa ei suositella käytettäväksi runsaasti huokostettua alusbetonia. Huokostettujen betonien ilmamäärä (5–8 %) voi aiheuttaa ongelmia tarttuvuudessa sirotteiden ja betonin välillä. Vähäisempi huokostaminen (ilmamäärä alusbetonissa 2–5 %) ei ole todettu aiheuttavan ongelmaa tarttuvuudessa. Vähäisenä huokostamisena voidaan siis pitää ilman lisäämistä 1–2 % normaalin ilmamäärän lisäksi.

Notkistavat lisäaineet toimivat sementin ja veden välillä tehden betonista paremmin työstettävää. Notkistimien käyttö mahdollistaa pienemmän vesi- ja sementtimäärien käytön. Notkistimilla voidaan saada aikaan 5–15 % ja tehonotkistimilla jopa 30 % vedenvähennys ilman betonin työstettävyyden huonontumista.

Voimakkaasti notkistettuja ja huokostettuja lattiabetoneja ei suositella sirotelattioihin!

Liiallisen notkistimen käyttö ei ole suositeltavaa, koska sen käyttö vähentää veden nousua pintaan, vaikka notkeus ja työstettävyyks olisivat hyviä. Tällöin ongelmat ilmenevät vasta betonin sitoutumisen alkaessa, jolloin alusbetonissa oleva kosteus ei riitä kostuttamaan suunniteltua sirottemäärää. Liiallinen notkistimen käyttö ylisuudessa betoniluokassa voi lisätä betonin runkoaineen erottumisriskiä. Tällöin ongelmaksi voi tulla heikomman kerroksen muodostuminen sirotteen alle, jonka seurauksena sirotteen irtoamisen riski kasvaa. Lisäksi liiallisen notkistimen käyttö voi nostaa notkistavaa ainetta betonin pintaan. Jotkut notkistimet myös hidastavat betonin sitoutumista erityisesti viileissä tai kylmissä tiloissa. Tämä voi aiheuttaa ongelmia, kun sirotepinta sitoutuu nopeasti, mutta alla oleva betoni ei vielä kestä hiertokoneiden tuomaa painoa.

ONNISTUNUT SIROTELATTIA

Sirotteen levittämisaikakohta

Kuivasirotteen levittämisen ajankohta on riippuvainen ympäröivistä olosuhdetekijöistä. Ajankohdan valinta kannattaa ottaa huomioon jo suunnitteluvaiheessa. Lattiaurakoitsijan, betonin- ja sirotetoimittajan sekä rakennusurakoitsijan välinen kokoontuminen ennen työn aloittamista on suositeltavaa. Aloituskokouksessa voidaan sopia ennakkoon työn saumattomasta suorittamisesta sekä aikatauluihin liittyvistä yksityiskohdista. Lisäksi betonitoimittajat ja sirotevalmistajat voivat ohjeistaa toisiaan omien tuotteidensa käytössä ja hallinnassa.

Sirotteen levittäminen kannattaa ajoittaa ajankohtaan, jolloin ympäröivät olosuhteet saadaan mahdollisimman optimaalisiksi. Esimerkiksi talven ja kesän lämpötilaerot ovat hyvin suuria, mitkä on otettava huomioon työskentelytavoissa. Suhteelliseen kosteuteen ja ilmavirtausten hallintaan on myös kiinnitettävä huomiota. Sirotelattian teko ulko-oloissa vaatii levittämiseen erikoistoimenpiteitä, esimerkiksi suojakatoksia.

Olosuhteiden hallinta

Onnistuneen sirotelattian teko noudattelee paljon hyvän betonoinnin olosuhdetekijöitä. Näitä ovat

- valuolojen oikean lämpötilan aikaansaaminen (lämpötila lattiapinnassa ja alustassa)
- voimakkaiden ilmavirtausten (tuulen/vedon) hallitseminen ja poistaminen
- suoran auringonpaisteen poistaminen
- ympäröivien kosteusolojen hallitseminen.

Betonointitilan lämpötila valuoloissa täytyy olla vähintään +10 °C ja mahdollisimman tasalämpöinen koko työsuorituksen ajan. Jos lämpötilan vaihtelu työsuorituksen aikana vaihtelee suuresti, ongelmia tulee betonin sitoutumisen hidastumisen ja sirotteen levityksen kanssa.

Valutilan lämpötilaa on tarkkailtava. Lämpötila on mitattava läheltä lattiarajaa, jotta saadaan selville valualustan olosuhteet mahdollisimman tarkasti. Valuolot on suositeltavaa tarkastaa ennakkoon ja mittauksia on tehtävä läpi valutyön tasaisin väliajoin. Ennakkoon tarkastaminen onnistuu esimerkiksi kohdekäynnillä ennen valutöiden aloitusta tai viemällä kohteeseen kosteutta ja lämpö-

tilaa mittaava piirturi. Näin voidaan arvioida tarkasti valupaikan olosuhteet ja reagoida muutoksiin mahdollisimman nopeasti. Vaativissa ja suurissa kohteissa lämpötilaa kannattaa tarkkailla myös valun jälkeen joitakin päiviä.

Lämpötilan tarkkailussa on kiinnitettävä huomiota valutilan ja valettavan pinnan lämpötilaan. Tarkkailussa on huolehdittava ennen kaikkea koko valualueen tasalämpöisyydestä. Huomiota on kiinnitettävä ennen kaikkea reuna-alueisiin ja oviaukkoihin, sillä niissä vaarana voi olla hyvinkin erilaiset lämpötilat verrattuna keskiosiin. Lämpötilaerot on pyrittävä tasaamaan. Tilaa voidaan lämmittää ennen valua hallilämmittimillä, mutta lämmitys on lopettava valutöiden ajaksi. Suositeltavaa on keskeyttää valutilan lämmittäminen viimeistään kahta päivää ennen valun alkua. Ongelmana liiallisessa tilan lämmityksessä on laatan pinnan nopeampi sitoutuminen pohjaosaan verrattuna sekä pinnan kosteuden nopeampi haihtuminen lämmittimien aiheuttamien ilmavirtausten takia.

Huomiota on kiinnitettävä myös valettavan alustan lämpötilaan. Kylmissä olosuhteissa betonilaatan pohjaosan sitoutuminen hidastuu, koska työmaalle tuodun betonin lämpö siirtyy valettaessa maaperään. Betonista maaperään siirtyvä lämpö aiheuttaa valettavan laatan alaosan hitaamman sitoutumisen, jolloin pinnan hiertäminen on aloitettava liian aikaisin. Jos valualustan lämpötila on liian alhainen, voidaan sitä lämmittää oikean lämpötilan saavuttamiseksi. Suurissa kohteissa lämmittäminen voidaan toteuttaa esimerkiksi ”grilleillä”, joita käytetään myös asfaltin lämmittämiseksi.

Epäedulliset ilmavirtaukset olisi pystyttävä estämään aina lattian jälkihoitovaiheeseen saakka. Tällöin vältetään alusbetonin varhaisalkeilulta ja valupinnan liialliselta kosteuden haihtumiselta. Suurin merkitys ilmavirtausten hallinnalla on betonipinnan liian nopean kuivumisen estämisessä. Veden haihtumisen merkitys korostuu erityisesti silloin, kun valutilan ilman virtausnopeus on suuri, suhteellinen kosteuspitoisuus on alhainen ja ilman tai betonipinnan lämpötila on korkea. Tällöin veden haihtuminen betonipinnalta on voimakkainta. Betonipinnan liiallista kuivumista on estetävä, jotta välttyttäisiin ylimääräiseltä veden sumuttamiselta.

Suosittelava alustan lämpötila on $>10^{\circ}\text{C}$.

Valutilan lämmitys on lopetettava 1–2 vrk ennen valua.

Lämpötilan mittauksia on suoritettava ennen ja jälkeen valutyön.

Suosittelava valutilan RH $\geq 70\%$.

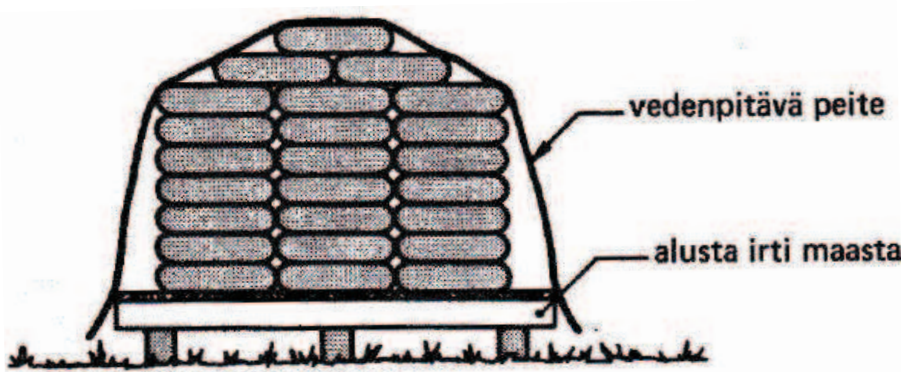
Vedon poistamiseksi on valualue suojattava siten, ettei sinne pääse muodostumaan suoria ilmavirtauksia tai pyörteitä. Mahdollisuuksien rajoissa on esimerkiksi suuret halliovet ja muut aukot pidettävä kiinni ja lämmittimet sammutettava. Konkreettisin ratkaisu vedon poistamiseksi, on valualueen kattaminen suojateltalla.

Valutilan kosteusoloihin on myös kiinnitettävä huomiota. Kosteus kulkeutuu valutilaan joko ilmavirtauksena ulkoilmasta ja/tai diffuusisena kosteusvirtana maaperästä. Ulkoilmasta tuleva kosteus haihtuu nopeasti, sillä ilmavirtaukset säätelevät pitkälti valutilan kosteuspitoisuutta. Riittävän kosteuden edellytyksenä on vedon poistaminen valutilasta. Hyvänä valutilan kosteuspitoisuutena voidaan pitää yli 70 % suhteellista ilmankosteutta. Tällöin veden haihtuminen betonin pinnalta on vähäisempää ja betonin plastinen kutistuminen hitaampaa. Valutilan kosteutta voidaan lisätä vesisumutuksella. Riittävien kosteusolojen saavuttaminen isoissa tiloissa on hankalaa ja paikoitellen kallis ratkaisu.

Sirotteiden säilyttäminen työmaalla

Sirotteet ovat sementtipohjaisia tuotteita ja siksi hyvin hydroskooppisia aineita. Näin ollen tuotteet imevät kosteutta ilmasta ja maaperästä, jolloin niiden varastointiin on kiinnitettävä erityistä huomiota. Erityisesti sirottesäkkien työmaavarastointi on suunniteltava huolella, jotta vältytään sirotteen paakkuuntumiselta. Suunnittelussa on otettava huomioon sirotteen oikea menekki, jotta ylimääräisiä sirottesäkkejä ei varastoida työmaalla liian pitkiä aikoja. Jos lattiavalu suoritetaan useassa eri osassa ja jos työvaiheiden aikana on pitkä odotusväli, on sirotteet tuotava työmaalle useassa erässä. Normaalioloissakin pitkä varastointi voi aiheuttaa sirotteen paakkuuntumista, lujuuskatoa jopa 10 % sekä sitoutumishäiriöitä. Sirotteiden varastoinnissa ja säilyvyyksissä on tuotekoh- taisia eroja, minkä vuoksi on syytä lukea huolella valmistajien ohjeet ennen tuotteiden hankintaa.

Hyvä säilytystila sirotteille on kuiva ja tuuleton tila, jossa sirotteet ovat suojassa haitallisilta olo- suhdetekijöiltä ja muulta vaurioitumiselta. Kuivassa tilassa sirottesäkit voidaan sijoittaa pressun päälle suoraan lattialle. Tiloissa, joissa sirottesäkit ovat alttiina kosteudelle ja ilmavirtauksille, on sirotteet sijoitettava kuormalavan päälle kohtaan, jossa ne ovat vedolta ja rikkoontumiselta mah- dollisimman hyvin suojassa. Jos sirotteita joudutaan varastoimaan ulkoilmassa, suositeltavaa on laittaa kuormalavan alle ylimääräiset puupalat. Näin alusta saadaan kokonaan irti maasta (kuva 2). Säkkien päälle on laitettava vedenpitävä pressu, joka naulataan tiukasti kuormalavaan. Sirotteiden ulkosäilytyksessä on aina riski sirotteen pilaantumiseen, minkä vuoksi se on suositeltavaa ainoas- taan lyhytaikaisesti.



Kuva 2. Sirotteiden lyhytaikainen työmaavarastointi. (Kuva: Suomen Betoniyhdistys 2004.)

Betonointi, tiivistys ja oikaisu

Useimmiten sirotelattioiden betonointi tehdään kuitubetonilla. Sillä korvataan perinteinen verkkoraudoitus, jolloin pinnan tasaaminen ja tiivistäminen voidaan tehdä laserohjatuilla valukoneilla. Valukoneiden käytön etuina ovat suuremmat päivittäiset työsaavutukset ja tehokkaan palkkitärytyksen mahdollistama jäykemmän massan käyttö. Valukoneiden päivittäiset työsaavutukset ovat noin 1000–2000 m² ja niillä saadaan aikaan erittäin tasainen ja tiivis betonipinta. Vaihtoehtoisesti betonointi voidaan tehdä menetelmällä, jossa betonin tiivistäminen ja linjaaminen tehdään käsikäyttöisillä laitteilla. Tällöin saadaan päivässä aikaan noin 500 m² valmista lattiapintaa.

Betonointimenetelmän valinta riippuu ennen kaikkea valukohteen suuruudesta sekä lattiaurakoitsijan työskentelytavoista. Valussa neliömäärät eivät ole ratkaisevia. Sitä vastoin betoniaseman toimituskapasiteetti, valuryhmän vastaanottokapasiteetti ja siitä muodostuva aika ovat olennaisia onnistuneen ja saumattoman betonoinnin vaiheissa. Betonointinopeus on tiedotettava kaikille osapuolille jo aloituskokouksen yhteydessä, jolloin riittävän ajoissa voidaan arvioida valutyöhön kuluva aika, suunnitella valuruutujen koot sekä varmistua betonin saumattomasta saapumisesta työmaalle.

Tavoiteltavan betonointinopeuden tiedostaminen aloituskokouksen yhteydessä varmistaa betonin saumattoman tulon työmaalle!

Erityisesti valutyöhön ja betonilaa- tuun liittyvissä kysymyksissä olisi suositeltavaa kysyä suosituksia betonintoimittajalta!

Varhaisjälkihoito

Välittömästi betonoinnin jälkeen lattia voidaan varhaisjälkihoitaa. Varhaisjälkihoidon tarpeellisuus on arvioitava aina tapauskohtaisesti. Varhaisjälkihoidon tarpeen määrittävät vallitsevat olosuhteet.

Alusbetonin tasauksen jälkeen voidaan betonin pinnalle ruiskuttaa varhaisjälkihoitoaine, joka estää pinnan liiallista kuivumista avaus-
hiertoon asti. Vaativissa olosuhteissa varhaisjälkihoito on tehtävä aina betonoinnin jälkeen. Suositeltavaa on aloittaa varhaisjälkihoito, jos veden haihtuminen betonin pinnasta on suurempaa kuin $1 \text{ kg/m}^2, \text{h}$. Tällöin toimenpiteet aloitetaan jo betonipintaa oikaistessa.

Varhaisjälkihoidon tarkoituksena on vähentää plastisen kutistuman liiallista muodostumista, pienentää verkkomaista halkeilua betonipinnassa ja parantaa kuivasirotteen tarttuvuutta alustaan. Varhaisjälkihoidon merkitys korostuu erityisesti oloissa, missä ilman virtausnopeus on suuri, ilman suhteellinen kosteuspi-toisuus on alhainen ($\text{RH} \leq 70 \%$) ja jos ilman tai betonipinnan lämpötila on suuri.

Varhaisjälkihoitotapoja on useita. Keinot ovat samoja kuin varsinaisessa työn jälkeisessä jälkihoi-dossa. Näitä ovat muun muassa

- sirotevalmistajien suosittelemat jälkihoitoaineet
- puhtaan veden- tai vesiohenteisen jälkihoitoaineen sumuttaminen
- muovikalvon tai suodatinkankaan väliaikainen levitys.



Kuva 3. Varhaisjälkihoitoaineen levitystä suihkuttamalla. (Kuva: Suomen Betonilattiayhdistys ry.)

Varhaisjälkihoitomenetelmän sopivuudesta sirotteelle on varmistettava valmistajakohtaisesti!

Varhaisjälkihoito on suositeltavaa aloittaa, jos veden haihtuminen on $>1 \text{ kg/m}^2, \text{h}$.

Annosmäärät

Sirotteen annosmäärään vaikuttaa erityisesti suunnitelmassa ilmoitettu lattian kulutuskestävyyksivaatimus, haluttu värisävy sekä käytettävä sirotetyyppi. Pinnan tiiveyteen ei sirotemäärillä ole suoranaista vaikutusta, vaan riittävä tiiveys saadaan aikaan hiertokertoja lisäämällä. Sirottemäärät ovat aina valmistajakohtaisia, eikä minimimääräsuosituksista saa poiketa. Valmistajien ohjeita on noudatettava ja ongelmatilanteissa on suositeltavaa ottaa yhteyttä sirotetoimitajan edustajaan.

***6 kg/m² ≈ 4 mm:n kerros.
(mineraalipohjaiset sirotteet)***

***6 kg/m² ≈ 2 mm:n kerros.
(metallipohjaiset sirotteet)***

Lattian käyttötarkoitus määrää sille kulutuskestävyyksivaatimuksen ja myös käytettävän sirottemäärän. Sirotepinnan kulutuskestävyyden määräävät siinä oleva runkoaines sekä sirotemäärä – mitä enemmän sirotetta käytetään, sitä paksumpi on tuleva kulutuskerros. Isommalla sirottemäärällä saadaan aikaan siis paksumpi kulutuskerros ja värillisiä sirotteita käytettäessä tasaisempi väri, minkä vuoksi useat sirotevalmistajat suosittelevat käytettäväksi värillisten tuotteiden kanssa ≥ 6 kg/m² annosmäärää.

***Sirotevalmistajan ohjeellisista minimi
annosmääristä Ei saa poiketa!***

Metallisia runkoaineita sisältävät sirotteet ovat mineraalipohjaisia sirotteita tiheämpiä ja näin ollen painavampia. Jotta saavutetaan riittävä sirotepaksuus, tulee metallipohjaisia sirotteita käyttää hieman enemmän kuin muita kovia runkoaineita sisältäviä sirotteita. Esimerkiksi jos vertailupohjana käytetään keskiarvomääränä olevaa 6 kg/m², tarkoittaa se mineraalipohjaisilla sirotteilla noin 4 mm:n paksuista kerrosta. Vastaavalla määrällä metallipohjaista sirotetta päästään alle 2 mm:n paksuiseen kerrokseen. Toisaalta metallisten runkoainesten parempi kulutuskestävyys pienentää lisäannostuksen tarvetta, joten annosmäärissä on noudatettava valmistajien ohjeita virheiden välttämiseksi.

Levy- eli tasoitushierto

Levyhierrossa varhaisesti sitoutuneen betonin pinta hierretään auki ”levyillä”, jolloin betonin pintaan nouseva kosteus varmistaa sirotteen tarttuvuuden. Levyhierrossa tärkeintä on hierron aloittamisen oikea-aikaisuus. Ongelmana on, että ajankohta vaihtelee betonin eri ominaisuuksien mukaan. Tällaisia ominaisuuksia ovat muun muassa massan lämpötila ja vesisementtisuhte. Myös ilman suhteellinen kosteus vaikuttaa aloituksen ajankohtaan.



Kuva 4. Betonipinnan levyhierto ja varhaisjälkihoitoaineen levitys samanaikaisesti. (Kuva: Rudus Oy.)

Pääsääntönä hiertämisessä on, että lattiaa ei saa hiertää liian aikaisin tai liian myöhään. Liian aikainen hiertäminen saattaa aiheuttaa pintaosan lujuuden alenemista, epätasaisuutta ja pölyämistä. Nopeasti hierretty pinta jää pehmeäksi, tehden sirotteen alle heikomman kerroksen. Pahimmillaan seurauksena voi olla voimakas lujuuden aleneminen, jolloin sirote murtuu pinnasta terässiivekehierron aikana. Näin ongelmaksi voi tulla ”louttaantumisenä” tunnettu ilmiö.

Liian myöhäisen hiertämisen ongelmana voi puolestaan olla betonin liiallinen sitoutuminen, jolloin hierto ei nosta riittävästi kosteutta pintaan. Kun olosuhteet ilmavirtausten ja lämmön takia ovat epäedulliset, pinta kuivuu erittäin nopeasti. Tällöin liiallista betonin kuivumista on pyrittävä estämään varhaisjälkihoidolla.

Levyhiertojen määrä riippuu mm. vaaditusta tiiveydestä.

Hyvä tiiveys aikaan saadaan 3–4 koneellisella hierrolla.

Myös hiertokertojen määrällä ja käytettävällä hiertomenetelmällä on tärkeä merkitys sirotelattioiden onnistumisessa. Mitä enemmän pintaa hierretään, sitä tiiviimmäksi se yleensä saadaan. Käytettävä hiertomenetelmä vaikuttaa hiertokertojen määrään ja pinnan tiiveyteen sekä näin ollen alusbetoniin ja sirotteen tarttuvuuteen. Raskaammilla ja voimakkaammilla hiertokoneilla tehtävä hiertäminen vaatii kokempohjaista tietoa hiertojen määrästä ja aloittamisen ajankohdasta. Yleensä riittävä tiiveys saadaan aikaan 3–4 koneellisella hiertokerralla.



Ensimmäinen hiertokerta, niin sanottu avaushierto, on suoritettava noin 4–5 tunnin kuluttua valusta. Oikea hiertoaika on silloin, kun lattian päällä voi juuri ja juuri kävellä. Nyrkkisääntönä voidaan pitää noin 5 mm kengänjäljen jäämistä betoniin (kuva 5). Tällöin pinta on hieman ”nahkea”.



Kuva 5. Betonipinnan hierto aloitetaan, kun pintaan jää kävellessä noin 5 mm syvyinen kengänjälki. (Kuva: Korodur.de.)

Ongelmana avaushierron aloittamisessa on suurten päältäajettavien hiertokoneiden käyttö. Koneiden painon vuoksi hierron aloittamista johdutaan usein siirtämään myöhemmäksi, jottei kone ”kaiva” betonissa. Sitoutumisreaktiota on tämän vuoksi seurattava huolella, jottei turhaa pitkittymistä hierron aloittamiseksi tulisi. Työmaalla betonin sitoutumista voidaan helposti testata esimerkiksi laittamalla pieni määrä betonia muovipussiin ja tarkastella sen sitoutumista painelemalla pussia tietyin väliajoin. Pussitesillä saadaan yksinkertaisesti selville käytettävän betonin jähmettymiseen vaadittava aika. Jos mahdollista, on koneen painoa suositeltavaa kokeilla ensin pienellä alueella esimerkiksi nurkassa.

Hierto on aloitettava noin 4–5 tuntia valusta.

Sirotteen levitys

Sirotteen levitys suoritetaan välittömästi avaushierron jälkeen. Levitys voidaan toteuttaa kolmella eri tavalla: erillisellä annostelukoneella, annosteluvaunulla tai perinteisellä kolalevityksellä. Tavan valintaan vaikuttaa kohteen suuruus ja alusbetonin tiivistysmenetelmä.

Annostelukoneen etuna on vähäinen käsityön määrä, levityksen nopeus sekä tasainen sirote määrä. Annostelukonetta käytetään joko yhdessä laserohjattujen valukoneiden kanssa, jolloin levitin voi olla kiinni valukoneessa tai se voi toimia omana yksikkönään kuten kuvassa 6.

Annostelukoneella levitys on suoritettava yhdellä kertaa!

Annostelukoneella sirote levitetään välittömästi oikaistun ja tärytetyn pinnan päälle. Koska betonia ei hierretä auki, on tärytyksen pintaan jättämän kosteuden riitettävä levitettävälle sirotteelle.

Tällöin levityksen on tapahduttava mahdollisimman nopeasti täryttämisestä, ettei pintaan tuleva kosteus pääse haihtumaan pois. Levittämisen on tapahduttava annostelukoneella yhtenä suoraviivaisena kertalevityksenä, jolloin sirotepak-suudesta saadaan mahdollisimman tasainen koko levitettävällä alueella.

Annosteluvaunua käytetään kohteissa, joihin erillinen annostelukone ei sovellu esimerkiksi suuren kokonsa vuoksi. Vaunun etuina perinteiseen kolalevitykseen verrattuna on tasaisemman sirotekerroksen saaminen sekä levityksen nopeus. Ongelmana on vaunun renkaiden pohjaan painamat jäljet sekä tuoreen betonin tarttumisen renkaisiin. Vaunulla ja käsin tehtävässä levityksessä suuremmat määrät on suositeltavaa levittää kahdessa tai useammassa erässä. Tällöin sirotekerroksista saadaan paremmin yhtenäinen kerros alusbetonin kanssa.

Yli 6 kg/m² määrät annosteluvaunulla on levitettävä kahdessa tai useammassa erässä.



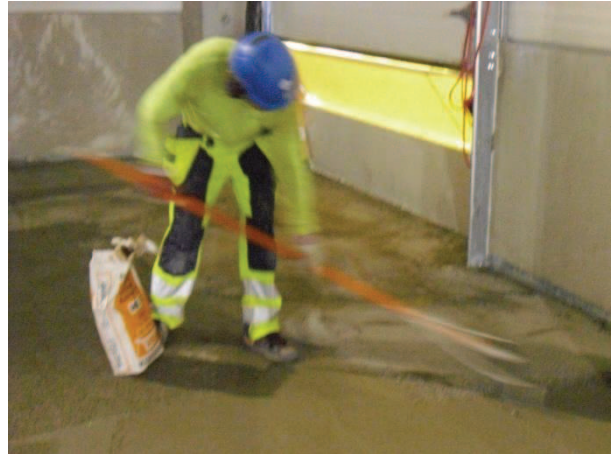
Kuva 6. Kuivasirotteen levitystä erillisellä annostelulaitteella. Laite kiinnitetty kurottajaan. (Kuva: Raul Korolainen 2013.)



Kuva 7. Sirotteen levitystä annosteluvaunulla. (Kuva: Maritta Koivisto.)

Perinteisessä kolalevityksessä sirote kaadetaan säkistä suoraan auki hierretylle pinnalle. Kolalevitys on toimiva menetelmä edelleen ja soveltuu erinomaisesti pieniin sirotelevityksiin. Kolalevitystä käytetään joko yksin tai yhdessä muiden menetelmien kanssa, sillä nurkkien, seinien ja pilareiden edustojen sekä muiden yksityiskohtien levitys on muilla keinoilla muuten hankalaa.

Kolalevityksessä on suositeltavaa kaataa pinnalle puolikas säkki (25 kg) kerrallaan, minkä jälkeen sirote levitetään huolellisesti kolalla tasaiseksi. 40 kg säkki on suositeltavaa levittää kolmessa osassa. Sirotteen annostelemisella monessa osassa vältetään sen paakkuuntumiselta.

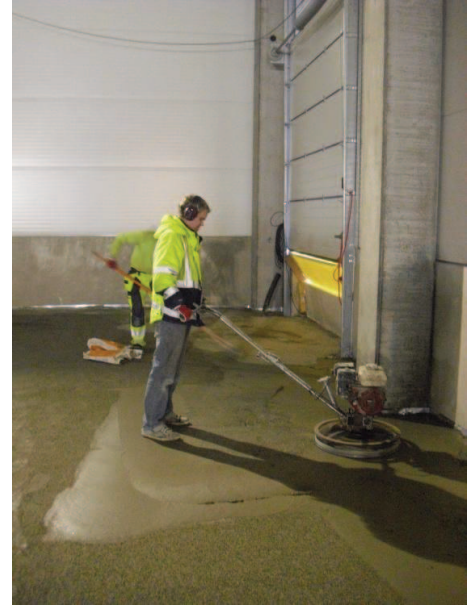


Kuva 8. Sirotteen levitystä kolalla. Huomaa sirottesäkin puolikas käyttö. (Kuva: Raul Korolainen 2013.)

Käsilevityksessä suositeltavaa on käyttää puolikas säkki kerrallaan hierretylle pinnalle.

Työohje levyhierrolle ja sirotteen levitykselle:

1. Oikeaan lujuteen sitoutunut betoni hierretään kertaalleen auki. Jos kosteus alusbetonissa ei riitä, voidaan pintaan sumuttaa varhaisjälkihoitoaine **ennen** hiertämistä.
2. Hiertäminen aloitetaan toppareiden, seinien ja pilareiden vierustoilta edeten järjestelmällisesti kohti keskialuetta siten ettei hiertokone kaiva pintaa.
3. Sirote on levitettävä välittömästi ensimmäisen hiertokerran jälkeen. Sirote levitetään annostelukoneella yhdellä kerralla ja käsin levitettynä kahdessa tai useammassa osassa.
4. Kun ensimmäinen sirotekerros kostuu, hierretään pinta huolellisesti uudestaan. Toinen hierto on aloitettava heti, kun sirotteen pinta hieman tummuu. Hierron on nostettava vain kosteus sirotteen läpi, **ÄLÄ HIERRÄ LIIKAA!**



Kuva 9. Hierto aloitetaan seinien ja pilareiden vierustoilta. (Kuva: Raul Korolainen 2013.)



Kuva 10. Hiertokalustoa. (Kuva: Raul Korolainen 2013.)

5. Toinen kerros sirotetta on levitettävä heti toisen hierron perään. Sirotteen on imettävä kosteutta ensimmäisestä sirotekerroksesta. **MUISTA LEVITTÄÄ SIORTE MAHDOLLISIMMAN TASAISESTI!**

6. Kun toinen sirotekerros on imenyt kosteutta itseensä (pinta tummuu), hierretään pinta huolellisesti kaksi kertaa ristiin ja annetaan kosteuden tulla täysin sirotteen läpi. Pinta voidaan hiertää useamminkin, **USEAMPI HIERTO PARANTAA TIIVEYTTÄ!**

Terässiivekehierto eli ”sliippaus”

Terässiivekehierrolla saavutetaan lopullisen pinnan sileys ja tiiveys. Sliippaus suoritetaan koneellisenä hiertona työnnettävällä ja/tai päältä ajettavalla hiertokoneella.

Sliippauksella saavutetaan toivottu viimeistely lattialle. Oikea aika siivekehierrolle on silloin, kun pinta kovettuu lisää viimeisen levyhierron jälkeen, ja kun levyhierron pintaan tuoma ylimääräinen kosteus on haihtunut.

Sliippauksia on tehtävä 2–3 kertaa, jotta pinta saadaan tiiviiksi ja jotta pinnassa olevat pienet epätasaisuudet poistuisivat. Siivitysten määrä on mietittävä etukäteen huolella. Määrään vaikuttaa muun muassa haluttu sileys ja tiiveys, hiertokoneen teho, käytetty kuivasirote tyyppi ja lattian käyttötarkoitus. Esimerkiksi kylmien pysäköintitilojen lattiota ei suositella sliipattavaksi, sillä sileys aiheuttaa ulkona liukkaita. Myös värillisten siroteiden käyttö vaikuttaa sliippauksen määrään, koska liiallinen hierto voi polttaa lattiaan pysyvät jäljet.

Ensimmäinen sliippaus on suoritettava tasoitussiivekkeet mahdollisimman tasaisina. Tällöin kone ei kaiva pintaa tai muuten vaurioita sitä. Pinnan tiivistyessä lisää, siivitetään se uudestaan hiertokoneella ristiin. Toinen siivitys parantaa hienoinesten tiivistymistä ja lisää kulutuskestävyyttä. Hiertojen välissä on siivekkeiden kulmaa lisättävä, jolloin saadaan suurennettua hiertopainetta. Tärkeää toisen siivityksen jälkeen on, että pinnassa olevat reiät, huokokset ja muut hiertojäljet poistuvat. Siivityksen jälkeen aloitetaan välittömästi pinnan jälkihoito.



Kuva 11. Lattian hiertokone. (Kuva: Raul Korolainen 2013.)

Kunnollinen tiivistys vaatii vähintään 2–3 siivitystä.

Sliippauksen määrään vaikuttaa mm. käytetty sirote.



Jälkihoito

Lattian varsinainen jälkihoito aloitetaan välittömästi viimeisen hiertokerran päätyttyä. Jälkihoidon tavoitteena on estää betoni- ja sirotepinnan liian nopea kuivuminen ja mahdollistaa sirotelattialle optimaaliset olosuhteet kovettumiseen. Jälkihoidolla voidaan lisäksi suojata pinta muun muassa kolhuilta ja likaantumiselta. Jälkihoidossa on suositeltavaa noudattaa tuotevalmistajan ohjeita.

Jälkihoidon valinnassa on suositeltavaa noudattaa sirotevalmistajan ohjeita!

Lisätietoa jälkihoidosta löytyy BLY:n ohjeesta betonilattioiden jälkihoito.

Jälkihoito voidaan tehdä joko sumutettavalla jälkihoitoaineella, muovikalvolla, kasteltavalla suodatinkankaalla, vesisumutuksella tai näiden yhdistelmällä. Jälkihoitotavan valintaan vaikuttavat olosuhdetekijät sekä levitettävän alueen suuruus.

Jälkihoitoaine on erittäin kuivattavissa olosuhteissa ainoa riittävän nopeasti vaikuttava jälkihoitomenetelmä. Jälkihoitoaineet ovat yleensä joko akryylihartsi- tai lateksipohjaisia tuotteita, jotka estävät tehokkaasti tuoreen pinnan liian nopean kuivumisen. Tuotteilla saadaan aikaan joko kiiltävä- tai mattapinta. Jälkihoitoaineen tarkoituksena on muodostaa ohut kalvo jälkihoidettavalle pinnalle, jotta vesi ei pääse haihtumaan siitä läpi. Levitysmäärän on oltava riittävän suuri, jotta muodostuva kalvo olisi tasainen ja yhtenäinen. Levitys tehdään joko sumuttamalla tai telaamalla neste haluttuun pintaan. Levitystehon on oltava riittävän suuri, jottei työvaiheeseen kulu kohtuuttomasti aikaa. Suurten kohteiden sumutus voidaan tehdä esimerkiksi moottorisoidulla reppuruiskulla.

Muovikalvoa tai kasteltavaa suodatinkangasta käytetään joko erikseen tai yhdessä jälkihoitoaineiden kanssa. Muovi levitetään valua seuraavana päivänä, sillä muovin levitys vasta valetun betonin päälle on usein erittäin hankalaa. Suodatinkankaiden käyttö ulko-olosuhteissa on havaittu toimivaksi ratkaisuksi niiden läpikasteltavuuden vuoksi, ja koska ne pysyvät hyvin paikoillaan tuulesta riippumatta. Kalvojen ja kankaiden kasteleminen ei myös tuota ongelmaa ulkona.

Vesisumutusta yksistään käytetään varhaisjälkihoitona ja jälkihoitomenetelmänä pinnan kovettumisen jälkeen. Vesisumutuksen ongelmana on veden nopea haihtuminen pinnasta, jolloin sumutusta on jatkettava taukoamatta.

Työohje jälkihoitoon siroteiden käytön kanssa

1. Välittömästi siivillä tehdyn hierron päätteeksi on aloitettava lattian jälkihoito. Pinta on suojattava välittömästi muovikalvolla tai vaihtoehtoisesti pintaan sumutettavalla jälkihoitoaineella. **KÄYTÄ JÄLKIHOITOAINENA SIROTEVALMISTAJAN SUOSITTELEMAA TUOTETTA!**



Kuva 12. Jälkihoitoaineen sumuttamista moottorisoidulla reppuruiskulla. (Kuva: Semtu Oy.)

2. Jälkihoitoaine on sumutettava hieman yläviistoon siten, että aine laskeutuu pinnalle mahdollisimman tasaisesti. Sumuttamisessa on huomioitava sumutuksen teho sekä sumutettavan alueen koko.

3. Valua **seuraavana** päivänä jälkihoitoa jatketaan valmistajan ohjeiden mukaisesti vaihtoehtoisesti joko jälkihoitoaine-/ vesisumutuksella tai muovikalvo-/ suodatinkankaiden levityksellä. Jälkihoitoa jatketaan, kunnes vähintään 80 % loppulujuudesta on saavutettu.

LÄMPÖTILA LATTIAN PINNASSA ON OLTAVA $\geq +10$ °C KOKO JÄLKIHOITOAJAN!



Kuva 13. Läpikasteltavien suodatinkankaiden käyttö ulkona on hyväksi havaittu.

(Kuva: Suomen Betonilattiayhdistys ry.)

4. Pinnoitettavien ja kulutusrasitettujen lattioiden jälkihoitoajoissa on noudatettava BLY 3-ohjeen (Betonilattioiden jälkihoito) määräyksiä.

ONGELMATILANTEISSA OTA YHTEYTTÄ SIROTEITOIMITTAJAN EDUSTAJAAN!

5. Jos pinnan käsittelyssä käytetään jälkihoitoainetta ja jos pinta aiotaan jatkokäsittellä toisella pinnoitteella, on jälkihoitoaine poistettava **VÄLITTÖMÄSTI** jälkihoidon päätyttyä.

Työturvallisuus

Sirotteet ovat pääsääntöisesti sementtituotteita, joten niiden käsittelyssä on noudatettava sementin käyttöturvallisuusohjeita. Sirotteiden käsittely saattaa aiheuttaa yliherkille henkilöille allergiaoireita, joten työturvallisuus on otettava huomioon aina tuotteiden käsittelyssä. Sirotteiden käsittelyssä on huomioitava ainakin seuraavat asiat

- Kuivasirotteet ovat emäksisiä tuotteita, joten niiden käsittelyssä on vältettävä ihokosketusta. Sirotteita käsiteltäessä on käytettävä suojakäsineitä, kasvosuojaimia ja suojalaseja.
- Pölyävää sirotetta ei saa hengittää. Levitys on tehtävä mahdollisimman vähän pölyävällä tavalla.
- Ennen työn aloitusta, lue valmistajan ohjeet liittyen tuotteen käsittelyyn huolellisesti.



Kuva 14. Suojavarustus. (Kuva: Lattian pinnoituksen työturvallisuusopas 2009.)

LAADUNVALVONNAN JÄRJESTÄMINEN JA DOKUMENTOINTI

Laadunvalvonnalla halutaan varmistaa sirotelattian onnistunut lopputulos. Lattiatöiden laadunvalvonnalla varmistetaan lisäksi muiden aikataulujen yhteensovittamisesta lattiatöiden kanssa, jolloin saadaan riittävä aika lattiatyölle. Urakoitsijan ja tilaajan apuna laadunvalvonnassa ovat muun muassa laadunvarmistukseen kehitetyt ohjelmat sekä erilaiset työmaan laatusuunnitelmat.

Kaikkien lattiatöiden aluksi on järjestettävä jokaisen osapuolen yhteinen aloituskokous, jossa saadaan välitettyä kaikille osapuolille lattiaurakkaan liittyvät yksityiskohdat. Kokouksessa paikalla on oltava vähintään lattiaurakoitsijan sekä tilaajan edustaja. Suositeltavaa on, että materiaalityöntekijien- ja rakennuttajan edustaja sekä rakennesuunnittelija olisivat paikalla kommentoimassa alkavaa valua sekä pinnoitustyötä. Materiaalityöntekijien ja lattiaurakoitsijan välinen yhteydenpito on muutenkin suotavaa mahdollisten ongelmakohtien välttämiseksi.

Kokouksessa tehdään työmaakohtainen laatusuunnitelma sekä sen jälkeen aina kokouspöytäkirja, jonka lattiaurakoitsija ja työn tilaaja allekirjoittavat. Aloituskokouksessa käsiteltäviä asioita on selvitetty tarkemmin Betonilattiayhdistyksen julkaisussa BLY 7-Betonilattiat 2012.

Laadunvalvonnan varmistumisen ja jatkotiedottamisen kannalta erityisen tärkeää on tehtyjen havaintojen tarkka ylöskirjaaminen. Laadunvalvonnan dokumentointia suoritetaan betonointipöytäkirjoilla, työmaan laatusuunnitelmillä sekä erilaisilla asiaan kuuluvilla muistilistoilla. Lattiatöissä suositellaan Betonilattiayhdistyksen lattiabetonointipöytäkirjan (BLY-2) käyttämistä, sillä se on normaalia betonointipöytäkirjaa täydellisempi ja keskittyy juuri lattiatöissä tärkeisiin asioihin. Betonilattiayhdistyksen lattiapöytäkirja on tämän ohjeen lopussa liitteenä 1, mutta se on myös tilattavissa lattiayhdistyksen Internet sivuilta. Lisäksi tämän ohjeen liitteenä olevat muistilistamallit (liite 2–3) ovat tarkoitettu laadunvalvonnan suunnittelun ja dokumentoinnin apukeinoiksi esimerkiksi aloituskokouksiin.



Hyvin tehty sirotelattia on huoleton ja kestävä ratkaisu!

LÄHTEET

1. Anttila, Vesa. 2012. Kehityspäällikkö, diplomi-insinööri, Rudus Oy. [luento]. Lattiabetonien notkeus ja lisäaineet. Betonilattiapäivät 2012. Tampere 22.3.2012.
2. Anttila, Vesa. 2013. Kehityspäällikkö, diplomi-insinööri, Rudus Oy. [luento]. Lattiabetonit, betonin valintakriteerit, pinnoitettavat lattiat. Betonilattiapäivät 2013. Vantaa 26.3.2013.
3. Koivisto, Maritta. 2013. [luento]. Betonilattiatyypit ja – tekniikat, Sirotepinta. Betonilattiapäivät 2013. Vantaa 26.3.2013.
4. Master-chemicals.fi. Masterdur K105 tuoteohje. [verkkoaineisto].[viitattu 2013-09-08].
Saatavissa: <http://www.master-chemicals.fi/PDF-tiedostot/MasterdurK105FIN.PDF>
5. Matsinen, Martti. 2005. Kovan kulutuksen betonilattiat - Kampin bussiterminaali. Betoni-lehti nro 5. [Viitattu 2013-08-09]. Saatavissa: <http://www.betoni.com/betoni-lehti/arkisto/2005-3>
6. Piimat.fi. Teollisuuslattiat kovaan kulutukseen. [verkkoaineisto]. [viitattu 2013-08-15]. Saatavissa: <http://www.piimat.fi/> Polku: Piimat.fi. Tuotteet.
7. Rakennusteollisuus.fi. Lattian pinnoituksen työturvallisuus opas. [verkkoaineisto].[viitattu 2013-09-20]. Saatavissa: www.rakennusteollisuus.fi/download.aspx?intFileID=1431...12235
8. Rudus.fi. Betonin jälkihoito. [verkkoaineisto].[viitattu 2013-09-10]. Saatavissa: <http://www.rudus.fi/> Polku: Rudus.fi. aineistot. ohjeet.
9. Schadewitz, Aki. 2012. Teknillinen päällikkö, Contesta Oy. [luento]. Betonilattian laatuun vaikuttavat tekijät. Betonilattiapäivät 2012. Tampere 22.3.2012.
10. Semtu.fi. SemQuartz-käyttöohje. [verkkoaineisto].[viitattu 2013-09-12]. Saatavissa: <http://www.semtu.fi/> Polku: Semtu.fi. tuotteet. Lattiasirotteet ja –pinnoitteet. Sem®Quartz-sirotteet.
11. SFS-EN 13813 2002. Tasoitemassat ja lattiatasoiitteet. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
12. Suomen Betoniyhdistys. 2012. Betonilattiat By 45/BLY-7. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy.
13. Suomen Betoniyhdistys. 2004. Betonitekniikan oppikirja By 201. 5. uudistettu painos, lisäpainos. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy.
14. Suomen Betoniyhdistys. 2010. Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2010 By 54/BLY-12. Helsinki: Betonova Oy.

Betonilattiayhdistyksen sirotepinnoitekysely 2013

Yhteenvetoraportti, N=13, Julkaistu: 21.8.2013

Vertailuryhmä: Kaikki vastaajat

Millaisia kokemuksia teillä on sirotteiden käytöstä? (hyviä/huonoja)

Annosteltava sirotemäärä, mikä on maksimimäärä, jonka saa hyvin annosteltua yhdellä kerralla, ja jolla saa onnistuneen lattian?

	Vastaus	Lukumäärä	Prosentti	20%	40%	60%	80%	100%
1.	3 kg/m ²	2	18,18%					
2.	4-5 kg/m ²	9	81,82%					
3.	6 kg/m ² tai enemmän	0	0,00%					
Yhteensä		11	100%					

Muita huomioita annostelumääristä?

Annostelutapa, kuinka annostelette ja levitätte sirotteen?

	Vastaus	Lukumäärä	Prosentti	20%	40%	60%	80%	100%
1.	Käsin	7	77,78%					
2.	Vaunulevitin	6	66,67%					
3.	Erillinen levityskoneisto (esim. lasertasoitusvälineistö tai muu vastaava)	4	44,44%					
Yhteensä								

Mitä hyötyä käyttämästänne levitystavasta on mielestänne eniten työnteossa?

Annosteluajankohta, missä vaiheessa annostelette sirotteen?

	Vastaus	Lukumäärä	Prosentti	20%	40%	60%	80%	100%
1.	Välittömästi betonoinnin jälkeen	4	40,00%					
2.	Välittömästi hierron jälkeen	9	90,00%					
3.	Annosteluajankohdalla ei ole väliä	1	10,00%					
Yhteensä								

Sirotteiden alla käytettävä alusbetoni, suosituksia betonilaadulle (notkeus, lujuus, vesi-sementtisuhte))

Mitä kokemuksia teillä on betonin lisäaineiden ja/tai lattian rasitusluokkien vaikutuksesta sirottelattian valmistukseen?

Millaisia kokemuksia teillä on olosuhteiden (T, RH) vaikutuksesta sirottelattien tekoon? (Vuodenajat, sääolosuhteet, välijälkihoidon tarve, jne)

Betonipinnan hierto. Mikä on mielestänne oikea aika betonipinnan hierrolle? Miten määritätte oikean ajankohdan?

Betonin oikea ilmamäärä. Kuinka tarkastatte betonin ilmamäärän työmaalla? Montako kertaa suoritate tarkastuksen?

	Vastaus	Lukumäärä	Prosentti	20%	40%	60%	80%	100%
1.	Ei kertaakaan	4	57,14%					
2.	Kerran	3	42,86%					
3.	2-4 kertaa	0	0,00%					
4.	4-8 kertaa	0	0,00%					
	Yhteensä	7	100%					

Huomioita ilmamääristä:

Mikä on mielipiteenne veden lisäämiseen betonin päälle sirotepintaisten lattioiden teon yhteydessä?

Valuolosuhteiden tarkastaminen. Tarkastatteko valettavan alustan, käytettävän betonimassan tai valutilan lämpötilaa? Valutilan kosteuspitouutta? Miten suoritate tarkastuksen? Voit valita useita vaihtoehtoja.

	Vastaus	Lukumäärä	Prosentti	20%	40%	60%	80%	100%
1.	Ennakkoon	7	100,00%					
2.	Työn aikana	5	71,43%					
3.	Jälkeenpäin	3	42,86%					
	Yhteensä							

Huomioita valuolosuhteista ja niiden tarkastamisesta:

Oletteko kieltäytynyt valamasta olosuhteista johtuvista syistä?

	Vastaus	Lukumäärä	Prosentti	20%	40%	60%	80%	100%
1.	Kyllä	6	100,00%					
2.	Ei	0	0,00%					
	Yhteensä	6	100%					

Huomiot valuoloista:

Olosuhdedokumentointi. Pidätkö valutilanteesta ja -olosuhteista (RH, T, tuuliolosuhteet) säännöllistä kirjaa, johon pyydätte päivittäin kuittauksen tilaajalta? Kuinka pidätte kirjaa? Jos pidätte, mikä olisi mielestänne paras vaihtoehto?

	Vastaus	Lukumäärä	Prosentti	20%	40%	60%	80%	100%
1.	Suomen Betoniyhdistyksen valmiilla lomakkeella	6	85,71%					
2.	Muulla valmiilla lomakkeella	3	42,86%					
3.	Omalla lomakkeella	2	28,57%					
	Yhteensä							

Huomiot dokumentoinnista:

Mitä tietoa kaipaatte tuotevalmistajilta?

Millaista tietoa mielestänne puuttuu suunnittelijoilta?

Suht. kosteus %

Betonipinnan lämpötila °C

