



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIKAN JA LIIKENTEEN ALA

KOVABETONIPINTAUKSEN KÄYTTÖ BETONILATTIOISSA

TEKIJÄ: Juuso Koponen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä Juuso Koponen			
Työn nimi Kovabetonipintausten käyttö betonilattioissa			
Päiväys	2.4.2019	Sivumäärä/Liitteet	40/7
Ohjaajat Matti Mikkonen, lehtori ja Juha Pakarinen, tuntiopettaja			
Toimeksiantaja YIT Suomi Oy			
Tiivistelmä			
<p>Kovabetonipintausta on Keski-Euroopassa kuivasirotepinnausta yleisemmin käytetty menetelmä betonilattian kulutuskestävyyden parantamiseksi. Suomessa näistä kahdesta menetelmästä kuivasirotepinnausta on huomattavasti yleisemmin käytetty ratkaisu. Kovabetoneista löytyy sirotteisiin verrattuna varsin vähän tietoa suomeksi ja tämä on mahdollisesti yksi syy siihen, ettei kovabetonipintausta ole Suomessa yhtä yleinen menetelmä kuin sirotepinnausta. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli lisätä tietoisuutta kovabetoneista ja selvittää niiden soveltuvuutta betonilattioissa sekä pohtia tulisiko kovabetonin käyttöä lisätä Suomessa.</p> <p>Opinnäytetyössä tutkittiin kovabetonia materiaalina, laatuvaatimusten toteutusta kovabetonilla ja kovabetonoinnin valutyövaiheita. Teoriatieto kerättiin alan kirjallisuudesta, standardeista, valmistajien tuoteselosteista ja työohjeista, verkkosivuilta sekä aihetta sivuvista artikkeleista ja opinnäytetöistä. Teoriatiedon tukena opinnäytetyössä hyödynnettiin omaa työmaalla kerättyä käytännön tietoa sekä asiantuntijahaastatteluja.</p> <p>Hyvällä ammattitaidolla ja valmistajien ohjeita noudattamalla, kovabetonilla pystytään tekemään laadukkaita, pitkäikäisiä ja kulutuskestäviä betonilattioita. Kovabetonipintausta on sirotepinnausta huomattavasti tehokkaampi menetelmä niin lattian kulutuskestävyyden kuin monien muidenkin laatuvaatimusten osalta. Kovabetonipintausten käytön kannattavuutta tulee kuitenkin harkita tarkkaan, sillä menetelmää käytettäessä työvaiheet lisääntyvät ja kustannukset nousevat moninkertaisiksi. Toisaalta kovabetonituotteita hyödyntämällä rakenteiden kunnossapitotarpeet vähenevät merkittävästi ja tämän vuoksi niiden käyttö on suositeltavaa erityisesti lattioissa, joissa nastarengaskulutus on suuri. Kovabetonilattiat tulevat todennäköisesti yleistymään tulevaisuudessa, mutta jotta niillä päästäisiin edes lähelle sirotteiden käyttömäärää, tulisi menetelmän kustannuksien pudota merkittävästi.</p>			
Avainsanat Kovabetonipintausta, kuivasirote, betonilattia, kulutuskestävyys, laatuvaatimus			
Liitteet 3–7 luottamuksellisia			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Engineering			
Author Juuso Koponen			
Title of Thesis Using Hard Aggregate Toppings in Concrete Floors			
Date	2 April 2019	Pages/Appendices	40/7
Supervisors Mr. Matti Mikkonen, Senior Lecturer, Mr. Juha Pakarinen, Lecturer			
Client Organisation /Partners YIT Suomi Oy			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this final project was to increase the awareness of hard aggregate, clarify its suitability for concrete floors and to consider whether the use of hard aggregate topping should be increased in Finland. To improve the wear resistance of a concrete floor, hard aggregate topping is a more commonly used method in Central Europe than dry-shake. In Finland dry shake is much more commonly used than hard aggregate topping. There is not much information available about hard aggregate topping compared to dry-shake in Finnish. This can be one reason for hard aggregate topping not being as common in Finland as dry-shake.</p> <p>Hard aggregate as a material, meeting the quality requirements for hard aggregate topping and stages of casting were studied in this project. Theoretical information was collected in the literature, standards, product information and working instructions provided by the manufacturer's as well as on websites, in related articles and theses. In addition, expert interviews and experience gained on the sites were also utilized to gather practical information.</p> <p>As a result of this project it was proved that with good workmanship and following the manufacturer's instructions, hard aggregate can be used to make high-quality, durable and wear-resistant concrete floors. Hard aggregate topping is a much more effective method for high wear-resistance and it also meets many other quality requirements better than dry-shake. However, the profitability of the use of hard aggregate topping should be carefully considered. Using this method increases the number of stages and costs. On the other hand, using hard aggregate products will significantly reduce the need for structural maintenance and, as a result, their use is especially recommended for floors with heavy wear. Hard aggregate flooring is likely to become more common in the future, but to get even close to the volume of the dry-shake method, the cost should significantly decrease.</p>			
<p>Keywords hard aggregate topping, dry-shake, concrete floor, wear resistance, quality requirement</p>			
Appendices 3–7 confidential			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	KOVABETONI	7
2.1	Koostumus	7
2.2	Tärkeimmät ominaisuudet	8
2.3	Käyttökohteet	9
3	BETONILATTIOIDEN LAATUVAATIMUKSET	11
3.1	Suoruus ja tasaisuus	12
3.2	Kulutuskestävyys	13
3.3	Halkeilu	14
3.4	Säilyvyys	14
3.5	Käyttöikä	15
4	BETONILATTIAN LAATUVAATIMUSTEN TOTEUTUS	16
4.1	Suoruus ja tasaisuus	16
4.2	Kulutuskestävyys	17
4.3	Halkeilun hallinta ja säilyvyys	19
4.4	Käyttöikä	20
4.5	Iskunkestävyys	20
4.6	Ulkonäkö	21
5	KOVABETONILATTIAN TOTEUTUS	22
5.1	Olosuhteiden hallinta	22
5.2	Alusta	23
5.2.1	Tuoreen alusbetonin esikäsittely	23
5.2.2	Kovettuneen alusbetonin esikäsittely	24
5.3	Betonointi	25
5.4	Hierto	25
5.5	Jälkihoito	26
6	PYSÄKÖINTILAITOKSEN BETONILATTIAN VALU	27
6.1	Olosuhteiden hallinta	27
6.2	Palkkien ja laatastojen tuenta	28
6.3	Alusbetonointi	29

6.4	Tuennan poisto.....	30
6.5	Kovabetonointi.....	30
6.6	Tulokset.....	33
7	HAASTATTELUT	35
8	YHTEENVETO.....	37
9	POHDINTA.....	38
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT.....	39

LIITEET

- Liite 1. Valintataulukko Korodur/Neodur -tuotteille
- Liite 2. SRL 60/6/R -tuote-esitys
- Liite 3. Testitulokset (SRL 60/6/R)
- Liite 4. Testitulokset (alusbetoni)
- Liite 5. Saksalaiset rasitusluokkavaatimukset
- Liite 6. Valintataulukko kovabetoni- ja kuivasirotetuotteille
- Liite 7. Haastattelut

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on lisätä omaa ja muiden tietoisuutta kovabetoneista, tutkia kovabetonipintausten soveltuvuutta betonilattioihin ja pohtia, tulisiko niiden käyttöä lisätä Suomessa. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii YIT Suomi Oy, joka toimii asunto-, toimitila- ja infrarakentamisen sektoreilla ympäri Suomea. Oma työsuhteeni YIT:llä alkoi kesällä 2018, toimiessani työnjohtoharjoittelijana Kuopion Kuntolaaksoon rakennettavassa pysäköintilaitoskohteessa. Myös opinnäytetyöaihe tuli tältä työmaalta. Pysäköintilaitoskohteen lattian kulutuskestävyyttä parannetaan ohuella kovabetonipintauksella, joka valetaan runkobetonin päälle erillisenä kerroksena.

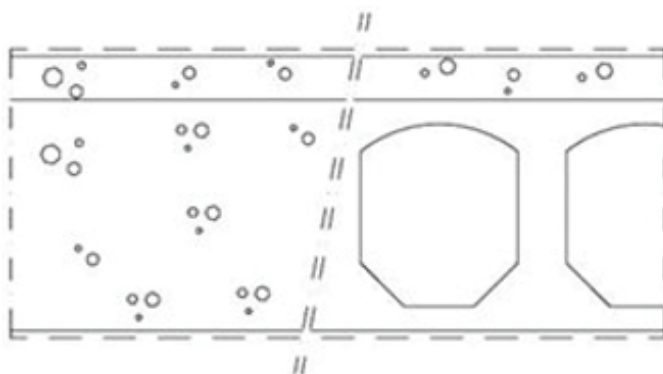
Betonilattian kovabetonointi on erittäin tehokas keino parantaa lattian pinnan kulutuskestävyyttä. Toinen tehokas menetelmä kulutuskestävyyden parantamiseksi on kuivasirotteen levitys betonilattian pintaan hierron yhteydessä. Näistä kahdesta menetelmästä kovabetonipintausta on Keski-Euroopassa yleisemmin käytetty, kun taas Suomessa sirotepintausta on selvästi yleisempi. Kovabetoneista löytyy suomeksi siroteisiin verrattuna varsin vähän tietoa ja tämä voikin olla yksi syy siihen, ettei kovabetonipintausta ole sirotteen tavoin yleistynyt Suomessa.

Opinnäytetyössä selvitetään, kuinka betonilattian laatuvaatimukset toteutuvat kovabetonilla ja siroteella. Tuomalla esille molempiin menetelmiin liittyviä etuja ja haittoja, voidaan niiden soveltuvuutta eri tilanteissa vertailla keskenään. Tämä auttaa pohtimaan kovabetonipintausten käytön kannattavuutta ja helpottaa betonilattian oikean työmenetelmän valintaa. Työmenetelmän valinnan helpottamiseksi, opinnäytetyön tilaajalle tehdään myös valintataulukko kovabetoni- ja kuivasirotetuotteista.

Opinnäytetyössä tutkitaan myös kovabetonia materiaalina ja kovabetonoinnin työvaiheita. Tarvittava teoretieto kerätään alan kirjallisuudesta, standardeista, valmistajien verkkosivuilta, tuoteselosteista ja työohjeista sekä aihetta sivuavista artikkeleista ja opinnäytetöistä. Teoriatiedon tukena opinnäytetyössä hyödynnetään omaa pysäköintilaitoksen rakennustyömaalla kerättyä käytännön tietoa sekä asiantuntijahaastatteluja. Pysäköintilaitoksen työmaalta otetuista kovabetoni- ja alusbetonikerrosten koekappaleista tutkitaan, saavuttavatko ne niille luvatut ominaisuudet.

2 KOVABETONI

Kovabetoni on sementtipohjainen, kovia runkoaineita sisältävä erikoisbetoni, jolla voidaan parantaa betonilattian kulutuskestävyyttä. Kovabetonipintausta valetaan joko tuoreen tai kovettuneen alusbetonikerroksen päälle (kuva 1). Yleensä pintausta on 10–20 mm paksu ja sen tehtävä on suojata alustansa ulkoisilta rasituksilta. Tavallisella betonilla ei suositella tehtävän 40 mm ohuempaa pintabetonikerrosta, mutta kovabetonilla voidaan valaa jopa 4 mm kerroksia. Kovabetonikerroksesta käytetään usein pintabetonin sijaan nimitystä pintausta, joka on käänös kansainvälisestä termistä ”topping”. (Bermanto.fi; Matsinen 2008; Suomen Betoniyhdistys 2018b, 415.)



Kuva 1. Kantavaan välipohjarakenteeseen kiinnivalettu pintabetonilattia (Suomen Betoniyhdistys 2018a, 12)

Suomessa on jo 1960- ja 1970-luvuilla tehty kovabetoni-nimellä kulutuskestäviä pintabetonilattioita, jotka tosin olivat yli 30 mm paksuja. Lisäainetekniikan kehittyessä pystyttiin myös perusbetoni tekemään paremmin kulutusta kestäväksi ja sirotteiden tullessa markkinoille 1980-luvulla jäivät kovat pintabetonivaihtoehdot lähes kokonaan syrjään. Nykyinen ohuempi kovabetonipintausta on suhteellisen uusi vaihe betonipinnan kehityksessä ja sen käyttö on yleistynyt myös Suomessa 2000-luvun aikana. (Saarinen 2007; Matsinen 2008.)

2.1 Koostumus

Kovabetoniainekset myydään kuivat tuotteena kosteudelta suojatuissa säkeissä. Aineksista valmistetaan työmaalla kovabetonimassa, sekoittamalla ainekset veden kanssa esimerkiksi tasosekoittimella. Usein säkit sisältävät vettä lukuun ottamatta kaikki massaan tarvittavat ainekset, mutta joidenkin valmistajien tuotteisiin lisätään sideainetta erikseen. (Bermanto.fi; Lindec.fi.) Kovabetonipintausta sisältää samoja raaka-aineita kuin kuivasirote, ja tämän vuoksi joitain kovabetonituotteita voidaan käyttää myös sirotteena. (Lindec.fi.) Kovabetonituotteiden raekoko riippuu valmistajasta, mutta yleensä se on noin 3–5 mm, eli hieman suurempi kuin kuivasirotteella. Kovabetonituotteisiin on lisätty myös kutistumia ja halkeilua vähentäviä ainesosia. Lisäaineilla voidaan parantaa kovabetonin sulfaatinkeskestävyyttä, kovettumisnopeutta ja muita haluttuja ominaisuuksia. (Bermanto.fi; Matsinen 2015; Matsinen 2017a.)

Kovabetoneiden sideaineena käytetään korkean lujuusluokan sementtiä. Usein käytetään Portland-sementtiä (CEM I), jonka koostumuksesta noin 95 prosenttia on Portland-klinkerä ja 5 prosenttia muita sivuosa-aineita. (Korolainen 2013; Matsinen 2019-01-25; Suomen Betoniyhdistys 2018b, 29–31.)

Kovabetoneiden runkoraaka-ainepohjana voidaan käyttää korundia, kvartsia, metallurgista kuonaa, metallia, piikarpidia tai näiden yhdistelmää. Korundi ja kvartsi ovat kovia mineraalipohjaisia kiviaineksia, joiden kovuus Mohnsin asteikolla mitattuna on noin 7–8. Piikarbidi on puolestaan hiilen ja piin muodostama keraaminen yhdiste, jonka tiheys on 3,2 g/cm³. (Geologia.fi; Korolainen 2013.) Metallinen runkoaines soveltuu sitkeytensä vuoksi esimerkiksi lattioihin, joilla liikkuu telaketjukulusta. (Suomen Betoniyhdistys 2018a, 161.) Saksalainen DIN-standardi 18560 jakaa kovabetonin runkoraaka-aineksen perusteella kolmeen ryhmään (DIN 18560; Korolainen 2013.):

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

Saksalaiset kovabetonituotteet sisältävät määräystensä mukaisesti vain yhden runkoraaka-aineryhmän aineksia. Suomessa ei olla määritelty näin tarkkaan runkoainekoostumusta, joten suomalaiset tuotteet sisältävät yleensä useamman raaka-aineryhmän runkoaineksia. Tällöin suomalaiset korundi-pohjaiset tuotteet saattavat sisältää esimerkiksi piikarbidia. (Matsinen 2019-01-25.)

Plastisen kutistuman ja halkeilun riskiä voidaan pienentää lisäämällä tuotteisiin mikropolymeerikuituja. Mikropolymeerikuiduilla voidaan parantaa myös betonimassan koossapysyvyyttä ja vähentää vedenerottumista. Niiden toiminta perustuu pieneen kokoon ja suureen määrään. Kuiduilla voidaan parantaa jossain määrin myös kovettuneen massan ominaisuuksia, kuten betonin tiiveyttä, iskunkestävyyttä, kulutuskestävyyttä sekä vähentää betonin lohkeilua palotilanteessa. (Bermanto.fi; Matsinen 2019-01-05; Suomen Betoniyhdistys 2018a, 126–127.)

2.2 Tärkeimmät ominaisuudet

Siinä missä alusbetonin tehtävä on antaa lattiarakenteelle sen rakenteellinen lujuus suunnittelijan ohjeiden mukaisesti, kovabetonipintausten tehtävä on parantaa lattian muita ominaisuuksia, kuten kulutuskestävyyttä, kemikaalinkestävyyttä, iskunkestävyyttä ja vesitiiveyttä (Piimat.fi). Valmis oikein tehty kovabetonipintausta on korundin kova, vesitiivis ja halkeilee erittäin vähän. Kovabetonin lujuus voi ylittää 80 MPa. Pinnan hionta ei ole välttämätöntä, mutta sillä voidaan parantaa lattian puhdistettavuutta ja ulkonäköä. Lisäksi kovabetonipintausta kestää hyvin öljyjä, rasvoja ja liuottimia, ja näitä ominaisuuksia voidaan parantaa entisestään suojakäsittelyillä. (Bermanto.fi.) Lattian kulutuskestävyyden parantuessa, myös lattian käyttöikä pitenee.



Kuva 2. Kovabetonipintausta kovettuneen alusbetonin päällä (Koponen 2018)

Saksalainen DIN-standardi on määrittänyt raaka-aineryhmille A, M ja KS omat kulutuskestävyysvaatimukset. Jokaiselle raaka-aineryhmälle on määritelty myös omat pintausten minimipaksuusvaatimukset rasitusluokan mukaan (liite 6). (DIN 18560.) Martti Matsisen (2019-01-25) mukaan, näitä saksalaisia ohjeita ei ainakaan suoraan voida soveltaa suomalaisiin kovabetonituotteisiin, sillä ne eroavat koostumukseltaan liikaa saksalaisista tuotteista. Matsinen totesi, että esimerkiksi pysäköintilaitoskohteissa kovabetonipintausten suositeltava vähimmäispaksuus on tuoretta tuoreelle -menetelmässä 10 mm, kovettuneen betonin päälle 12 mm (kuva 2) ja ajoramppien sekä muiden kovan nastarengaskulutuksen alaisille alueille 15 mm.

2.3 Käyttökohteet

Kovabetonipintausta soveltuu sekä uudis- että korjausrakentamiseen, ja sitä käytetään kaikkein raskaimman kulutuksen alaisissa lattioissa, joissa normaalin betonin puristuslujuus ei riitä estämään pinnan kulumista. Osa kovabetonituotteista soveltuu myös elintarvikekäyttöön tai tiloihin, joissa lattialta edellytetään hyvää kemikaalien kestävyyttä. (Bermanto.fi.) Kovabetonipintausta käytetään erityisesti kulutusrasitetuissa kohteissa, joissa on paljon ajoneuvo- tai trukki liikennettä, kuten teollisuus-, varasto- ja pysäköintirakennukset (kuva 3). Sitä voidaan myös hyödyntää kohteissa, joissa päivittäinen jalankulku on suurta, kuten myymälät, museot, galleriat ja koulut (kuva 4).



Kuva 3. Tapiola Park. Silikaattikäsittelyllä tiivistetty kovabetonilattia (Matsinen 2017b)

Betonituotteiden yleistyessä design-lattioissa, valmistajat ovat kehittäneet myös kovabetonisia design-ratkaisuja yhdessä tilaajien ja suunnittelijoiden kanssa. Kuormituksen ja pinnan kestävyuden lisäksi design-lattioissa on ulkonäkövaatimus. Näitä design-lattioita on kehitetty kahdella eri suunnalla; hiottavat ja hierrettävät kovabetonilattiat. (Matsinen 2017a)



Kuva 4. Mårtensbro Skola, Espoo. Hierretty design-lattia. Värillinen kovabetonipinta, johon on tehty silikaattikäsittely likaantumisen vähentämiseksi ja puhtaanapidon helpottamiseksi (Matsinen 2015).

3 BETONILATTIOIDEN LAATUVAATIMUKSET

Eri käyttötarkoituksiin suunnitelluille latioille asetetaan aina erilaiset laatuvaatimukset. Laatuvaatimukset saattavat asettaa keskenään ristiriitaisia vaatimuksia betonin koostumukselle. Suunnitteluvaiheessa ristiriitaiset vaatimukset tulee tunnistaa ja tarvittaessa asettaa tärkeysjärjestykseen. Toiminnallisilla vaatimuksilla tarkoitetaan suunnittelussa tilassa tapahtuvan toiminnan lattiapinnalle asettamia laatuvaatimuksia. Toiminnallista vaatimuksista tärkeimpiä ovat kulutuskestävyys ja tasaisuus. Halkeilulle asetetaan vaatimuksia, kun siitä on selvästi haittaa toiminnalle. Betonilattian säilyvyyteen liittyviä rasituksia ovat karbonatisoitumisen ja kloridien aiheuttama teräskorroosioriski, jäätymis-sulamisrasitus sekä kemiallinen rasitus. Betonilattiaan kohdistuvia mekaanisia rasituksia ovat esimerkiksi liikenne-, hankaus- ja iskukuormitukset. (Suomen Betoniyhdistys 2018a, 18–19, 135.)

Monumentaalirakennuksissa ulkonäköseikat kuten värisävyn tasaisuus, hierto- ja hiontajäljen tasalaatuisuus sekä vähäinen pintahalkeilu voivat nousta keskeisiksi laatuvaatimuksiksi. Jos betonilattialle asetetaan erityisiä ulkonäkövaatimuksia, tulee ulkonäköön vaikuttavat seikat selvittää etukäteen. Vaatimuksia asetettaessa voidaan sanallisen selvityksen lisäksi käyttää vertailua johonkin aikaisemmin toteutettuun lattiaan tai koelaattaan. (Suomen Betoniyhdistys 2018a, 18, 31.)

Betonilattioiden luokitusjärjestelmä sisältää sellaiset yleiset laatutekijät, joilla on tärkeä merkitys lattian kestävyydelle ja käytölle. Laatutekijöiden tulee olla myös sovitulla tavalla valmiista lattiasta mitattavissa. Betonilatioille on luokiteltu seuraavat laatutekijät (Suomen Betoniyhdistys 2018a, 15.):

- Suoruus: ilmoitetaan kirjaimin A₀, A, B ja C, joista A₀ on vaativin
- Kulutuskestävyys: esitetään numeroin 1, 2, 3 ja 4, joista 1 on vaativin
- Suurin sallittu halkeamaleveys: esitetään lukuarvoilla I, II, III ja IV, joista luokka I on vaativin. Luokka I on jaettu käyttötarkoituksen mukaan kolmeen eri alaluokkaan.

Luokitusjärjestelmällä määritellään kunkin luokan minimilaatutaso. Lattian luokka ilmoitetaan luokitusperusteiden mukaisesti kirjain-numero-numero-yhdistelmänä, jossa ensimmäisellä kirjaimella ilmoitetaan suoruusvaatimus, ensimmäisellä numerolla kulutuskestävyys ja roomalaisella numerolla suurin sallittu halkeamaleveys. Esimerkiksi A-3-III. Kuvassa 5 on esitetty suositus lattian laatutekijöiden valintaan tavanomaisissa tapauksissa. Luokitusmerkintään voidaan lisätä erityisen vaativissa kohteissa neljäntenä osana T-kirjain, esimerkiksi B-2-II-T. T-kirjain tarkoittaa, että aloituspalaverissa lattiaurakoitsijan edustajalla, tai vaihtoehtoisesti kohteen pääurakoitsijalla tai rakennuttajan koko ajan paikalla olevalla valvojalla, tulee olla FISE Oy:n myöntämä betonilattiatyönjohtajan pätevyys. Merkintä T tarkoittaa siis varmistustoimenpidettä lattiatyön onnistumiseksi, eikä varsinaista valmiin lattian laatutekijää. (Suomen Betoniyhdistys 2018a, 15–16.)

Kohde	Laatuluokka		
	Suoruus	Kulutuskestävyys	Halkeilu
Asunnot ja toimistot			
- päällystettävät lattiat, sisätilat	A	3	III
- arkkitehtoniset lattiat	A	3	³⁾ I-UA tai I-UB
- muut päällystämättömät lattiat			
- parvekkeet ym. kylmät tilat ¹⁾	C	4	2)
- käytävä	C	3	II
- sauna ja pesuhuonetilojen päällystettävät kaatolattiat	A	4	II
Teollisuuslattiat			
- tasaisuus tärkeä laatutekijä, kuten korkeissa varastoissa (esim. trukki-liikenne)	A0 (A)	2	II (I)
- kulutuskestävyys tärkeä laatutekijä (esim. suuret liikennekuormat, vilkas liikenne, pienet ja kovat trukin pyörät)	B	1 (2)	II (I-K)
- teollisuuslattiat yleensä (esim. pien-teollisuustalot, kevyt teollisuus)	C	2	II
Pysäköintilaitokset			
- kulutuskestävyys ja pinnan karheus tärkeitä laatutekijöitä; kaltevuudet suunnitellaan niin, että lattialle ei muodostu lammikoita	B	2	II ²⁾
Toisarvoiset päällystämättömät tilat			
- esim. kellaritilat asuinrakennuksissa	C	3	III
¹⁾ Pakkasekestävyys varmistettava ulkorakenteissa.			
²⁾ Kantavissa rakenteissa noudatetaan voimassa olevien suunnitteluohjeiden vaatimuksia.			
³⁾ Määritellään ja suunnitellaan kohdekohtaisesti.			

Kuva 5. Laatutekijöiden valintaohje tavanomaisella vaatimustasolla (Suomen Betoniyhdistys 2018a, 17)

3.1 Suoruus ja tasaisuus

Jotta trukit ja muut materiaalien siirtelyyn tarkoitetut laitteet voisivat toimia ilman ongelmia, lattian tulee olla riittävän tasainen. Pinnoitteet ja päällysteet asettavat myös vaatimuksia lattiapinnan tasaisuudelle. Arvosteluperusteina toimivat lattiapinnan aaltoilu ja hammastus, mutta ei pinnan karheus. Lattiapinnan korkoero kahden toisistaan noin 200–300 mm etäisyydellä olevan pisteen välillä, määrittää tasaisuuden. Tasaisuus tutkitaan yleensä yhtenä kokonaisuutena, ellei muuta sovita. (Suomen Betoniyhdistys 2018a, 19–20.)

Jotta paikallaan olevien ja liikkuvien laitteiden käyttö olisi mahdollista, lattian tulee olla riittävän suora. Veden poiston täytyy toimia kaltevilla tiloissa. Kaltevuusvirheet toimivat suoruudenarvosteluperusteena. Lattian suoruus tarkastetaan vertaamalla vaakasuoraan tasoon tai nimelliskaltevuuteen, kun lattia on kalteva. Suoruuspoikkeamat eivät saa ylittää kuvan 6 arvoja, lukuun ottamatta erikseen mainittuja käytöltään toisarvoisia kohtia. Tällaisia kohteita yleensä ovat varasto- ja teollisuustiloissa 300 mm säteellä pilareista ja seinistä olevat alueet. Toisarvoiset kohdat saavat olla suoruudeltaan

yhtä luokkaa huonompia, ellei toisin sovita. Kun kiinnitetyn pintabetonilattian alusbetoni on osa lattiatyötä, sille annetaan oma tasaisuusvaatimus. Usein alusbetonin tasaisuusvaatimus on korkeintaan yhtä luokkaa huonompi kuin kulutuspinnan tasaisuusvaatimus. (Suomen Betoniyhdistys 2018a, 19–20.)

Suoruspikkeama		Mittausluokka L [mm]	Suurin sallittu poikkeama [mm]			
			A ₀	A	B	C
Hammastus			0	0	1	1
Poikkeama vaakasuorasta tai nimellis- kaltevuudesta	Tasaisuus	enintään 200	1	2	3	4
		enintään 700	2	4	6	8
	Suoruus	enintään 2000	4	7	10	14
		enintään 7000	7	10	14	20
		7000...50000 ¹⁾	10	14	20	28

¹⁾ Yli 50000 mm sovitaan tapauskohtaisesti.
Ajoluiskien ja vastaavien vaatimukset ja mittausmenetelmät sovitaan tapauskohtaisesti. Mahdolliset suoruspikkeamat koskevat aina kunkin valualueen rajaamalla alueella olevia poikkeamia.

Kuva 6. Lattian suurimmat sallitut suoruspikkeamat. Mittausluokka L on niiden kahden pisteen keskinäinen välimatka, joiden välistä poikkeamaa tarkastellaan (Suomen Betoniyhdistys 2018a, 21).

3.2 Kulutuskestävyys

Lattian kulutuskestävyys on tärkeä ominaisuus erityisesti teollisuusrakennuksissa ja pysäköintilaitoksissa, joissa on paljon ajoneuvo- ja trukki liikennettä (Suomen Betoniyhdistys 2016, 44). Betonilattian kulutuskestävyys voidaan mitata standardin SFS-EN 13892-3:2014 Determination of wear resistance-Böhme mukaisella Böhme-kokeella, joka on nykyään yleisin betonilattiapintojen kulutuskestävyyden testausmenetelmä Euroopassa. Kulutuskestävyyttä mittaavalla laitteella testataan betonipinnan kestävyttä hiovaa, pyörivää ja iskevää rasiusta vastaan. Laite koostuu kulutuslevystä, koekappaleesta paikallaan pitävästä telineestä ja vipuvarsijärjestelmästä, jonka avulla koekappale painetaan 294 N:n voimalla kulutuslevyä vasten. Koekappaleen kulumisen ilmoitetaan tilavuuden muutoksena (cm³/50cm²). Koetta ei tavallisesti tehdä, ellei perustellusti epäillä, että lattia ei täytä kulutuskestävyydelle asetettuja laatuvaatimuksia. (Suomen Betoniyhdistys 2018a, 22.) Kulutuskestävyysluokkien sallitut kulumiset on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Kulutuskestävyysluokkien sallittu kuluminen Böhme luokituksen mukaisesti (Suomen Betoniyhdistys 2018, 23)

Kulutuskestävyysluokka	Böhme luokitus: sallittu kuluminen (cm ³ /50cm ²)
1	≤ 6 (A6) *
2	≤ 9 (A9)
3	≤ 12 (A12)
4	≤ 15 (A15)

* ≤ 3 (A3) kuormituksen ollessa iskevä tai laahaava

Kulutuskestävyysluokkaan 1 kuuluvat kaikkein suurimman kulutusrasituksen alaiset rakenteet, kuten lattiat, joissa on yli 1 000 ihmisen päivittäinen jalankulku, erittäin raskasta teollisuustuotantoa sekä julkisten pysäköintilaitosten ajorampit, mutkat ja puomialueet. Kulutuskestävyysluokkaan 2 kuuluvat esimerkiksi lattiat, joissa on 100–1 000 ihmisen päivittäinen jalankulku, raskasta teollisuustuotantoa sekä julkisten pysäköintilaitosten suorat ajoalueet, pysäköintiruudut ja ei-liikennöidyt alueet. Kulutuskestävyysluokkaan 3 kuuluvat esimerkiksi lattiat, joissa on alle 100 ihmisen päivittäinen jalankulku, keskimääräistä teollisuustuotantoa sekä yksityisten pysäköintilaitosten pysäköintiruudut ja ei-liikennöidyt alueet. Kulutuskestävyysluokkaan 4 voivat kuulua muut kevyesti liikennöidyt ja kuormitetut tilat. (Suomen Betoniyhdistys 2016, 64–65; Suomen Betoniyhdistys 2018a, 23, 173.)

3.3 Halkeilu

Kutistuma on tyypillinen ominaisuus betonille, eikä sitä voi käytännössä täysin välttää. Jos kutistumaliike on estetty, betoniin syntyy halkeamia. Halkeamia voi syntyä myös ylikuormituksen tai plastisen kutistuman seurauksena. Plastiset halkeamat syntyvät betonin ollessa vielä plastisessa vaiheessa ja vaikuttavat lähinnä lattian ulkonäköön. Täysin halkeamattoman lattian toteuttaminen on harvoin perusteltua ja erittäin vaikea toteuttaa. Halkeilu ei kuitenkaan saisi vaikuttaa rakenteen säilyvyyteen, toimivuuteen tai ulkonäköön tavalla, joka ei ole hyväksyttävä. Halkeamat voidaan sallia, jos ne eivät tuota haittaa edellä mainituille laatutekijöille. Jos halkeamien reunat ovat leveitä, ne murtuvat ja lohkeilevat helposti kovapyöräisen trukkiliiikenteen alla. Tällöin vaurio ja siitä aiheutuva haitta kasvavat koko ajan. Ennen korjaustoimenpiteisiin ryhtymistä tulee halkeilun todellinen syy selvittää ja korjaus-tarve arvioida tapauskohtaisesti. (Suomen Betoniyhdistys 2018a, 24–25.)

3.4 Säilyvyys

Betonin säilyvyys on keskeinen laatuvaatimus kantavissa lattiarakenteissa, mutta maanvaraisissa lattioissa säilyvyysvaatimuksista voidaan tapauskohtaisesti tinkiä muiden laatuvaatimusten niin vaatiessa. (Suomen Betoniyhdistys 2018a, 19.) Suunnittelukäyttöään ja rasitusluokkien valinnassa tulee

välttää ylimitoitusta, koska ankarat säilyvyysvaatimukset ja pitkä suunnittelukäyttöikä lisäävät betonin kutistumaa ja plastisen halkeilun riskiä sekä vaikeuttavat hiertotyötä. Vesi-sementtisuhteella on tärkeä rooli rakenne- ja käyttöikäsuunnittelun yhteensovittamisessa, sillä vesi-sementtisuhteella vaikuttaa erittäin paljon betonin puristuslujuuteen ja samalla myös lähes kaikkiin betonin säilyvyysominaisuuksiin. Tavoitteena onkin, että lujuusluokan kautta betonille tuleva vesi-sementtisuhteella olisi mahdollisimman hyvin yhteensopiva rasitusluokkayhdistelmän määräämän vesi-sementtisuhteen kanssa. (Suomen Betoniyhdistys 2016, 37.)

Ympäristöolosuhteiden aiheuttamia rasituksia ovat toistuva jäätymis-sulamisrasituksen betonia rapauttava vaikutus (XF), betonin karbonatisoitumisen (XC) sekä kloridien (XD, XS) aiheuttama teräskorroosioriski. Lisäksi betonia syövyttäviä kemiallisia rasituksia (XA), kuten erilaisten happojen syövyttävää vaikutusta esiintyy paljon teollisuudessa. Ulkona olevien, sateelle alttiiden tai muuten kylmien ja kosteiden tilojen lattioille tulee asettaa pakkasenkestävyysvaatimus. Kloridien läsnä ollessa betoniterästen korrosio saattaa alkaa, vaikka terästen ympärillä on vielä emäksinen ympäristö. Tämän takia kloridien tunkeutuminen betonirakenteisiin pyritään rajoittamaan tekemällä betonista mahdollisimman tiivistä. Koska valtaosa lattioista on kuivissa sisätiloissa, niiden ympäristöolosuhteiden rasitukset ovat vähäisiä. Mutta pysäköintilaitosten lattioihin kohdistuu yleensä sekä jäätymis-sulamisrasitusta että karbonatisoitumisen ja kloridien aiheuttama korroosioriski. Betonilattian suunnittelussa tulisi tarkkaan arvioida rasitusluokkien todennäköisyys ja ankaruus. Betonirakenteiden rasitusluokkien tulee vastata mahdollisimman hyvin ympäristön todellisia rasituksia ja olosuhteita. Pysäköintilaitoksen rasitusluokkien valinnassa tulee ottaa huomioon pysäköintilaitoksen käyttötarkoitus ja liikennemäärä. (Suomen Betoniyhdistys 2018a, 70–71.)

3.5 Käyttöikä

Rakennuksen käyttöiän valinta perustuu tilaajan valitsemaan tavoitekäyttöikänsä sekä suunnittelijan määrittämään suunnittelukäyttöikänsä. Tavallisesti betonirakenteiden suunnittelukäyttöikä on 50–200 vuotta. Poikkeuksellisen ankaran rasituksen alaisissa betonirakenteissa, kuten pysäköintitalojen suolarasitetut pintarakenteet, voidaan rakenteet kuitenkin suunnitella 25 vuoden käyttöiälle. Mitään yleispätevää ohjetta rakennusosan suunnittelukäyttöiän valinnalle ei voida antaa, vaan valinta tulee tehdä tapauskohtaisesti. Suunnittelukäyttöiän valinnassa tulisi kuitenkin arvioida tarkkaan yli 50 vuoden käyttöiän tarpeellisuus. Toisaalta mitä kalliimpaa ja vaikeampaa rakennusosan korjaaminen on, sitä pidemmäksi suunnittelukäyttöikä tulisi asettaa. (Suomen Betoniyhdistys 2016, 12, 64.)

4 BETONILATTIAN LAATUVAATIMUSTEN TOTEUTUS

Bermanto Oy:n tekninen johtaja Martti Matsinen vertailee betonilattioita käsittelevässä blogissaan Bermanto Oy:n käyttämien kovabetoni- ja kuivasirotetuotteiden ominaisuuksia toisiinsa. Myös tässä luvussa vertaillaan näitä kahta menetelmää, hyödyntämällä muun muassa Matsisen blogikirjoitusta, sekä Suomen Betoniyhdistyksen julkaisuja. Samalla tuodaan esille myös muita laatuvaatimusten toteutusmenetelmiä.

4.1 Suoruus ja tasaisuus

Betonilattian pinnan tasaisuusvaatimusten saavuttamiseen vaikuttavat työryhmän ammattitaito, kerrolla valettavan betonikerroksen paksuus, betonin tasalaatuisuus ja työmenetelmät. Mikäli tavoitellaan A₀-luokan lattiaa, on suositeltavaa valaa pintakerros erikseen. Tähän soveltuu hyvin esimerkiksi 10–20 mm kovabetonipinta. Sirotepinta ei varsinaisesti ole erillinen pintakerros, eikä sen oikein tehtynä pitäisi vaikuttaa pinnan tasaisuuteen. Muiden tasaisuusluokkien vaatimukset on mahdollista saavuttaa ilman pintakerrosta tiivistämällä lattia kunnolla, sekä oikaisemalla ja viimeistelemällä pinta huolellisesti. (Matsinen 2014-03-05; Suomen Betoniyhdistys 2018a, 171.)

Esimerkkejä tasaisuusluokkien saavuttamiseksi (Suomen Betoniyhdistys 2018a, 171):

A₀-luokka:

- 10–20 mm:n pintakerros tuoretta tuoreelle -menetelmällä
- ≥ 30 mm:n pintakerros kovettuneen betonilaatan päälle
- pintabetoni $h \leq 60$ mm.

A-luokka:

- yhtenä kerroksena tehtävissä maanvaraisissa korkeintaan 150 mm paksuissa lattioissa tiivistys täryttämällä esimerkiksi tärysauvalla ja viimeistelemällä pinta huolellisesti
- laatan paksuuden ollessa > 150 mm valetaan 10–20 mm:n pintakerros tuoretta tuoreelle -menetelmällä tai ≥ 30 mm:n pintakerros kovettuneen betonilaatan päälle.

B-luokka:

- yhtenä kerroksena tehtävissä maanvaraisissa korkeintaan 300 mm paksuisissa lattioissa tiivistys täryttämällä esimerkiksi tärysauvalla sekä oikaisemalla ja viimeistelemällä pinta huolellisesti.

C-luokka:

- yhtenä kerroksena tehtävissä maanvaraisissa lattioissa huolellinen pinnan viimeistely ja tiivistys täryttämällä esimerkiksi tärysauvalla.

4.2 Kulutuskestävyys

Riittävän kulutuskestävyyden saavuttaminen betonilattioissa perustuu pääasiassa huolelliseen ja tehokkaaseen hiertoon, pinnan viimeistelyyn, oikeanlaiseen betonikoostumukseen ja huolelliseen riittävän pitkään jälkihoitoon. Yleisin tapa lattiapinnan kulutuskestävyyden parantamiseksi on pinnan koneellinen hierto ja viimeistely siivittämällä se 2–3 kertaa. Vaihtoehtoisesti voidaan nostaa betonin lujuusluokkaa tai tehdä lattialle pintahionta ja silikaattikäsitteily. Pintaosan kiviaines vaikuttaa myös kulutuskestävyyteen. Kulutuskestävyyttä voidaan erittäin kovan kulutusrasituksen alaisissa kohteissa parantaa myös kovabetoni- tai kuivasirotepinnoituksilla. (Suomen Betoniyhdistys 2018a, 159, 172.)

Tuotteiden eri runkoraaka-aineksilla kovabetoneiden Böhme-kulutusluokka vaihtelee parhaimmillaan A1,5–A5 välillä ja sirotteiden kulutusluokka A1,5–A8 välillä. Kuivasirotteiden toimittajien ilmoittamat arvot eivät tosin vastaa sirotepinnoitteen todellista kulutuskestävyyden arvoa, koska ilmoitetut arvot on tehty ainoastaan sirotepinnoitteen alusbetoniin. Sirote sekoittuu levitys- ja hirtovaiheessa alusbetoniin, joten lattian lopullinen kulutusluokka tulee aina jäämään ilmoitettua kulutusluokkaa heikommaksi. Sirotepinnoitteen todellista kulutuskestävyyttä voi olla hankalaa määrittää, mutta oikein tehtynä ja jälkihoidettuna sirotepinnoitella saavutetaan aina kuitenkin kulutuskestävämpi lopputulos, kuin ilman sirotepinnoitetta tehdyllä tavallisella betonilattialla. Böhme-arvoja voidaan käyttää esimerkiksi eri sirotepinnoitteiden luokittelun ja vertailun valittaessa sirotepinnoitteen kulutuskestävyyden perusteella. Koska kovabetonipinnoitus ei sekoitu sirotepinnoitteen alusbetoniin, sen osalta lattiasta otettu näyte vastaa paremmin myös lattian todellista kulutuskestävyyttä. (Matsinen 2014-03-05; Suomen Betoniyhdistys 2014, 21.) Tämän vuoksi voisi suositella, että pysäköintilaitoksen lattian oikeaa työmenetelmää valittaessa sirotepinnoitteen ilmoitettu Böhme-arvo olisi noin 3 luokkaa parempi kuin vertailtavan kovabetonin (taulukko 2).

Taulukossa 2 on esitetty suositeltavat menetelmät eri kulutuskestävyyksien saavuttamiseksi. Taulukko jakaa pysäköintitalot kolmeen ryhmään; yksityisiin pysäköintitaloihin, julkisiin pysäköintitaloihin sekä julkisiin pysäköintitaloihin alueilla, joissa on paljon liikennettä. Pysäköintitalon tasot ja rampit on niin ikään jaettu kolmeen alueeseen kulutusrasituksen perusteella. (Suomen Betoniyhdistys 2016, 64.)

Alue I: kova kulutusrasitus

- ajorampit
- mutkat
- puomialueet

Alue II: kohtuullinen kulutusrasitus

- suorat ajoalueet

Alue III: muut alueet

- pysäköintiruudut
- ei-liikennöidyt alueet

Taulukko 2. Menetelmät pysäköintitalojen tasojen ja ramppien kulutuskestävyyden varmistamiseksi, suositeltavuusjärjestyksessä. Sirotepinnoitteiden ja kovabetonien osalta on esitetty luvussa 3.2 esitetyin Böhme-kokeen mukaiset kulutuskestävyysluokat, jotka on esitetty tuotteiden suoritusasteoimittuksessa (DoP) (Suomen Betoniyhdistys 2018a, 24).

	Yksityinen pysäköintitalo	Julkinen pysäköintitalo	Julkinen pysäköintitalo <i>Alueet joissa paljon liikennettä</i>
Alue I <i>Kova kulutusrasitus</i>	Luokka 2 <ul style="list-style-type: none"> • Sirotepinnoite, A9 • Silikaattikäsittely • Betonipinta; uusimisväli noin 25 v 	Luokka 1 <ul style="list-style-type: none"> • Sirotepinnoite, A6 • Silikaattikäsittely • Betonipinta; uusimisväli noin 10...25 v 	Luokka 1 <ul style="list-style-type: none"> • Sirotepinnoite, A3 • Kovabetoni, A6
Alue II <i>Kohtuullinen kulutusrasitus</i>	Luokka 2 <ul style="list-style-type: none"> • Silikaattikäsittely • Betonipinta; uusimisväli noin 25 v 	Luokka 2 <ul style="list-style-type: none"> • Sirotepinnoite, A9 • Silikaattikäsittely • Betonipinta; uusimisväli noin 25 v 	Luokka 1 <ul style="list-style-type: none"> • Sirotepinnoite, A6 • Kovabetoni, A9 • Silikaattikäsittely • Betonipinta; uusimisväli noin 25 v
Alue III <i>Muut alueet</i>	Luokka 3 <ul style="list-style-type: none"> • Betonipinta; uusimisväli noin 25 v 	Luokka 2 <ul style="list-style-type: none"> • Silikaattikäsittely • Betonipinta; uusimisväli noin 25 v 	Luokka 2 <ul style="list-style-type: none"> • Sirotepinnoite, A9 • Silikaattikäsittely • Betonipinta; uusimisväli noin 25 v

Taulukko 2:n mukaan tavallinen betonipinta soveltuisi kaikille muille alueille, paitsi kaikkein vilkkaimmin liikennöityjen julkisten pysäköintilaitosten alueelle I. Kuitenkin menetelmä on suositeltavuusjärjestyksessä ensimmäisenä ainoastaan yksityisten pysäköintitalojen alueella III. Betonipinnalla tarkoitetaan konehieronnettua ja koneella tai käsin liipattua betonipintaa, joka joudutaan uusimaan tai korjaamaan 10–25 vuoden välein riippuen kulutusrasituksesta. Myös silikaattikäsittely soveltuu käytettäväksi lähes kaikilla alueille. Sitä ei kuitenkaan suositella käytettäväksi kaikkein raskaimman ja kevyimmän kulutusrasituksen alueille. (Suomen Betoniyhdistys 2018a, 24.)

Sirotepinnoite on suositeltavin menetelmä alueella I, kaikissa pysäköintilaitoksissa. Sitä suositellaan myös julkisten pysäköintilaitosten alueelle II ja kaikille alueille julkisissa pysäköintitaloissa, joissa liikennettä on paljon. Kovabetonia suositellaan vain kaikkein vilkkaimmin liikennöityjen julkisten kohteiden alueille I ja II, joiden kulutuskestävyysluokka on 1. Vähemmän liikennöityjen julkisten pysäköintitalojen alueille ei kovabetonipintausta suositella, vaikka alue olisikin määritelty kuuluvaksi kulutuskestävyysluokkaan 1. (Suomen Betoniyhdistys 2018a, 24.)

Matsisen (2019-01-25) ja Betoniukko Oy:n toimitusjohtaja Timo Aaltosen (2019-01-10) mielestä kovabetonia tulisi hyödyntää nykyistä enemmän pysäköintilaitosten ajoramppi- ja puomialueilla, sillä niissä nastarengaskulutus on erityisen suurta. Myös Mikko Haron (2016) opinnäytetyöstä käy ilmi, että betonitoimittajan mielestä kovabetonipintauksen käyttöä tulisi lisätä, kovabetonilattian huomattavasti helpomman huollettavuuden vuoksi.

Esimerkkejä kulutuskestävyysluokkien saavuttamiseksi (Suomen Betoniyhdistys 2018a, 172–173):

1-luokka

- 10–20 mm:n erikoisbetonikerros runkoaineena kvartsi, metalli, piikarbidi tai elektokorundi. Alusbetonin loppulujuus vähintään lujuusluokan C25/30 mukainen. Pinta koneliipataan.
- betoni C25/30 + sirotepintausta erikoiskiviainespohjaisilla siroteilla riittävän runsaana ja konesiivitys (-liippaus) sileäksi
- 30 mm:n kovabetonilattia C40/50, joka viimeistellään koneliippauksella.

2-luokka

- betoni C30/37, maksimiraekoko vähintään 16 mm ja koneliippaus siivillä sileäksi tai betonihieronta vähintään 2 kertaa
 - betoni C25/30 + sirotepintausta luonnonkiviainespohjaisilla siroteilla
 - C25/30 + sementtiliiman hionta siten, että runkoaine tasaisesti näkyvässä + silikaattikäsittely.
- Kaikissa vaihtoehdoissa pinta viimeistellään koneliippauksella.

3-luokka

- hyvällä ammattitaidolla tehdyt koneella hierretyt ja käsin liipatut lujuusluokan C25/30 lattiat.

4-luokka

- hyvällä ammattitaidolla tehdyt käsin hierretyt ja viimeistellyt lujuusluokan C25/30 lattiat.

4.3 Halkeilun hallinta ja säilyvyys

Lattiabetonin valinnassa tulee käytettävän työmenetelmän ja laatuvaatimusten puitteissa aina pyrkiä kutistuman ja halkeilun minimointiin. Betonin halkeilua voivat lisätä muun muassa betonin korkea lujuusluokka ja alhainen vesi-sementtisuhte. Lattiabetonin vähimmäislujuus määräytyy lattian kantokyvyn ja säilyvyyden perusteella. Lujuuden kasvaessa kasvaa myös kutistuman aiheuttama vetojännitys ja sen hallintaan tarvittava teräsmäärä, joten lattianbetonin lujuus kannattaa pitää kohtuullisena. Alhainen vesi-sementtisuhte pienentää teoriassa betonin kuivumiskutistumaa ja sitä kautta halkeilua, mutta lattiabetonin työstettävyys ja hierrettävyys eivät käytännössä mahdollista hyvin alhaisen vesimäärän käyttöä. Vesi-sementtisuhtevaatumuksen saavuttamiseksi lattiabetonin sementtimäärää on kasvatettava, jolloin kutistuvan sementtikiven määrä ja kuivumiskutistuma kasvavat. (Suomen Betoniyhdistys 2018a, 135–136, 155.)

Kovabetonilla betonilattian pinnasta on mahdollista tehdä tiivis ja lähes halkeilematon. Tällöin on kuitenkin huolehdittava pintauksen riittävästä tartunnasta alustaansa, sillä osittain tartunta alustaan voi johtaa suunnitteleemattomaan halkeiluun ja katsotaan työvirheeksi. (Suomen Betoniyhdistys 2018a, 159.) 10–12 mm paksuista kovabetonipintausta käyttämällä, voidaan kloridien vaikutus teräskorroosioon joissain pysäköintilaitosten lattiarakenteissa jättää huomioimatta (Suomen Betoniyhdistys 2016, 62–63). Saksalaisten ohjeiden mukaan jo 10 mm paksu kovabetonipintausta luokitellaan

tiiviksi nesteiden tunkeutumista vastaan ja suojaa alusbetonia myös jäänsulatusaineiden rasituksilta (Matsinen 2014-03-05). Karoliina Koskipää (2017) muistuttaa opinnäytetyössään, että myös kovabetonipinta kuluu mekaanisen rasituksen alla, joten sen antama suoja karbonatisoitumista ja kloridien tunkeutumista vastaan heikkenee kuitenkin ajan myötä.

Säilyvyysvaatimukset edellyttävät tiivistä, alhaisen vesi-sementtisuhteen betonia, ulkorakenteissa lisähuokostettuna. Sirotteen tartunta alusbetonin pintaan edellyttää, että alustan pinnalla on riittävästi vettä, joka pystyy kostuttamaan sementtiä sisältävän kuivasirotteen. Alusbetonin vesi-sementtisuhteen ollessa alhainen, on mahdollista, ettei sirote tartukkaan alusbetoniin vaan kovetuttuaan irtaana muutaman millimetrin paksuisena kerroksena. (Suomen Betoniyhdistys 2018a, 71, 136.) Tämä on yleisin sirotepintaan liittyvä ongelma. Paras keino välttää tätä on käyttää alustana normaalilujuuksista betonia ja välttää alle 0,50 vesi-sementtisuhdetta alusbetonirakenteessa. Myös betonin ilmamäärään tulee kiinnittää huomiota, sillä liian suuri ilmamäärä voi haitata sirotteen tartuntaa. Nykyisien normien vaativimpien rasitusluokkien kohdalla sirotteiden toimivuus on heikko. Silti myös säänkestäviä pysäköintilaitosten lattioita on tehty onnistuneesti sirotteella. (Betonilattiyhdistys.fi.) Siroteilla lattiasta saadaan jonkin verran tiiviimpi nesteitä ja jäänsulatusaineita vastaan, kuin tavallisella betonilla, ja lattian tiiveyttä voidaan tällöin parantaa entisestään esimerkiksi silikaattikäsittelyllä. Sirotelattioille ei kuitenkaan voida taata vastaavanlaista suojaa nesteitä ja jäänsulatusaineita vastaan, kuin kovabetilattialle. (Matsinen 2014-03-05.)

4.4 Käyttöikä

Betonilattian käyttöikä riippuu valitusta raaka-ainetyypistä, kulutusrasituksen luonteesta, työsuorituksista ja jälkihoidon laadusta, joten yleistä käyttöikää eri menetelmillä tehdyille betonilattioille ei voida antaa (Matsinen 2014-03-05). Suunnittelukäyttöikä on käytännössä maksimissaan 10–20 vuotta runsaasti liikennöityjen pysäköintilaitosten latioissa, koska niihin kohdistuu erityisen voimakasta nastarengaskulutusta. Nastarengasrasitus on luonteeltaan sellaista, että betoni ei kestä pitkäaikaista rasitusta, vaan kuluu väistämättä. Tällöin rakenteen kulumiseen tulee varautua esimerkiksi 20 mm kulumisvaralla, ja laatia korjaus- ja ylläpitosuunnitelma jo rakentamisvaiheessa. Vaihtoehtoisesti korjausväliä voidaan pidentää käyttämällä kovabetoni- tai sirotepintausta. (Suomen Betoniyhdistys 2018a, 173.) Matsinen (2014-03-05) kertoo, että yleisen arvion mukaan kovabetonipinta voisi kestää jopa 5–10 kertaa kauemmin kuin vastaavan raaka-aineluokan sirotepintausta. Samalla hän kuitenkin esittää myös varovaisemman arvion, että tavallinen betonilattia voisi kestää pysäköintilaitoskohteessa noin 5–10 vuotta, sirotelattia noin 10–25 vuotta ja kovabetonilattia noin 20–40 vuotta.

4.5 Iskunkestävyys

Betonilattian iskunkestävyyttä voidaan lisätä kasvattamalla betonin lujuusluokkaa, käyttämällä kuitubetonia, imubetonoinnilla ja siivittämällä pinta hiertokoneella 2–3 kertaan (Suomen Betoniyhdistys

2018, 33). Kovabetoneista löytyy iskunkestävyydeltään erinomaisia tuotteita, jotka suojaavat alusbetonia iskurasitukselta. Sirote kasvattaa lattiapinnan lujuutta ja parantaa siten jossain määrin myös iskunkestävyyttä. Siroteella ei kuitenkaan voida saavuttaa vastaavanlaista iskunkestävyyttä, kuin kovabetonilla, johtuen ohuemmasta pintauksesta ja sen epätasaisemmasta leviämisestä. Sirotelattissa iskunkestävyyteen vaikuttaakin sirotetta enemmän alusbetonin tarpeeksi suuri lujuusluokka. (Matsinen 2014-03-05.)

4.6 Ulkonäkö

Perinteisesti lattiat, joille on asetettu ulkonäkövaatimuksia, on toteutettu erityyppisillä päällysteillä ja pinnoitteilla. Materiaalien kehittyessä, betonilattioiden käyttö design-lattioina on yleistynyt. Koska design-lattioita tehdään yleensä julkisiin kohteisiin, joissa päivittäinen jalankulku on suurta, on lattian kulutuskestävyysvaatimus tärkeää ottaa huomioon. Kovabetoni- ja kuivasirotetuotteiden käyttö onkin yleistynyt myös design-lattioissa. Kovabetonilla saadaan aikaiseksi tasavärisempi pinta kuin kuivasirotteella, koska se levitetään alusbetonin päälle erillisenä kerroksena, eikä alusmassa vaikuta sen värisävyyteen. Kuivasirotteella hierrettäessä, alusbetoni sekoittuu sirotteen kanssa hiertojen yhteydessä, mikä vaikuttaa värisävyn tasaisuuteen heikentävästi. Lisäksi siroteratkaisussa riskinä on sirotemäärän vaihtelu lattiassa, jolloin lattia kuluu joistain kohdista nopeammin ja alusbetonin perusharmaa väri tulee esille. (Matsinen 2014-03-05; Matsinen 2015.)

5 KOVABETONILATTIAN TOTEUTUS

Kovabetonipintausta voidaan valaa joko tuoreen tai kovettuneen alusbetonikerroksen päälle. Tuoreen betonin päälle valettaessa, eli niin sanotulla ”tuoretta tuoreelle -menetelmällä”, saadaan varmemmin monoliittinen rakenne, mutta myös kovettuneelle betonille saadaan esimerkiksi tartuntalaastin avulla luotettava ratkaisu esimerkiksi korjausrakennuskohteissa. Kovettuneelle betonille valettaessa suositellaan hieman paksumpaa pintausta. (Bermanto.fi.) Tehtäessä taas tuoretta tuoreelle -menetelmällä, tulee valutyöresursseja lisätä (Haro 2016).

Kovabetonimassat voidaan sekoittaa kuivatuotteista työmaalla. Kuivatuotteiden valmistuksessa tulee ehdottomasti noudattaa valmistusohjeita, jotta tuoteselosteessa luvattut ominaisuudet täyttyvät. Kuivatuotteiden valmistaja vastaa siitä, että tuote oikein käytettynä täyttää luvattut ominaisuudet. Kuivatuotteen käyttäjä vastaa siitä, että työmaalla noudatetaan valmistajan ohjeita. (Suomen Betoniyhdistys 2018a, 136.)

Toteutukseltaan lattiat poikkeavat muista rakenteista. Valuvaiheessa betonimassasta hyvin suuri osa on kosketuksissa ympäröivän ilman kanssa, eli lattian yläpinnan pinta-alan suhde massan kokonaistilavuuteen on suuri. Tämän takia valuolosuhteiden ja tuoreen betonin käyttäytymisen ymmärrys ja hallinta plastisessa vaiheessa on lattiavaluissa ensiarvoisen tärkeää. Valuolosuhteet, alustan vedeneräkyky sekä tuoreen betonin ominaisuudet ja käyttäytyminen erilaisissa valuolosuhteissa vaikuttavat suuresti työnsuoritukseen ja sitä kautta lattiapinnan laatuun. (Suomen Betoniyhdistys 2018a, 136.)

5.1 Olosuhteiden hallinta

Olosuhteiden hallinnalla varmistetaan betonin kohtuullinen sitoutumisaika ja estetään liiallinen kosteuden haihtuminen valetulta pinnalta. Valuolosuhteista tärkeimpiä ovat (Suomen Betoniyhdistys 2018a, 166)

- ilman, valualustan ja betonin lämpötila
- ilmavirtaukset
- auringonpaiste
- ilman kosteuspitoisuus
- valaistus.

Auringon säteily lämmittää ja kuivattaa valupintaa tehokkaasti. Erityisesti alkukevällä valuolosuhteet ovat erittäin haastavat auringon paistaessa, tuulen nopeuden ollessa 5–10 m/s ja ilman suhteellisen kosteuden ollessa alhainen (20–30 % RH). Sääsuojilla voidaan valupinta suojata sekä auringonpaisteelta että ilmavirtauksilta. Lisäksi sääsuojan sisällä ilman suhteellinen kosteus kasvaa ilmanvaihdon ollessa alhainen ja ilmaa voidaan tarvittaessa kostuttaa. (Suomen Betoniyhdistys 2018a, 153.)

Lämpötilalla on oleellinen merkitys tuoreen betonin ominaisuuksiin. Koko valutilan tasalämpöisyydestä tulee huolehtia kiinnittäen huomiota nurkkiin ja ovensuihin. Lämpötilaerot betonimassan, ympäröivien rakenteiden ja valutilan välillä aiheuttavat epätasaista kovettumista ja lisäävät veden haihtumista tuoreen betonin pinnalta. Ilman lämpötilan tulisi valutilan lattiatasolla olla vähintään +10 °C, ja se tulisi olla saavutettu viimeistään valua edeltävänä päivänä. Tasalämpöisyysvaatimuksen ollessa riittävän hyvin täytetty voi betonointitilan lämpötila kovina pakkaskausina valuhetkellä laskea hieman alle vaaditun. Kun tilan lämpötila on riittävän korkea, betonin sitoutuminen ja pinnan viimeistely saadaan tapahtumaan kohtuullisessa ajassa. Samalla betonin plastinen vaihe lyhenee ja plastisen halkeilun riski pienenee. (Suomen Betoniyhdistys 2018a, 166–168.)

On kuitenkin huomioitava, että valutilan lämmitys talvella alentaa myös ilman suhteellista kosteutta ja lisää ilmavirtausta sisä- ja ulkoilman välillä. Betonoinnin aikana tuleekin välttää liian voimakasta lämmitystä, sillä ilman lämpötilan ylittäessä +25 °C haihtuminen lisääntyy betonipinnan ollessa vielä suojaamaton. Tällöin betonilattian liiallisen kuivumisen riski kasvaa ja pinta saattaa nahkoittua. Jos jäähtyminen ei ole kovin voimakasta eikä jäätymisvaaraa ole, lämmitystehoa nostetaan vasta kun betonin pinta on suojattu. (Suomen Betoniyhdistys 2018a, 168.)

5.2 Alusta

Alusbetonin laatu on tärkeää hyvän lopputuloksen kannalta. Alusbetonin pinnan laatu ja koostumus vaikuttavat merkittävästi kovabetonin tarttumiseen alusbetoniin. Erityisesti huomiota tulee kiinnittää alusbetonin pinnan lujuuteen, karheuteen, puhtauteen ja lämpötilaan. Jos on aihetta epäillä alusbetonin laatua, tulee alusbetoni tutkia tarkkaan poraamalla näytteet ja analysoimalla ne. Alusbetonin pinnan tulee olla riittävän tasainen ja mahdollisimman lähellä teoreettista tasoa, jotta käytetyn kovabetonin suunniteltu paksuus voidaan saavuttaa. (Lindec.fi; Master-Chemicals.fi.)

5.2.1 Tuoreen alusbetonin esikäsitely

Erityisesti tuoretta tuoreelle -menetelmässä työn kulku tulee suunnitella niin että kovabetonipintausta voidaan suorittaa oikeaan aikaan ja ilman aikataulupaineita. Alusbetoni valetaan kovabetonipintausten paksuuden verran lattian lopullisen pinnan alapuolelle. Työtekniikalla ja notkeudella on suuri vaikutus alusbetonin pinnan vetolujuuteen. Tämän vuoksi tulee varoa täryttämästä liikaa alusbetonin pintaa. Sopivan ajan kuluttua alusbetonin levityksestä, se esikäsitellään poistamalla ylimääräinen vesi ja hiertämällä pinta auki. Sopiva ajankohta esikäsitelylle riippuu muun muassa ilman ja massan lämpötilasta, ilman suhteellisesta kosteudesta sekä alusbetonin vesimäärästä, sementtityypistä ja -määrästä. Kovabetonimassan valmistus aloitetaan jo esikäsitelyn aikana ja pinnan hiertoa jatketaan massan levitykseen asti. (Bermanto.fi; Fescon.fi; Lindec.fi; Piimat.fi.)

5.2.2 Kovettuneen alusbetonin esikäsitteleminen

Kovettuneen alusbetonin tulee olla rakenteellisesti kestävä, puhdas, kuiva ja vapaa tartuntaa heikentävistä aineista, kuten öljyt, rasvat, maalit ja irtolika. Kovabetonin tartunta varmistetaan karhentamalla alustan pinta (kuva 7). Tähän suositellaan usein joko sinkopuhdistusta tai jyräintä. Karhennuksen jälkeen alusta tulee puhdistaa mahdollisesta liasta painepesulla tai imurilla. Betonialusta kas- tellaan valua edeltävänä päivänä. Ennen valua alustaan harjataan tarkoitukseen kehitetty primeri tai tartuntalaasti. Mahdollinen irtovesi tulee poistaa ennen tätä. (Bermanto.fi; Fescon.fi; Lindec.fi; Master-Chemicals.fi.) Kun kovabetonimassan seassa on mikropolymeerikuituja, tartunta-aineita ei tarvita. Riittää, että alusbetonin pintaan hierotaan kovabetonia ennen varsinaista valua. (Matsinen 2019-01-25.)

Sinkopuhdistus on taloudellinen keino karhentaa heikkolujuuksinen pintakerros vaurioittamatta jäl- jelle jäävää betonipintaa. Laitteen käyttöteho ja etenemisnopeus vaikuttavat alustasta kerralla pois- tuvaan ainesmäärään. Jyräimällä saadaan singottua pintaa karkeampi pinta. Jyräin työstää alusbeto- nille suoran pinnan sen epätasaisuudesta tai lujuusvaihteluista välittämättä. Molemmissa menetel- missä karhennettavan pinnan yli ajetaan vähintään kahteen kertaan, ristikkäisiin suuntiin. Tällä mah- dollistetaan mahdollisimman tasainen tulos. Karhennus tulee ulottaa koko pinnan alueelle, myös sei- nien vierustoille ja muille reunoille, joihin ei päästä koneella. Nämä alueet karhennetaan esimerkiksi piikkauskoneella. Jyräintä ja piikkaus saattavat aiheuttaa alustaan tartuntaa heikentävä mikrohalkei- lua. (Suomen Betoniyhdistys 2018a, 181.)

Viimeistelytapa	Toimintatapa	Syvyysvaikutus	Edut	Haitat
Hiekkapuhallus	Puhallus hiekalla	Ei	Ei mikrohalkeilua.	Jää paljon hiekkaa.
Sinkopuhdistus	Puhallus teräskuulilla	Ei (0...12 mm)	Ei mikrohalkeilua.	
Liekkiharjaus	Pinnan kuumennus liekillä	Ei	Poistaa tehok- kaasti maaleja, epäpuhtauksia. Sopii teollisuus- kohteisiin.	Voi vahingoittaa raudoitusta, muodostaa kaasuja ja savua. Vaatii turvatoimia
Jyräintä, hakkurit	Mekaaninen työstö	Kyllä	Sopii suurille pinnoille. Antaa hyvän tartunnan, jos pinta huu- dellaan vedellä jyräinnän jälkeen.	Saattaa vaurioit- ta raudoitusta, pölyää, kova melu. Mikrohalkeilu.
Piikkaus	Mekaaninen työstö	Kyllä	Yksinkertainen ja joustava.	Seurauksena mikrohalkeilua, hidas.
Suolahappo- peittäminen	Kemiallinen reaktio	Ei	Yksinkertainen ja nopea.	Runsas veden käyttö, vain lämpimässä.
Vesipiikkaus, painepesu	Korkea vedenpaine liikkuvalla suuttimella	Kyllä	Tehokas, voidaan kohdistaa pieniin alueisiin, ei vaurioita raudoitusta.	Runsas veden käyttö, käyttö kylmissä olosuhteissa.

Kuva 7. Betonipinnan työstötapoja (Suomen Betoniyhdistys 2018a, 160)

5.3 Betonointi

Kovabetonimassa voidaan valmistaa työmaalla esimerkiksi tasosekoittimella. Kovabetonijauhe sekoitetaan puhtaan veden kanssa valmistajan ohjeiden mukaisesti sopivassa suhteessa, niin että saadaan aikaiseksi paakuton ja homogeeninen massa. Jos massa valmistetaan väärin, valmiin pinnan ominaisuudet voivat heikentyä. Valmis kovabetonimassa siirretään kohteeseen joko karryllä tai kyseessä olevaan tarkoitukseen kehitetyllä pumpulla. Suuremmissa kohteissa voidaan käyttää myös siilopumppua. Pumpattaessa tulee huomioida pumpun riittävä tehokkuus ja letkun riittävä halkaisijamitta. Massa levitetään alusbetonin pinnalle haluttuun paksuuteen hyödyntäen esimerkiksi pyöröteräsohjaimia. Tuoreen alusbetonin päälle valettaessa pyöröterästanko saattaa hieman painua alusbetoniin ja tällöin ei välttämättä saavuteta tangon paksuista pintausta. Kovabetonin pinta hierretään levyllä huolellisesti huokosten sulkemiseksi ja viimeistellään haluttuun tasoon siivillä hierontämällä. Liikuntasauamat suositellaan tehtävän alusbetonin mukaisesti. (Bermanto.fi; Fescon.fi; Lindec.fi; Master-Chemicals.fi; Piimat.fi.)

5.4 Hierto

Pinnan hierto on pinnan laadun kannalta hyvin tärkeä vaihe. Hierron oikea suoritusajankohta vaihtelee ja riippuu olosuhteista, massan lämpötilasta, betonin vesimäärästä sekä sementtityypistä ja -määrästä. Lattiaa ei saa hierontaa liian aikaisin. Oikea aika on vasta, kun pintaan erottuva vesi on poistunut eikä hierontokaan enää nosta sitä pintaan. Hiertokertojen tarkkaa lukumäärää tiettyyn hierontotulokseen pääsemiseksi ei useinkaan voida sitovasti ennakoita esittää. Hiertojen lukumäärä riippuu halutun laadun lisäksi muun muassa hiertoajankohdasta, hierontalaitteesta (kuva 8), betonimassan laadusta ja olosuhteista. (Suomen Betoniyhdistys 2018a, 136, 170–171.)



Kuva 8. Vasemmalla päällä istuttava hierontokone ja oikealla käsinohjattava hierontokone (Koponen 2018)

Koneellinen hierto aloitetaan levyllä ja lopullinen pinta saavutetaan siivillä tehtävillä hierroilla. Levyhiertojen määrään vaikuttaa muun muassa lattiantekijän työskentelytapa. Lisäksi määrään voi vaikuttaa haluttu tasaisuus, sillä levyhierto on myös lattiapinnan oikaisuvaihe. Siivillä tehtävällä liip-pauksella tai siivityksellä saavutetaan lattiapinnan sileys. Oikea-aikainen hierto parantaa myös lattian kulutuskestävyyttä. Lattian reunat ja saumakohtat viimeistellään käsin. Kylmiä pysäköintitiloja ei tulisi siivittää sileiksi, koska se tekee pinnasta liukkaan. (Suomen Betoniyhdistys 2018a, 170–171.)

5.5 Jälkihoito

Viimeisen hierron jälkeen pinta tulee jälkihoitaa. Jälkihoito on oikeiden kosteus- ja lämpötilaolosuh-teiden varmistamista sekä betonin suojaamista ulkoisilta rasituksilta kovettumisen alkuvaiheessa. Betonilattian jälkihoidolla on merkittävä rooli lattiarakenteelle asetettujen vaatimusten täyttymisessä. Jälkihoidolla estetään betonipinnan liiallinen kuivuminen ja taataan rakenteelle suotuisat kovettumis-olosuhteet betonipinnan hierron jälkeen. Betonilattian oikealla ja huolellisella jälkihoidolla vaikutetaan myönteisesti muun muassa seuraaviin tekijöihin (Suomen Betoniyhdistys 2018a, 174):

- pinnan lujuus ja kulutuskestävyys
- pinnan tiiviys
- pinnan pölyävyys
- pintalattian tarttuvuus alustaan
- päällystettävyyys
- halkeiluriski.

Jälkihoitomenetelmä tulee valita aina tapauskohtaisesti. Jälkihoitomenetelmää valittaessa tulee ottaa huomioon jälkihoidolle asetetut tavoitteet, betonointiolosuhteet, käytettävät työmenetelmät, betonin ominaisuudet, lattioiden pinnoitettavuus/päällystettävyyys sekä laatuvaatimukset. Useat kovabetonei-den tuotevalmistajat suosittavat BLY:n jälkihoito-ohjeiden mukaista jälkihoitoa. Jälkihoitomenetel-mänä suositellaan levittämään lattian pintaan sopivaa jälkihoitoainetta heti hierron jälkeen. Lisäksi suositellaan seuraavana aamuna tapahtuvaa betonipinnan kastelua sekä suojausta muovilla tai suo-japeitteellä jälkihoidon ajaksi. (Bermanto.fi; Fescon.fi; Lindec.fi; Master-Chemicals.fi; Piimat.fi; Suo-men Betoniyhdistys 2018a, 174–179.)

6 PYSÄKÖINTILAITOKSEN BETONILATTIAN VALU

Kuntolaakso on Kuopion Niiralassa vuosien 2018–2020 aikana toteuttettava kehittämishanke, johon sisältyy uusi uimahalli, jäähallin laajennus- ja peruskorjaus sekä uusi pysäköintilaitos. Hankkeen rahoittaa ja omistaa SEB Leasing Oy ja tilaajana toimii Kuopion kaupunki. Hankkeen toteutusvaiheesta vastaa YIT Suomi Oy ja käytönaikaisesta ylläpidosta Caverion Suomi Oy. (YIT.fi.)

Kuntolaakson pysäköintilaitos rakennetaan vuosien 2018 ja 2019 aikana palvelemaan pääsääntöisesti jäähallin ja uuden uimahallin asiakkaita. Pysäköintilaitos on kylmä ja avoin rakennus, johon tulee 350 autopaikkaa ja seitsemän pysäköintitasoa, joista kaksi ylimmäistä on sateelle alttiita. Rakennus on betonielementtirakenteinen. Alapohja toteutetaan alimmaisissa lohkoissa maanvaraisena valuna lämmöneristeen päälle. Välipohjarakenteet tehdään kuorilaatoilla, joka yhdessä pintavalun kanssa muodostaa rakenteellisesti kantavan liittorakenteen. Nämä ala- ja välipohjarakenteiden betonikerrokset toimivat myös alusbetonina rakenteen kulutuskestävyyttä parantavalle kovabetonipintaukselle. Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan kovabetonoinnin lisäksi alusbetonikerrosten valutyövaiheita välipohjarakenteissa.

6.1 Olosuhteiden hallinta

Lattian valutyöt ajoittuivat syyskuun 2018 ja tammikuun 2019 väliselle ajalle. Olosuhteiden hallinnassa tuli ottaa huomioon vuodenajan asettamat haasteet. Valutilat suojattiin ilmavirtauksilta asentamalla tuulisuojapeitteet rakennuksen ympäri (kuva 9). Tilan riittävä lämmitys varmistettiin öljylämpöpuhaltimien avulla (kuva 10). Syksyn tullen myös valutilojen riittävästä valaistuksesta oli tärkeää huolehtia.



Kuva 9. Pysäköintilaitos tuulisuojapeitteillä suojattuna (Koponen 2018)



Kuva 10. Rakennuslämmitin (Koponen 2018)

6.2 Palkkien ja laataston tuenta

Valualueen alapuoliset palkit ja kuorilaatat tuettiin ennen valua (kuva 11). Rakenteen tuli olla puristettuna molempiin suuntiin, jotta tasojen rakenteellinen vedenpitävyys voitiin saavuttaa. Holvituet asennettiin palkkien ja laataston alle kaikkiin valun alapuolisiin kerroksiin. Laattojen alapuolella holvituet asennettiin muottipalkkien alle, joilla korjattiin myös laattojen hammastus. Tuennan asennus aloitettiin aina alimmaisesta kerroksesta ja jatkettiin aina sitä mukaa kun palkki- ja laattaelementit oli saatu paikoilleen. Tuenta toteutettiin rakennesuunnittelijan antamien ohjeiden mukaisessa järjestyksessä.



Kuva 11. Yläpuoliset kuorilaatat tuettu holvituilla ja muottipalkeilla (Koponen 2018)

6.3 Alusbetonointi

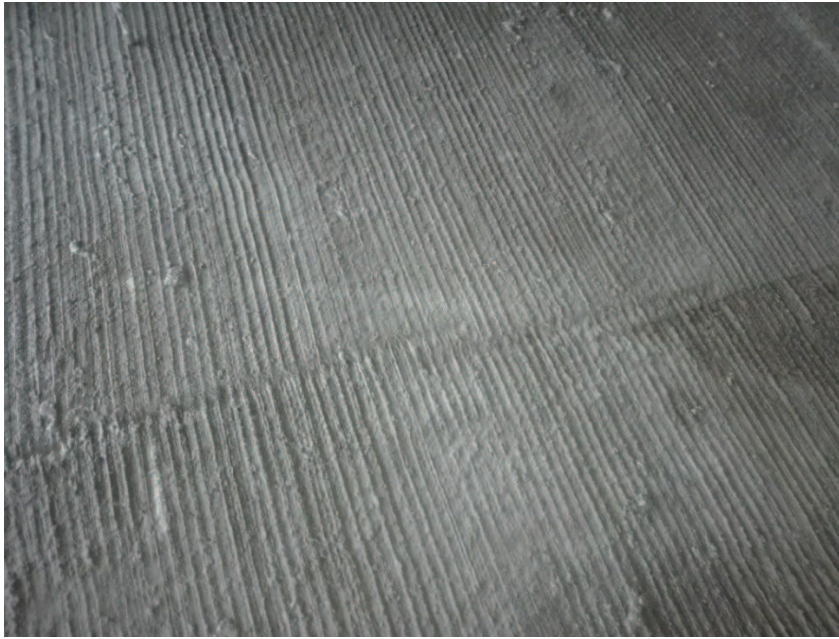
Kun kuorilaatat oli tuettu valutilan alapuolelta, kaivot asennettiin paikoilleen, jonka jälkeen lattian rauditus ja muotit tehtiin valmiiksi. Muotit tehtiin vanerista ja puutavarasta liikuntasauaman kohdalle. Jokainen pysäköintitaso jaettiin liikuntasauamalla kahteen erikseen valettavaan lohkoon. Valutyöt aloitettiin aina jokaisen lohkon ylimmäisestä kerroksesta ja päätettiin lopulta lohkon alimmaiseen kerrokseen. Valualueen kuorilaattapohjan tuli aina olla tuettu alapuolelta, joten valua ei alemmissä kerroksissa voinut tehdä ennen kuin tilasta oli purettu ylempää kerrosta tukevat holvituet.

Kuorilaattojen pinta puhdistettiin ennen valua puhaltimella ja vesisuihkulla. Laattojen pinnan imu-kyky varmistettiin kostuttamalla pinta puhdistuksen yhteydessä. Pinta kasteltiin valua edeltävänä päivänä, vähintään 16 tuntia ennen valutyön alkamista. Näin varmistettiin, että pinta ehtisi kuivua riittävästi ennen valua. Laatan pinta sai olla mattakostea, muttei märkä, eikä siihen missään nimessä saanut jäädä vesilammikoita.



Kuva 12. Kuorilaattojen päälle valettava alusbetonikerros (Koponen 2018)

Luja-Betoni Oy toimitti betonin (liite 4) työmaalle kuljetusautolla, josta betoni pumpattiin holville pumppuautolla. MJS-Group Oy vastasi betonin levitys- ja hiertotyöstä. Betoni levitettiin kuorilaattojen päälle tasaisesti pieninä erinä (kuva 12), koska suuret betonikasat voisivat aiheuttaa laattoihin epätasaisia taipumia, laattojen hammadusta ja pahimmassa tapauksessa laatan kantokyvyn ylittymisen seurauksena laatan katkeamisen. Betonin lopullinen lujuus varmistettiin tiivistämällä valun pinta huolellisesti tärypalkilla. Tiivistyksen yhteydessä tuoreen betonin pintaan harjattiin uria, joilla varmistettiin kovabetonipintauksen tartunta alustaan (kuva 13). Valun jälkeen pintaan suihkutettiin NordTop-jälkihoitoaine ja peiteltiin rakennusmuovilla ja routamatolla. Pinta pidettiin suojattuna 14 vuorokauden ajan. Valutyöstä syntyneet valumat poistettiin jälkikäteen, saumojen välistä alhaalta päin piikkaamalla.



Kuva 13. Alusbetonin harjattu pinta (Koponen 2018)

6.4 Tuennan poisto

Betonin lujuuden kehitystä seurattiin ennen valua asennettujen lämpötila-antureiden avulla. Kun kuorilaattavalu oli saavuttanut 50 prosenttia loppulujuudestaan, tuentaa laskettiin valualueen alapuolisessa kerroksessa 5–10 millimetriä alaspäin, kuitenkin niin että tuenta edelleen kantoi yläpuolista tasoa. Pintavalun saavutettua 60 prosenttia loppulujuudesta, tuet purettiin pois. Liikunta- ja työsaumojen kohdalla tuentaa löysättiin vasta kun saumojen molempien puolien lohkot oli valettu. Kun tuenta oli poistettu kokonaan valualueen alapuolisesta tilasta, voitiin tässä tilassa tehdä seuraava kuorilaattavalu. Kuten tuennan toteutuskin, tuennan poisto suoritettiin rakennesuunnittelijan antamien ohjeiden mukaisessa järjestyksessä.

6.5 Kovabetonointi

Kun kuorilaattavalusta oli kulunut vähintään kaksi viikkoa ja kun valutilan alapuolinen tuenta oli poistettu kokonaan, betonilattian päälle voitiin valaa 20 mm paksuinen kovabetonipinta. Kovabetonipintausten tartunta alusbetoniin varmistettiin kostuttamalla alustan pinta ja hapottamalla se AIV 2 Plus -muurahaishapolla. Alustan kastelu aloitettiin valua edeltävänä päivänä. Valupäivänä alusta hapotettiin ja pestiin puhtaaksi sementtiliimasta. Samalla alustan pinta kasteltiin uudelleen ja sen puhtaus varmistettiin. Alustan pinnalta poistettiin irtovesi vesi-imurilla, niin että pinta jäi mattakosteaksi.



Kuva 14. Kovabetonimassan sekoitus (Koponen 2018)

Kovabetonipintaukseen käytettiin Suomen Rakennelujitus Oy:n kehittämää itsestivistyvää SRL 60/6/R -tuotetta, jota käytetään erityisesti korjausbetonina (liite 2). Kovabetonin ainekset toimitettiin työmaalle kosteudelta suojatuissa säkeissä. Tuotteensa laadun varmistamiseksi, Suomen Rakennelujitus Oy valmisti ja pumppasi kovabetonimassan valualueelle itse (kuva 14). Kovabetonin levitys- ja hier-
totyöstä vastasi MJS-Group Oy. Massaa työstiin ennen valua 2–3 tuntia.



Kuva 15. Kovabetonimassan levitys ohjureita apuna käyttäen (Koponen 2018)



Kuva 16. Kovabetonipinnan tiivistys tärypalkilla (Koponen 2018)

Alustan päälle asetettiin ohjurit, joita pitkin pinta tiivistettiin ja oikaistiin korkoonsa tärypalkin avulla (kuvat 15 ja 16). Massan levityksen jälkeen ohjurit poistettiin ja pinnalle tehtiin teräshierro, jolla pinnalle saatiin sopiva karheus ja tiiviys (kuva 17). Kun valun pinta oli hierretty ja kesti kävelyn, siihen ruiskutettiin NordEpox-jälkihoitoaine. Lopuksi pinta suojattiin rakennusmuovilla ja routamatolla (kuva 18). Pinta pidettiin suojattuna 14 vuorokauden ajan.



Kuva 17. Pinnan hierro hiertokoneella (Koponen 2018)



Kuva 18. Valmis pinta suojattu routamatoilla (Koponen 2018)

6.6 Tulokset

Pysäköintilaitoksen valutyöt onnistuivat kaiken kaikkiaan hyvin (kuva 19). Kuorilaattavalut saatiin tehtyä kaikkiin 14 lohkoon. Kovabetonipintausta valettiin 10 lohkoon, jättäen ainoastaan ylimmäiset sateelle alttiit lohkot valamatta. Näissä lohkoissa valuolosuhteiden hallinta olisi vuodenajasta johtuen, ollut liian haasteellista toteuttaa, joten lohkojen kovabetonointi tehdään loppuun kesällä 2019. Sekä alusbetonista että kovabetonista otettiin useita koekappaleita, joista testattiin massalta vaadittavat ominaisuudet (liitteet 3 ja 4). Liikuntasaumat tehtiin kuorilaattavalujen mukaisesti lohkojen reunoihin.



Kuva 19. Valmiin kovabetonilattian pinta (Koponen 2018)

Oli mielenkiintoista huomata, kuinka kovabetonimassan tavallista betonia suurempi jäykkyys vaikutti massan valunopeuteen. Kun alusbetonikerrosten keskimääräinen valunopeus oli 11,4 m³/h, kovabetonipintaauksissa vastaava arvo oli 2,4 m³/h. Käytännössä tämä tarkoitti sitä, että vaikka kovabetonipintausta oli huomattavasti ohuempia kuin alusbetonikerros, sen työstämiseen saattoi saman kokoisella alueella mennä kauemmin.

7 HAASTATTELUT

Haastattelujen tarkoituksena oli täydentää teoretietoa ja tuoda esille valu-urakoitsijoiden näkökulmaa (liite 7). Haastattelin opinnäytetyötä varten kahden betonilattiaurakoitsijan edustajaa: Beto-niukko Oy:n Timo Aaltosta (2019-01-10) ja MJS-Group Oy:n Mikko Piristä (2019-01-30).

Aaltosen mukaan yksi kovabetonilattian merkittävä etu on sen pitkäikäisyys. Kovabetonipinta voi hyvin kestää jopa kolme kertaa sirotepintausta pidempään. Tällöin myös lattian korjauskulut vähenevät huomattavasti. Kovabetonipinta saadaan tarvittaessa kuivumaan pinnoitekuivaksi erittäin nopeasti. Jos lattiaan ollaan esimerkiksi tekemässä epoksipinta, voidaan lattian oikaisuvalu tehdä kovabetonilla. Kovabetoni ei myöskään ole alusbetonin suhteen niin arka kuin kuivasirote. Toisaalta kovabetonilattian tekeminen on kalliimpaa, työläämpää, hitaampaa ja vaatii enemmän ammattitaitoa. Lisäksi kovabetonointi vaatii hyvät valuolosuhteet, eikä sitä kannata tehdä kohteisiin, joissa alustan lujuus ei ole riittävä, alusta on rapautunut tai sen historiaa ei tunneta. Aaltonen kertoo, että eräässä kohteessa lasitehtaan lattian pintaan oli tarkoitus valaa kovabetonipintausta, mutta kun lattian pintaa kasteltiin, pinta alkoi helmeillä. Koska helmeilyn syytä ei tiedetty, kovabetonipintausta ei voitu valaa alustan päälle. (Aaltonen 2019-01-10.)

Pirisen mukaan kovabetonipintausta on jo paksumman kulutuskerroksensa vuoksi paljon sirotetta tehokkaampi menetelmä. Molemmilla on omat käyttökohteensa, eikä niiden vertailu toisiinsa ole tarpeellista. Koska sirotepintausta ei esimerkiksi pystytä tekemään kovettuneen alusbetonin päällä, on kovabetonipintausta korjausrakentamiseen parempi vaihtoehto. Itseasiassa silikaattikäsittely on tällä hetkellä isompi kilpailija sirotteille, kuin kovabetonipintausta. (Pirinen 2019-01-30.) Aaltosen (2019-01-10) mukaan betonilattioiden kiristyneet laatuvaatimukset rajoittavat nykyisin sirotteiden käyttöä ja tämän vuoksi niitä on alettu korvaamaan silikaattikäsittelyllä.

Aaltonen kertoo, että kovettuneen alusbetonin päälle valaminen onnistuu, kunhan olosuhteet ovat hyvin hallinnassa. Valettaessa tuoretta tuoreelle -menetelmällä, alusbetonin on oltava laadukasta ja sen valintaan tulee kiinnittää erityistä huomiota. Ihanteellinen alusta Aaltosen mielestä on suora, ristiin singottu ja uudehko betonilattia, joka on kyllästetty vedellä. (Aaltonen 2019-01-10.) Pirinen sanoo, että kovettuneen alustan päälle valettaessa työtä on helpompi hallita kuin tuoretta tuoreella -menetelmällä. Tuoreen alusbetonin päälle valettaessa riskinä on pinnan nahkoittuminen. Koska sementtiliimaa ei saada tuoreelta alustalta poistettua, pinta hierretään auki. (Pirinen 2019-01-30.)

Pirisen mukaan sekä valutyö että tuotteen materiaalit vaikuttavat kovabetonilattian korkeisiin kustannuksiin. Valutyö vaatii huolellista ammattilaisen työskentelyä. Materiaalien korkea hinta taas johtuu tarkkaan valikoiduista raaka-aineksista. (Pirinen 2019-01-30.) Aaltosen (2019-01-10) mukaan kovabetonilattian kustannukset voivat olla jopa 10-kertaiset sirotelattioihin verrattuna, ja tämän vuoksi sirotelattioita tehdään Suomessa huomattavasti enemmän.

Aaltonen kertoo, etteivät rakentajat yleisesti tunne kovabetonia, ja siksi sitä ei aina osata hyödyntää kaikissa kohteissa. Aaltonen lisäisi kovabetonin käyttöä ainakin pysäköintilaitosten ajoluiskissa, koska

niissä nastarengaskulutus on erityisen voimakasta. Kovabetonipintausta tulisi tehdä ajoluiskiinkin heti alusta lähtien, jotta säästyttäisiin lattiapinnan myöhemmiltä korjauskustannuksilta. (Aaltonen 2019-01-10.) Pirisen mukaan kovabetonin mahdollinen huono maine johtuu siitä, ettei kovabetonipintausten yleistyessä Suomessa ollut osaavia tekijöitä, ja monta asiaa on jouduttu oppimaan kantapään kautta. 10–15 vuotta sitten kovabetonilattioissa esiintyi paljon halkeilua, mutta nykyään kaikki lattiaurakoitsijat, jotka ovat kovabetonin kanssa tekemisissä, tietävät miten niitä käsitellään. Pirinen lisäisi kovabetonin käyttöä nopeasti kuluissa, kovan kulutusrasituksen alaisissa kohteissa. Myös korjauskohteiden rakennuskuluissa voitaisiin säästää käyttämällä kovabetonia. (Pirinen 2019-01-30.)

Aaltonen arvioi, että kovabetonin käyttö tulee lisääntymään tulevaisuudessa erityisesti kohteissa, joissa on kiireinen aikataulu. Kovabetoneissa tullaan käyttämään entistä kovempia runkoaineita, ja kuitujen käyttö lisääntyy. (Aaltonen 2019-01-10.) Pirinenkin näkee pieniä merkkejä kovabetonin käytön yleistymisestä. Pirisen mielestä kovabetonin yleistymiseen auttaisi järkevämmän hintaiset raaka-aineet. Tuotteeseen käytettävien materiaalien paranteluun hän ei välttämättä näe tarvetta, sillä kovabetonilla voidaan jo nyt tehdä erittäin kestäviä lattioita. Kovabetonin työstömenetelmät tulevat kehittymään, tulossa on esimerkiksi itseohjautuvia ja kauko-ohjattavia laitteita, jolloin työskentely kevenee. (Pirinen 2019-01-30.)

8 YHTEENVETO

Hyvällä ammattitaidolla ja valmistajien ohjeita noudattamalla, kovabetonilla pystytään tekemään erittäin laadukkaita, pitkäikäisiä ja kulutuskestäviä betonilattioita. Se täyttää monet betonilattialle asetetut laatuvaatimukset tehokkaammin, kuin kuivasirote. Kovabetonipintauksen huomattavimpia etuja ovat:

- A₀-luokan tasaisuus saavutettavissa
- ylivoimaisesti kulutuskestävin ratkaisu
- pitkäikäisyys, vähentää korjauskuluja
- tiivis nesteitä ja jäänsulatusaineita vastaan
- hyvä iskunkestävyys
- ulkonäkö; vähäinen halkeilu ja pinnan tasavärisyys
- lieventää joissain kohteissa alusbetonin rasitusluokkavaatimuksia
- voidaan valaa myös kovettuneelle alusbetonille
- ei niin riippuvainen alusbetonin ominaisuuksista, kuin sirote.

Kovabetonipintausta on yleensä useita millimetrejä paksumpaa kuin sirote, joten kovabetonin ylivoimaisuus ei ole suuri yllätys. Sirote levitetään lattiaan hierron yhteydessä, eikä se tällöin juurikaan lisää työvaiheita. Kovabetonilattiat sen sijaan tehdään kaksikerrosmenetelmällä, joten se lisää betonilattian työvaiheita merkittävästi. Lisäksi kovabetonipintauksen valutyöt voivat kestää paljon kauemmin, kuin alusbetonikerroksen valutyöt. Alla lueteltu kovabetonilattian huonoja puolia:

- jopa 10-kertaa kalliimpaa, kuin sirote
- työvaiheita huomattavasti enemmän
- vaatii enemmän resursseja ja ammattitaitoa.

Kovabetonia ei siis kannata käyttää vaatimuksiltaan vaatimattomammissa kohteissa. Se että sirote-lattioita tehdään Suomessa moninkertainen määrä kovabetoniin verrattuna, johtuu luultavasti juuri näistä yllä mainituista asioista. Kovabetonipintausta on myös suhteellisen uusi menetelmä Suomessa, ja tämän vuoksi rakentajat eivät tunne kovabetonia kovin hyvin. Lisäksi kovabetonilla saattaa olla huono maine, aiemmin epäonnistuneiden kovabetonilattioiden vuoksi. Oikein tehtynä kovabetonipintausta on kuitenkin tehokkain keino parantaa lattian kulutuskestävyyttä ja käyttöikä. Hyviä käyttökohteita kovabetonipintaukselle ovat:

- julkiset pysäköintilaitokset, joissa paljon päivittäistä liikennettä
- pysäköintilaitosten ajoramppi-, puomi- ja mutka-alueet
- lattiat, joissa erittäin raskasta teollisuustuotantoa
- lattiat, joissa yli 1000 ihmisen päivittäinen jalankulku
- lattiat, joilta vaaditaan pitkäikäisyyttä
- kovan kulutusrasituksen alaiset korjauskohteet
- lattiat, joille asetettu kulutuskestävyyden lisäksi muita korkeita laatuvaatimuksia, kuten ulkonäkö tai A₀-luokan tasaisuus.

9 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli lisätä tietoisuutta kovabetoneista ja tutkia kovabetonipintausten soveltuvuutta betonilattioihin. Mielestäni opinnäytetyölle asetetut tavoitteet täyttyivät hyvin. Olen pyrkinyt sisällyttämään opinnäytetyöhöni mahdollisimman paljon aiheesta löytyvää tietoa. Asiantuntija-haastatteluilla ja omalla työkokemuksella opinnäytetyöhön saatiin mukaan myös uutta näkökulmaa. Työmaalta otetuista koekappaleista testattiin betonilta vaadittavat ominaisuudet. Toimeksiantajan toiveesta tein myös valintataulukon kovabetoni- ja kuivasirotetuotteille (liite 6). Tätä työtä tehdessäni oma osaamiseni ja ymmärrykseni aiheesta kasvoi merkittävästi. Uskon opinnäytteeni antavan myös muille kattavasti tietoa aiheesta ja hyvän pohjan aiheesta mahdollisesti tehtäville uusille opinnäytetoille.

Vaikka kovabetonipintauksella saadaan huomattavasti parempilaatuisia lattioita, en usko sen olevan syrjäyttämässä kuivasirotetta vielä vähään aikaan. Myös sirotteella on mahdollista tehdä erittäin kulutuskestäviä, laadukkaita lattioita, ja vieläpä edullisemmin. Kovabetonien käyttöä voisi lisätä laskeamalla raaka-ainesten hintoja. Haastatteluissa kävi ilmi, että betonilattioiden kiristyneet laatuvaatimukset rajaavat nykyisin jonkin verran sirotteiden käyttöä, ja tämän vuoksi kulutuskestävyyttä on alettu parantamaan silikaattikäsittelyllä. Silikaattikäsittelyllä voidaan myös tehdä kulutuskestäviä betonilattioita, ja kustannuksiltaan menetelmä on lähempänä sirotetta, kuin kovabetonipintausta.

Suuremmissa rakennuskohteissa, laatuvaatimukset ovat usein korkeammat ja lattian käyttöikä suurempi. Tällaisissa kohteissa uskon kovabetonipintausten yleistyvän tulevaisuudessa. Myöhempien korjauskustannusten vähentämiseksi, kovabetonin käyttöä kannattaisi lisätä myös kovan nastarengaskulutuksen lattioissa, kuten pysäköintilaitosten ajoramppi-, puomi- ja mutka-alueet. Kovabetonipintausten yleistyminen voisi laskea materiaalin korkeita hintoja. En kuitenkaan lähtisi lisäämään kovabetonin käyttöä yksityisissä tai vähäliikenteisemmissä pysäköintilaitoksissa, enkä välttämättä kohteissa, joissa ei suuren kulutuskestävyyden lisäksi ole muita suuria laatuvaatimuksia.

Tässä opinnäytetyössä kovabetoni- ja kuivasirotelattioiden ominaisuuksia vertailtiin enimmäkseen teoreettiselta pohjalta. Olisi mielenkiintoista nähdä opinnäytetyö, jossa tutkittaisiin jo tehtyjä kovabetonilattioita, ja selvitetäisiin kuinka hyvin kovabetonipintaukset ovat onnistuneet käytännössä.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

AALTONEN, Timo 2019-01-10. Toimitusjohtaja. [haastattelu]. Turenki: Betoniukko Oy.

Bermanto.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-03-14]. Saatavissa: <http://www.bermanto.fi/>

Betonilattiyhdistys.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-04-11]. Saatavissa: <http://www.betonilattiyhdistys.fi/>

DIN 18560, part 7. 1992. Floor screeds, Heavy-duty screed.

Fescon.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-03-14]. Saatavissa: <http://www.fescon.fi/>

Geologia.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-03-04]. Saatavissa: <http://www.geologia.fi/>

HARO, Mikko 2016. Työohje betonilaattojen halkeilun hallintaan. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [viitattu 2019-04-04]. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/108525/Haro_Mikko.pdf?sequence=1&isAllowed=y

KOPONEN, Juuso 2018. Kuvat 2, 8–19 [valokuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän valokuva-albumi 2018-2019.

KOROLAINEN, Raul 2013. Kuivasirotteiden käyttö kulutusrasitetuissa betonilatioissa. Savonia-ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [viitattu 2019-03-14]. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/65197/Korolainen_Raul.pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y

KOSKIPÄÄ, Karoliina 2017. Pysäköintilaitosten korjaustarpeiden arviointi. Tampereen ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö [viitattu 2019-04-04]. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/127713/Koskipaa_Karoliina.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Lindec.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-03-14] Saatavissa: <http://www.lindec.fi/>

Master-Chemicals.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-03-14] Saatavissa: <http://www.master-chemicals.fi/>

MATSINEN, Martti 2008. Betonilattiapinnoitukset – Osa 1: sementtipohjaiset pinnoitteet. Betoni-lehti. 4, 59–63. [viitattu 2019-03-14]. Saatavissa: https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/10/BET0804_s_59-63.pdf

MATSINEN, Martti 2014-03-05. Kovabetonipintausta vs. sirotepintausta [verkkoaineisto]. Jalat tukevasti lattialla. [Viitattu 2019-03-29.] Saatavissa: <https://marttimatsinen.wordpress.com/2014/03/05/kovabetonipintausta-vs-sirotepin-taus/>

MATSINEN, Martti 2015. Betonilattia on Design-tuote. Betoni-lehti. 4, 68–73. [viitattu 2019-03-14]. Saatavissa: https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/12/BET1504_68-73.pdf

MATSINEN, Martti 2017a. Näyttäviä lattiaita betonista – Design betonilattiat. Betoni-lehti. 1, 38–47. [viitattu 2019-03-14]. Saatavissa: https://betoni.com/wp-content/uploads/2017/03/BET1701_38-47.pdf

MATSINEN, Martti 2017b. Pysäköintihallien lattiakorjaukset. Betoni-lehti. 4, 76–81. [viitattu 2019-03-14]. Saatavissa: https://betoni.com/wp-content/uploads/2017/12/BET1704_76-81.pdf

MATSINEN, Martti 2019-01-25. Tekninen johtaja. [haastattelu]. Vantaa: Bermanto Oy.

Piimat.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-03-14] Saatavissa: <http://piimat.putteripro.fi/fi/Etusivu/>

PIRINEN, Mikko 2019-01-30. Toimitusjohtaja. [haastattelu]. Jaala: MJS-Group Oy.

SAARINEN, Sirkka 2007. Finavian huolto- ja korjaushalliin tehtiin kovabetonilattia. Betoni-lehti. 1, 66–69. [viitattu 2019-03-14]. Saatavissa: https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/10/BET0701_s66-69.pdf

SUOMEN BETONIYHDISTYS. 2014. Betonilattiat 2014 by 45 / BLY 7. Helsinki: BY-Koulutus Oy.

SUOMEN BETONIYHDISTYS. 2016. Betonin valinta ja käyttöikäsuunnittelu – Opas suunnittelijoille 2016 by 68. Helsinki: BY-Koulutus Oy.

SUOMEN BETONIYHDISTYS. 2018a. Betonilattiat 2018 by 45 / BLY 7. Helsinki: BY-Koulutus Oy.

SUOMEN BETONIYHDISTYS. 2018b. Betonitekniikan oppikirja 2018 by 201. Helsinki: BY-Koulutus Oy.

YIT.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-04-11]. Saatavissa: <https://www.yit.fi/>



Teollisuuslattiat
KORODUR / NEODUR Tuotteet



NEODUR-tuotteet, jotka pohjautuvat KORODUR raaka-aineisiin	Teollisuuslattiat kovaan kulutukseen DIN-standardien mukaan						Srotelattiat						Teollisuuslattiat kovaan kulutukseen erikoisominaisuuksin				
	HE 65	HE 65 SVS 3	HE 65 SVS 1,5	HE 65 Met	HE 2	HE 3	HE 3 SVS 3	HE 3 SVS 1,5	HE 3 Met	HE 50 rapid	HE 50 SF	HE 40 SVS 5	HE 40/8 SVS 5				
Raaka-aineet DIN 1100:n mukaan																	
Raaka-aineryhmä A	●	●							●			●	●				
Raaka-aineryhmä M				●													
Raaka-aineryhmä KS			●						●								
Kulutuskkestävyysryhmä DIN 52108:n mukaan																	
Kulutuskkestävyys ≤ 5 cm ³ /50 cm ²	●							●				●	●				
Kulutuskkestävyys ≤ 3 cm ³ /50 cm ²		●						●				●	●				
Kulutuskkestävyys ≤ 1,5 cm ³ /50 cm ²			●					●				●	●				
Materiaalin asennustavan mukaan																	
Pintausta tuoretta-tuoreelle (DIN 18560-7)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●				
Pintausta kovettuneen betonin päälle	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●				
Sirote					●				●								
Asennuspaksuudet kovan kulutuksen teollisuuslattioihin DIN 18560-7:n mukaan																	
Ryhmä I raskas kulutus	● 15 mm	● 15 mm	● 15 mm	● 6 mm	● 8 mm												
Ryhmä II keskirasakas	● 10 mm	● 10 mm	● 10 mm	● 5 mm	● 6 mm												
Ryhmä III kevyt kulutus	● 8 mm	● 8 mm	● 8 mm	● 4 mm													
Pinnotepaksuudet																	
Maksimi pinnotepaksuus	15 mm	15 mm	15 mm	15 mm	15 mm					30 mm	15 mm	35 mm	70 mm				
Materiaalin kulutus																	
Keskimääräinen paksuus	10 mm	10 mm	5 mm	6 mm						ei määriteltävissä	15 mm	10 mm	25 mm	45 mm			
Kulutus kg/m ²	21 kg	21 kg	11 kg	21 kg	3-6 kg	3-6 kg	3-6 kg	3-6 kg	6-8 kg	31 kg	21 kg	52 kg	94 kg				
Liukkaudenesto (riippuu myös pinnan käsittelystä)																	
Liukkaudenesto	R 9 - R 13	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●				
Erikoisominaisuudet																	
nopeasti kovettuva										●							
happoja kestävä	ph 2-4											●	●				
vestiivis		●	●	●	●	●	●	●	●			●	●				
jäälymistä ja jäänestoaineita kestävä		●	●	●	●	●	●	●	●			●	●				
polttainneet, mineraaliohjetyt, luottimet		●	●	●	●	●	●	●	●			●	●				

ITSETIIVISTYVÄ KORJAUSBETONI SRL 60/6/R

Suomen Rakennelujitus Oy:n kehittämä SRL 60/6/R on hyväksytyn tutkimuslaitoksen testaama. Tuote on itsetiivistyvä, erottumaton korjausbetoni sisätiloissa käytettäväksi.

Käyttökohteet:

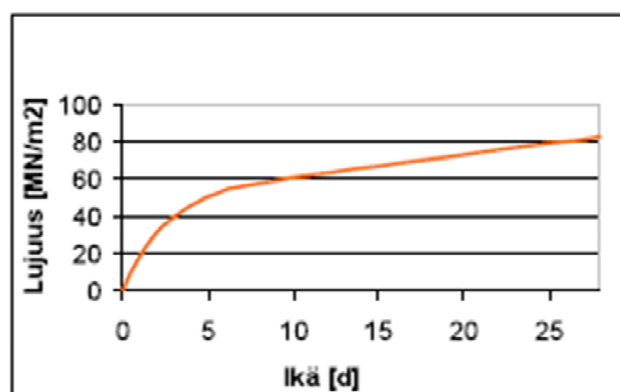
Tuote soveltuu erinomaisesti esim. vesieristeen alapuolisten rakenteiden korjauksiin nopean kuivumisensa johdosta. Betoni kuivuu normaaliolosuhteissa esim. kylpyhuoneiden vesieristämisessä vaadittavaan alle 5 %:n absoluuttiseen kosteuteen noin 3 vrk:ssa.

Muita käyttökohteita ovat mm.

- Lattioiden korjaus- ja pintavalut
- Seinä- ja pilarimaiset rakenteet
- Palkistot
- Seinä- ja pilarimaiset rakenteet
- Juotos- ja jälkivalut
- Tiheästi raudoitettut kohteet
- Ohuet rakenteiden manttelointivalut, valupaksuudet alkaen 25 mm

Teknisiä tietoja:

- Raekoko 0-8 mm
- Tiheys 2300 kg/m³
- Estetty kutistuma 0,20 mm
- Vapaa kutistuma 56 d 0,80 ‰
- Puristuslujuus 7 d 55,8 MN/m²
- Puristuslujuus 28 d 83,7 MN/m²
- Taivutusvetolujuus 28 d 9,9 MN/m²
- Veden erottuminen ei erottuvaa vettä
- Tiivistäminen itsetiivistyvä
- Rasitusluokat: XC4, XS3, XD3, XF3, XA1
- Tartuntalujuus ylittää yleensä korjattavan betonin vetolujuuden
- Betonimme notkeutta voidaan säätää kohteen asettamien vaatimusten mukaan.



Lujuuden kehitys + 20°C

Kuivuminen

Betonimme sisältää niin vähän vettä, että suurin osa siitä menee betonin kovettumisreaktion eli hydrataatioon. Betonimme kuivuu siis "sisäänpäin".

ikä [d]	abs.kosteus [%]
0	8,2
1	5,4
2	5,0
3	4,7
5	4,6

Toimitustapa

Tuotteemme laadun varmistamiseksi valmistamme betonimme työmaalla ennalta pakatuista raaka-aineista ja pumpaamme sen edelleen valukohteeseen. Hoidamme tarvittaessa myös levitys- ja hierontotyön.

Laadunvarmistus

Teemme tarvittaessa ennakoita betonointisuunnitelman sekä valutyöstä betonointipöytäkirjan. Testaamme tuoreen betonin ilmamäärän ja leviämisen sekä valamme tarvittavat koekappaleet laadunvarmistuskokeita varten.