



Kiiltohiotun betonilattian laadunvarmistus

Martin Nikula

OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2024

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Rakennustuotanto

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Rakennustuotanto

NIKULA MARTIN:
Kiiltohiotun betonilattian laadunvarmistus

Opinnäytetyö 46 sivua
Huhtikuu 2024

Tässä opinnäytetyössä tutustutaan kiiltohiotun betonilattian toteutukseen ja laadunvarmistukseen, etenkin opiskelurakentamisessa. Opiskelurakentamisen kohteissa, kuten kouluissa, opistoissa ja kampuksilla, onnistunut kiiltohiottu betonilattia on ulkonäöltään näyttävä ja erinomaisesti kulutusta kestävä sekä ennen kaikkea lattia tarjoaa paljon etuuksia loppukäyttäjille, kuten alhaiset elinkaarikustannukset, pitkäikäisyyden ja helpon puhdistettavuuden.

Kiiltohiotun betonilattian rakentamisaikaiset ongelmat johtuvat useimmiten siitä, että laatuun vaikuttavia tekijöitä ei tunneta riittävän hyvin, joten opinnäytetyössä selvitettiin laatuun vaikuttavia tekijöitä. Lisäksi opinnäytetyössä selvitettiin, miten laatuvaatimukset toteutuvat sekä mitkä ovat oleellisimmat laadunvarmistuskeinot, joiden avulla varmistetaan kiiltohiotun betonilattian onnistuminen.

Opinnäytetyö tehtiin pääasiassa kirjallisuutta, verkkosivuja ja artikkeleita hyödyntäen. Työtä varten haastateltiin myös työmaahenkilöstöä. Haastattelulla saatiin selville, miten mallihionta oli suoritettu kohteessa sekä mitä kaikkia haasteita työvaiheen aikana oli esiintynyt.

Opinnäytetyössä on koottu yhteen kiiltohiotun betonilattian laatuun vaikuttavat tekijät ja oleellisimmat laadunvarmistuskeinot. Työnjohtajat voivat hyödyntää tietoja kiiltohiotun betonilattian toteutuksessa. Onnistunut kiiltohiottu betonilattia vaatii monen asian onnistumista. Onnistumiseen pääseminen edellyttää oikeaa asennoitumista, hyvää kommunikaatiota ja yhteistyötä osapuolten kesken sekä ennen kaikkea huolellista toteuttamista.

Asiasanat: kiiltohiottu betonilattia, laadunvarmistus, laatuvaatimukset, laatu

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Engineering
Construction Production

NIKULA MARTIN:
Quality Assurance of Polished Concrete Floor

Bachelor's thesis 46 pages
April 2024

The purpose of this thesis was to examine the quality and quality assurance of polished concrete floor. Problems with polished concrete floors are most often caused by insufficient knowledge of quality factors and quality requirements, which are now investigated in this thesis. In addition, the most essential quality assurance measures for polished concrete floors were explored.

This thesis draws mainly on existing literature in the construction industry and interviews with site personnel. The purpose of the interviews was to get an idea of how the polished concrete floor was made at the site. In addition, the interviews reviewed briefly the most common challenges of polished concrete floors and how to manage those challenges as well as possible.

As a result, the thesis provides information about the issues affecting the quality of polished concrete floor and what quality assurance measures are available. The thesis can be utilised in the design phase and the implementation phase of polished concrete floors. A successful polished concrete floor requires the success of many things such as communication between the parties, continuing quality control and painstaking work.

Key words: polished concrete floor, quality assurance, quality requirements, quality

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	YLEISTÄ TIETOA BETONILATTIOISTA	6
	2.1 Betonilattioiden tyypit	6
	2.2 Betonilattioiden laatuvaatimukset.....	9
	2.2.1 Suoruus ja tasaisuus	11
	2.2.2 Kulutuskestävyys.....	12
	2.2.3 Halkeilu.....	13
	2.2.4 Lujuus.....	15
	2.2.5 Ulkonäkö	15
	2.3 Betonilattioiden halkeilun hallinta	16
3	KIILTOHIOTTU BETONILATTIA.....	17
	3.1 Yleistä	17
	3.2 Laatuvaatimusten toteuttaminen	18
	3.3 Hionta ja kiillotus	22
	3.4 Puhtaanapito ja hoito	25
4	LAADUNVARMISTUS	26
	4.1 Laadunvarmistuksen tavoitteet.....	26
	4.2 Laadunvarmistuksen osapuolet.....	26
	4.3 Työvaiheiden laadunvarmistus.....	28
	4.3.1 Tarkastusasiakirja.....	29
	4.3.2 Tehtäväsuunnitelma	29
	4.3.3 Aloituspalaveri	30
	4.3.4 Tarkastukset.....	30
	4.4 Betonitöiden laadunvarmistus	32
5	KIILTOHIOTUN BETONILATTIAN LAADUNVARMISTUSKEINOT	33
	5.1 Ennen lattiätöiden aloittamista	33
	5.2 Ennen betonointia	34
	5.3 Betonoinnin aikainen valvonta.....	35
	5.4 Hionta- ja kiillotusvaihe	35
6	HAASTATTELUN YHTEENVETO	37
7	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	43
	LÄHTEET.....	45

1 JOHDANTO

Kiiltohiotun betonilattian suosio on kasvanut lähivuosina merkittävästi. Kiiltohiotuja betonilattioita suunnitellaan arkkitehtonisiin sekä kovan kulutuksen kohteisiin niiden kestävyiden ja näyttävän ulkonäön vuoksi. Kiiltohiotut betonilattiat tarjoavat monia etuja loppukäyttäjille, kuten erinomaisen kulutuskestävyyden, pitkäikäisyyden, helpon puhdistettavuuden sekä alhaiset elinkaarikustannukset.

Opinnäytetyön idea lähti halusta tutustua tarkemmin kiiltohiottujen betonilattioiden toteutukseen sekä laadunvarmistukseen. Kiiltohiotun betonilattian rakentamisaikaiset ongelmat johtuvat usein siitä, että laatuun vaikuttavia tekijöitä ei tunneta riittävän hyvin. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää kiiltohiotun betonilattian laatuun vaikuttavia tekijöitä. Lisäksi tavoitteena on selvittää työvaiheiden ja betonitöiden laadunvarmistuksien avulla, kiiltohiotulle betonilattialle oleelliset laadunvarmistuskeinot, joiden avulla varmistetaan työnaikainen onnistuminen.

Työtä varten haastatellaan koulutyömaan työmaahenkilöstä. Haastattelun tarkoituksena on saada työmaan näkökulmaa opinnäytetyöhön. Lisäksi tavoitteena selvittää kiiltohiotun betonilattian toteutukseen ja laatuun liittyviä asioita sekä mitä kaikkia haasteita ja ongelmia on esiintynyt työvaiheen aikana.

Opinnäytetyön tarkoituksena on koota yhteen kiiltohiotun betonilattian laatuun vaikuttavat tekijät ja asiat sekä oleelliset laadunvarmistuskeinot, joita tehdään työvaiheen aikana. Lisäksi työn tarkoituksena on toimia tukimateriaalina työnjohdolle kiiltohiotun betonilattian toteutus- ja suunnitteluvaiheessa.

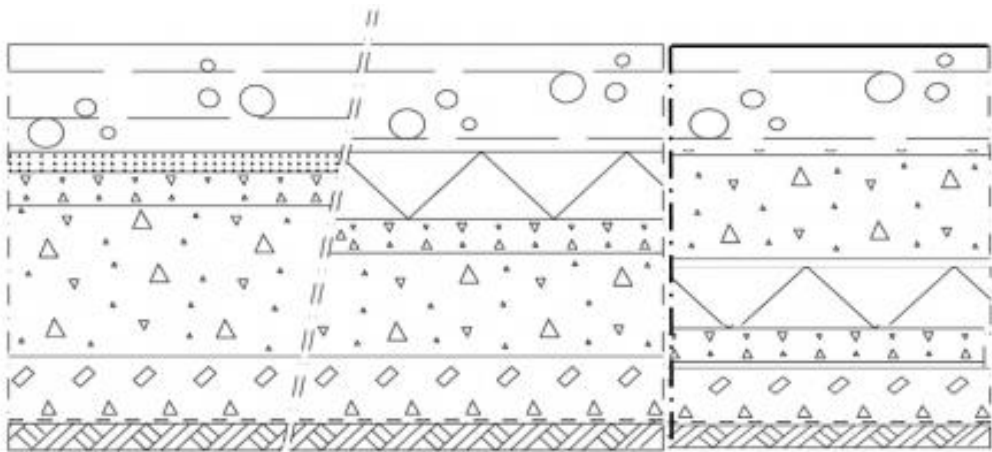
2 YLEISTÄ TIETOA BETONILATTIOISTA

2.1 Betonilattioiden tyypit

Betonilattia on paikalla valettava rakenne, joka toimii rasituksen alaisena kulutus-pintana joko käsiteltynä suoja-aineella tai ilman käsittelyä. Betonilattiat voivat olla maanvaraisia laattoja, paalulaattoja, paikalla valettuja kantavia välipohjia tai pin-talaattoja sekä ne voivat olla raudoittamattomia, tankoraidoitettuja, jännitettyjä tai kuiduilla raudoitettuja. (Suomen betoniyhdistys ry, 2023, 7.)

Maanvarainen betonilattia

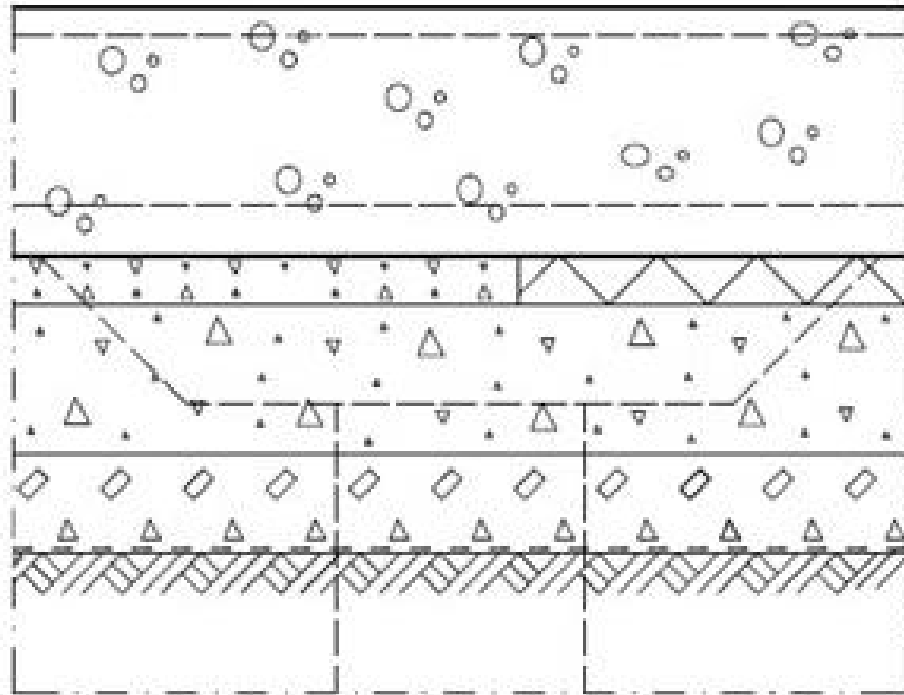
Maanvarainen betonilattia (kuva 1) valetaan joko suoraan maata vasten tai läm-möneristeen päälle. Mitoittaessa maanvaraista laattaa kimmoiselle alustalle, voi-daan se mitoittaa teräsbetoni-, kuitubetoni- tai tartunnattomilla jännitettynä beto-nirakenteena. Maanvaraisen laatan mitoituksessa vaikuttavia tekijöitä ovat alus-tan ja eristeen kantavuus sekä pakkovoimat, jotka johtavat siihen, että maanva-rainen laatta soveltuu ainoastaan hyvin kantavalle maapohjalle. (Suomen betoni-yhdistys ry, 2023, 8.)



KUVA 1. Maanvaraisen lattian eri toteutustapoja (Suomen betoniyhdistys ry, n.d).

Paalulaatta

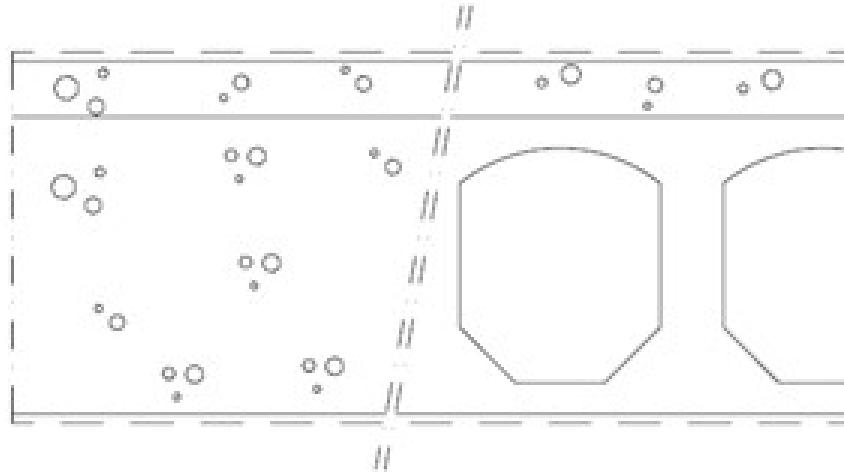
Paalulaatta (kuva 2) valetaan myös maata vasten. Paalulaattoja käytetään, kun maaperä on heikosti kantava. Mitoituksessa paalulaatat mitoitetaan kantavina teräsbetonirakenteina, joissa noudatetaan kantavien rakenteiden suunnitteluohjeita. Mitoituksessa ei oteta huomioon maapohjan mahdollista kuormankantokykyä. (Suomen betoniyhdistys ry, 2023, 9.)



KUVA 2. Kantava paalulaatta (Suomen betoniyhdistys ry, n.d).

Pintabetonilattia

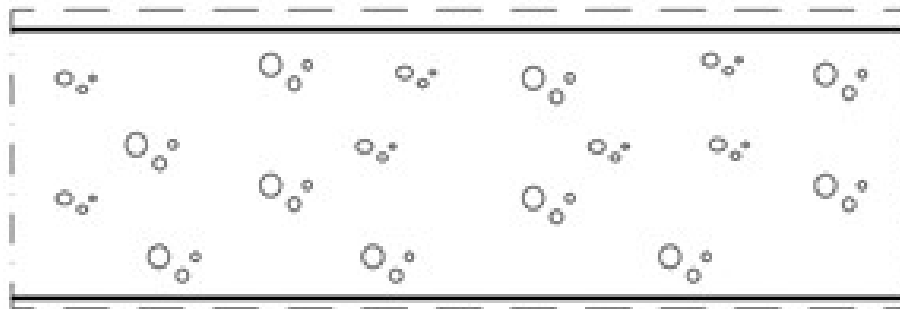
Pintabetonilattia (kuva 3) valetaan kovettuneen betonin päälle, kuten esimerkiksi ontelolaatan tai holvin päälle. Pintabetonilattia tehdään raudoitettuina, kun niiden paksuus ylittää 60 mm. Raudoitetun pintalaatan raudoitukset tulee sijoittaa mahdollisimman lähelle laatan yläpintaa noudattaen asettuja suojabetonikerrosvaatimuksia. Tällä voidaan ehkäistä ja välttää halkeamien syntymistä. Pintabetonilattiat voidaan myös tehdä raudoittamattomina, kun ovat alle 60 mm paksuja alustaan kiinnitettyjä ei rakenteellisia pintalaattoja. (Suomen betoniyhdistys ry, 2023, 9.)



KUVA 3. Alustaan kiinni valettu pintabetonilattia. Vasemmanpuoleisessa kuvassa pintabetonilattia on valettu paikallavaletun holvin päälle ja oikeanpuoleisessa kuvassa ontelolaatan päälle. (Suomen betoniyhdistys ry, n.d.)

Kantava paikallavalettu välipohja

Yleisimmät käyttökohteet ovat asunto- ja toimistorakennukset. Paikallavaletun välipohjan (kuva 4) työvaiheisiin kuuluvat muottityöt, raudoitustyöt, talotekniikan asennus, valaminen ja jälkihoito. Ääneneristävyysvaatimuksien vuoksi asuinrakennuksissa laatan vähimmäispaksuus on 270 mm. (Lumme 2012, 24–27.)



KUVA 4. Kantava paikallavalettu välipohja ilman erillistä pintavalua (Suomen betoniyhdistys ry, n.d).

2.2 Betonilattioiden laatuvaatimukset

Betonilattioiden ongelmat liittyvät usein siihen, että laatuvaatimukset ovat olleet olemattomia, puutteellisia tai mahdollisesti virheellisiä. Laatuvaatimuksiin liittyviä ongelmia pystyttäisiin ennaltaehkäisemään sekä mahdollisesti välttämään aikaisella ja hyvällä suunnittelulla. Rakennushankkeilla on eri käyttötarkoituksia, joten betonilattioille voidaan asettaa erilaisia laatuun liittyviä vaatimuksia. Laatuun liittyvät vaatimukset esitetään suunnitelmissa luokitusjärjestelmän avulla. (Suomen betoniyhdistys ry, 2023, 16.)

Betonilattiat voidaan luokitella luokitusjärjestelmään, jotka sisältävät yleiset laatu-tekijät. Laatutekijöillä on tärkeä merkitys betonilattian kestävyydelle ja käytölle. Lattioiden laatutekijät luokitellaan seuraavasti:

- Suoruus ja tasaisuus ilmoitetaan kirjaimin A₀, A, B ja C. Luokka A₀ on vaativin.
- Kulutuskestävyys ilmoitetaan numeroin 1, 2, 3 ja 4. Luokka 1 on vaativin.
- Suurin sallittu halkeamaleveys ilmoitetaan roomalaisilla kirjaimilla I, II, III ja IV. Luokka I on vaativin. Lisäksi luokka I on jaettu käyttötarkoituksen mukaan 3 eriin alaluokkaan, joita ovat ulkonäön suhteen vaativat luokat (I-UA) ja (I-UB) sekä kulutuskestävyyden suhteen vaativa luokka (I-K). (Suomen betoniyhdistys ry, 2019, 68.)

Näiden laatutekijöiden lisäksi merkittäviä laatutekijöitä ovat vähimmäispuuristisuus ja säilyvyysvaatimukset. Lisäksi on määritelty erikseen luokittelemattomia laatutekijöitä, kuten esimerkiksi pölyämättömyys, puhdistettavuus, sähkönjohtavuus, hygieenisuus ja ulkonäköön vaikuttavat värierot. Luokittelemattomia laatutekijöitä käytetään tarvittaessa rakennushankkeen käyttövaatimusten mukaan. (Suomen betoniyhdistys ry, 2019, 68.)

Luokitusperusteiden mukaisesti lattian luokka ilmoitetaan kirjain-numero-roomalainen luku yhdistelmällä. Esimerkiksi taulukossa 1 ilmoitetaan asuntojen ja toimistojen arkkitehtoniset lattiat A-2-I-UA tai I-UB. Ensimmäisen kirjain kertoo suoruusvaatimuksen, ensimmäinen numero kulutuskestävyyden luokan ja roomalainen numero sallitun halkeamaleveyden. (Suomen betoniyhdistys ry, 2023, 13.)

TAULUKKO 1. Laatutekijöiden valintaohje tavanomaisille vaatimustasolla (Suomen betoniyhdistys ry, 2023, 15).

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 pesuhuonetiilojen 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. pienteollisuustalot, 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⁾ Pakkaskestävyys varmistettava ulkorakenteissa.
²⁾ Kantavissa rakenteissa noudatetaan voimassa olevien suunnitteluohjeiden vaatimuksia.
³⁾ Määritellään ja suunnitellaan kohdekohtaisesti.

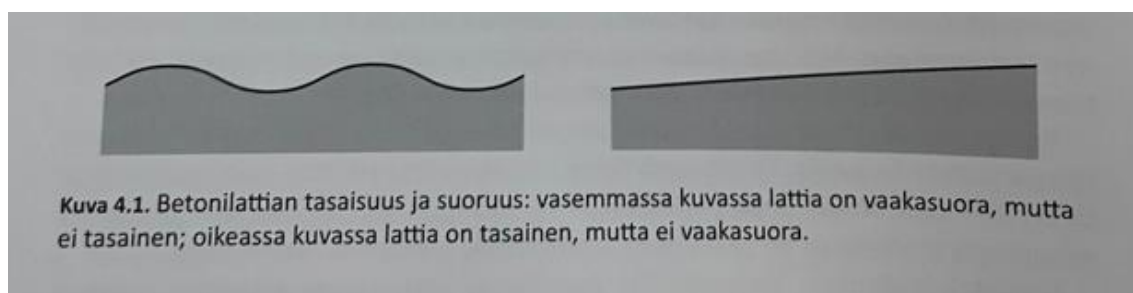
Eryyisen vaativissa kohteissa voidaan liittää kirjain-numero-roomalainen luku yhdistelmään vielä T-kirjain, kuten esimerkiksi (A-2-II-T). T-kirjain tarkoittaa, että aloituspäällystämättömät lattiat edustavalla henkilöllä täytyy olla FISE:n myöntämä betonilattiatyönjohtajan pätevyys. Erittäin vaativina kohteina pidetään, jos

- lattia on pinta-alaltaan suuri tai saumaton
- lattia on kulutusrasitettu
- lattia on suoruusvaatimukseltaan tiukka
- lattian halkeilua pyritään rajoittamaan
- ympäristön rasitukset ovat ankaria. (Suomen betoniyhdistys ry, 2023, 13.)

2.2.1 Suoruus ja tasaisuus

Suoruus- ja tasaisuusvaatimukset riippuvat tilojen käyttötarkoituksesta. Riippuen kohteesta lattioiden tulee olla riittävän suoria, jotta vedenpoisto toimii kaltevissa tiloissa sekä liikuteltavia ja paikallaolevia laitteita ja koneita voidaan käyttää suunnitellulla tavalla. Lattian suoruutta verrataan vaakasuoraan tasoon ja arvosteluperusteena käytetään kaltevuusvirheitä. (Suomen betoniyhdistys ry, 2023, 17.)

Lattioiden tulee olla riittävän tasaisia, koska materiaalivirtojen käsittelyssä käytettävien laitteiden on tarkoitus toimia ilman häiriötekijöitä. Lattioiden pintojen tasaisuudelle pinnoitteet ja päällysteet asettavat vielä erillisiä vaatimuksia. Lattiapintojen tasaisuuden arvosteluperusteena voidaan käyttää lattian aaltoilua ja hammastusta. Pinnan karheutta ei käytetä arvosteluperusteena pinnan tasaisuudelle (kuva 5). (Suomen betoniyhdistys ry, 2023, 17–18.)



KUVA 5. Betonilattian tasaisuus ja suoruus (Suomen betoniyhdistys ry, 2023, 19).

Suoruuspoikkeamalla tarkoitetaan vaakasuoran lattianpinnan poikkeamaa vaakatasosta ja kaltevissa lattioissa suoruuspoikkeamalla tarkoitetaan lattianpinnan poikkeamaa nimelliskaltevuudesta. Lattian suurimmat sallitut poikkeamat esitetään taulukossa 2. (Suomen betoniyhdistys ry, 2023, 18–19.)

TAULUKKO 2. Suurimmat sallitut suoruuspoikkeamat lattiassa (Suomen betoni-yhdistys ry, 2023, 19).

Taulukko 4.1. Lattian suurimmat sallitut suoruuspoikkeamat. Mittausluokka L on niiden kahden pisteen keskinäinen välimatka, joiden välistä poikkeamaa tarkastellaan.

Suoruuspoikkeama		Mittausluokka L [mm]	Suurin sallittu poikkeama [mm]			
			A ₀	A	B	C
Hammastus			0	0	1	1
Poikkeama vaakasuorasta tai nimelliskaltevuudesta	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 suoruuspoikkeamat koskevat aina kunkin valualueen rajaamalla alueella olevia poikkeamia.

2.2.2 Kulutuskestävyys

Kulutuskestävyys määritetään testauslaitteen avulla, jonka tarkoituksena on aiheuttaa kulumista käsittelemättömälle- tai lopulliselle käsitellylle betonipinnalle. Lopulliselle käsitellylle betonipinnalle tehdään kulutuskestävyyskoe testauslaitteella, jos pintakäsittelyn tavoitteena on kulutuskestävyyden parantaminen. Lattian kulutuskestävyyden todentamiseen käytettävä tapa esitetään suunnitelmissa. Laatumäärittelyssä tulee aina ilmoittaa, onko lattianpinta käsitelty tai käsittelemätön. (Suomen betoni-yhdistys ry, 2023, 19.)

Betonilattian kulutuskestävyyttä voidaan mitata laboratoriossa Böhme-kokeella. Koetta varten valmiista betonilattiasta joudutaan ottamaan vähintään 3 koekappaletta aina yhdeltä valualueelta. Kulutuskestävyyskokeita tehdään ainoastaan silloin, jos on syytä epäillä, että lattia ei täytä kulutuskestävyydelle asetettuja laatuvaatimuksia. Lattian kulutuskestävyyskokeita tehdään aikaisintaan 3 kuukauden kuluttua valusta ja tarvittaessa jokaista alkavaa 5000 m²:ä kohti. (Suomen betoni-yhdistys ry, 2023, 23.)

2.2.3 Halkeilu

Betonilla on tyypillinen ominaisuus kutistuma, jota on mahdotonta välttää. Betoniin syntyy halkeamia, kun kutistumisen liike on kokonaan tai osittain estetty. Betonin halkeiluun on myös olemassa muitakin syitä, kuten esimerkiksi plastinen kutistuminen tai ylikuormitus. Plastista kutistumaa tapahtuu muutaman tunnin sisällä valusta, kun vesi alkaa haihtumaan betonipinnasta. Plastinen kutistuma aiheuttaa verkkomaisia halkeamia betoniin, jotka vaikuttavat lattian ulkonäköön. (Suomen betoniyhdistys ry, 2023, 22.)

Halkeamalla tarkoitetaan lattiassa havaittuja halkeamia, jotka ovat yli 0,05 mm leveitä. Kooltaan leveät halkeamat voivat lohkeilla ja murtua helposti, kun lattialla ajetaan painavalla koneella. Suurien halkeamien kohdalla lattiasta alkaa katoamaan kuormansiirtokyky ja halkeaman ympärille voi syntyä tasoeroja, jotka voivat johtaa lattian käyttöiän lyhentymiseen. (Suomen betoniyhdistys ry, 2023, 22–23.)

Taulukossa 3 esitetään suurimmat sallitut halkeamaleveydet. Lattian suurin sallittu halkeamaleveys valitaan toiminnallisuuden, säilyvyyden toteuttamisen ja ulkonäön perusteella. Yleensä halkeamien leveys mitataan takuutarkastuksessa, mutta kuitenkin vasta yhden lämmityskauden jälkeen. Halkeamaleveyden mitauksessa käytetään mitta-asteikolla varustettua luuppia tai halkeamamikroskooppia. Halkeamaleveyttä voidaan myös arvioida silmämääräisesti apuna käyttäen halkeamareferenssikortteja. (Suomen betoniyhdistys ry, 2023, 22–23.)

TAULUKKO 3. Suurimmat sallitut halkeamaleveydet maanvaraisissa lattioissa ja pintalattioissa (Suomen betoniyhdistys ry, 2023, 24–26).

Luokka	Luokan kuvaus	Käyttökohde	Lopputuloksen kuvaus
I-UA	Ulkonäön suhteen erittäin vaativa (ta-voitellaan lattiaa, joka on täysin tai lähes halkeilematon.)	Päällystämättömät lattiat, joilla erittäin tiukat ulkonäkövaatimukset (esim. ns. arkkitehtuurisetlattiat.)	Lattia on täysin halkeilematon tai siinä on yksittäisiä erittäin kapeita halkeamia (suuruusluokkaa 0,1–0,2 mm).
I-UB	Ulkonäön suhteen vaativa.	Päällystämättömät lattiat, joilla tiukat ulkonäkövaatimukset (esim. korkeatasoiset julkisen tilan lattiat.)	Lattiassa on vähäisissä määrin korkeintaan erittäin kapeita halkeamia (suuruusluokkaa 0,1–0,3 mm).
I-K	Kulutuskestävyyden suhteen vaativa.	Päällystämättömät lattiat, joilla kulutuskestävyysvaatimukset.	Halkeamien leveys enintään 0,3 mm
II	Normaali	Tavalliset teollisuuslattiat ja päällystettävät lattiat, asuinrakennusten toisarvoiset maalattavat tai päällystämättömät lattiat.	Halkeamien leveys enintään 0,5 mm
III	Vähäinen	Halkeilun kannalta toisarvoiset lattiat, esim. lautaparkeilla päällystettävät lattiat.	Halkeamien leveys enintään 1 mm
IV	Erikoisluokka	Erikoistapaukset	Sovitaan erikseen.

2.2.4 Lujuus

Lujuus betonissa tarkoittaa normaalisti 28 vuorokauden puristuslujuutta. Betonista otetaan suunnitellulla tavalla koekappaleita, jotka säilötään vakio-olosuhteissa. Koekappaleiden tulee saavuttaa suunnitelmien mukainen puristuslujuus 28 vuorokaudessa. Betonille voidaan myös valita pidempi laadunarvosteluikä kuin 28 vuorokautta. Betonin laadunarvosteluiäksi voidaan valita esimerkiksi 91 vuorokautta, jonka avulla pystytään pienentämään betonikoostumuksen kutistumaa. Kohteen suunnitelmissa betonin vähimmäislujuus ilmoitetaan lieriö- tai kuutiolujuutena. Laadunarvosteluiän ollessa muu kuin 28 vuorokautta tulee siitä ilmoittaa erikseen. (Suomen betoniyhdistys ry, 2023, 26.)

Suomessa käytetään tyypillisesti lujuusluokkia C20/25-C50/60. Lujuusluokkamerkintä sisältää kaksi lukua, joista ensimmäinen luku tarkoittaa betonin lieriölujuutta ja toinen luku tarkoittaa vastaavaa kuutiolujuutta. (Ari Mantila & Seppo Petrow 2014, 81.)

2.2.5 Ulkonäkö

Betonilattioilla voi olla ulkonäkövaatimuksia, jotka tulee selvittää aina etukäteen. Betonilattian ulkonäköön vaikuttavia asioita ovat muun muassa värin tasaisuus, hierto- tai hiontajäljen tasalaatuisuus ja pintahalkeamien esiintyminen. Pintahalkeamat vaikuttavat haitallisesti betonilattioiden ulkonäköön, joissa betonipinta jää näkyviin. Pintahalkeamille voidaan asettaa lisävaatimuksia, kuten esimerkiksi kuinka paljon niitä saa olla tietyllä alueella. Tyypillinen suositus halkeamien suurimmalle sallitulle määrälle on 2–3 halkeamaa 10–15 m²:ä kohti. Pintahalkeamien määrät sovitaan tapauskohtaisesti. (Suomen betoniyhdistys ry, 2023, 29.)

On olemassa betonilattioita, joissa ei saa esiintyä pintahalkeamia. Tämä tarkoittaa sitä, että betonilattian toteutuksessa tulee erityisesti kiinnittää huomiota valuolosuhteisiin, jälkihoitoon ja betonin koostumukseen. Halkeamien syntymisen riski on suurin olosuhteissa, joissa lattiapintaan kohdistuu voimakas auringonpaiste tai ilmavirtaus. Lisäksi ilman ollessa lämmin tai kuiva halkeilun riski kasvaa.

Näissä olosuhteissa veden haihtuminen betonista on runsasta ja nopeaa. (Suomen betoniyhdistys ry, 2023, 29.)

2.3 Betonilattioiden halkeilun hallinta

Betonin halkeiluun syynä on yleisesti etukäteissuunnittelun puute. Halkeilulle riskialttiit rakenteet tulisi tunnistaa jo suunnitteluvaiheessa. Betonin halkeilun välttämisen ja kutistuman hallinnan kannalta on tärkeää kiinnittää huomiota betonimassan valintaan ja ominaisuuksiin. Betonin valinnassa tulisi tarvittaessa hyödyntää betonivalmistajien asiantuntemusta. Toteutusvaiheessa halkeilua voidaan rajoittaa valitsemalla olosuhteisiin nähden sopiva työtapo sekä oikeanlainen jälkihoito ja suojausmenetelmä. Betonilattioissa esiintyy aina jonkin verran halkeilua. Halkeilua tulee rajoittaa siten, että se ei huononna rakenteen käyttötarkoituksen mukaista toimintaa, säilyvyyttä ja vaadittua ulkonäköä. (Suomen betoniyhdistys ry, 2023, 71.)

Betonilattioiden halkeilun ennaltaehkäisyyn on olemassa monia erilaisia tapoja. Näitä ovat esimerkiksi seuraavat:

- karkeampi suhteutus, jossa karkean kiviaineksen osuus $\geq 35\%$
- karkeamman sementin käyttö
- kohtuullinen betoninlujuus (C25/30-C30/37)
- kohtuullinen sementti- ja vesimäärä
- ylilujuuden välttäminen
- valuolosuhteisiin panostaminen
- riittävä saumajako
- huolellinen ja riittävä jälkihoito
- oikea hiertoaika
- riittävän pitkä kovettumisaika
- kutistumista vähentävän lisäaineen käyttö. (Suomen betoniyhdistys ry, 2023, 72.)

3 KIILTOHIOTTU BETONILATTIA

3.1 Yleistä

Kiiltohiotusta betonilattiasta käytetään myös nimiä design-lattia tai arkkitehtoninen lattia. Kiiltohiottuja betonilattioita käytetään nykyään paljon arkkitehtonisissa kohteissa sekä kovan kulutuksen kohteissa. Kiiltohiottu betonilattia on tyylikäs, kulutusta kestävä, pitkäikäinen ja helposti puhtaana pidettävä. Arkkitehtonisissa kohteissa kiiltohiotulta betonilattialta haetaan näyttävää ulkonäköä, mutta useimmissa kohteissa lattialta vaaditaan myös erinomaista kulutuskestävyyttä. Tällaisia kohteita voivat olla koulut, aulat, terminaalit ja myymälät. (Mantsinen 2020, 64.)

Arkkitehtoniset lattiat, kuten kiiltohiottu betonilattia tehdään useimmiten maanvaraisiin- tai pintalattioihin. Arkkitehtonisten lattioiden toteutuksessa tärkeää on huomioida alustan kantavuus, suoruus sekä pintalattiassa tartunnan riittävyys alusbetoniin. (Lumme, Vuorio & Roihuvuo 2021, 82.) Kiiltohiotut betonilattiat toteutetaan useimmiten alusbetonin saumajaon mukaisesti. Kiiltohiotuissa betonilattioissa käytetään merkittävästi vähemmän saumoja kuin normaaleissa betonilattioissa. Saumat ovat lattian heikompia kohtia, joten tämän takia kiiltohiotut betonilattiat suunnitellaan vähäsaumaisiksi. (Mantsinen 2020, 66.) Kiiltohiottuja betonilattioista arvioidaan ulkonäön perusteella. Ulkonäön perusteella arvioiduissa lattioissa erityisesti halkeilunhallinta korostuu. Lisäksi betonimassan valinnalla sekä huolellisella työtekniikalla ja jälkihoidolla on merkitys, miltä lopullinen lattia tulee näyttämään. (Mantsinen 2020.)

3.2 Laatuvaatimusten toteuttaminen

Kaikilla betonilattian osallistuvilla osapuolilla tulee olla tieto, miten saavutetaan lattialle asetetut laatuvaatimukset. Lisäksi osapuolilla tulisi olla mahdollisimman hyvä tieto siitä, miten lattiaa tullaan käyttämään kohteen valmistumisen jälkeen. (Suomen betoniyhdistys ry, 2023, 90.) Kiiltohiotun betonilattian tulee täyttää normaalit betonilattian vaatimukset suorisuuden, kantavuuden ja tasaisuuden suhteen sekä lisäksi lattian tulee olla kulutusta kestävä ja ulkonäöltään miellyttävä (RT-103483 Arkkitehtoniset Designlattiat Piimat Oy 2022, 1).

Ulkonäkö

Betonilattioissa tyypillisesti esiintyy kirjavuutta, joka johtuu yleensä huonosta hionnasta tai betonin erottumisesta. Kirjavuutta voidaan ennaltaehkäistä ja vähentää käyttämällä jäykempää betonimassaa. Lisäksi huolellisella työtekniikalla voidaan vaikuttaa tasaiseen ulkonäköön. (Suomen betoniyhdistys ry, 2023, 89–90.)

Kiiltohiotuissa betonilattioissa esiintyy luonnollisia värieroja eri alueilla. Käyttämällä väribetonia, värillisiä sirotteita tai käyttämällä väriaineita suojakäsittelyssä voidaan saada lattiapinnasta tasavärisempi, mutta yleensä lopputuloksessa on pieniä värieroja, jotka tulee hyväksyä. Lattian värieroihin ja lopputulokseen vaikuttavat monet eri tekijät, kuten kiillotettavan alueen laajuus ja valuolosuhteet. Lopputulokseen vaikuttavien tekijöiden vuoksi mallipalan avulla ei saada tarkkaa kuvaa lopullisen pinnan laadusta. (Mantsinen 2020, 68)

Ulkonäön suhteen vaativan tai erittäin vaativan lattian tulee täyttää taulukon 1 mukaiset halkeilurajavaatimukset. Näissä luokissa halkeilua on rajoitettu merkittävästi enemmän kuin normaaleissa luokissa. (RT-103483 Arkkitehtoniset Designlattiat Piimat Oy 2022, 1.)

Hierto

Betonipinnan laadun päätekijöihin kuuluu hierto, joka vaikuttaa lattian ulkonäköön, tasaisuuteen ja kulutuskestävyyteen. Hierron oikeaan suoritusajankohtaan vaikuttavat monet tekijät, kuten ilman ja betonimassan lämpötila, ilman suhteellinen kosteus, betonin vesimäärä sekä sementtityyppi ja -määrä. Hierto voidaan toteuttaa, kun pintaan erottuva vesi on poistunut eikä hiertokaan enää nosta sitä pintaan. Hiertoon on panostettava, sillä se vaikuttaa lattian hionnan määrään sekä oikein toteutettu hierto parantaa lattian kulutuskestävyyttä. (Suomen betoniyhdistys ry, 2023, 91.)

Tasaisuus

Pinnan tasaisuuden saavuttamiseen vaikuttavat tekijöiden ammattitaito, valetavan betonikerroksen paksuus, betonin tasalaatuisuus ja käytettävät työmenetelmät. Suositeltavaa olisi valata erikseen ohut pintakerros A₀ tasaisuusluokassa. Seuraavaksi käsitellään esimerkkien avulla, miten saavutetaan lattian tasaisuusluokat:

- C-luokka
 - Pinnan viimeistely ja tiivistäminen on tehtävä huolellisesti.
- B-luokka
 - Maksimissaan 300 mm paksuissa lattioissa pinnan viimeistely sekä tiivistäminen ja oikaisu on tehtävä huolellisesti.
- A-luokka
 - Maksimissaan 150 mm paksuissa lattioissa pinnan viimeistely sekä tiivistäminen ja oikaisu on tehtävä huolellisesti.
 - Lattian paksuuden ollessa alle 150 mm valetaan 10–20 mm paksuinen pintakerros tuoretta tuoreelle -menetelmällä.
- A₀-luokka
 - 10–20 mm paksuinen pintakerros tuoretta tuoreelle -menetelmällä.
 - ≥ 30 mm paksuinen pintakerros kovettuneen betonilaatan päälle.
 - pintabetoni $h \leq 60$ mm (Suomen betoniyhdistys ry, 2023, 91.)

Kulutuskestävyys

Lattian kulutuskestävyyden saavuttamiseen on useita keinoja. Yleisimmät tavat kulutuskestävyyden varmistamiseen ovat pinnan koneellinen hierto, pinnan viimeistely, oikeanlaisen betonin valinta sekä huolellisesti toteutettu jälkihoito. (Suomen betoniyhdistys ry, 2023, 92.) Kiiltohiotun betonilattian kulutuskestävyyttä voidaan parantaa kovabetoni- ja sirotepintauksilla, jos lattian hionta ei riitä saavuttamaan vaadittua kulutuskestävyyttä. Lisäksi lattian kulutuskestävyys paranee, kun hiontakertojen välissä pintaan levitetään betonia lujittava ja tiivistävä aine. Kovabetoni- ja sirotepintoja on myös mahdollista kiiltohia, ja tällöin voidaan vaikuttaa lattian ulkonäköön ja puhdistettavuuteen. (Mantsinen 2020, 66.)

Kuivasirote on hieno rakeinen jauhe, joka levitetään tuoreelle betonimassalle sitoutumisen alkuvaiheessa. Kun sirote on levitetty niin tämän jälkeen se hierretään kiinni alusbetoniin. (Suomen betoniyhdistys ry, 2023, 92.) Kovabetonipintauksessa korkealujuinen kovabetonimassa levitetään tuoretta tuoreella menetelmällä tai erillisenä valua kovettuneen betonipinnan päälle (Mantsinen 2022, 64). Taulukossa 4 esitetään kulutuskestävyysluokat sekä menetelmät, joilla vaatimukset saavutetaan.

Kulutuskestävyyssluokka	Lattian kuormitukset	Työmenetelmä, jolla vaatimus saavutetaan.	Böhme luokitus: sallittu kuluminen [cm ³ /50 cm ²]
1	Erittäin raskaan teollisuuden trukkikuormitus, umpikumipyörät, kuorma ≤ 80 kN. Teräspyörät, pintapaine ≤ 4 N/mm ² . Metallirakenteiden käsitteilyä lattialla. Jalankulkuliikenne yli 1000 henkilöä/pvä.	<ul style="list-style-type: none"> • 10...20 mm:n paksuinen erikoisbetoni. Kulutuskestävyyssluokka A6. Koneliippaus tai konehierto vähintään 2 kertaa. • 30 mm:n kovabetonilattia C40/50. • Betoni C25/30 + sirotepintaus. Kulutuskestävyyssluokka A6. Koneliippaus tai konehierto vähintään 2 kertaa. 	<ul style="list-style-type: none"> • ≤ 6 (A6) • ≤ 3 (A3), kun kuormitus iskevä tai laahaava
2	Raskas metalliteollisuus, huoltohallit, ilmarenaspaine ≤ 10 bar, teräspyörän pintapaine ≤ 2 N/mm ² . Umpikumipyörät. Jalankulku 100...1000 henkilöä/pvä.	<ul style="list-style-type: none"> • Betoni C30/37, maksimiraekoko vähintään 16 mm ja koneliippaus siivillä sileäksi tai konehierto vähintään 2 kertaa. • Betoni C25/30 + sirotepintaus. Kulutuskestävyyssluokka A9 + koneliippaus tai konehierto vähintään 2 kertaa. 	<ul style="list-style-type: none"> • ≤ 9 (A9)
3	Keskimääräinen kuormitus, trukkikuormat ≤ 40 kN, renaspaine ≤ 6 bar. Ilmätäytteiset kumipyörät. Jalankulku alle 100 henkilöä/pvä.	<ul style="list-style-type: none"> • Hyvällä ammattitaidolla tehdyt koneella hierretyt lujuusluokan C25/30 lattiat. 	<ul style="list-style-type: none"> • ≤ 12 (A12)
4	Kevyesti liikennöidyt ja kuormitetut tilat, trukkikuorma alle 10 kN, renaspaine ≤ 3 bar.	<ul style="list-style-type: none"> • Hyvällä ammattitaidolla tehdyt lujuusluokan C25/30 lattiat. 	<ul style="list-style-type: none"> • ≤ 15 (A15)

TAULUKKO 4. Betonilattian kulutuskestävyyssluokat ja -vaatimukset 3 kuukauden iässä sekä eri työmenetelmiä näiden vaatimuksien saavuttamiseen. Kulutuskestävyyttä voidaan testata Böhme-kokeella, joka on standardin EN-SFS 13892 mukainen. Taulukossa on annettu Böhme-kokeessa eri kulutuskestävyyssluokissa sallittuja lattian kulumisarvoja. (Suomen betoniyhdistys ry, 2023, 21.)

Jälkihoito

Jälkihoidon tarkoituksena on ensisijaisesti estää betonipinnan liian nopea kuivuminen. Jälkihoidon avulla voidaan estää suurien lämpötilojen muodostumista betonin kovettumisvaiheessa. Laattarakenteiden suurimmat kovettumislämpötilat syntyvät ydinosan ja yläpinnan välillä. Talviolosuhteissa jälkihoidolla voidaan estää rakenteen nopea jäähtyminen tai jäätyminen. Lisäksi jälkihoidolla voidaan suojata betonipintaa varhaisvaiheen rasituksilta, likaantumisilta ja kolhuilta. (Suomen betoniyhdistys ry, 2023, 94.)

Betonilattian jälkihoidolla on suuri vaikutus onnistuneeseen lopputulokseen ja asetettujen laatuvaatimusten täyttymiselle. Puutteellisen jälkihoidon seurauk-

sena betonipinnasta tulee heikkolujuuksinen, halkeileva, harva, huonosti kulutuskestävä ja pölyävä. Lisäksi puutteellinen jälkihoito kasvattaa pintalattioiden irtoamisriskiä alustastaan. Tärkeintä on toteuttaa jälkihoito huolellisesti ja riittävästi. (Suomen betoniyhdistys ry, 2023, 94, 99.)

Jälkihoitomenetelmiä on useita erilaisia ja niillä on omat soveltuvuusalueensa ja erikoispiirteensä. Betonilattialle valittaessa jälkihoitomenetelmiä tulee ottaa huomioon muun muassa jälkihoidolle asetut tavoitteet, valuolosuhteet, työmenetelmät, betonimassan ominaisuudet sekä pinnalle asetetut laatuvaatimukset. Jälkihoitomenetelmät voidaan jakaa suoritusajankohdan mukaan varhaisjälkihoitoon ja varsinaiseen jälkihoitoon. Varhaisjälkihoito tehdään betonipinnan oikaisun yhteydessä, jonka tarkoitus on estää valuvaiheessa betonipinnan liian nopea kuivuminen ensimmäisten tuntien aikana. Varsinaisen jälkihoidon tarkoituksena on estää betonipinnan liian nopea kuivuminen viimeisen hiertokerran jälkeen. (Suomen betoniyhdistys ry, 2023, 96.)

Varhaisjälkihoito voidaan toteuttaa joko sumuttamalla betonipinnalle jälkihoitoainetta, pitämällä pinta kosteana vesisumutuksella tai levittämällä pinnalle pysyvästi tai väliaikaisesti muovikalvo. Varsinainen jälkihoito voidaan toteuttaa esimerkiksi sumuttamalla betonipinnalle jälkihoitoainetta viimeisen hiertokerran yhteydessä tai kastelemalla kovettunut betonipinta vedellä, jonka jälkeen levitetään pinnalla muovikalvo. Lisäksi varsinainen jälkihoito voidaan toteuttaa jatkuvalla kastelulla, jolloin pinta pysyy kosteana. (Suomen betoniyhdistys ry, 2023, 99.) Sumutettavan jälkihoitoaineen valinnassa tulee varmistua, että jälkihoitoaine soveltuu kyseiseen betonilattiaan (Suomen betoniyhdistys ry, 2023, 96).

3.3 Hionta ja kiillotus

Ongelmana on ollut, ettei suomessa ole selkeää määritelmää, kuinka pitkälle pitäisi hionnassa ja kiillotuksessa mennä. Bermanto Oy sovelsi Concrete Polishing Counslin määritelmiä hionta- ja kiillotusasteen määrittelyssä. Tämä helpottaa huomattavasti osapuolia valitsemaan sellaisen lopputuloksen, johon kaikki ovat tyytyväisiä. (Matsinen 2020, 68.)

Betonilattian hionta suositellaan tehtäväksi heti, kun lattia kestää sen. Hionnan määrää ei voida etukäteen arvioida, koska siihen vaikuttavat hierron laatu ja löy-sän pintakerroksen paksuus. Jossain tapauksissa pinnasta voidaan joutua poistamaan enemmän kuin hionta-aste edellyttää, jotta pinnan kulutuskestävyysvaatimukset täyttyvät. (Suomen betoniyhdistys ry, 2023, 100.)

Kiiltohiotun betonilattian varsinainen toteuttaminen aloitetaan hionnalla, jonka tarkoituksena määrittää lattialle yleinen ulkonäkö. Ulkonäkö kuvaa lähinnä sitä, kuinka paljon halutaan saada kiviainesta näkyviin lopullisessa pinnassa. Ulkonäön määrittelemiseen käytetään apuna (kuva 6), jossa näkyvät hionta-asteiden eroavaisuudet ja miltä pinta tulee näyttämään eri luokissa. Hionta-asteet on jaettu luokkiin A, B ja C, joista A-luokka vaatii eniten hiontaa ja C-luokka vähiten. Betonilattiaa hiotaan kohteeseen valitulla hiontaluokalla, kunnes saadaan haluttu määrä kiviainesta näkyviin. Hionnan jälkeen pintaan levitetään betonia lujittava ja tiivistävä aine, jolla pystytään parantamaan lattian kulutuskestävyyttä. (Matsinen 2020, 64–66.)



KUVA 6. Betonilattioiden hionta-asteiden erot (Mantsinen, 2020).

Lattian kiillotushionta voidaan aloittaa, kun lattia on hiottu ulkonäöltään tavoiteltuun hiontaluokkaan. Kiillotushionnassa lattiaa hiotaan hienommilla ja hienommilla karkeuksilla, jotta saavutetaan haluttu kiiltoaste (kuva 7). Lattian pintaan levitetään viimeisen kiillotuskerran jälkeen suoja-aine, jonka tehtävä on parantaa lattian helppohoitoisuutta ja pidentää huoltoväliä. (Matsinen 2020, 66.)

Kiiltoasteet

Kiiltoaste määrittelee lattian kiillon. Kiiltoasteeseen vaikuttavat hiontakertojen määrät sekä viimeisimpien hiontalaikkojen karkeus. Luokka määritellään seuraavan taulukon mukaisesti.

Luokka	Nimitys	Kuvaus	Kiiltoaste	Lopullinen hiontakarkeus
4	Matta	Suoraan ylhäältä katsoen lattiasta ei näy käytännössä lainkaan heijästusta	–	≤ 100
3	Satiini	Muutaman metrin päästä katsoen lattiasta näkyy lievää heijästusta	40–50	100...400
2	Puolikiiltävä	Muutaman metrin päästä katsoen sivulta ja ylhäältä tuleva valo heijastuu lattiasta selvästi	50–60	400...800
1	Kiiltävä	Suoraan ylhäältä katsottuna näyttää kuin katsoisi peiliin. Kuva on terävä. Kauempaa katsoen lattia näyttää märältä. Hiontakarkeus on jopa 3000	60–80	800...1000

KUVA 7: Betonilattioiden kiiltoasteet (Mantsinen, 2020).

On muistettava, että hionta- ja kiillotusasteet ovat suuntaa antavia. Lopputulokseen vaikuttavat lisäksi, mitä materiaalia hiotaan. Hiottaessa perusbetonia, jossa on käytetty, esimerkiksi #16 mm kiviainesta tai hiottaessa kovabetonia, jossa on käytetty, esimerkiksi #5 mm kiviainesta on lopputulos erinäköinen, vaikka hiontasyvyys olisi ollut sama. Haluttuun lopputulokseen pääsemisen kannalta olisi hyvä, jos tilaaja määritteli pinnan ulkonäkötoiveen karkeasti taulukon avulla eli miltä pinnan halutaan näyttävän. Tämän jälkeen mallihionnan avulla etsittäisiin lopputulos, johon kaikki osapuolet ovat tyytyväisiä. (Mantsinen 2017, 44.)

3.4 Puhtaanapito ja hoito

Lattian suunnitteluvaiheessa olisi hyvä määritellä huolto- ja kunnossapidossa käytettävät menetelmät ja tuotteet. Oikein toteutettuna kiiltohiottu betonilattia on helppo pitää puhtaana ja eikä likaannu helposti. Suoja-ainekäsittely vähentää nesteiden imeytymistä pintaan, joten on tärkeää valita oikea suoja-aine. Oikealla suoja-aine valinnalla lattiasta saadaan pitkäikäinen. Lattian suoja-ainekäsittely uusitaan tarpeen mukaan yleensä muutaman vuoden välein. (Mantsinen 2017, 46; Mantsinen 2020, 68–69.)

Lattioiden puhtaanapito aloitetaan jo rakennusvaiheessa. Lattiat tulee suojata hyvin rakennusaikaisessa työssä syntyviltä lioilta. Lattiapinta kannattaa suojata mahdollisimman pian lattiatyön jälkeen. Lattiapinnan suojauksessa voidaan käyttää esimerkiksi kovalevyjä. Kovalevyjä käyttäessä on syytä varmistua, että levyt eivät värjää lattiapintaa. Työmaan loppusiivouksen yhteydessä tulee suorittaa lattialle käyttöönottopuhdistus. Käyttöönottopuhdistuksen aikana havaitut pienet esteettiset virheet voidaan vielä korjata, esimerkiksi huokosten täyttöaineilla tai viimeistelyhionnoilla. Tärkeää on muistaa viimeisten puhdistusten jälkeen levittää lattiapinnalle suoja-aine. Suoja-aine levityksessä noudatetaan valmistajien ohjeita. (Mantsinen 2017, 46.)

Lattian pitkäikäisyyden kannalta on erittäin tärkeää huolehtia päivittäisistä siivous- ja pesutoimista sekä säännöllisistä huoltopesuista. Kiiltohiotut betonilattiat kestävät hyvin kulutusta, mutta esimerkiksi kenkien mukana kulkeutuneet terävät kivet voivat vahingoittaa pintaa siten, että jatkossa lattia likaantuu herkemmin. Huoltopesu on päivittäispesua tehokkaampi pesumenetelmä, jonka tarkoituksena tehostaa suoja-aineiden toimintaa ja lattioiden pitkää ikää. Huoltopesujen väli riippuu lattian käyttöasteesta, eli kuinka paljon lattiaa käytetään sekä käytetyn suoja-aineen asettamista vaatimuksista. Yleensä huoltopesujen väli selviää ajamittaan seuraamalla lattian kulutusta ja likaantumista. (Mantsinen 2017, 46; Mantsinen 2020, 68.)

4 LAADUNVARMISTUS

4.1 Laadunvarmistuksen tavoitteet

Rakennushankkeen laadunvarmistuksen tavoitteena on varmistua siitä, että rakennus täyttää sille asetetut laatuvaatimukset ja määräykset. Laadunvarmistukseen liittyy laadun mittaamista ja sen vertaamista asetettuihin vaatimuksiin. Laadunvarmistuksessa tärkeää on, että laatuvaatimukset ovat kaikkien osapuolten tiedossa. (Junnonen, J-M 2022, 33.)

Laadunvarmistuksessa tärkeää on myös, että informaatio kulkee moitteettomasti osapuolten välillä, jotta välttyttäisiin väärinymmärryksiltä ja virheiden syntymisiltä. Laadunvarmistus toimii parhaiten silloin, kun osapuolten välinen yhteistyö on kunnossa sekä osapuolten vastuut ja velvollisuudet ovat määritelty selkeästi. (Junnonen, J-M 2022, 33.)

Laadunvarmistus alkaa laadunvarmistuksen suunnittelusta ja jatkuu aina rakennuksen käyttöönottoon saakka. Laadunvarmistuksen päätehtävät ovat

- laadunvarmistustoimenpiteiden määrittäminen ja niiden ymmärtämisen varmistaminen
- laatutarkastusten suorittaminen
- havaittujen laatuvirheiden dokumentointi ja selvittäminen
- tehtyjen laatudokumenttien kerääminen, käyttö ja analysointi. (Junnonen J-M 2022, 33.)

4.2 Laadunvarmistuksen osapuolet

Rakennushankkeessa osapuolet vastaavat itselleen kuuluvista laadunvarmistustoimenpiteistä ja tarkastuksista. Osapuolten velvollisuus on tiedottaa muita osapuolia havaitsemistaan puutteista ja poikkeamista. Tehdyt laadunvarmistustoimenpiteet ja tarkastukset dokumentoidaan tilaajan määrittelemään paikkaan.

(Rakennustöiden laatu 2017, 18.) Rakennuttajalla tarkoitetaan rakennushankkeeseen ryhtyvää. Tilaajalla tarkoitetaan pääurakoitsijaa, joka on tilannut urakasuorituksen ja urakoitsijalla tarkoitetaan aliurakoitsijaa.

Rakennuttajalla on laissa asetettu huolehtimisvelvollisuus, jonka mukaan on huolehdittava, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan koskevien määräysten ja säännösten mukaisesti sekä hyvää rakennustapaa noudattaen. Rakennuttajan velvollisuus on ohjata, huolehtia ja valvoa, että urakoitsijat tekevät tarvittavat laadunvarmistustoimenpiteet. Rakennustöiden valvoja on yleensä rakennuttajan palkkaama henkilö, jonka tehtävä on osallistua tarvittaessa työvaiheiden tarkastuksiin, kokeisiin ja itselleluovutukseen. (Ratu 1224-S Rakennushankkeen laadunvarmistustoimet 2009, 1–4).

Rakennustyömaalla rakennustöiden valvoja suorittaa työmaavalvontaa, jonka ensisijainen tavoite on varmistaa, että urakoitsijan tekemä työ on tehty suunnitelmien mukaisesti. Rakennustöiden valvojan tulee harkintakykynsä mukaan puuttua työsuoritukseen, joissa havaitsee epäkohtia. Havaitsemat epäkohdat ilmoitetaan tilaajalle, jotta ne saadaan hyvissä ajoin minimoitua ja ennalta ehkäistyä. (RT 103171 Talorakennustöiden työmaavalvonnan tehtäväluettelo 2019, 2.)

Tilaaja edellyttää erilaisia laadunvarmistustoimenpiteitä urakoitsijalta. Laadunvarmistustoimenpiteet perustuvat tilaajan ja urakoitsijan välisiin sopimuksiin. Sopimusasiakirjoissa voidaan lisäksi määritellä, mistä töistä tilaaja vaatii urakoitsijaa tekemään mallityön. (Junnonen, J-M 2022, 42.)

Urakoitsijan laadunvarmistustoimenpiteet voidaan jakaa koko työmaata koskeviin laadunvarmistustoimenpiteisiin sekä yksittäisten tehtävien laadunvarmistustoimenpiteisiin. Urakoitsijan laadunvarmistustoimenpiteet määräytyvät rakennusurakan yleisten sopimusehtojen mukaisesti. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot edellyttävät, että urakoitsija noudattaa sopimusasiakirjoissa määriteltyä laadunvarmistusta. Urakoitsijan tulee ennen työn aloitusta vaadittaessa esittää tilaajalle kirjallisesti, kuinka tehtävän laatu varmistetaan. Yleensä tämä esitetään laatusuunnitelman osana. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot edellyttävät urakoitsijalta lisäksi laadunvalvontaa. Urakoitsijan laadunvalvonta sisältää erilaisia

mittauksia, tarkastuksia ja katselmuksia. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot antavat muun muassa seuraavia määräyksiä urakoitsijan laadunvalvonnasta:

- Urakoitsijan on suoritettava itselleluovutus ennen tilaajalle luovuttamista.
- Urakoitsijan on kerrottava työssä esiintyvistä vakavista laatuvirheistä sekä niiden korjausratkaisuista tilaajalle.
- Urakoitsijan on tarkastettava rakennusosat ja rakennustavarat ennen niiden asennusta.
- Urakoitsija on velvollinen kustantamaan sopimusasiakirjoissa esitetyt laatu-kokeet. (Junnonen, J-M 2022, 43.)

4.3 Työvaiheiden laadunvarmistus

Työmaalla tapahtuvat laadunvarmistustoimet esitetään laadunvarmistusmatriisissa (kuva 8). Laadunvarmistusmatriisi laaditaan hankkeen alkuvaiheessa ja siinä esitetään omien töiden ja aliurakoiden aikana tehtävät laadunvarmistustoimenpiteet. Vastaava työnjohtaja, projektipäällikkö tai työpäällikkö vastaavat laadunvarmistusmatriisista. Laadunvarmistusmatriisissa määritellään muuan muassa työvaiheet, joista laaditaan tehtäväsuunnitelma. (Rakennustöiden laatu 2017,18.)

Laadunvarmistusmatriisi									
Aikataulu-tehtävä	Laadunvarmistustoimi								
	Tehtäväsuunnitelma	Aloituspäätös	Mallityö	Tarkemittaus	Ongelmiin varautuminen	Oma valvonta/laaturaportti	Kokeet, mittaukset	Tarkastukset	Vastaanotto katselmus
Maarakennustyöt		X						X	X
Perustustyöt	X	X	X	X	X	X		X	X
Elementtiasennus	X	X	X	X	X	X			X
Vesikattotyöt	X	X	X		X	X	X		X
LVI- ja sähkötyöt		X		X	X		X		X
Ikkuna-asennus		X	X	X					X
Väliseinätyö		X	X			X			X
Tasoite ja maalaus		X	X		X	X	X		X

KUVA 8: Esimerkki laadunvarmistusmatriisista (Rakennustöiden laatu 2017,18).

4.3.1 Tarkastusasiakirja

Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennustyömaalla pidetään rakennustyön tarkastusasiakirjaa. Rakennustyön tarkastusasiakirjaan määritellään rakennusluvan tai aloituskokouksen yhteydessä rakennusvaiheiden vastuuhenkilöt sekä samalla määritellään työvaiheiden tarkastajien tehtävät tarkastukset. Mikäli rakennustyö poikkeaa säännöksistä, tehdään siitä huomio tarkastusasiakirjaan. (Ympäristöministeriön ohje rakennustyön suorituksesta ja valvonnasta 2015, 26.)

Rakennustyön tarkastuskirjan tarkoituksena on helpottaa rakentamisen laadunvalvontaa ja dokumentointi. Tarkastusasiakirjaan merkataan katselmukset, viranomaisten tekemät tarkastukset sekä työvaiheiden tarkastukset. (Junnonen, J-M 2022, 39.)

Vastaavan työnjohtajan tehtävä on pitää rakennustyön tarkastusasiakirjaa ajan tasalla. Virheiden ja puutteiden ilmetessä vastaavan työnjohtajan tulee huolehtia siitä, että niihin puututaan tarpeellisin toimenpitein. Lisäksi hänen vastuullansa on, ettei seuraavaan työvaiheeseen siirrytä ennen kuin työvaiheen tarkastaja on tarkastanut korjatun työn ja tämä on merkattu rakennustyön tarkastusasiakirjaan. (Junnonen, J-M 2022, 40.)

4.3.2 Tehtäväsuunnitelma

Tehtävällä tarkoitetaan rajattua työnkokonaisuutta rakennustyömaalla, esimerkiksi aliurakkaa. Tehtäväsuunnitelma on yksi laadunvarmistuskeinoista ennen varsinaisen työn aloittamista, jonka avulla selvitetään tehtävälle asetetut laatuvaatimukset, aikataulu- ja kustannustavoitteet sekä samalla suunnitellaan keinot, miten nämä saavutetaan. (Rakennustöiden laatu 2017, 21.)

Tehtäväsuunnitelma on työnjohdolle tärkeä johtamis- ja valvontatyökalu, jonka avulla voidaan ohjata ja valvoa aikataulua, kustannuksia ja laatua, jolloin tehtävän toteutus saadaan tehtyä suunnitellusti loppuun. Tehtäväsuunnittelulla ennaltaehkäistään työssä mahdollisesti esiintyviä ongelmia sekä varmistetaan, että

työturvallisuus ja aloitusedellytykset ovat kunnossa, kun työ aloitetaan. Tehtäväsuunnitelma kannattaa laatia hyvissä ajoin niin saadaan yhteinen käsitys tehtävän tavoitteista ja vaatimuksista osapuolten kanssa. (Ratu S-1228 Rakentamisen tehtäväsuunnittelu 2010, 1.)

Tehtäväsuunnitelma voidaan laatia yleisaikataulun tehtävänimikkeestä tai se voidaan koota tehtävien osista tai useista kokonaisista aikataulutehtävistä. Suunniteltavien työtehtävien tyypilliset valinperusteet voivat olla, jos tehtävä on ajallisesti kriittinen, taloudellisesti merkittävä, korkea laatuvaatimuksellinen, työntekijöille tai työnjohdolle tuntematon tai osoittautunut virhealttiiksi. (Ratu S-1228 Rakentamisen tehtäväsuunnittelu 2010, 6.)

4.3.3 Aloituspalaveri

Ennen työvaiheiden aloitusta työmaalla järjestetään aloituspalaveri, jossa osapuolet käyvät läpi suunnitelmat, laatuvaatimukset, työvaiheen erityspiirteet sekä muut urakkasuoritukseen liittyvät asiat. Lisäksi osapuolten kanssa suunnitellaan keinot, joilla vaatimukset ja tavoitteet saavutetaan sekä, miten mahdollisilta ongelmilta vältyttäisiin. (Rakennustöiden laatu 2017, 18, 27.)

4.3.4 Tarkastukset

Työvaiheiden aikana suoritetaan jatkuvasti erilaisia tarkastuksia. Tarkastuksien avulla voidaan varmistua ja todeta, että työsuoritus on tehty sopimusasiakirjojen mukaisesti. (Junnonen, J-M 2022, 46.)

Työkohteen vastaanottokatselmuksella eli mestan vastaanotolla tarkoitetaan työmaalla järjestettävää katselmusta. Katselmuksessa todetaan, että aikaisemmat työvaiheet ovat tehty sopimusasiakirjojen mukaisesti. Katselmuksessa havaitut poikkeamat ja virheet dokumentoidaan sekä korjataan vastaamaan työkohteelta vaadittua laatutasoa ennen seuraavan työtehtävän aloitusta. (Rakennustöiden laatu 2017, 28.) Mestän vastaanottoon osallistavat pääurakoitsijan, aliurakoitsijan

ja edeltävän työvaiheen tehneen urakoitsijan edustajat (Rakennustöiden laatu 2017,18).

Mallityö tehdään usein ensimmäisestä valmistuvasta osakohteesta. Mallityön tarkoituksena on varmistua, että työtapa on ollut suunnitelmien mukainen ja työlle asetetut laatuvaatimukset täyttyvät. Mallityössä havaitut puutteet ja poikkeamat dokumentoidaan sekä korjataan vastaamaan suunniteltua laatutasoa. Tämän jälkeen mallityö voidaan hyväksyä ja jatkaa tehtävää seuraavissa osakohteissa. Hyväksyttyä mallityötä käytetään vertailukohtana seuraavissa osakohteissa. Mallityön tarkastukseen osallistuvat pääurakoitsijan työnjohto, valvoja, arkkitehti, suunnittelija ja työvaiheen tekijä. (Rakennustöiden laatu 2017, 18.)

Mallityöstä ja valmiista työstä tarkastetaan muun muassa seuraavat asiat:

- työnsuoritusten kattavuus
- oikea työjärjestys
- käytetyt materiaalit
- rakenteiden mittatarkkuus ja suoruus
- pintojen laatu
- liittyminen muihin rakenteisiin tai työvaiheisiin
- työkohteen siisteys
- tekemättömät työt. (Rakennustöiden laatu 2017, 28)

Työvaiheen aikana tehdään osakohteen tarkastuksia, joilla valvotaan työn etenemistä ja suunniteltua laatutasoa. Osakohteen tarkastus voidaan suorittaa useasti työvaiheen aikana. Osakohteiden tarkastukset määritellään laadunvarmistusmatriisissa. (Rakennustöiden laatu 2017.)

Itselleluovutus on urakoitsijan laadunvarmistustoimenpide, jolla varmistetaan, että työ luovutetaan tilaajalle virheettömänä. Rakennusurakan yleisissä sopimusehdoissa edellytetään, että urakoitsija tarkastaa oman työnsä sekä korjaa työssä havaitut virheet ja puutteet ennen tilaajalle luovuttamista. Itselleluovutus koskee myös aliurakoitsijoita, joten ennen työkohteen luovutusta aliurakoitsijoiden on tehtävä omista töistään itselleluovutus. (Junnonen, J-M 2022, 47.)

Ennen vastaanottotarkastusta tulee olla suoritettu itselleluovutus. Vastaanotto-tarkastuksessa urakoitsija ja tilaaja vertaavat työn vastaavuutta sopimusasiakir-joihin. Tarkastuksen aikana havaitut virheet ja puutteet merkitään vastaanottotar-kastuspöytäkirjaan sekä korjataan vastaamaan haluttua laatutasoa ennen kuin työkohde vastaanotetaan. (Rakennustöiden laatu 2017, 18.)

4.4 Betonitöiden laadunvarmistus

Betonitöiden laadunvarmistuksen tavoitteena on estää mahdollisten virheiden syntyminen sekä ennaltaehkäistä niitä. Laadun saavuttamiseen vaaditaan mää-räysten, standardien ja ohjeiden noudattamista sekä laadunvarmistustoimenpi-teitä ja dokumentointia. Työmaa-aikaisilla laadunvarmistustoimenpiteillä varmis-tetaan, että betonitöiden laatuvaatimukset täyttyvät. (Suomen Betoniyhdistys ry, n.d.)

Betonitöiden laadunvarmistuksen apuvälineenä toimii betonityösuunnitelma, jossa kuvataan, miten ja mitkä asiat tulee ottaa huomioon rakennuskohteen be-tonirakenteita tehdessä. Betonityösuunnitelma tarkentuu hankkeen edetessä, sillä sitä tullaan täydentämään valukohtaisilla betonointisuunnitelmillä. Betonoin-tisuunnitelma laaditaan hyvissä ajoin ennen sovittua valunajankohtaa. Betonoin-tisuunnitelmassa esitetään muun muassa valettavan rakenteen tiedot, betoni-massan ominaisuudet ja vaatimukset, betonin toimitus- ja purkutapa, käytettävät työ- ja jälkihoitomenetelmät sekä vaaditut laadunvarmistustoimenpiteet ja tarkas-tukset. (Suomen betoniyhdistys ry 2019, 93–94.)

Ennen töiden aloitusta tulee selvittää työnsuoritukselle asetetut laatuvaatimukset. Laatuvaatimukset käydään läpi ennen töiden aloitusta aloituspalaverissa beto-nointityhmän kanssa. Lisäksi aloituspalaverin yhteydessä käydään läpi valukoh-tainen betonointisuunnitelma sekä samalla varmistetaan, että työskentelyolosuh-teet ja työskentelykohde ovat sopimusasiakirjojen mukaiset ja täyttävät tehtävän aloitusedellytykset. (Suomen Betoniyhdistys ry, n.d.)

5 KIILTOHIOTUN BETONILATTIAN LAADUNVARMISTUSKEINOT

5.1 Ennen lattiätöiden aloittamista

Kiiltohiotun betonilattian laadunvarmistus aloitetaan sen suunnittelulla. Suunnittelun avulla selvitetään, mitä kaikkia laadunvarmistustoimenpiteitä tehdään työvaiheen aikana sekä miten kiiltohiotun betonilattian laatuvaatimukset saavutetaan. Työvaiheen onnistumisen kannalta olisi suotuisaa laatia tehtäväsuunnitelma kiiltohiotusta betonilattiasta, sillä kyseessä on korkea laatuvaatimuksellinen sekä haasteellinen tehtävä.

Ennen lattiätöiden aloitusta järjestetään aloituskokous, jotta kaikilla osapuolilla on yhtenäinen käsitys urakkaan liittyvistä asioista sekä lattioiden laatuun liittyvistä asioista. Aloituskokoukseen osallistuvat päätösvaltaiset edustajat ainakin rakennuttajalta, pääurakoitsijalta, lattiaurakoitsijalta ja betonin toimittajalta sekä rakennesuunnittelija. Tarvittaessa mukaan kutsutaan loppukäyttäjä, joka tarkentaisi laatutavoitteet ja tärkeät ominaisuudet kaikille osapuolille. Aloituskokouksessa laaditaan kokouspöytäkirja, joka allekirjoitetaan tilaajan ja urakoitsijan toimesta. Allekirjoitettu pöytäkirja jaetaan kaikille osanottajille. Aloituskokouksessa käsitellään muun muassa:

- laaditut suunnitelmat, piirustukset ja työselostukset
- urakka- ja vastuurajat
- laatuvaatimukset sekä luokittelemattomat laatutekijät
- työmaakohtainen laatusuunnitelma
- betonin ominaisuudet
- valuolosuhteet ja suojaustoimenpiteet
- jälkihoito
- aikataulu
- käyttöönotto ja huolto-ohjeet. (Suomen betoniyhdistys ry, 2023, 54.)

5.2 Ennen betonointia

Ennen suunniteltua lattian valunajankohtaa laaditaan valukohtainen betonointisuunnitelma, jonka hyväksytetään valvojalle ennen valua. Betonointisuunnitelman käsittelee yksityiskohtaisesti tulevaa betonilattian valua. Ennen betonoinnin aloitusta järjestetään aloituspalaveri, johon osallistuvat betonityöntekijät ja työjohto. Aloituspalaverin tarkoitus on perehdyttää betonityöntekijät työvaiheeseen. Aloituspalaverissa käydään läpi tulevan valun vaiheet, jotka pohjautuvat laadittuun betonointisuunnitelmaan. Lisäksi käydään läpi työlle asetetut laatutavoitteet sekä turvallisuusasiat. (Suomen betoniyhdistys ry, n.d.)

Työalueen vastaanottotarkastus suoritetaan ennen betonoinnin aloitusta, johon osallistuvat lattiaurakoitsija ja tilaaja. Työalueen vastaanottotarkastuksen avulla varmistetaan, että valuolosuhteet kunnossa ja betonointi voidaan toteuttaa suunnitellulla tavalla. Työalueen vastaanottotarkastuksesta tehdään pöytäkirja. Työalueen vastaanotossa tarkastetaan tulevasta alustasta, ympäröivästä työtilasta sekä laadituista suunnitelmista muun muassa seuraavat asiat:

- alustan kantavuus ja tasaisuus
- alustan ja nurkka-alueiden lämpötila
- raudoitukset
- lattiakaivot
- lattian kallistukset
- lämmöneristeet
- saumarakenteet ja varaukset
- alustaa mahdollisesti rajaamaan tuleva askelääneneristysmatto, muovikalvo, suodatinkangas tms.
- tilaajan tehtäviin sovitut valmistelevat työt ja mahdolliset suojaukset
- kiinnitetyn lattian alustaksi jäävän betonipinnan laatu
- työtilan suhteellinen kosteus ja lämpötila sekä tarvittavan tilan eristäminen ja sulkeminen
- valaistus- ja lämmitysolosuhteet. (Suomen betoniyhdistys ry, 2023, 55.)

Raudoituksia on lähes mahdoton korjata rakenteen valmistuttua, joten on hyvin tärkeää ennen betonointia tarkastaa raudoitukset. Raudoituksia tarkastaessa kiinnitetään erityisesti huomiota, että raudoitukset ovat asennettu suunnitelmien

mukaisesti ja vaaditut suojabetonietäisyydet täyttävät. (Suomen betoniyhdistys ry, n.d.)

5.3 Betonoinnin aikainen valvonta

Betonointi koostuu monesta työvaiheesta. Betonoinnin työsisältöön kuuluvat betonin vastaanotto, siirrot, valu, levitys, tiivistys, tasaus, hierto ja jälkihoito. (Suomen betoniyhdistys ry, 2023, 85.) Betonoinnin aikana tulee erityisesti kiinnittää huomioita valutyön laatuun, sillä valettava pinta on lattiaan näkyviin jäävä pinta. Betonointivaiheen aikana muun muassa

- tarkastetaan betonin vastaanoton yhteydessä, että betonimassa vastaa kohteelle suunniteltua.
- varmistetaan henkilökohtaisten suojainten käyttö, koneiden ja laitteiden kunto sekä työkohteen siisteys ja valaistus työn aikana.
- huolehditaan suunnitelmien mukaisten kokeiden ottamisesta.
- huolehditaan olosuhteiden ylläpidosta.
- valvotaan työsuorituksen oikeaoppista toteutusta betonoinnin, tiivistyksen, tasauksen ja hierron osalta.
- huolehditaan suunnitelmien mukaisesta jälkihoidon aloituksesta ja toteutuksesta.
- laaditaan valun jälkeen betonointipöytäkirja, johon kirjataan betonointisuunnitelman mukaisten toimenpiteiden toteutuminen sekä mahdolliset poikkeamat, joita valun aikana havaittiin. (Rakennustöiden laatu 2017, 133; Suomen betoniyhdistys ry, n.d.)

5.4 Hionta- ja kiillotusvaihe

Betonilattialle suoritetaan tarkastus ennen hiontavaihetta. Tästä tarkastuksesta voidaan käyttää nimeä osakohteen tarkastus. Osakohteen tarkastuksessa tarkastetaan, että betonilattia täyttää sopimusasiakirjoissa esitetyt vaatimukset. Näitä vaatimuksia ovat muun muassa lattian suoruus ja pinnan laatu. (Rakennustöiden laatu 2017, 135.) Lisäksi ennen hiontaa tulee kiinnittää huomiota muun

muassa työalueen olosuhteisiin ja siisteyteen sekä betonin riittävään kovuuteen. (Saariketo 2018, 21.)

Mantsinen (2020, 68) suosittelee Betonilehden 2/2020 artikkelissa, että tilaaja ja suunnittelija tekisivät välitarkastuksia hiontojen ja kiillotuksien jälkeen. Hiontojen jälkeisessä tarkastuksessa tilaaja ja suunnittelija päättäisivät, onko lattia hiottu riittävän syvältä. Kiillotuskertojen jälkeisessä tarkastuksessa tilaaja ja suunnittelija päättäisivät, onko kiillotusaste riittävä, jos näin ei ole kiillotuksia jatketaan sovitulla tavalla. Lisäksi hän kertoi, että välitarkastuksien ajoittaminen hankalaa sekä saattaa hidastuttaa kohteen valmistumista.

Välitarkastuksiin on varattava riittävästi aikaa sekä on huolehdittava, että välitarkastukset eivät vaikuta muiden työvaiheiden valmistumiseen. Aiemmin jo mainitsin tekstissä, että kiiltohiottua betonilattia arvioidaan ulkonäön perusteella. Välitarkastuksien jälkeen lattiasta tehdään mallityö, jossa kiinnitetään huomiota erityisesti toteutuneeseen ulkonäköön. Mallityö voidaan hyväksyä, kun lattialle asetetut ulkonäkö- ja muut vaatimukset täyttyvät sekä kaikki osapuolet ovat tyytyväisiä. Hyväksyttyä mallityötä käytetään vertailukohtana muissa osakohteissa. Mallityöhön osallistuvat sopimusasiakirjoissa määritetyt henkilöt, kuten esimerkiksi tilaaja, suunnittelija, valvoja ja työvaiheen tekijä. Mallityöstä laaditaan erillinen dokumentti, jonka avulla voidaan myöhemminkin todeta, miten mallityö tehtiin.

Kun lattia on saatu hiottua ja kiillotettua lattiaurakoitsija tarkastaa oman työnsä sekä korjaa työssä havaitut virheet ennen tilaajalle luovuttamista. Tämän jälkeen voidaan suorittaa työvaiheen vastaanottotarkastus. Vastaanottotarkastuksessa tilaaja tarkastaa, että työ on tehty sopimusasiakirjojen mukaisesti. Tarkastuksen aikana havaitut virheet ja puutteet merkitään vastaanottotarkastuspöytäkirjaan sekä korjataan vastaamaan haluttua laatutasoa ennen kuin tilaaja vastaanottaa työkohteen (Rakennustöiden laatu 2017, 18).

6 HAASTATTELUN YHTEENVETO

Tämä opinnäytetyö tehtiin pääasiassa kirjallisuutta ja lähdeaineistoa hyödyntäen. Työn aikana haastateltiin kahta työnjohtajaa, jotka työskentelevät parhaillaan kouluhankkeessa. Haastattelun tarkoituksena oli selvittää, millainen lattia on kyseessä sekä miten lattia toteutettiin kyseisessä kohteessa. Lisäksi haastattelussa käytiin läpi lyhyesti, mitä kaikkia laadunvarmistustoimia on tehty sekä mitä mahdollisia ongelmia ja haasteita on havaittu työvaiheen aikana. Haastatteluun osallistuvilla oli aiempaa kokemusta betonilattioista, mutta ei kiillohionnasta betonilattia-asta. Haastattelu pidettiin 8.3.2024 rakennustyömaan henkilöstötiloissa. Haastattelun jälkeen käytiin työmaalla kuvaamassa mallihionnan toteutustapa sekä lattioissa esiintyviä poikkeamia. Haastattelut tehtiin anonymisti eikä haastateltavien nimiä tai organisaatiota julkaista työssä.

Haastattelu aloitettiin selvittämällä työmaan yleisen laadunvarmistuksen taso. Työnjohtajat kertoivat, että laadunvarmistuksen taso on todella hyvä. Lisäksi työnjohtajat kertoivat, että työvaiheista tehdään tarvittavat tarkastukset, jotka ovat määriteltäviä hankkeen laadunvarmistusmatriisissa.

Seuraavaksi selvitettiin, millainen hiottu betonilattia on kyseessä. Työnjohtajat kertoivat, että suurin osa kyseisen hankkeen lattioista on toteutettu hiottuna betonilattiana, joissa erityisvaatimuksena oli sirotepinta. Sirotepintauksen avulla parannettiin lattian kulutuskestävyyttä, koska henkilöliikenteen määrä on näillä alueilla suuri. Hankkeen hiottu betonilattia on luokiteltu luokitusjärjestelmän mukaisesti A-3-I-UB-T. Hankkeeseen hiottulle betonilattialle oli asetettu suorustusvaatimukseksi A-luokka ja kulutuskestävyysluokaksi 3 sekä halkeilulle I-UB luokka, jossa halkeilua on rajoitettu enemmän kuin normaalissa luokassa. Lisäksi lattiaurakoitsijan edustajalta vaadittiin FISE:n myöntämä betonilattiatyönjohtajan pätevyys. Lattian pinta tullaan hiomaan ja kiillottamaan luokkaan 3–4, mutta lopullinen luokka selviää mallihionnan avulla. Lattialle oli tehty muutama eri mallihionta eri hiontakarheuksilla sekä käyttämällä eri suoja-aineita (Kuva 9–12).



KUVA 9. Ensimmäisessä mallihionnassa lattia hiottiin C-luokkaan ja kiillotettiin luokkaan 3 eli satiiniksi sekä suoja-aineeksi valittiin R400 (Nikula 2024).



KUVA 10. Toisessa mallihionnassa lattia hiottiin C-luokkaan ja kiillotettiin luokkaan 3 eli satiiniksi sekä suoja-aineeksi valittiin R50 (Nikula 2024).



KUVA 11. Kolmannessa mallihionnassa lattia hiottiin C-luokkaan ja kiillotettiin luokkaan 4 eli matakksi sekä suoja-aineeksi valittiin R400 (Nikula 2024).



KUVA 12. Neljännessä mallihionnassa lattia hiottiin C-luokkaan ja kiillotettiin luokkaan 4 eli matakksi sekä suoja-aineeksi valittiin R50 (Nikula 2024).

Työnjohtajilta kysyttiin myös mitä kaikkia laadunvarmistustoimia ovat tehneet työvaiheen aikana. Työnjohtajat kertoivat, että olivat suunnitelleet hiotun betonilattian tehtäväsuunnitelman avulla sekä olivat pitäneet aloituspalaverin urakoitsijan kanssa. Näiden lisäksi pidettiin työvaiheen aikana erilaisia tarkastuksia, kuten mestan vastaanottotarkastuksia ja osakohteen tarkastuksia. Työnjohtajat olivat ennen valuja laatineet valukohtaiset betonointisuunnitelmat ja valujen jälkeen betonointipöytäkirjat. Työnjohtajat korostivat erityisesti olosuhteiden ja halkeilun hallinnan tärkeyttä, kun betonivalut tehdään kesällä ja vaipan ollessa auki.

Työnjohtajien mielestäni betonointivaiheet olivat onnistuneet hyvin, koska ennen valujen aloitusta oli käyty valuryhmän kanssa läpi valun vaiheet, kuten esimerkiksi työmenetelmät ja jälkihoidon toteutus sekä erityispiirteet. Erityispiirteillä tarkoitetaan tässä tapauksessa sirotepintausta. Työnjohtajat olivat valvoneet valuryhmän työskentelyä tarkasti, jotta lopputulos olisi paras mahdollinen.

Työnjohtajilta kysyttiin, mitä ongelmia ja haasteita on esiintynyt työvaiheen aikana. Suurimpina ongelmina ja haasteina työnjohtajat kokivat lattian toteutuksen ajankohdan, halkeilun ja värierot. Lattian valujankohtaan työnjohtajat kertoivat, että lattiat valettiin todella varhaisessa vaiheessa ja vielä vaipan ollessa auki, mikä hankaloittaa betonilattian onnistuneeseen lopputulokseen pääsemistä. Betonilattioissa tyypillisesti esiintyy pienin määrin halkeilua, joten näissäkin lattioissa esiintyi paikoittain vähäistä halkeilua. Betonilattioissa esiintyi paikoittain myös värieroja. Haastattelussa yhteistuumiin todettiin, että väriehdot voivat johtua betonimassan laadusta, koska kahden eri valun lopputulos oli erinäköinen (kuva 13). Työnjohtajat olivat tarkastaneet aina ennen valua, että betonierä on tilauksen mukainen sekä olivat huolehtineet, että betonierästä otetaan betonitehtaalla tarvittavat koepalat. Lattian värieroihin vaikuttivat lisäksi lattian suojauksessa käytetty kovalevy. Lattian hiontavaihe oli suunniteltu noin puolen vuoden päähän valusta. Tämän vuoksi lattiat suojattiin jälkihoidon jälkeen rakennusaikaisissa töissä syntyviltä lioilta, käyttäen muovia ja kovalevyjä. Ennen hiontavaiheen aloitusta muovit ja kovalevyt poistettiin lattialta ja huomattiin, että kovalevyt olivat värjänneet paikoittain betonilattian pintaa (kuva 14).



KUVA 13. Betonilaattojen värierovaisuudet (Nikula 2024).



KUVA 14. Lattian pintahalkeilua ja kovalevyjen aiheuttamaa värjäämää (Nikula 2024).

Haastattelussa mietittiin, miten olisi välttytty kovalevyjen aiheuttamilta värjäytymisiltä. Haastattelussa työnjohtajat miettivät erilaisia ratkaisua esimerkiksi, jos lattia olisi hiottu silloin kuin lattia kestäisi sen eli toisin sanoen, kun valusta olisi kulunut noin kuukausi. Haasteena työnjohtajat kokivat tässä ratkaisussa muut työvaiheet, jotka olivat parhaillaan käynnissä ja alkamassa. Lattioiden hionnan aloitus aikaisemmassa vaiheessa olisi voinut viivästyttää muiden työvaiheiden valmistumista ja alkamista.

Lattioiden lopullinen lopputulos selviää tulevien viikkojen aikana, kun lattiaa aletaan hiomaan. Samalla selviää, miten värjäämät vaikuttavat lattian ulkonäköön. Työnjohtajat kertoivat, että aikovat suojata hionnan jälkeen lattiat uudelleen, jotta lattiat pysyisivät hyvässä kunnossa luovutukseen asti.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Tässä opinnäytetyössä selvitettiin kiiltohiotun betonilattian laatuun vaikuttavia tekijöitä sekä miten laatuvaatimukset toteutuvat. Lisäksi selvitettiin kiiltohiotulle betonilattialle oleelliset laadunvarmistuskeinot, joiden avulla varmistetaan työn aikainen onnistuminen.

Työtä tehdessä kävi ilmi, että kiiltohiotun betonilattian laatuun vaikuttavia tekijöitä on runsaasti. Työvaiheen kannalta tärkeimmiksi laatuun vaikuttaviin tekijöiksi osoittautui betonointivaihe, osapuolten kommunikaatio ja yhteistyö sekä ennen kaikkea työvaiheen huolellinen toteuttaminen. Työvaiheen onnistumiseen vaaditaan hyvää ennakkosuunnittelua, osapuolten kesken pidettäviä palavereja, laadutarkastuksia sekä jatkuvaa laadunvalvontaa osapuolilta.

Opinnäytetyössä laadunvarmistuskeinoja selvitettiin työvaiheiden ja betonitöiden laadunvarmistuksen kautta, joista koottiin kiiltohiotulle betonilattialle oleelliset laadunvarmistuskeinot. Laadunvarmistuskeinoja selvittäessä kävi ilmi, että ennakkosuunnittelu, palaverit, tarkastukset ja laadunvalvonta ovat varsin tärkeitä asioita, jotta saadaan toteutettua laadukas ja hyvä lattia. Ennakkosuunnittelun avulla pystytään ennaltaehkäisemään ja välttämään laatuun liittyviä ongelmia. Kiiltohiotun betonilattian suunnitteluvaiheessa ei voida tarkasti huomioida toteutukseen liittyviä tekijöitä, kuten olosuhteita ja tekijän kokemusta lattioiden toteutuksesta, joilla on merkittävä vaikutus lopputuloksen onnistumiseen. Onnistuneeseen lopputulokseen pääseminen edellyttää, että osapuolet tietävät lattialle asetetut vaatimukset sekä heidän olisi myös hyvä tietää, miten lattiaa tullaan käyttämään kohteen valmistumisen jälkeen. Osapuolten kesken pidettävien palaverien tärkeys korostuu, sillä niissä osapuolet sopivat laatuun liittyvistä asioista sekä menetelmistä, joiden avulla saadaan toteutettua laadukas ja näyttävä lattia. Työvaiheen aikana pidettävien laadutarkastuksien ja laadunvalvonnan avulla varmistetaan, että työnsuoritus on tehty sopimusasiakirjojen mukaisesti.

Työn aikana selvisi myös, että betonointi on yksi tärkeimmistä vaiheista laadun kannalta, sillä betonointivaiheessa lattialle asetetut laatuvaatimukset saavute-

taan. Kiiltohiotun betonilattian tulee täyttää normaalin betonilattian tavoin tasaisuus- ja suoruusvaatimukset sekä lisäksi lattian tulee olla ulkonäöltään näyttävä ja kulutusta kestävä. Tämä tarkoittaa sitä, että betonointivaiheessa tärkeää on kiinnittää huomiota olosuhteiden ja halkeilun hallintaan sekä valuryhmän työskentelyyn. Vaikeissa olosuhteissa laatuvaatimusten saavuttaminen on haastavaa ja joissain tapauksissa lähes mahdotonta. Valuryhmän työskentelyyn tulee kiinnittää huomiota, sillä jos työtavoista poiketaan tai hierto ja jälkihoito toteutetaan puutteellisesti, on vaikea toteuttaa laadukasta lattiaa. Haluttuun lopputulokseen pääseminen edellyttää, että betonointivaihe toteutetaan hyvin ja ennen kaikkea suunnitellulla tavalla.

Työn luotettavuus on mielestäni hyvä, sillä opinnäytetyöhön tarvittavat tiedot kerättiin monista eri lähteistä, kuten Rakennustietokannasta, Suomen betoniyhdistyksen verkkosivuilta ja kirjoista sekä betonilehden artikkeleista. Betonilehden artikkeleiden luotettavuutta pidän hyvänä, sillä alan ammattilaiset ovat kirjoittaneet artikkelit. Työn aikana haastateltiin myös kahta työnjohtajaa, jotka parhaillaan työskentelevät kiiltohiotun betonilattian parissa. Haastattelulla saatiin työmaan näkökulmaa opinnäytetyöhön. Lisäksi haastattelun avulla saatiin selville, miten mallihionta oli suoritettu kyseisessä kohteessa sekä mitä kaikkia haasteita työvaiheiden aikana oli esiintynyt. Työvaiheen aikana suurimmat haasteet olivat olleet valuajankohdat sekä lattioissa esiintyvät värierot ja halkeamat.

Opinnäytetyö toimii tukimateriaalina työnjohdolle rakennushankkeissa, joissa lattiavalinnaksi valitaan kiiltohiottu betonilattia. Lisäksi työtä pystytään soveltamaan normaaleihin betonilattioihin. Yhteenvetona voisin todeta, että kiiltohiotun betonilattian toteuttaminen on haastava tehtävä, ja laatu syntyy lukuisten tekijöiden yhteisvaikutuksesta. Haasteellisen työvaiheesta tekee sen sovittaminen rakennushankkeen muihin työvaiheisiin. Kiiltohiottua betonilattiaa voitaisiin seuraavaksi tutkia loppukäyttäjien näkökulmasta. Esimerkiksi voitaisiin tutkia elinkaarikustannuksia ja niiden vaikutusta koko rakennuksen elinkaarikustannuksiin.

LÄHTEET

Junnonen, J-M. 2022, Talonrakennushankkeen tuotannonhallinta. E-kirja. 2. painos. Rakennustieto Oy. Viitattu 22.2.2024. Vaatii käyttöoikeuden.

Lumme, Pentti 2012. Betonilattiat kortisto. Betoniteollisuus ry, Betonilattiyhdistys ry. Pdf-dokumentti. Viitattu 15.1.2024. https://www.betonitieto.fi/media/muut-julkaisut/betonilattiat-kortisto_2012.pdf

Lumme, P, Vuorio, M & Roihuvuo, I. 2021. Betoniset puhtasvalupinnat ja -lattiat. Betonilehti 2/2021, 2. Viitattu 30.2.2024. <https://betoni.com/lehti/betonilehti/2-2021/>

Mantila, A & Petrow, S. 2014. Lattiabetonin valinta - Betonin perusominaisuudet ja valinnat. Betonilehti 3/2014, 3. Viitattu 13.2.2024 <https://betoni.com/lehti/betonilehti/32014/>

Mantsinen, M. 2017. Näyttäviä lattioita betonista – Design-betonilattiat. Betonilehti 1/2017, 1. Viitattu 14.2.2024. <https://betoni.com/lehti/betonilehti/1-2017/>

Matsinen, M. 2020. Kiiltohiotut betonilattiat. Betonilehti 2/2020, 2. Viitattu 10.2.2024. <https://betoni.com/lehti/betonilehti/2-2020/>

Mantsinen, M. 2020. Visuaaliset betonilattiat. Pdf-dokumentti. Viitattu 28.2.2024. <https://finnsementti.fi/wp-content/uploads/9-Martti-Matsinen-Visuaaliset-betonit-Valutalkoot-20.pdf>

Mantsinen, M. 2022. Kulutusrasitetut betonilattiat – kuivasirote vai kovabetoni. Betonilehti 1/2022, 1. Viitattu 14.2.2024. <https://betoni.com/lehti/2022/03/04/kulutusrasitetut-betonilattiat-kuivasirote-vai-kovabetoni/>

Ratu 1224-S. Rakennushankkeen laadunvarmistustoimet 2009. RT-kortisto. Rakennustieto Oy. Viitattu 19.2.2024. Vaatii käyttöoikeuden.

Ratu KI-6029. Rakennustöiden laatu 2017. RT-kortisto. Helsinki: Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö RTS. Viitattu 3.4.2023. Vaatii käyttöoikeuden.

Ratu S-1228. Rakentamisen tehtäväsuunnittelu 2010. RT-kortisto. Rakennustieto Oy. Viitattu 19.2.2024. Vaatii käyttöoikeuden.

RT 10348. Arkkitehtoniset Designbetonilattiat Piimat Oy 2022. RT-kortisto. Rakennustieto Oy. Viitattu 20.2.2024. Vaatii käyttöoikeuden.

Saariketo, S. 2018. Aliurakan tuotannosuunnittelu, -ohjaus ja valvonta kiiltohiotussa betonilattioissa. Bermanto PRO -lattiat. Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutus, rakennusmestari. Turun ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Viitattu 5.3.2024. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2018052410043>

Suomen Betoni Yhdistys ry. 2019. Betonirakentamisen laatuohjeet 2019. BY 47. Helsinki: BY-Koulutus Oy.

Suomen Betoni Yhdistys ry. 2023. Betonilattiat 2023. BY 45/BLY 7. 6.päivitetty painos. Helsinki: BY-Koulutus Oy.

Suomen Betoni Yhdistys ry. n.d, Betonitieto, Betonilattioiden luokitus- ja laatuohjeet. Verkkosivu. Viitattu 15.1.2024. <https://www.betonitieto.fi/suunnittelijat/betonirakenteiden-suunnittelu-talonrakentaminen/betonirakenteiden-luonnos-ja-konseptisuunnittelu/betonilattiat/luokitus-ja-laatuohjeet.html>

Suomen Betoni Yhdistys ry. n.d, Betonitieto, Betonitöiden laadunvarmistus. Verkkosivu. Viitattu 5.2.2024. <https://www.betonitieto.fi/tyomaat/betonitoiden-johtaminen-talonrakentaminen/laadunvarmistus.html>

Suomen Betoni Yhdistys ry. n.d, Betonitieto, Raudoitustyöt. Verkkosivu. Viitattu 3.3.2024. <https://www.betonitieto.fi/tyomaat/betonitoiden-johtaminen-talonrakentaminen/betonityot/raudoitustyot.html#4>

Suomen Betoni Yhdistys ry. n.d, Betonitieto, Betonitöiden suunnittelu ja valmistelu. Verkkosivu. Viitattu 29.1.2024. Vaatii käyttöoikeuden. <https://www.betonitieto.fi/tyomaat/betonitoiden-johtaminen-talonrakentaminen/betonitoiden-suunnittelu>

Suomen Betoni Yhdistys ry. n.d, Betonitieto, Betonointisuunnitelma. Verkkosivu. Viitattu 29.1.2024. Vaatii käyttöoikeuden. <https://www.betonitieto.fi/tyomaat/betonitoiden-johtaminen-talonrakentaminen/betonitoiden-suunnittelu/betonointisuunnitelma.html>

Suomen Betoni Yhdistys ry. n.d, Betonitieto, Prosessikuvaus. Verkkosivu. Viitattu 29.2.2024. Vaatii käyttöoikeuden. <https://www.betonitieto.fi/tyomaat/betonitoiden-johtaminen-talonrakentaminen/prosessikuvaus.html>

Ympäristöministeriö 2015. YM5/601/2015. Ympäristöministeriön ohje rakennustyön suorituksesta ja valvonnasta. Pdf-dokumentti. Viitattu 20.2.2024. https://ym.fi/documents/1410903/38439968/YM-ohje-rakennustyon-suorituksesta-ja-valvonnasta-2D950B5E_26B9_4BBC_B057_14CEBEB5A5D7-109137.pdf/0c7cc4d0-bbb5-2d51-dd20-8b888874ee00/YM-ohje-rakennustyon-suorituksesta-ja-valvonnasta-2D950B5E_26B9_4BBC_B057_14CEBEB5A5D7-109137.pdf?t=1600745624180