

Teemu Kantola

Maanvaraisten betonilattioiden vertailu

Opinnäytetyö

Kevät 2018

SeAMK Tekniikka

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK Tekniikka

Tutkinto-ohjelma: Rakennusalan työnjohto

Tekijä: Teemu Kantola

Työn nimi: Maanvaraisten betonilattioiden vertailu

Ohjaaja: Jorma Tuomisto

Vuosi: 2018 Sivumäärä: 50 Liitteiden lukumäärä:1

Opinnäytetyössä vertailtiin kahta erilaista tapaa tehdä maanvarainen betonilattia. Aluksi työssä on kerrottu yleisesti betonilattioista ja niiden tekotavoista.

Työn tavoitteena oli vertailla kuitubetonilattian ja verkkoraudoitetun lattian eroja työmaan näkökulmasta sekä kustannuksia. Vertailussa käytettiin toteutuneita kustannuksia esimerkkikohteesta, joka oli Lemminkäinen Talo Oy:n urakoima terminaalirakennus Seinäjoella. Esimerkkikohteen maanvaraiset betonilattiat tehtiin lähes kokonaan kuitubetonista.

Laskelmien perusteella kuitubetonin käyttö tulee hieman kalliimmaksi, mutta erot ovat kuitenkin pieniä. Aikatauluissa säästetään kuitubetonia käyttämällä kuitenkin aina riippumatta valettavan alueen koosta. Laskelmien tulokseksi voidaankin todeta, että mitä laajempi on valettava alue, sitä enemmän saadaan säästettyä aikaa ja rahaa käyttämällä kuitubetonia.

Avainsanat: betonilattia, kuitubetoni, maanvarainen lattia

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Site Management

Author: Teemu Kantola

Title of thesis: Comparison of Ground-supported Concrete Slabs

Supervisor: Jorma Tuomisto

Year: 2018 Number of pages:50 Number of appendices:1

The thesis compared two different ways of making ground slabs. The study was started by finding general information about concrete floors and the techniques of making ground slabs.

The aim of the thesis was to compare fibre-reinforced concrete and mesh reinforced concrete concerning the costs, and the requirements set by the construction site. The comparison was made using the realized costs at an example construction site. The studied construction site was in Seinäjoki, and Lemminkäinen Talo Oy was the main contractor there. The ground slabs on the site were made almost completely of fibre-reinforced concrete.

Based on the results of the calculations it can be said that fibre-reinforced concrete is a little bit more expensive, but otherwise the differences are small. Concerning the schedule, it is possible to save time by using fibre-reinforced concrete, regardless of the size of the casting area. Thus, it can be concluded that the bigger the concreting area is, the more money and time can be saved using fibre-reinforced concrete.

Keywords: concrete floor, fiber concrete, ground floor

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo	6
1 JOHDANTO	7
1.1 Tavoitteet	7
1.2 Työn rajaus	7
2 BETONILATTIAN RASITUKSET	8
3 BETONILATTIOIDEN LAATUVAATIMUKSET	10
3.1 Luokitusjärjestelmä	10
3.2 Suoruuksivaatimukset.....	11
3.3 Kulutuskestävyys	12
3.4 Halkeilu	12
4 SAUMAT	15
4.1 Liikuntasaumat.....	15
4.2 Kutistumissaumat.....	16
4.3 Irrotussaumat	17
4.4 Työsaumat	17
4.5 Laattojen saumajako	17
5 BETONILATTIOIDEN RAKENTEET	19
5.1 Maanvarainen lattia.....	19
5.2 Paalulaatta	20
5.3 Pintabetonilaatta	20
5.4 Kelluva pintabetonilaatta	20
5.5 Kantava paikalla valettu laatta ilman erillistä pintavalua.....	21
6 MAANVARAISEN BETONILATTIAN RAUDOITUSTAVAT.....	22
6.1 Harjateräksillä raudoitettu lattia.....	22
6.2 Kuitubetoni	23
6.2.1 Teräskuitubetoni	23
6.2.2 Polymeerikuidut	25

6.3 Jännitetty maanvarainen laatta	27
7 MAANVARAISEN LATTIAN TEKO	28
7.1 Toimenpiteet ennen betonointia	28
7.1.1 Verkkoraudoitettu lattia	29
7.1.2 Kuitubetonilattia	30
7.1.3 Betonin valinta	30
7.1.4 Betonin tilaaminen	31
7.1.5 Betonointimenetelmät	32
7.2 Betonivalun aikaiset toimenpiteet.....	32
7.3 Jälkihoito	33
7.3.1 Varhaisjälkihoito	34
7.3.2 Varsinainen jälkihoito	34
7.4 Betonipinnan hierto	35
7.5 Lisäaineet ja seosaineet.....	35
7.6 Seosaineet	36
8 BETONILATTIOIDEN PINNOITTEET	37
8.1 Lattiabetonin kosteus	37
8.2 Pinnoitettavan betonin puhtaus	39
8.3 Betonipinnan valmistelu käyttöön tai päällystettäväksi	39
8.4 Pinnoituksen tarkoitus ja pinnoitustyypit.....	39
8.5 Pinnoitetyypit.....	40
8.6 Pinnoitemateriaalit.....	41
9 ESIMERKKIKOHDE	44
9.1 Lattiat ja rakennetyypit	45
9.2 Kustannusvertailut.....	47
9.3 Yhteenveto	48
LÄHTEET	49
LIITTEET	1

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Esimerkkikohteesta plastinen kutistuma kuitubetonilattiassa.....	13
Kuva 2. Esimerkkikohteen liikuntasäule detalji, kuva asennettuna työmaalla kohteen esittelyssä.	16
Kuva 3. Esimerkkikohteen suunnitelmissa esitetty irrotussäulan paksuus.....	17
Kuva 5. Yleisimpiä teräskuitutyyppeiden muotoja (Suomen Betoniyhdistys 2014,76.)	23
Kuva 6. Teräskuituja (Rudus A [viitattu 2.11.2017].)	24
Kuva 7. Mikropolymeerikuituja	25
Kuva 8. Makropolymeerikuituja	26
Kuva 9. Tartunnattoman jännemenetelmän osat	27
Kuva 10. Esimerkkikohteen lisäraudoitukset pilareissa ja ovien kynnyksissä. Raudoitukset ovat kuvassa maata vasten. Ennen valua raudoituksen alapuolelle asetetaan tuennat.	30
Kuva 11. Havainnekuva terminaalirakennuksesta.	44
Kuva 12. Kuva rakennesuunnitelmasta, jossa osoitettu lattian vaadittu kantavuus.	45
Kuva 13. Esimerkkikohteen rakenneratkaisu.	45
Kuva 14. Liikuntasäuläraudoite asennettu oikeaan korkoon.	46
Kuva 15. Hallin saumajako.	46
Kuva 16. Hallin saumajako.	47

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aihe kehittyi Lemminkäinen Talo Oy:n Seinäjoella sijaitsevalta työmaalta, joka oli terminaalirakennus. Esimerkkikohteeseen maanvarainen lattia tuli pääosin teräskuitubetonista ja lämpimän tilan toimisto-osa sekä tekniikkaparvi normaaliraudoitettua betonista. Lattiapinta-alaa oli yhteensä noin 7500 m², josta 6300 m² oli teräskuitubetonista ja loput 1200 m² verkkoraudoitettua lattiaa. Työmaalla opinnäytetyön tekijä näki ensimmäistä kertaa käytettävän kuitubetonista sekä siihen liittyviä hyötyjä ja mahdollisia haittoja. Siitä syntyi ajatus lähteä tutkimaan kuitubetonista ja muita tapoja tehdä maanvarainen lattia.

1.1 Tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena oli vertailla pääosin työmaan kannalta kuitubetonin ja normaalin verkkoraudoitettua betonin eroja. Kustannuksia vertaillessa käytetään esimerkkikohteen kustannuksia sekä Lemminkäinen Talo Oy:n aikaisempaa vastaavanlaista kohdetta, joka on toteutettu verkkoraudoitettulla betonilla.

1.2 Työn rajaus

Opinnäytetyö on rajattu betonilattian valun alkutilanteesta jälkihoitoon ja pinnoitukseen. Työssä keskitytään lähinnä kuitubetonilattioihin sekä verkkoraudoitettuun lattioihin. Työssä ei keskitytä betonilattian mitoittamiseen tai suunnitteluun.

2 BETONILATTIAN RASITUKSET

Rakennusten lattiat mitoitetaan kestämiään erilaisia rasituksia käyttötarkoituksen mukaan. Lattiapinnoilta vaaditaan usein suurta kulutuskestävyyttä, suoruutta ja hyvää ulkonäköä. Erityisen suuri merkitys lattiapinnoilla on teollisuusrakennuksissa, joissa lattiaan kohdistuu suuria rasituksia sekä paljon liikennettä.

Betonilattiat tulee määrittää rasitusluokkaan, joka soveltuu kohteen ympäristöön ja olosuhteisiin. Liian vaativia rasitusluokkia tulee välttää, sillä rakenteet ovat kalliita ja niiden valmistus voi olla hankalaa. Alhainen vesi-sementtisuhte tekee betonin pumppauksesta ja valutyöstä hankalaa, mikä voi näkyä lopputuloksessa.

Betonin rasitusluokat on jaettu X0-, XC-, XD- ja XS-, XF- sekä XA-luokkiin (Suomen Betoniyhdistys 2007, 11-21).

Lattiaan kohdistuvat rasitukset voivat heikentää lattiarakenteen kestävyyttä ja säilyvyyttä. Tämän vuoksi rasituksiin tulee varautua jo suunnitteluvaiheessa sekä lattian teon yhteydessä. Yleisimpiä maanvaraiseen lattiaan kohdistuvia rasituksia ovat kuormat, kuivumiskutistuma, kuluminen sekä lämpöliikkeet. (Suomen Betoniyhdistys 2004, 403-404.)

Pysyvä kuorma. Pysyvä kuorma muodostuu rakenteista ja laitteista, jotka ovat pysyvästi paikallaan. Tällaisia voivat olla esimerkiksi seinät, portaat ja varastohyllyt. Mikäli pitkäaikaiset kuormakeskittyvät on sijoitettu joustavan alusrakenteen päälle, ne voivat aiheuttaa lattiaan haitallisia painaumuksia. (Suomen Betoniyhdistys 2004, 403-404.)

Muuttuva kuorma. Muuttuva kuorma tarkoittaa sijaintia vaihtavaa ja usein toistuvaa kuormakeskittymää. Ajan kuluessa muuttuva kuorma voi aiheuttaa lattiaan halkeamia, sillä laattarakenteessa veto- ja puristusrasitukset vaihtuvat kuorman sijainnin mukaan. Myöhemmin halkeamien viereinen laatan osa saattaa lohkeilla toistuvan kuormituksen vaikutuksesta. Maanvaraisen laatan taivutusrasituksen määrään vaikuttaa laatan paksuus, raudoitus sekä alustan jäykkyys. (Suomen Betoniyhdistys 2004, 403-404.)

On tärkeää huolehtia, että suunnittelukuormat eivät pääse ylittymään rakennusaikanakaan. Ylisuurten kuormien aiheuttamat vauriot tulevat usein näkyviin vasta ensimmäisten käyttövuosien aikana. (Suomen Betoniyhdistys 2004, 403-404.)

Kuluminen. Lattiapinta kuluu mekaanisten rasitusten, kuten lattialla tapahtuvien liikkeiden ja lattiaan kohdistuvien iskujen vaikutuksesta. Esimerkiksi pyöräkuorma aiheuttaa hienoainesten irtoamista lattiasta, mikä taas edelleen lisää hiontavaikutusta ja kuluttaa betonin pintaa. (Suomen Betoniyhdistys 2004, 403-404.)

Kuivumiskutistuma. Betonilaatan kuivumisen yhteydessä laatan reunat pyrkivät siirtymään betonoidun laatan keskipistettä kohti. Mikäli kutistumisliike estyy ja betonin vetolujuus ylittyy, betonilattia halkeilee. (Suomen Betoniyhdistys 2004, 403-404.)

Kutistumisliike estyy esim. kitkan ja lattiaan liittyvien jäykkien rakenteiden vaikutuksesta. Kitkaa voidaan pienentää hiekasta tehtävällä laakerikerroksella. Kuormitus on toinen merkittävä kitkaa lisäävä tekijä. Rakennusaikana betonilaatan päällä olevat raskaat tarvikevarastot voivat aiheuttaa halkeamista. (Suomen Betoniyhdistys 2004, 403-404.)

Lämpötilan vaihtelut. Kuivumiskutistumien tavoin lattiarakenteeseen vaikuttavat lämpötilan vaihtelusta aiheutuvat muodonmuutokset. Vaihtelevat lämpöliikkeiden suunnat sekä kutistumaliikkeet lisäävät lämpötilamuutosten aiheuttamia rasituksia. (Suomen Betoniyhdistys 2004, 403-404.)

Muita betonilattiaan kohdistuvia rasituksia ovat esimerkiksi kemiallisten aineiden aiheuttamat rasitukset, hetkelliset pistekuormat sekä mahdollinen jäätyminen (Suomen Betoniyhdistys 2004, 403-404).

3 BETONILATTIOIDEN LAATUVAATIMUKSET

3.1 Luokitusjärjestelmä

Luokitusjärjestelmään on otettu sellaiset laatutekijät, joilla on tärkeä merkitys lattian kestävyydelle ja käytölle. Laatutekijöiden tulee myös olla sovitulla tavalla mitattavissa valmiista lattiasta. Laatutekijöihin luokitellaan suoruuks, kulutuskestävyys, halkeilu ja muut laatutekijät. Muihin laatutekijöihin luetaan betonin lujuus, pintabetonin tartunta alustaan, paksuusvaihtelut sekä raudoituksen sijaintien vaihtelut. (Suomen Betoniyhdistys 2004, 404-405.)

Varsinaisten laatutekijöiden lisäksi voidaan esittää myös luokittelemattomia laatutekijöitä. Näitä ovat esimerkiksi pölyämättömyys, kuivuminen, lattiabetonin vedenpitävyys, karheus, säänkestävyys, sähköisyys, ulkonäkö ja kemiallinen kestävyys. Luokittelemattomia laatutekijöitä käytetään tarvittaessa kohteen käyttötarkoituksen mukaan ja niille asetettavat vaatimukset esitellään erikseen suunnitelmissa. (Suomen Betoniyhdistys 2004, 404-405.)

Lattian luokka ilmoitetaan luokitusperusteiden mukaisesti kirjain-numero-numero yhdistelmänä esimerkiksi B-3-III. Ensimmäinen kirjain ilmoittaa tasaisuusvaatimuksen, numero kulutuskestävyysluokan ja roomalainen numero vaatimuksen sallitulle halkeamaleveydelle. (Betoni, [viitattu 15.10.2017].)

Erityisen vaativissa kohteissa luokitusmerkintään voidaan liittää neljäntenä osana T-kirjain esimerkiksi B-2-III-T. Kohdetta voidaan pitää vaativana esimerkiksi silloin, kun tehtävänä on laaja-alainen, saumaton tai kulutusrasitettu lattia tai jos olosuhteet ovat huonot. Mikäli lattia suunnitellaan 1-luokan osavarmuuskertoimia käyttäen, luokitusmerkintään liitetään aina T-kirjain. Merkintä tarkoittaa, että aloituspalaverissa lattiaurakoitsijaa edustaa FISE:n toteaman betonilattiatyönjohtajan pätevyyden omistavahenkilö. (Betoni, [viitattu 15.10.2017].) Kyseessä ei ole valmiin lattian laatutekijä, vaan lattiaurakoitsijan pätevyyttä ja lattiatyön onnistumista koskeva varmistustoimenpide. Laadun vaatimustaso asetetaan lattian suunnitteluvaiheessa ja se määräytyy lattian käytön mukaan. Vaatimustasoa asetettaessa tulee ottaa huomioon myös työmenetelmä, jolla betonilattia tehdään. Taulukossa 1 on

esitetty ohjeistukset lattian laatutekijöiden valintaan tavanomaisella vaatimustasolla. (Suomen Betoniyhdistys 2004, 405.)

Taulukko 1. Laatutekijöiden valintaohje tavanomaisella vaatimustasolla (Betoni, [viitattu 15.10.2017]).

Kohde	Laatuluokka		
	Suoruus	Kulutuskestävyys	Halkeilu
Asunnot ja toimistot: Päälystettävät lattiat, sisätilat	A	3	III
- Parvekkeet ym. kylmät tilat ¹⁾	C	4	²⁾
- Käytävä	C	4	II
- Sauna- ja pesuhuonetilojen päälystettävät kaatolattiat	A	4	II
Teollisuuslattiat: tasaisuus tärkeä laatutekijä, kuten korkeat varastot (esim. trukkiliikenne)	A ₀ (A)	2	II (I)
- kulutuskestävyys tärkeä laatutekijä (esim. suuret liikennekuormat, vilkas liikenne, pienet ja kovat trukin pyörät)	B	1 (2)	II (I)
- teollisuuslattiat yleensä (esim. pienteollisuustalot, kevyt teollisuus)	C	2	II
Pysäköintilaitokset: kulutuskestävyys ja pinnan karheus tärkeitä laatutekijöitä. Kaltevuudet suunniteltava niin, että lattialle ei muodostu lammikoita	B	2	II ²⁾
Toisarvoiset päälystämättömät tilat: esim. kellaritilat asuinrakennuksissa	C	3	II
¹⁾ Pakkaskestävyys varmistettava ulkorakenteissa ²⁾ Kantavissa rakenteissa noudatetaan voimassa olevien suunnitteluohjeiden vaatimuksia			

3.2 Suoruuksivaatimukset

Betonilattian tasaisuusvaatimukset riippuvat rakennuskohteen käyttötarpeesta. Lattialta vaaditaan riittävä suoruus, jotta liikkuvien ja paikallaolevien laitteiden käyttö on mahdollista. Lattiapinnan tasaisuuden arvosteluperusteina käytetään hammastusta sekä aaltoilua. (Suomen betoniyhdistys 2014, 17-18.)

Taulukko 2. Suurimmat sallitut poikkeamat tasaisuudessa (Suomen Betoniyhdistys 2014, 18).

Tasaisuuspoikkeama	Mittausluokka L [mm]	Suurin sallittu poikkeama [mm]			
		A ₀	A	B	C
Hammastus		0	0	1	1
Poikkeama vaaka-	enintään 200	1	2	3	4
suorasta tai nimellis-	enintään 700	2	4	6	8
kaltevuudesta	enintään 2000	4	7	10	14
(katso kuvat 1.1 ja 1.2)	enintään 7000	7	10	14	20
	yli 7000	10	14	20	28

Esimerkkikohteen terminaalirakennuksen lattian elinehto on, että lattia on riittävän suora ja tasainen, jotta trukit toimivat ilman häiriöitä.

3.3 Kulutuskestävyys

Kulumiskestävyydellä tarkoitetaan laatuvaatimuksissa testauslaitteen aiheuttamaa kulumista. Testaus voidaan tehdä käsittelemättömään betonipintaan tai lopullisella käsittelyllä olevaan betonipintaan. Laatumäärittelyssä tulee käydä ilmi, onko kyse käsitellystä vai käsittelemättömästä betonipinnasta. (Suomen betoniyhdistys 2014, 19-20).

Pääasiallinen mittauksessa käytettävä menetelmä on VTT:n teräspyöräkoee. Kulutuskestävyyden koetta ei yleensä tehdä, ellei perustellusti epäillä, että betonilattia ei täyttäisi kulutuskestävyydelle asetettuja laatuvaatimuksia. Kulutuskestävyys mitataan aikaisintaan kolmen kuukauden kuluttua lattian valusta, jos betonin kypsyyksiä t_{20} on vähintään 50 vuorokautta. (Suomen betoniyhdistys 2014, 20).

3.4 Halkeilu

Pienen vetolujuuden vuoksi betonin halkeilua ei voida välttää, mutta kaikki halkeilu ei ole haitallista (Leskelä 2008, 350). Esimerkiksi alla olevassa kuvassa näkyvä plastinen halkeilu ei ole haitallista. Betonilattian halkeilu tulee rajoittaa siten, ettei se huononna rakenteen toimintaa, säilyvyyttä eikä vaikuta ulkonäköön haitallisesti (Suomen Betoniyhdistys 2016).

Halkeilu on yleinen betonilattiaan syntyvä vauriomuoto. Betonirakenteiden halkeilu jaetaan kahteen osaan, varhaisvaiheen halkeiluun ja myöhäisvaiheen halkeiluun. Varhaisvaiheen halkeilun syynä on useimmiten plastinen kutistuma, autogeeninen kutistuma tai kovettumisvaiheen lämmön nousu ja jäähtyminen. Myöhäisvaiheen halkeilun syynä on kuivumiskutistuma tai lämpötilan muutokset. (Suomen betoniyhdistys 2014, 144.)



Kuva 1. Esimerkkikohteesta plastinen kutistuma kuitubetonilattiassa.

Betonirakenteiden halkeilun syynä on usein etukäteissuunnittelun puute. Suunnitteluvaiheessa tulisi tunnistaa kutistumishalkeilulle herkätkä rakenteet, valita kohteeseen sopiva halkeilun hallintaperiaate sekä betonivalinnoissa kiinnittää huomiota kutistuman minimointiin. Toteutusvaiheessa halkeilua voi rajoittaa valitsemalla valuosuhteisiin sopiva työtapo ja jälkihoito sekä tarkistamalla mahdolliset suojaustoimenpiteet. (Suomen betoniyhdistys 2014, 144, 23.)

Halkeamalla tarkoitetaan betonin pinnalta mitattuja yli 0,05 mm leveitä halkeamia. Halkeamaleveydet mitataan vähintään yhden lämmityskauden jälkeen, yleensä takuutarkastuksen yhteydessä. Sallittu halkeamaleveys määritetään ottamalla huomioon rakenteen toiminnallisuus, säilyvyys, ulkonäkö sekä halkeamaleveyden rajoittamiskustannukset. Tapauskohtaisesti tilaaja voi esittää halkeilun suhteen lisävaatimuksia. Kantavien betonirakenteiden laskennalliset sallitut halkeamale-

veydet on esitetty kansallisissa standardeissa ja suunnitteluohjeissa. (Suomen betoniyhdistys 2014, 23-24,145.)

Mikäli betonirakenteeseen syntyy halkeamaleveysvaatimukset ylittäviä halkeamia, ei rakenne ole yleensä käyttökelvoton. Lattia saadaan palautettua asetettuun vaatimusluokkaan injektoimalla ylisuuret halkeamat. Ennen mahdollisiin korjaustoimenpiteisiin ryhtymistä tulee kuitenkin selvittää halkeilun perimmäinen syy. Myös korjaustarve tulee aina arvioida tapauskohtaisesti. (Suomen betoniyhdistys 2014, 23.)

Taulukko 3. Maanvaraisten lattioiden suurimmat suositeltavat halkeamaleveysarvot (Suomen betoniyhdistys 2014, 23).

Halkeamaleveysluokka				
	I	II	III	IV
Kuvaus	Vaativa	Normaali	Merkityksetön	Erikoisluokka
Sallittu halkeamaleveys (mm)	0,3	1,0	Ei vaatimusta	Ilmoitetaan erikseen

4 SAUMAT

Saumat ovat tärkeä osa betonilattian toiminnallista ominaisuutta. Eri saumatyyppejä ovat liikuntasaumat, kutistumissaumat, irrotussaumat ja työsaumat. Saumojen määrä ja tyyppi määräytyvät lattiatyyppin sekä lattian suunnitellun toimintatavan perusteella. Valinnassa tulee aina huomioida lattian käyttötarkoitus ja siihen kohdistuvat rasitukset. Saumojen suunnittelu vaatii huolellisuutta, sillä saumat ovat usein lattian heikoin kohta ja puutteet niissä vaurioittavat helposti seuraavankin osan lattiasta. (Suomen betoniyhdistys 2014, 77-79, 178.)

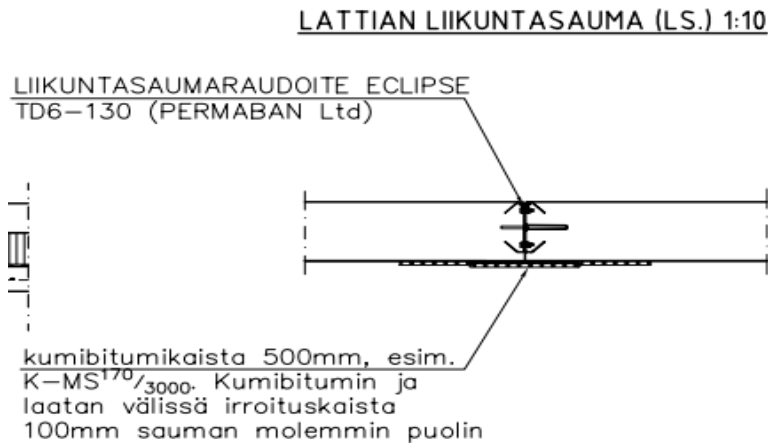
4.1 Liikuntasaumat

Liikuntasaumoja käytetään yleensä, kun lattia pinta-alaa on paljon ja liikuntasaumoista muodostuu myös yleensä työsauma. Liikuntasaumojen sijainti ja tyyppi tulee käydä ilmi suunnitelmista.

Liikuntasauman kohdalla laatta on kokonaan poikki, mikä sallii laatan pitenemisen, lyhenemisen ja kiertymisen. Rakenteen tulee olla sellainen, että sauma pystyy siirtämään leikkausrasituksia laatalta toiselle. Liikuntasaumojen jako suunnitellaan tapauskohtaisesti huomioiden mahdolliset lämpötiloista ja kosteuseroista johtuvat liikkeet. (Suomen betoniyhdistys 2014, 78.)

Liikuntasaumat toteutetaan yleensä esivalmistetuilla liikuntasaumalaitteilla. Valmiit liikuntasaumalaitteet ovat suositeltavin tapa, koska ne ovat tukevia, pysyvät valun aikana paikallaan, kestävät pyörärasitusta ja siirtävät hyvin kuormaa sauman yli. (Suomen betoniyhdistys 2014, 78.) Oikein toteutetut liikuntasaumalaitteet vähentävät lisäksi laatan saumakohdan käyristymistä (Suomen betoniyhdistys 2014, 178).

Mikäli käytetään vaarnatapitusta, tapit tulee varustaa tarpeellisilla liikevaroilla sauman aukeamis- ja pituussuuntaan. Liikuntasaumojen kuormankantokyky varmistetaan tiivistämällä betoni saumojen vierestä sauvatäryttimen avulla. Tiivistämisen ansiosta betonimassa tunkeutuu tartuntojen ympärille sekä mahdollisten ponttien tai vaarnalevyjen alle. (Suomen betoniyhdistys 2014, 178.)



Kuva 2. Esimerkkikohteen liikuntasauma detali, kuva asennettuna työmaalla kohteen esittelyssä.

4.2 Kutistumissaumat

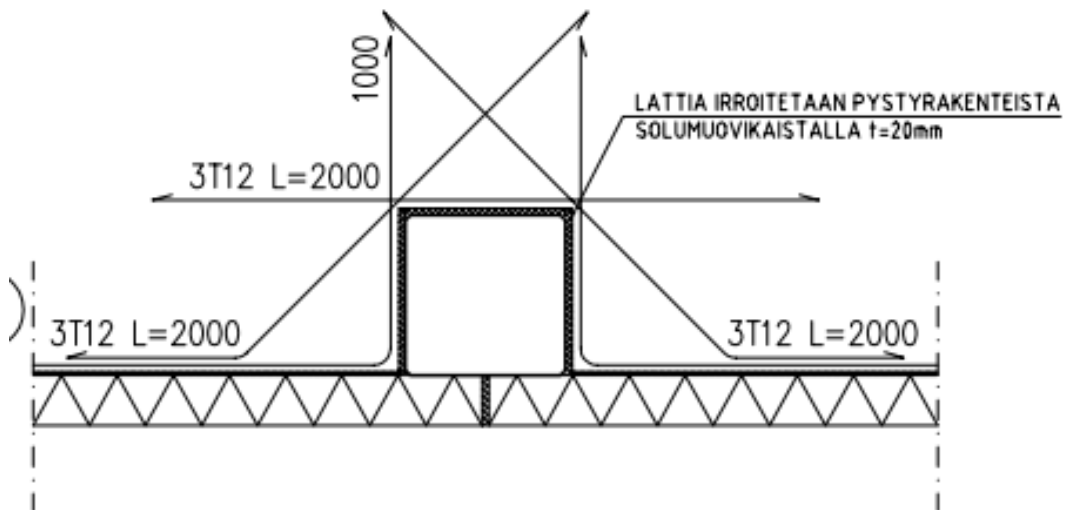
Kutistumissauma sallii kulmamuutokset ja sauman avautumisen. Maanvaraisissa betonilaatoissa kutistumissaumana käytetään yleisimmin sahattua saumaa. Sahasaumat voivat olla raudoitettuja tai raudoittamattomia. Raudoitetut sahasaumat eivät salli yhtä suuria liikkeitä kuin raudoittamattomat, mutta niillä on parempi kuormansiirtokyky. (Suomen betoniyhdistys 2014, 78.)

Sahattu sauma valmistetaan sahaamalla laatan pintaan noin 3 mm leveä ura, jonka syvyys on 25-30 % betonilaatan paksuudesta. Sahattu ura heikentää laatan vetokestävyyttä paikallisesti, jolloin kutistumishalkeamat ohjautuvat näihin kohtiin. Sopiva sahausajankohta on noin 16-40 tuntia betonilaatan valun jälkeen, riippuen betonilaadusta ja tapauskohtaisista kovettumisolosuhteista. (Suomen betoniyhdistys 2014, 78-79.)

Sahasaumat soveltuvat kutistumissaumaksi parhaiten kevyesti kuormitetuille lattioille. Raudoitettujen sahasaumojen rajoitettu liikekyky johtaa usein suunnittelemattomaan halkeiluun. Suuret pistekuormat taas vaativat hankalasti asennettavien ja tuettavien vaarnatapen käyttöä leikkausvoiman siirtämiseksi sauman yli. Raudoitettujen tai vaarnatapeilla varustettujen sahasaumojen sijaan onkin suositeltavaa suunnitella lattiat ilman kutistumissaumoja. (Suomen betoniyhdistys 2014, 78-79.)

4.3 Irrotussaumat

Betonilattiaan ei saa päästä syntymään pakkovoimia, tästä syystä lattia irrotetaan kaikista pilareista ja seinistä irrotussaumalla. (Suomen betoniyhdistys 2004, 411). Irrotussauma toteutetaan yleensä polystyreenikaistalla, jonka paksuus on esitetty suunnitelmissa.



Kuva 3. Esimerkkikohteen suunnitelmissa esitetty irrotussauman paksuus.

4.4 Työsaumat

Työsaumoilla tarkoitetaan tässä saumoja, jotka eivät salli sauman avautumista tai kulmanmuutosta. Työsaumoja käytetään saumattomissa maanvaraisissa laatoissa ja pintalattioissa. Työsauma voi olla joko pesty, karhennettu tai sileä. Työsauma raudoitetaan siten, että raudoituksen vetokestävyyden tulee olla käytetyn betonin vetolujuutta suurempi eli sauman aukeaminen on estetty.

4.5 Laattojen saumajako

Saumajakoon vaikuttavat tekijät ovat rakennuksen muoto, leveys sekä mahdolliset laite- ja koneperustukset. Saumoja ei tulisi sijoittaa raskaitten, suoraan lattian päälle rakennettujen väliseinien viereen, koska seinän paino estää laatan kutistumis-

liikkeen ja lisää halkeiluriskiä. Toiminnalliset tai kuormitukseltaan hyvin erilaiset alueet on syytä erottaa saumalla. (Suomen Betoniyhdistys 2014, 80.)

Kun lattia toteutetaan ilman kutistumissaumoja, päivittäinen valualue rajataan yleensä liikunta- tai työsaumoilla. Liikuntasaumallinen ratkaisu on yleinen teräskuitubetonisten saumattomien lattioiden kanssa. Valualueen koko on riippuvainen työporukan koosta ja tuottavuudesta. Työsaavutukset voivat olla jopa 1500-2500 m² ja saumaväli maksimissaan noin 50 metriä. (Suomen Betoniyhdistys 2014, 80.)

5 BETONILATTIOIDEN RAKENTEET

Betonilattioiden rakenteita voidaan erotella toimintatavan mukaan monella tavalla. Toimintatapoja ovat maanvarainen lattia, paalulaatta, pintabetonilaatta, kelluvan pintabetonilaatta ja kantava paikalla valettu laatta ilman erillistä pintavalua. Rakenteita voidaan jakaa myös raudoitustapojen mukaan verkkoraudoitettuihin lattiarakenteisiin, kuitubetonilattioihin ja keskeisesti jännitettyihin betonilattioihin. (Suomen Betoniyhdistys 2014, 10-13.)

5.1 Maanvarainen lattia

Maanvaraisella lattialla tarkoitetaan suoraan maata vasten tai lämmöneristeen päälle valettavaa laattaa. Yleensä eriste asennetaan välittömästi betonilaatan alapuolelle, mutta se voidaan asentaa myös noin 300 mm paksun hyvin tiivistetyn täytekerroksen alle. Maanvarainen laatta soveltuu ainoastaan hyvin kantavalle maapohjalle. (Suomen Betoniyhdistys 2014, 10.)

Kuivumiskutistumat, lämpötilan muutokset ja pakkovoimat otetaan huomioon rakenteen suunnitteluvaiheessa valitsemalla kohteen kannalta tarkoituksenmukaisin ratkaisu. Lattiarakenne voidaan suunnitella siten, että pakkovoimien aiheuttamat vetojännitykset ja halkeilut hallitaan raudoituksilla, säätelemällä alustan ja laatan välistä kitkaa sekä saumajaolla. (Suomen Betoniyhdistys 2014, 10.)

Kun suoraan maata vasten valettavan laatan päälle asennetaan vesihöyryn läpäisevyydeltään tiivis pinnoite tai päällyste, on rakenteen kosteustekninen toimivuus varmistettava. Yleisin sekä taloudellisin tapa tehdä maanvarainen lattia on tehdä betonirakenne yhtenä kerroksena samasta betonista valmiiksi lopulliseen pintaan. (Suomen Betoniyhdistys 2014, 10.)

5.2 Paalulaatta

Paalulaatta on maata vasten valettava laatta, jota käytetään heikosti kantavilla maapohjilla. Paalulaatat mitoitetaan kantavina teräsbetonirakenteina kantavien rakenteiden mukaisesti, eikä maapohjan mahdollista kuormankantokykyä oteta huomioon millään tavalla. Paalulaatat mitoitetaan yleensä raudoitettuina teräsbetonirakenteina, mutta nykyään on mahdollista suunnitella ne myös teräskuitubetonirakenteena. (Suomen Betoniyhdistys 2014, 11.)

Paalulaatan paaluväli on 3-4 m, laatan paksuus 200-400 mm ja teräskuitumäärä 40-50 kg/m³. Paalulaattaa kuormittaa yleensä tasaisesti jakaantunut kuorma. (Manninen 2011.)

5.3 Pintabetonilaatta

Pintabetonilattioilla tasataan alustan epätasaisuuksia pinnoitusta varten. Pintalattian on oltava kauttaaltaan kiinni tai vaihtoehtoisesti kokonaan irti alustasta. Kiinnitetyn pintalaatan osittainen irtoaminen alustastaan tartunnan pettämisen seurauksena on työvirhe, jota tulee välttää, koska se johtaa hallitsemattomaan pintalaatan halkeiluun sekä käyristymiseen halkeamien kohdalla. Pintabetonirakenteet eivät ole kovin paksuja, yleensä noin 20-60 mm.

Yli 60 mm paksut pintabetonit tehdään raudoitettuna, ja raudoitus sijoitetaan yläpintaan halkeilun vähentämiseksi. Alle 60 mm paksut kiinnitetyt ei-rakenteelliset pintalaatat tehdään raudoittamattomina. (Suomen Betoniyhdistys 2014, 11-12.)

5.4 Kelluva pintabetonilaatta

Kelluvia eli uivia lattioita tehdään kuten edellä mainittu pintabetoni, mutta valettava laatta on aina irti alapuolisesta rakenteesta. Kelluva pintabetonilaatta valitaan yleensä, kun halutaan lattian oleva hyvin ääntä eristävä. Se valetaan usein ääneneristysmaton päälle, joka kestää hyvin myös painetta. Sen suositeltava paksuus on 80 mm. Kelluvan laatan teossa on kiinnitettävä huomiota etenkin seura-

viin vaiheisiin: mahdollisimman pienen kosteuseron varmistaminen myös kuivumisvaiheessa koko lattialaatan paksuudella, halkeilun estäminen ja reunojen kohoamisen minimointi. (Suomen Betoniyhdistys 2014, 12-13.)

5.5 Kantava paikalla valettu laatta ilman erillistä pintavalua

Rakenne on yleinen asuntorakentamisessa ja pysäköintilaitoksissa. Asuntorakentamisessa pyritään mahdollisimman vähäiseen tasoitteen käyttämiseen, joten yläpinnan tasaisuus on keskeinen tavoite. Pysäköintilaitoksissa tärkeimpiä ominaisuuksia ovat lattiapinnan kulutuskestävyys, karheus sekä rakenteen säilyvyys. Pysäköintihalleissa raudoituskorroosion riski on merkittävä, sillä rakenteeseen kohdistuu sekä karbonatisoitumisen että kloridien aiheuttama rasitus. Kloridirasituksen lähde on pääsääntöisesti autojen mukana tuleva tiesuola. Kylmissä pysäköintilaitoksissa betoniin kohdistuu myös pakkasrasitus. (Suomen Betoniyhdistys 2014, 14.)

6 MAANVARAISEN BETONILATTIAN RAUDOITUSTAVAT

Betonin huonon vetolujuuden takia tarvitaan raudoitusta ottamaan vastaan vetoa, ja raudoitus estää myös betonin halkeilua kuivumiskutistumisessa. Teräs soveltuu materiaalina hyvin betonin kanssa, koska niillä on lähes samankaltaiset lämpölaajenemiskertoimet.

Betonilattian raudoitus voidaan tehdä verkkoraudoituksella, kuitubetonilla tai jälkijännitettynä betonilaattana.

Harjateräsverkkoja käytetään kaikenlaisissa lattioissa, kun taas kuituja pääsääntöisesti maanvaraisissa lattioissa ja pintalattioissa. Jälkijännitetyjä maanvaraisia betonilaattoja on Suomessa tehty hyvin vähän. Jännitetyissä rakenteissa käytetään jänneterästen lisäksi myös pieniä määriä tavallista tankoraudoitusta. (Suomen Betoniyhdistys 2014, 73.)

6.1 Harjateräksillä raudoitettu lattia

Harjateräsraudoitus voidaan tehdä kolmella tavalla, verkkoraudoituksella, joka on yleisin, irtotangoilla tai mattoraudoituksella, joka on uusi tapa. Edellä mainitut raudoitustyypit vaativat kaikki raudoitteen alle tuennan, jotta betonipeite on suunnitellun mukainen ja raudoitus pysyy paikallaan valun aikana.

Raudoituksen määrään ja sijaintiin vaikuttavat lattian paksuus, kuormitus, alustan joustavuus sekä kitka. Raudoitus suunnitellaan joko toteutettavaksi yksinkertaisella eli keskeisesti sijoitetulla tai kahteen tasoon sijoitetulla raudoitusverkolla. (Suomen Betoniyhdistys 2004, 410.)

Raudoitusverkot voivat olla varastoverkkoja tai kohteeseen erikseen valmistettuja verkkoja. Maanvaraisen laatan raudoitus on luontevin tehdä verkoilla ajan säästämiseksi. (Suomen Betoniyhdistys 2014, 73.) Verkkoraudoitusta käytettäessä tulee ottaa huomioon verkkojen limitysmitta, ja irtotankoja joudutaan käyttämään nurkkien ja reunojen lisäraudoituksena.

Verkkorauδοite sopii myös raskaasti kuormitettuihin teollisuuslattioihin, mutta raudituksen sekä betonilaatan paksuuden kasvaessa suureksi kuitubetonilattia voi olla järkevämpi ja edullisempi ratkaisu.

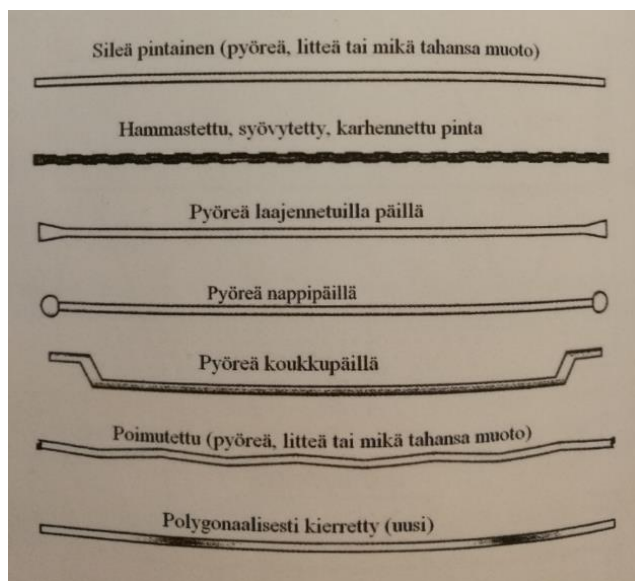
Mattorauδοite on rauditusmenetelmä, jonka asennus on nopeaa ja fyysisesti vähemmän rasittavaa kuin perinteinen rauditustyö. Mattorauδοitteen käyttö edellyttää nostokaluston käyttöä raudoitteiden siirroissa, sillä yksittäisen mattorullan paino on noin 1500 kg. (Suomen Betoniyhdistys 2014, 74-75.)

6.2 Kuitubetoni

Kuitubetonit on jaettu teräskuituihin ja polymeerikuituihin, jotka on jaettu mikro- ja makrokuituihin.

6.2.1 Teräskuitubetoni

Teräskuitubetonilla tarkoitetaan betonia, joka on vahvistettu teräskuiduilla normaalin raudituksen sijaan. Teräskuitujen päätarkoitus on tehdä betoni lujuusominaisuuksiltaan kestävämmäksi. (Suomen Betoniyhdistys 2014, 112.)



Kuva 4. Yleisimpiä teräskuitutyyppeiden muotoja (Suomen Betoniyhdistys 2014,76.)

Lattioissa käytettävät teräskuidut ovat korkealaatuisesta teräksestä valmistettuja, noin 25-60 mm pitkiä muotoiltuja tai suoria teräslankoja, joiden halkaisija on 0,4-1,05 mm kuitutyyppistä riippuen. Perusbetonina käytetään jotakin normaalia lattia-betonilaatua, jonka mukaan sideaineet ja lisäaineet määräytyvät. (Rudus A). Teräskuitujen annostelumäärä riippuu lattianvaatimuksista, normaalisti teräskuitujen määrä on 25-60 kg/m³. (Suomen Betoniyhdistys 2014, 113).

Teräskuiduilla raudoitettu maanvarainen laatta suunnitellaan joko jaettavaksi kutistumissaumoilla mahdollisimman neliömäisiin ruutuihin tai ilman kutistumissaumoja. Kutistumissaumana käytetään yleisimmin sahattua saumaa, jonka syvyys on 25-45 % laatan paksuudesta. Laatta irrotetaan kuten muutkin laatat ulkoseinistä ja muista pystyrakenteista sekä nurkkiin ja pilareiden ympärille asetetaan normaalisti harjateräksestä lisäraudoitus. Ilman kutistumissaumoja teräskuitubetonilla suunniteltu laatta toteutetaan laaja-aluevaluna liikuntasaumoilla mahdollisimman neliömäisiin ruutuihin. Teräskuiduilla vahvistettu maanvarainen laatta voidaan mitoittaa halkeilemattomana, hallitusti halkeilleena rakenteena alustan ja laatan välinen kitka minimoiden tai hallitusti halkeilleena rakenteena alustan ja laatan välinen kitka maksimoiden. (Suomen Betoniyhdistys 2014, 113.)



Kuva 5. Teräskuituja (Rudus A [viitattu 2.11.2017].)

6.2.2 Polymeerikuidut

Polymeerikuidut eli muovikuidut voidaan jakaa kahteen ryhmään, mikro- ja makrokuidut joiden käyttökohteet sekä ominaisuudet poikkeavat toisistaan selkeästi. (Suomen TTP [viitattu 1.11.2017]).

Mikropolymeerikuitujen käyttötarkoitus on tuoreen betonimassan ominaisuuksien muokkaaminen. (Suomen Betoniyhdistys 2014, 119.) Kuidut parantavat massan koossapysyvyyttä, vähentävät vedenerottumista, pienentävät plastista painumaa sekä plastista kutistumishalkeamaa (Suomen Betoniteollisuus ry).

Mikrokuiduilla on vain vähäinen vaikutus kovettuneen betonin ominaisuuksiin. Kuidut parantavat kuitenkin betonin tiiveyttä, iskunkestävyyttä sekä kulutuskestävyyttä. Mikropolymeerikuidut soveltuvat käytettäväksi esimerkiksi teollisuuslattiaissa, kohteissa jossa vaativa palonkestävyysluokka tai erityistä säänkestävyyttä vaativissa päällysteissä, kuten silta- ja katupäällysteet. Mikrokuidut eivät lisää betonin jäännöslujuutta, joten niitä ei voi käyttää laatan ohentamiseen, rakenteellisen raudoituksen korvaamiseen tai saumajaon kasvattamiseen. Annostelu käyttökohteen mukaan on noin 1-2 kg/m³. (Suomen Betoniyhdistys 2014, 119.)



Kuva 6. Mikropolymeerikuituja
(Rudus B [viitattu 2.11.2017]).

Makropolymeerikuituja käytetään kovettuneen betonin kuivumisen ja lämpöliikkeiden aiheuttamien kutistumien ja halkeiluiden hallintaan. Makrokuidut antavat kuitubetonille teräskuitujen tapaan halkeilun jälkeisen jäännöstaivutuslujuuden. Tyypillisiä käyttökohteita ovat maanvarainen lattia sekä pintalattia.

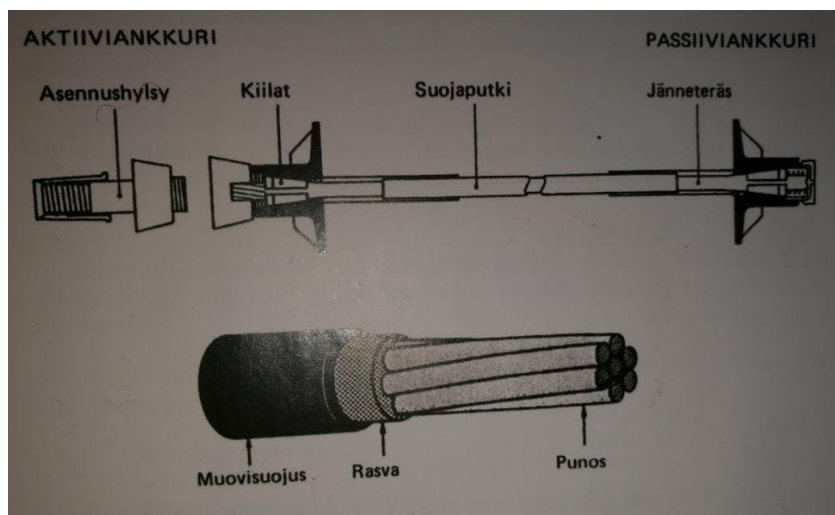
Makrokuituja käytetään maanvaraisissa lattioissa normaalin raudoitukset tai teräskuitujen korvaajana. Maanvaraisissa lattioissa kuitumäärä on 2-7 kg/m² ja laatan paksuus on 150-200 mm. Makrokuitubetonirakenteiden mitoitus tapahtuu samalla tavalla kuin teräskuitubetonilla. (Suomen TTP Oy [viitattu 1.11.2017]; Suomen Betoniyhdistys 2014, 120.)



Kuva 7. Makropolymeerikuituja
(Rudus C [viitattu 2.11.2017]).

6.3 Jännitetty maanvarainen laatta

Maanvaraisten laattojen halkeamat saavat yleensä alkunsa saumoista. Mikäli lattia-laatta toteutetaan keskeisellä jännityksellä, voidaan liikuntasauomoista käytännöllisesti katsoen luopua. Jännitysmenetelmä perustuu tartunnattomiin jänneteräksiin, joissa tartunta on poistettu asentamalla punos muovikuoren sisään, joka on täytetty korroosiolta suojaavalla ja kitkaa pienentävällä rasvalla. Teräkset sijoitetaan laatan keskikorkeudelle noin metrin välein ristiin. Jälkijännitetty laatta on yksi ratkaisu saada lattiasta saumaton ja halkeilematon. (Suomen Betoniyhdistys 2014, 106-107.)



Kuva 8. Tartunnattoman jännemenetelmän osat (Suomen Betoniyhdistys 2014, 107).

7 MAANVARAISEN LATTIAN TEKO

Ennen varsinaisen valutyön aloittamista on moni työvaihe ohi, kuten perustukset ja maankaivuu- sekä täyttötyöt. Lattiatyön suunnittelun lähtökohtana ovat koko työmaan urakkaohjelma ja yleisaikataulu. Lattian tekemiseen on varattava riittävästi aikaa niin, että betonin jälkihoidolle, kovettumiselle sekä kuivumiselle jää riittävästi aikaa, eikä lattiaa kuormiteta liian aikaisin. Työvuoroa kohti asetettu työmäärä sovitetaan suunnitelmien mukaisesti saumajakoon mahdollisimman hyvin. Lattiarakenteita on monia erilaisia, haasteena onkin valita kohteeseen sopivin vaihtoehto. Lattiabetonointityöhön sisältyvät työtavasta riippumatta seuraavat työvaiheet: betonin valmistus, siirrot, levitys ja tiivistys, pinnanmuotoilu ja hienointi sekä jälkihoito.

7.1 Toimenpiteet ennen betonointia

Lattiabetonoinnista tulee tehdä tehtäväsuunnitelma, joka huolellisesti tehtynä auttaa saavuttamaan hyvän lopputuloksen, jossa on huomioitu mahdolliset ongelmat.

Ennen jokaisen lattiatyön aloitusta pääurakoitsija järjestää eri osapuolten yhteinen aloituskokous. Aloituskokoukseen kutsutaan päätösvaltainen edustaja rakennuttajalta, pääurakoitsijalta, lattiaurakoitsijalta ja betonin toimittajalta sekä kohteen rakennesuunnittelija. Tarvittaessa myös tuleva käyttäjän tulisi olla paikalla laatutavoitteita ja olosuhteita koskevan tiedon täsmentämiseksi. Kokouksen tavoitteena on laadun varmistaminen käymällä läpi kaikki työvaiheeseen liittyvät työt niin, että kaikilla osapuolilla on yhdenmukainen käsitys työn toteutuksesta. Aloituskokous tulee pitää riittävän aikaisin, jotta mahdollisten muutosten toteuttamiselle jää aikaa.

Aloituskokouksessa käsitellään tarvittavassa laajuudessa seuraavat asiat:

- työselostus, piirustukset
- urakka- ja vastuurajat
- laatuvaatimukset (myös luokittelemattomat laatutekijät)
- urakoitsijan laatujärjestelmä tai työmaakohtainen laatusuunnitelma
- betonin ominaisuudet

- valuolosuhteet ja sääsuojan tarve
- materiaalitoimitukset ja varastointi
- ajoreitit, työjärjestys ja betonointisuunnitelma mukaan lukien betonin siirto, betonin tiivistystapa, pinnan viimeistely sekä jälkihoitotoimenpiteet
- toimittavat tehtaat (mahdollinen varatehdas), toimitusnopeus
- rakenteelliset yksityiskohdat ja erityistä tarkkuutta tai poikkeavaa työtekniikkaa edellyttävät kohdat
- aikataulu
- lattiatyön liittyminen muihin samanaikaisiin työvaiheisiin
- vastuuhenkilöt ja yhteystiedot
- työn aikana tehtävistä ja suunnitelmista poikkeavista muutoksista päättävät henkilöt
- urakoitsijan vastattavana olevat laatudokumentit
- lattian käyttöönotto (kuormittaminen rakennusaikana)
- lattian huolto-ohjeet ja luovuttaminen tilaajalle.

Kokouksesta laaditaan pöytäkirja, jonka tilaaja ja urakoitsija allekirjoittavat. Pöytäkirja toimitetaan kaikille osanottajille tiedoksi. (Suomen Betoniyhdistys 2014, 129.)

7.1.1 Verkkoraudoitettu lattia

Maapohjan tulee olla määritetyssä korossa sekä riittävästi tiivistetty, jotta se ei pääse vajoamaan valun jälkeen. Betonilaatta irrotetaan pystyrakenteista solumuovikaistalla. Rauditusverkot asennetaan raudoitustukien päälle yleensä keskeisesti, jos kyseessä on yksinkertainen rauditus. Rauditusverkot tulee asentaa hieman laatan keskikohtaa ylemmäs, sillä valuvaiheessa verkot taipuvat alaspäin. Verkkoraudoitus vaatii myös lisäraudoitusta pilareiden ympärillä sekä nurkissa. Lattian saumaraudat tulee asentaa paikalleen etukäteen sekä mahdolliset lattia-kaivot tulee esivalaa oikeaan korkoon. Betonoitavan alueen tulee olla täysin puhdas roskista. Työnjohto tarkastaa betonoitavan alueen ennen työn aloitusta.

7.1.2 Kuitubetonilattia

Työvaiheet kuitubetonilattialla ovat samat sekä verkkoraidoitettullakin lattialla, mutta raidoitusverkkojen levitys jää pois ja mahdollisesti myös liikuntasaumojen asennus. Kuitubetonilattia tarvitsee kuitenkin lisäraudoitusta pilareiden ympärillä, liikuntasaumojen nurkissa sekä ovien kynnyksissä. Kuitubetonilattioita käytetään raskaammin kuormitetuissa lattioissa. Myös lämmöneristeiden tulee olla paremmin puristusta kestäviä. Eristelaatu tulee löytyä rakennussuunnitelmista.



Kuva 9. Esimerkkikohteen lisäraudoitukset pilareissa ja ovien kynnyksissä. Raudoitukset ovat kuvassa maata vasten. Ennen valua raudoituksen alapuolelle asetetaan tuennat.

7.1.3 Betonin valinta

Lattiabetonin valinnassa valittuun toteutustapaan ja olosuhteisiin vaikuttavat lattialle asetetut laatuvaatimukset ja suunnitteluratkaisut. Lattioille asetettavat laatuvaatimukset saattavat keskenään asetettava ristiriitaisia vaatimuksia, jotka on suunnitteluvaiheessa tunnistettava ja asettaa tärkeysjärjestykseen. (Suomen Betoniyhdistys 2014, 130.)

Lattiabetonin valinnassa tulee aina pyrkiä minimoimaan kutistuma ja halkeilu. Halkeilu ei lattiassa ole aina rakenteellinen ongelma, mutta se usein koetaan esteettisenä haittana. (Suomen Betoniyhdistys 2014, 130.)

Lattian toiminnallisuuden kannalta tärkeimmät vaatimukset, kuten tasaisuus, kulumiskestävyys ja vähäinen halkeilu, kohdistuvat lattian yläpintaan. Pinnan ja laadun kannalta hyvin tärkeä vaihe on oikea-aikainen pinnan hierto. Lattiabetonilla alhainen vesi-sementtisuhte pienentää teoriassa betonin kuivumiskutistumaa ja sitä kautta halkeilua. Lattiabetonin työstettävyys ja hierrettävyysvaatimukset eivät käytännössä mahdollista hyvin alhaisen vesimäärän käyttöä. (Suomen Betoniyhdistys 2014, 130.)

Betonimassa ja työmenetelmä sovitetaan toisiinsa niin, että kummankin valinnan lähtökohtana ovat valmiille lattialle asetetut laatuvaatimukset. Epäsuotuisat olosuhteet ja huonot työmenetelmät johtavat huonoon lopputulokseen, vaikka käytettäisiin kuinka hyvää betonia tahansa. Huonosta betonista ei saada hyvilläkään työmenetelmillä täydellistä lattiaa. Hyvään ja suunnitelmien mukaiseen lopputulokseen johtava kokonaisuus on eri osatekijöiden yhdistelmä. (Suomen Betoniyhdistys 2014, 131.)

7.1.4 Betonin tilaaminen

Lattiabetonit hankitaan yleensä valmisbetonitehtaalta. Betonia tilattaessa ilmoitetaan tehtaalle, työmaan toimitustiedot, tarvittava kuutiomäärä, betonin käyttökohde ja rakenne, asetetut laatuvaatimukset, betonointimenetelmä sekä työkohteen aikataulu ja haluttu toimitusnopeus.

Isoimmissa kohteissa voidaan tehdä betonitehtaan kanssa aikataulu useammaksi viikoksi eteenpäin. Betonimäärä on usein hieman suurempi kuin betonoitavan alueen tilavuus, sillä materiaalihukkaa kertyy vähän ja se on otettava huomioon betonia tilatessa. Betonointinopeus on myös tärkeä tieto betonitehtaalta, sillä se vaikuttaa toimitusaikatauluun.

Betonin tilaajan velvollisuuteen kuuluu huolehtia, että työmaan tiet ja kulkuväylät ovat riittävän leveitä ja kantavia. Myös purkauspaikan on oltava tasainen ja betoniautolla on oltava riittävästi kääntymistilaa. (Rudus D [viitattu 15.11.2017].)

7.1.5 Betonointimenetelmät

Työmenetelmän valinnan tulee perustua valmiille lattialle asetettuihin laatu- ja toimintavaatimuksiin ottaen huomioon valittu betoni ja vallitsevat olosuhteet. Työmenetelmiä ovat laaja-aluevalu kutistumissaumoilla tai ilman saumoja ja valu kaistoittain. Laaja-aluevalu sopii kaikentyyppisiin lattioihin. Betonin siirto työmaalla tapahtuu useimmiten pumppaamalla.

Työmenetelmän valintaan vaikuttavat tekijät:

- laatuvaatimukset ja lattian käyttötarkoitus
- lattian rakenne
- valualueiden koko ja muoto
- lattiatyön sovittaminen muihin työvaiheisiin
- saumat, kertavalualueen koko ja muoto
- urakoitsijan kokemus ja käytettävissä oleva työvoima.

(Suomen Betoniyhdistys 2014, 150-151.)

7.2 Betonivalun aikaiset toimenpiteet

Betonointia suorittavalla työryhmällä on oltava kaikki henkilökohtaiset suojaimet, sillä betoni on voimakkaasti emäksistä ja ihoa ärsyttävää. Ennen lattiabetonointia kuormakirjasta tulee tarkastaa muun muassa betonin lujuusluokka, lisäainemerkinnät, rasitusluokka sekä määrä.

Betonointikalustoon vaikuttavat valitut valumenetelmät, esimerkiksi onko kyseessä verkkoraidoitettu vai kuitubetonilattia. Tiivistyksen tarkoituksena on täyttää muotti, ympäröidä teräkset betonilla ja saada ylimääräinen ilma pois massasta. (Suomen Betoniyhdistys 2014,137.)

Verkkoraidoitettu betonilattia. Betonimassaa aloitetaan levittämään uloimmasta reunasta ja betonimassa levitetään hieman lopullista korkeutta ylemmäksi ja tasataan oikolaudalla sekä täryttimellä oikeaan kor-

koon. Yleinen tapa korkomerkintöihin on valualueiden reunaan asetettu metrin merkki valmiista lattiapinnasta. Valutyön aikana tulee huolehtia, että raudoitukset pysyvät suunnitellussa korkeudessa. Verkkoraudoitetussa lattiassa tiivistämiseen käytetään yleensä tärysauvaa. Tärysauvan on oltava riittävän tehokas, jotta betoni tiivistyy kunnolla terästen ympärille. Liian pitkään yhdestä kohdasta täryttämistä on vältettävä, etteivät betonin ainekset ala erottua.

Kuitubetoni. Kuitubetonilattia voidaan valaa samanlaisin menetelmin kuin verkkoraudoitettukin, mutta massan tulee olla hieman notkeampaa. Kuitubetonia tiivistettäessä käytetään usein tärypalkkia, mutta myös tärysauvaa tarvitaan raudoitusten ja liikuntasauvojen vieressä. Tärypalkkia käytettäessä ei tarvita oikaisulautaa, mutta pinnan korkeutta on seurattava. Kuitubetonia valettaessa on suositeltavaa tarkkailla, että kuidut ovat sekoittuneet tasaisesti. Jos purussa käytetään betonipumppua, tulee välttää mutkia sekä jyrkkiä kavennuksia letkussa, sillä kuidut voivat muodostaa tukoksia erityisesti, kun kuitumäärä nousee.

7.3 Jälkihoito

Jälkihoidot voidaan jakaa suoritusajankohdan mukaan varhaisjälkihoitoon, joka tehdään jo betonipinnan oikaisun yhteydessä ja hiertojen välissä, sekä perinteisesti suoritettuun hiertojen jälkeiseen jälkihoitoon. Oikea ja huolellisesti tehty jälkihoito on aina välttämätön hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi. Tuoreen valun pinta ei saa päästä kuivumaan liikaa ennen jälkihoidon aloitusta. Tästä syystä paras lopputulos syntyy, kun jälkityö aloitetaan heti. (Suomen Betoniyhdistys 2014, 167.)

Betonilattian oikealla ja huolellisella jälkihoidolla vaikutetaan myönteisesti muun muassa seuraaviin tekijöihin:

- pinnan lujuus ja kulutuskestävyys

- pinnan tiiviys
- pinnan pölyävyys
- pintalattian tarttuvuus alustaan
- päällystettävyyys
- halkeiluriski.

Jälkihoidon ensisijainen tarkoitus on estää betonipinnan liian aikainen kuivuminen.

7.3.1 Varhaisjälkihoito

Betonipinnan liian voimakas kuivuminen ensimmäisten tuntien aikana tulee tarvittaessa estää varhaisjälkihoidolla. Varhaisjälkihoidon merkitys korostuu erityisesti silloin, kun

- tuore valupinta on jo luonnostaan kuivahko
- käytetään lämmintä massaa
- tuuletus tehostaa kuivumista, pienikin ilmavirtaus vaikuttaa merkittävästi
- massa sitoutuu hitaasti.

Varhaisjälkihoito tehdään pinnan oikaisun yhteydessä joko sumuttamalla betonipinnalle tuoteohjeiden mukaisesti varhaisjälkihoitoaine tai pitämällä pinta kosteana suihkuttamalla pieni määrä vettä. (Suomen Betoniyhdistys 2014, 168.)

7.3.2 Varsinainen jälkihoito

Varsinaisella jälkihoidolla estetään betonipinnan liiallinen kuivuminen ja taataan betonilattialle suotuisat kovettumisolosuhteet betonipinnan hierron jälkeen. Jälkihoito tehdään joko

- sumuttamalla betonipinnalle jälkihoitoaine viimeisen hiertokerran yhteydessä tuoteohjeiden mukaisesti
- suojaamalla pinta muovikalvolla välittömästi pinnan viimeistelyn jälkeen

- kastelemalla kovettunut pinta vedellä sekä levittämällä pinnalle muovikalvo tai tiivis suojapeite
- pitämällä pinta kosteana jatkuvan kastelun avulla tai kasteltavan juuttikankaan avulla. (Suomen Betonilattiayhdistys ry BLY 3 [viitattu 22.11.2017].)

7.4 Betonipinnan hierto

Hierto on pinnan laadun kannalta merkittävä tekijä ja oikea-aikaisella hierrolla on vaikutusta myös ulkonäköön, tasaisuuteen sekä kulutuskestävyyteen. Hierron oikea suoritusaikajankohta vaihtelee ja riippuu muun muassa ilman ja betonimassan lämpötilasta, ilman suhteellisesta kosteudesta sekä betonin vesimäärästä. (Suomen Betoniyhdistys 2014, 163.)

Lattian hierron oikea aika on vasta sitten, kun pintaan erottuva vesi on poistunut eikä hiertokaan enää nosta sitä pintaan. Hiertokertojen tarkkaa lukumäärää tiettyyn hiertotulokseen ei voi esittää etukäteen. Hiertojen lukumäärä riippuu halutun laadun lisäksi hiertoajankohdasta, käytetyistä hiertokoneista sekä olosuhteista. (Suomen Betoniyhdistys 2014, 164.)

Kuitubetonilattiassa ongelmaksi voivat muodostua pintaan nousseet kuidut. Oikea-aikaisella hierrolla saadaan pinnasta tiiviimpi ja kuidut pinnasta pois.

7.5 Lisäaineet ja seosaineet

Lattiabetoneissa käytetään kokemukseen ja ennakkokokokeisiin perustuen lisäaineita kuten muissakin betoneissa. Lisäaineilla on merkintänsä mukainen päävaikutus ja sen lisäksi sivuvaikutuksia betonin muihin ominaisuuksiin. Lisäaineet voivat toimia eri sementtien kanssa eri tavoin. Toinen tyypillinen toimintaan vaikuttava tekijä on lämpötila. Tavallisimpia lisäaineita ovat notkistimet ja huokostimet. Lattioissa voidaan käyttää myös kutistumaa kompensoivia (SCC-aineet) tai kutistumaa vähentäviä (SRA-aineet) lisäaineita. Kutistumaa vähentäviä tai kompensoivia lisäaineita ei Suomessa ole juuri käytetty vähäisen tuntemuksen takia ja korkeana pidetyn hinnan takia. (Suomen Betoniyhdistys 2014, 135.)

Notkistin. Notkistimella voidaan säädellä betonin notkeutta ja välttää ylimääräisen veden käyttöä. Notkistinta käytettäessä on syytä tietää, että monissa valmisbetonilaitoksissa notkeus säädetään kohdalleen vedellä sen jälkeen, kun haluttu lisääinemäärä on lisätty. (Suomen Betoniyhdistys 2014, 136.)

Huokostin. Huokoistavan lisäaineen ensisijainen käyttötarkoitus on betonin jäätymis-sulamisrasituksen kestävyysparantaminen. Betonin lisähuokostusta tulee käyttää kaikissa ulkorakenteissa. Huokostimen avulla voidaan parantaa lattiabetoneiden työstettävyyttä ja koossa pysyvyyttä. (Suomen Betoniyhdistys 2014, 136.)

Kiihdytin. Kiihdyttimen käyttö lattiabetonin sitoutumisen nopeuttamiseksi viileässä on mahdollista, mutta on osattava käyttää harkintaa ja kokeiltava käyttö huolellisesti. Kiihdyttimen toiminta riippuu myös lämpötilasta. Sitoutumisen nopeuttaminen betonin suhteutusta muuttamalla on kiihdyttimen käyttöä helpompaa sekä edullisempaa. (Suomen Betoniyhdistys 2014, 136.)

7.6 Seosaineet

Betonissa käytettäviä seosaineita ovat masuunikuona, silika sekä lentotuhka. Kaikkien seosaineiden käytöstä on olemassa viranomaismääräyksiä sekä ohjeita. Mikäli sementtiä korvataan seosaineilla, voi betonin lujuuden kehitys ja sitoutuminen hidastua. Seosaineiden käyttö saattaa lisätä myös jälkihoidon aikaa. Viileissä olosuhteissa seosaineiden käytön betonin sitoutumista hidastava vaikutus voi olla haitallista. Olosuhteita voidaan pitää viileinä aina, kun lämpötilan odotetaan jäävän alle 15 °C:n. Seosaineet vaikuttavat myös betonin värisävyyteen. (Suomen Betoniyhdistys 2014, 137.)

8 BETONILATTIOIDEN PINNOITTEET

Betonilattian ja sille määrätyn pintakäsittelyn on täytettävä kohteen laatuvaatimukset. Pinnoite määräytyy aina käyttötarkoituksen mukaan. Pinnoitteella on vaatimuksia, mutta myös alustalle on asetettu vaatimuksia, kuten lattiabetonin kosteus, betonipinnan tasaisuus ja sileys sekä pinnoitettavan betonin puhtaus. Pinnoitemateriaaleja on useita erilaisia, ja kaikki soveltuvat eri tarkoituksiin ja niillä on tietyt vaatimukset. (Suomen Betoniyhdistys 2003, 13-15.)

8.1 Lattiabetonin kosteus

Betonin kosteutta mitataan suhteellisella kosteudella (RH-%) jolla tarkoitetaan betonin huokosten ilmatilan suhteellista kosteutta (Merikallio, Niemi & Komonen 2007, 12).

Betonilattiarakenteiden suhteellinen kosteus tulee olla kunkin päällyste- tai pinnoitemateriaalin edellyttämän kosteusraja-arvon alapuolella. (Suomen Betoniyhdistys 2014, 42). Betonin kosteus ilmoitetaan ja mitataan suhteellisena kosteutena, ja kaikille pinnoitteille on määrätty tietty kriittinen kosteusarvo, joka tulee alittaa. (Suomen betoniyhdistys 2003, 13.)

Maanvaraisen betonilattian kosteuspitoisuus voi kasvaa, sillä siihen vaikuttavat maapohjan, rakennekerrosten ja betonilaatan vesihöyrynläpäisevyys. Maanvaraisen alapohjarakenteen kosteustekninen toimivuus vaikuttaa pintamateriaalien valintaan. (Suomen Betoniyhdistys 2014, 43.)

Lattiabetonista on mitattava kosteus ammattitaitoisesti aina ennen pinnoitustyön aloittamista. Ensimmäinen mittaus tulisi tehdä pian sen jälkeen, kun kuivumisen oletetaan alkavan eli rakenne ei enää kastu ja kohteessa on riittävä lämpötila. (Suomen Betoniyhdistys 2004, 435-436.)

Betoni itsessään kestää hyvin kosteutta, mutta betonin sisältämät emäksiset yhdisteet voivat kosteuden kanssa aiheuttaa vaurioita pinnoitemateriaaleissa. (Suomen Betoniyhdistys 2004, 435.)

Taulukko 4. Päälystystyön edellytyksenä oleva betonin suhteellisen kosteuden enimmäisarvo (Suomen Betoniyhdistys 2004, 437.)

Betonin suhteellisen kosteuden (RH) enimmäisarvo, %	Päälyste	Huomautuksia
80 Betonin pintaosien (2...3 cm) oltava alle 75%	- Mosaiikkiparketti	Kosteusliikkeet Puulajikohtainen (esim. pyökki 80 %, tammi 85 %)
85	- Lautaparketit - Huopa- tai solumuovipohjaiset muovimatot - Kumimatot - Korkkilaatat, laattojen alapinnassa kosteudeneristys (muovikalvo) - Tekstiilimatot, joissa on alusrakenne (kumi, PVC, kumilateksisiveily) - Luonnonmateriaalista tehdyt tekstiilimatot ilman alusrakennetta	Betonin pintaosat alle 75 % RH Bakteeritoiminta, sienikasvu, vesiliukoisten liimojen kosteuden kestättömyys
90	- Muovilaatat - Muovimatot ilman huopa- tai solumuovipohjaa - Linoleum - Alustaan kinnittämättömät puulattiat (lautaparketit), puun ja betonin välissä kosteudeneristys ja sen alla kosteuden poiskanaointi - Polyuretaanimuovimassat - Täyssynteettiset tekstiilimatot ilman alusrakennetta (erikoistapauksissa suht. kosteus <97%) - Keraaminen laatoitus	Kosteus voi aiheuttaa päälystykseen muutoksia. Käytettävän liiman on kestävä kyseinen kosteus (valmistajan ohjeet!). Vesiliukoista liimaa käytettäessä yleinen kosteusraja on 85 %. Parketin alla esimerkiksi melko tiivis korkkilaamatto saumat teipattuina. Seinustoilla maton päällä muovikaista, jonka reunat käännetään seinille. Jalkalistoissa uritus kosteuden poisjohtamista varten. Märissä tiloissa sekä betonin kosteuden ollessa suuri (>90%) mattojen kiinnitykseen on käytettävä vedenpitävää liimaa ja riittävän runsaalla liimamäärällä varmistettava saumojen pitävyys Betonin kutistumat (laattojen tartunta)
97	- Epoksi-, akryyli- ja polyestermuovimassat - Sementtipolymeeripinnoitteet	Betonin pinnan on oltava muovimassaa levitettäessä kuiva sekä riittävän lämmin, muussa tapauksessa pinta on kuivattava välittömästi ennen massan levitystä esim. säteilylämmityksellä kovettumisen ja tartunnan varmistamiseksi Betonin pinta kostea mutta ei irtovettä. Huom. valmistajan ohjeet!

8.2 Pinnoitettavan betonin puhtaus

Ennen pinnoitustyötä päällystettävä pinta tulee puhdistaa irtonaisista aineista, kuten betonista, sementistä, hiekasta ja sahanpurusta. Pinnoitettavassa lattiassa ei saa olla myöskään imeytyneenä liuottimia, maaleja tai öljyä. Betonipinnan puhtaus todetaan silmämääräisesti tarkastelemalla ja käsin tapahtuvan tunnustelun perusteella. Jos on syytä epäillä epäpuhtauksien estävän hyvän tartunnan, on tehtävä tartuntakoe ennen pinnoitusta. (Suomen Betoniyhdistys 2014, 42; Suomen Betoniyhdistys 2003, 15.)

8.3 Betonipinnan valmistelu käyttöön tai päällystettäväksi

Parhaita esikäsittelymenetelmiä ovat pinnoitteiden kannalta ne, jotka jättävät betonin pintahuokoset avoimiksi. Yleensä riittävä tartunta saavutetaan, kun käsittelyn tuloksena on puhdas ja luja betonipinta. (Suomen Betoniyhdistys 2003, 16.)

Esikäsittelyn tarkoituksena on saada betonin pinta puhdistettua epäpuhtauksista ja sementtiliimasta sekä poistaa heikko pintabetoni (Häkkä-Rönholm, Haimala & Rautiainen 1999, 18).

Yleisimmin käytetty esikäsittely on hionta, jota on kolme hionta-astetta: kevythionta, pintahionta ja syvähionta. Hionta kannattaa suorittaa heti, kun lattia sen kestää ja riittävän runsaana, sillä myöhemmin tehtynä työ vaikeutuu. (Suomen Betoniyhdistys 2014, 174.) Muita esikäsittelyjä ovat sinkopuhdistus, jysintä, vesisuihkupuhdistus, hiekkapuhallus, liekkiharjaus ja suolahappopeittäus.

8.4 Pinnoituksen tarkoitus ja pinnoitustyypit

Pinnoituksen tarkoituksena on ottaa vastaan tietyt rasitukset, jotka kohdistuvat lattiaan. (Suomen Betoniyhdistys 2003, 6).

Keskeisimpiä rasituksia ja vaatimuksia ovat

- mekaaninen rasitus, kuten pistekuormat ja iskut
- kemialliset rasitukset (tapauskohtaisesti on otettava huomioon kemikaalien väkevyydet ja vaikutusajat)
- fysikaaliset rasitukset (neste- ja kaasutiiviys sekä venymärasitus)
- lämpörasitus, korkeat lämpötilat ja nopeat lämpötilan muutokset
- ulkonäkö ja valonheijastuskyky
- turvallisuus (kitkaominaisuudet, sähkönjohtavuus ja palo-ominaisuudet)
- huolto ja puhtaanapito
- muut asiat, kuten ympäristökysymykset. (Hytinen 2011.)

8.5 Pinnoitetyypit

Teollisuusrakennusten, autohallien ja kellari- ja varastotilojen betonilattioiden pintaan levitetään usein mekaanista ja kemiallista rasitusta kestäviä pinnoitteita. Betonilattia voidaan pinnoittaa myös pelkästään maalilla tai pölynsidonta-aineella. (Merikallio ym. 2007, 74.) Betonilattioiden pinnoitteet voidaan jakaa koostumuksen ja ominaisuuksien mukaan seuraaviin pinnoitetyyppeihin:

- pölynsidonta-aineet
- ohentavat maalit ja lakat
- liuotteettomat maalit, lakat ja pinnoitteet
- itsesiliävät massapinnoitteet
- hierrettävät massapinnoitteet
- sementtipolymeerimassat
- kuivasirotteet. (Suomen Betoniyhdistys 2003, 7.)

8.6 Pinnoitemateriaalit

Pinnoitemateriaaleja on useita erilaisia ja kaikki soveltuvat eri vaatimuksiin.

Fluatointiaineet. Fluatoinnilla muutetaan normaalissa tapauksessa betonin pinnassa oleva pehmeä sekä pölyävä kalsiumkarbonaatti kemiallisen reaktion avulla kovemmaksi ja pölyämättömäksi.

Imeytysaineet. Imeytysaineita käytettäessä muodostuu pintaan ohut kalvo, joka täyttää pintaosan huokokset ja sitoo pölyn. Imeytyksessä käytetään matalaviskoosisia tai vesiohenteisia polymeerilakkoja. (Suomen Betoniyhdistys 2003, 10.)

Epoksit. Epokseja on lukuisia eri tyyppejä kemiallisesta koostumuksestaan riippuen. Epoksit voidaan jakaa niissä käytettävien liuotteiden mukaan, joita ovat vesiohenteiset, liutinoheiset ja liuotteettomat. (Suomen Betoniyhdistys 2003, 10-11.)

Polyuretaanit. Polyuretaanipinnat ovat elastisia ja niillä on hyvä iskunkestävyys. Polyuretaaneja on kolmea erilaista perustyyppiä:

- 1-komponenttisia kosteuskovettuvia lakkoja ja maaleja
- 2-komponenttisia lakkoja ja maaleja
- 2-komponenttisia, jossa kosteus aktivoi kovettimen.

Polyuretaanipinnoitteet muodostavat hyvin kulutusta kestävän sekä vesitiiviin pinnan, joka kestää hyvin myös kemikaaleja. (Suomen Betoniyhdistys 2003, 11.)

Akryylit. Akryylipinnoitteet perustuvat akryylihartsiin, joka saadaan kovetettua peroksidilla kestonuoviksi. Akryylilattioita tehdään pääsääntöisesti hierrettävinä massoina, jolloin pinnoitevahvuus on yleensä 3-4 mm. Tiloissa, joissa tehdään akryylipinnoite, on huolehdittava riittävästä ilmanvaihdesta, mikä on tärkeää pinnoitteen kovettumiselle. (Suomen Betoniyhdistys 2003, 11.)

Sementtipolymeeripinnoitteet. Sementtipolymeeripinnoitteissa sideaine on erikoissementin ja polymeerimuovien seos. Pinnoitteessa on pystytty yhdistämään sekä sementtipohjaisten että polymeeripinnoitteiden hyviä ominaisuuksia, joita ovat

- hyvät mekaaniset ominaisuudet
- erittäin hyvä lämmönkesto
- hyvä kemikaalienkesto
- nopea kovettuminen
- mahdollisuus levittää tuoreelle betonille. (Suomen Betoniyhdistys 2003, 12.)

Kuivasirotteet. Sirotteet, jotka hierretään betonilattian tekovaiheessa betonin pintaan, ovat erikoissementistä ja usein valikoidusta runkoaineesta valmistettuja seoksia. Sirotteet eivät muodosta erillistä kalvoa betonin pintaan, vaan ovat kiinteä osa betonirakennetta. Sirotelattialla saadaan aikaan hyvä kulutuksen kestävyys, joka onkin usein tarpeen teollisuusrakennuksissa.

Kuivasirotteet tarvitsevat toimiakseen vettä alusbetonista. Tämän vuoksi olisi suositeltavaa käyttää sirotteiden kanssa hieman korkeampaa vesisementtisuhdetta sisältävää betonia. (Suomen Betonilattiayhdistys BLY-16 [viitattu 30.11.2017]).

Sirote levitetään tasaisesti joko käsin tai sopivaa apuvälinettä käyttäen. Sirotteen menekki on 5-10 kg/m², riippuen lattialle asetetuista vaatimuksista ja betonin laadusta. (Fescon [viitattu 30.11.2017]).

Taulukko 5. Pinnoitteiden ominaisuudet (Suomen Betoniyhdistys 2003,13).

A Pölynsidonta-aineet 1. Fluatointi 2. Imeytyvät tuotteet	1. Ei muodosta kaivoa. Soveltuu käytettäväksi alhaisissa lämpötiloissa. Vesihöyryä läpäisevä. 2. Sitoo pölyn
B Ohennettavat maalit ja lakat 1. Epoksi, vesiohenteinen 2. Epoksi, liuotinohenteinen 3. Polyuretaanit, kosteuskovettuvat	1. Vesihöyryä läpäisevä. Työturvallinen. 2. Kohtuullinen mekaanisen rasituksen kesto. Parantaa betonialustan pintalujuutta 3. Kohtuullinen mekaanisen rasituksen kesto. Parantaa betonialustan pintalujuutta.
C Liuotteettomat lakat, maalit ja pinnoitteet 1. Epoksit 2. Polyuretaanit	1. Kohtuullinen mekaanisen ja kemiallisen rasituksen kesto. Helposti puhdistettavissa. Työturvallinen. 2. Kohtuullinen mekaanisen ja kemiallisen rasituksen kesto. Soveltuu myös asfaltti- ja vanerialustoille. Helposti puhdistettavissa. Työturvallinen.
D Itsesiliävät massapinnoitteet 1. Epoksimassat 2. Polyuretaanit 3. Akryylit 4. Sementtipolymeerimassa	1. Hyvä mekaanisen ja kohtuullinen kemiallisen rasituksen kesto. Helposti puhdistettavissa. Työturvallinen. 2. Hyvä mekaanisen ja kemiallisen rasituksen kesto. Kestää iskuja. Hyvä halkeaman silloituskyky. Toimii myös vesieristeenä. Helposti puhdistettava. Työturvallinen. 3. Hyvä mekaanisen rasituksen kesto. Nopeasti reagoiva. Voimakas haju työn aikana 4. Hyvä mekaanisen rasituksen ja erinomainen lämmön kesto. Nopeasti kovettuva. Ei arka työnaikaisille olosuhteille. Vesitiivis.
E Hierrettävät massapinnoitteet 1. Epoksit 2. Akryylit 3. Polyuretaanit	1. Erittäin hyvä mekaanisen rasituksen kesto. Kestää lämpöshokkeja. Toimii myös vesieristeenä 2. Erittäin hyvä mekaanisen rasituksen kesto. Toimii vesieristeenä. Nopeasti reagoiva, voi työstää myös alhaisissa lämpötiloissa. 3. Erittäin hyvä mekaanisen ja hyvän kemiallisen rasituksen kesto. Hyvä iskunkesto. Toimii vesieristeenä.
F Erikoispinnoitteet 1. Sirotteet 2. Sähköä johtavat pinnoitteet 3. Elastiset pinnoitteet (elastomeerit)	1. Erittäin hyvä kulutuksen kesto. Levitetään betonilattian teon yhteydessä. 2. Pinnoitemassa maadoitettavissa. 3. Erittäin hyvä halkeamien silloituskyky myös alhaisissa lämpötiloissa

9 ESIMERKKIKOHDE

Esimerkkikohde on Seinäjoen Roveksessa sijaitseva terminaali, joka piti sisällään terminaalinrakennuksen piharakenteineen. Pääurakoitsijana toimi Lemminkäinen Talo Oy. Rakennus koostuu kokonaisuudessaan elementeistä, lukuun ottamatta väestönsuojaa, joka on paikallavalettu, sekä anturoita ja peruspilareita. Rakennus on terminaaliosuudeltaan yksikerroksinen.



Kuva 10. Havainnekuva terminaalirakennuksesta.

9.1 Lattiat ja rakennetyypit

Rakennuksessa on maanvaraista lattiapinta-alaa noin 7000 m². Siitä terminaalitalan osuus noin 6300 m² ja se on valettu teräskuitubetonilla. Lämmin toimisto-osa, noin 470 m², on valettu käyttäen normaalia raudoitusverkkoa. Teräskuitubetonia käytettiin terminaalitalan osuudessa, sillä lattia oli mitoitettu käytettävien trukkien mukaan. Teräskuitumäärä oli 35 kg/m³.

LATTIAN KANTAVUUS:

TRUKKIKUORMAN ETUAKSELIKUORMALLE 50kN,
KUORMITUSPINTA-ALA 100x100mm² JA PYÖRÄVÄLI 1m,
TASAINEN PINTAKUORMA $Q_k=10\text{kN/m}^2$

Kuva 11. Kuva rakennesuunnitelmasta, jossa osoitettu lattian vaadittu kantavuus.

Rakennuksen toimisto-osassa on taukotiloja sekä työnjohdon huoneita, joten latti-oihin ei kohdistu kovaa räsitusta. Kohteen lattiapinnoitteina käytettiin terminaalissa kuivasirotetta ja toimisto-osassa kvartsivinyylilaattaa. Lattiatyöt toteutettiin kokonaisuudessaan aliurakkana.



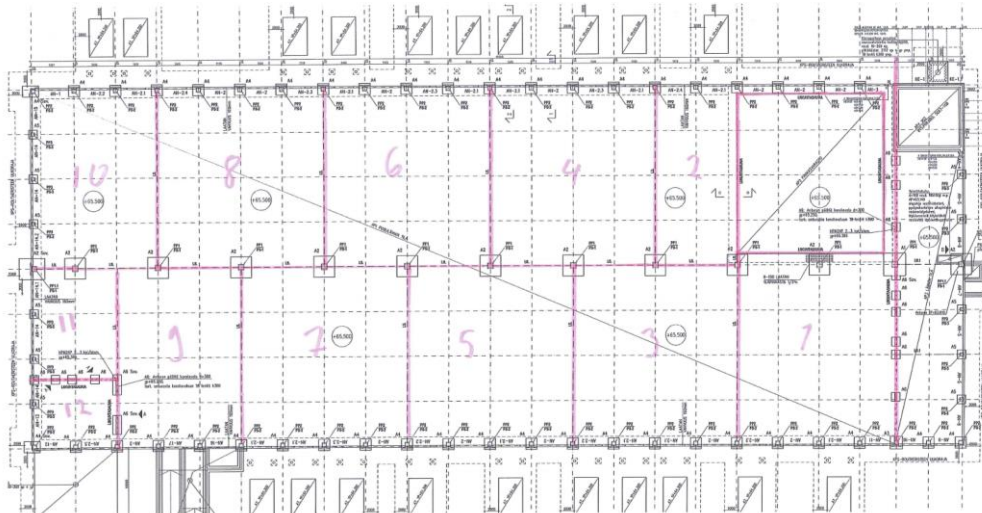
Kuva 12. Esimerkkikohteen rakenneratkaisu.

Liikuntasauma ja valukenttien koko on saatu aikaisemmista vastaavista kohteista, sillä kohde oli tilaajan kolmas samanlainen. Liikuntasaumaraudoitteena käytettiin Eclipse-raudoitetta, joka soveltuu hyvin teollisuus- ja varastolattioihin.



Kuva 13. Liikuntasaumaraudoite asennettu oikeaan korkoon.

Maanvaraiset lattiat pyrittiin valamaan mahdollisimman paljon hallin sisäpuolelta, jotta vältettäisiin pitkiä letkulinjoja betonin pumppauksessa. Tästä syystä eristystyöt ja täyttötyöt tehtiin porrastetusti edeten kohti kuvassa näkyvää hallin päätyä. Terminaalin lattiavalut jaettiin 13 osaan pakkasvaraston pohjalaatta mukaan luki-en. Valukertoja oli 10 ja päivittäinen työsaavutus oli 500-950 m².



Kuva 14. Hallin saumajako.

Terminaaliosuudessa yhteensä 20 lastausaukkoa, jotka tuli peittää aina betonivalun ajaksi mahdolliselta sateelta ja auringonpaisteelta hyvän laadun saavuttamiseksi.



Kuva 15. Hallin saumajako.

Kuitubetonia käytettäessä myös muut urakoitsijat pystyivät vielä edeltävänä päivänä työskentelemään valu-alueella. Jos olisi käytetty verkkoraudoitusta, olisi betonoitavalla alueella nostimella liikkuminen ollut mahdotonta.

9.2 Kustannusvertailut

Lattiatöiden hintojen ja menekkien vertailussa ei ole huomioitu alusrakenteita. Vertailuun on otettu huomioon ainoastaan, jos kohteen kuitubetonilattia olisi toteutettu verkkoraudoituksella. Kustannusvertailussa on käytetty verkkoraudoituksessa käytettävän yksinkertaista keskeistä raudoitusta.

Vertailulaskelmissa käytetyt hinnat on otettu esimerkkikohteen hinnoista prosentteina, ei euroina. Laskelmien lopputuloksena olisivat kuitubetonin toteutuneet kustannukset olleet 6 % kalliimpia kuin vaihtoehtoisen verkkoraudoituksen.

9.3 Yhteenveto

Usein kiireinen aikataulu sekä taloudellisuus asettavat haasteita työmaan johtamiseen. Tärkeimpiä huomioon otettavia asioita valutapaa valittaessa ovat ainakin valettavan lattian pinta-ala sekä käyttötarkoitus. Valutapaan vaikuttavat myös valitsevat olosuhteet sekä työvaiheeseen varatut kustannusvaraukset.

Kustannusvertailujen perusteella kuitubetoni on materiaalina hieman kalliimpi, mutta työmenekeissä tulee säästöä, kun verkkoraudoituksen levitys jää pois. Kustannusvertailuissa ei otettu huomioon, täyttääkö laskelmissa käytetty verkkoraudoitus lattian lujuusvaatimuksia, ja jos kohde olisi toteutettu verkkoraudoituksella, olisiko 140 mm:n betonilattia ollut riittävän paksu.

Kuitubetoni osoittautui ehdottomasti paremmaksi ratkaisuksi esimerkkikohteessa, sillä verkkoraudoituksen levitys jäi kokonaan pois. Verkkoraudoituksen levitys olisi aikataulullisesti ollut iso tekijä, sillä hallin raudoitustyö olisi kestänyt kahdelta raudoittajalta noin 230 tuntia eli hieman alle 15 työvuoraa. Raudoitustyötä ei olisi ollut mahdollista suorittaa yhtäjaksoisesti, sillä betonointityöt suoritettiin mahdollisimman paljon hallin sisältä.

Esimerkkikohteen kuitubetonilattian valutyöt sujuivat suunnitellusti, sillä ennen työn aloittamista pidettiin aloituspalaveri, johon osallistuivat vastaava työnjohtaja, työpäällikkö ja betonilattiaurakoitsijan työnjohtaja. Lattiatöistä tehtiin myös tehtäväsuunnitelma, jossa pyrittiin huomioimaan mahdolliset tulevat ongelmakohdat ennakkoon. Tehtäväsuunnitelmassa käsiteltiin myös edeltävät työvaiheet, seuraavat työvaiheet ja valun aikana tapahtuvat työt. Myös toiminnalliset sekä visuaaliset vaatimukset tulivat ilmi tehtäväsuunnitelmasta. Ongelmaksi ennakoitiin katolta tuleva vesi, sillä kohteessa oli sisärännit ja kaikkia ei keritty liittämään etukäteen. Myös lastausaukkojen kohdat tuli muovittaa aina valunkentän kohdalta.

Betonilattiatyö pysyi suunnitelmissa alusta loppuun ja aikataulussa pysyttiin. Jopa viimeinen valupäivä vaihdettiin työn edetessä varapäiväksi, kun muutama pienempi osa valettiin samana päivänä.

LÄHTEET

- Betoni. Ei päiväystä. Laatuvaatimukset. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Betoniteollisuus ry. [Viitattu 15.10.2017]. Saatavana: <http://betoni.com/arkkitehtisuunnittelu/arkkitehtisuunnittelu/lattiat/laatuvaatimukset/>
- Fescon. Ei päiväystä. Fescotop F10. [Verkkosivu]. Fescon Oy. [Viitattu 30.11.2017]. Saatavana: <http://www.fescon.fi/laastit-kuivabetoni-ja-vedeneristys/tuotteet/fescotop-lattiasirotteet/106/fescotop-f10>
- Hyttinen, M. Ei päiväystä. Betonilattioiden pinnoitusohjeet. [Verkkojulkaisu]. Suomen Betonilattiyhdistys Ry. [Viitattu 1.12.2017]. Saatavana: <http://www.bly.fi/File/5Matti%20Hyttinen-pinnoitteet.pdf>
- Häkkä-Rönholm, E., Haimala, T. & Rautiainen, L. 8.11.1999. Teollisuuslattioiden Pinnoitus. [Verkkojulkaisu]. VTT Rakennustekniikka BLY 11. [Viitattu 1.12.2017]. Saatavana: <http://www.bly.fi/File/bly-11.pdf?641373>
- Leskelä, M.V. 2008. Betonirakenteiden suunnittelu ja mitoitus by 210. 2. painos. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy.
- Manninen, P. 24.1.2011. Paalulaattojen suunnittelu kuitubetonista. [Verkkojulkaisu]. Rudus. [Viitattu 8.11.2017]. Saatavana: <http://www.bly.fi/File/3Petri%20Manninen-kuitubetoni-paalulaatat.pdf>
- Merikallio, T., Niemi, S. & Komonen, J. 2007. Betonilattiarakenteiden kosteudenhallinta ja päällästäminen. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy.
- Rudus A. Ei päiväystä. Teräskuitubetonit. [Verkkosivu]. Helsinki: Rudus Oy. [Viitattu 2.11.2017]. Saatavana: <http://www.rudus.fi/tuotteet/betoni/kuitubetonit/5799/teraskuitubetonit>
- Rudus B. Ei päiväystä. Mikrokuitubetonit. [Verkkosivu]. Helsinki: Rudus Oy. [Viitattu 2.11.2017]. Saatavana: <http://www.rudus.fi/tuotteet/betoni/kuitubetonit/5801/mikrokuitubetonit>
- Rudus C. Ei päiväystä. Makrokuitubetonit. [Verkkosivu]. Helsinki: Rudus Oy. [Viitattu 2.11.2017]. Saatavana: <http://www.rudus.fi/tuotteet/betoni/kuitubetonit/5800/makrokuitubetonit>
- Rudus D. Ei päiväystä. Betonin tilaaminen ja pumppaus. [Verkkosivu]. Helsinki: Rudus Oy. [Viitattu 15.11.2017]. Saatavana: <http://www.rudus.fi/palvelut/tietoa-betonin-pumppauksesta-ja-tilaamisesta-tilaaminen>

Suomen Betonilattiayhdistys BLY 13. 2012. Polymeerikuidut Betonissa 2012 by BLY 13. [Verkkokirja]. Helsinki: Suomen Betoniyhdistys ry. Saatavana: <http://www.bly.fi/File/BLY-13.pdf?rnd=1356602715>

Suomen Betonilattiayhdistys BLY-16. Ei päiväystä. Suunnittelu- ja työohje kuivasirotteiden käyttämisestä betonilattioissa. [Verkkojulkaisu]. Suomen Betonilattiayhdistys Ry. [Viitattu 30.11.2017]. Saatavana: <http://www.bly.fi/File/BLY16.pdf?rnd=1390297845>

Suomen Betonilattiayhdistys ry BLY-3. Ei päiväystä. Betonilattioiden jälkihoito. [Verkkojulkaisu]. Suomen Betonilattiayhdistys ry. [Viitattu 22.11.2017]. Saatavana: <http://www.bly.fi/File/bly-3.pdf?rnd=1290757363>

Suomen Betoniyhdistys. 2003. Betonilattian pinnoitusohjeet 2003 by 49 BLY 10. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy.

Suomen Betoniyhdistys. 2014. Betonilattiat 2014 by 45 BLY 7. Helsinki: BY-Koulutus Oy.

Suomen Betoniyhdistys. 2016. Betoninormit 2016 by 65. Helsinki: BY-Koulutus Oy.

Suomen Betoniyhdistys. 2007. Betonirakenteiden käyttöikäsuunnittelu 2007 by 51. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy.

Suomen Betoniyhdistys. 2005. Betonitekniikan oppikirja 2004 by 201. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy.

Suomen TTP. Ei päiväystä. Polymeerikuidut. [Verkkojulkaisu]. Espoo: Suomen TTP Oy. [Viitattu 1.11.2017]. Saatavana: <http://www.suomentpp.fi/kuidut/muovikuidut/>

LIITTEET