

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Rakennustuotanto
Niko Jokinen

Opinnäytetyö

Maanvaraisten betonilattioiden vertailu

Työn ohjaaja
Työn teettäjä
Tampere 6/2010

Lehtori, DI Harri Miettinen
Skanska Talonrakennus Oy

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma, Rakennustuotanto

Tekijä	Niko Jokinen
Työn nimi	Betonilattioiden vertailu
Sivumäärä	65 + liitteet 5
Valmistumisaika	6/2010
Työn ohjaaja	DI Harri Miettinen
Työn tilaaja	Skanska Talonrakennus Oy

Tiivistelmä

Opinnäytetyössä vertailtiin kahta tapaa tehdä maanvarainen betonilattia. Työn tavoitteena oli vertailla kuitubetonilattian sekä verkkoraidoitettun lattian eroavaisuuksia pääosin työmaan näkökulmasta. Vertailussa käytettiin apuna esimerkkikohtetta, joka oli Skanska Talonrakennuksen urakoima uusiutuvan energian tutkimuskeskus -halli Lahdessa. Kohteessa toteutettiin maanvaraiset lattiat käyttäen kumpaakin menetelmää.

Aluksi työssä on kerrottu yleisesti betonilattioista, sekä niiden tekotavoista, ja vertailtu kuitubetonilattian ja verkkoraidoitettun lattian valutapoja. Myös betonilattioiden pinnoitteet on otettu työhön mukaan, koska ne liittyvät keskeisesti betonilattiatöihin. Liitteenä työssä on näiden kahden valumenetelmän vertailulaskelmat esimerkkikohteen lattioista. Ensin laskettiin kustannukset ja työmenekit kummallekin toteutetulle lattialle. Sitten tehtiin samat laskelmat niin, että lattiat olisi tehty kokonaan käyttäen, vain kuitubetonia tai perinteistä raidoitusta.

Laskelmien perusteella voidaan todeta, että pienissä kohteissa kuitubetonin käyttö tulee hieman kalliimmaksi, mutta erot ovat kuitenkin pieniä. Aikaa säästetään kuitubetonia käyttämällä lähes aina riippumatta valualueen koosta. Johtopäätöksenä tuloksista voidaankin todeta, että mitä suurempi valualue on kyseessä, sitä enemmän saadaan säästettyä aikaa ja rahaa käyttämällä kuitubetonia.

Avainsanat betonilattiat, kuitubetoni, maanvarainen lattia, pinnoitteet

Sisällysluettelo

1 JOHDANTO	6
1.1 TAUSTA	6
1.2 TAVOITTEET	6
1.3 RAJAUS	6
2 BETONIN KÄYTÖN JA BETONILATTIOIDEN KEHITYS	7
3 BETONILATTIARAKENTEET	9
3.1 MAANVARAISET LATTIARAKENTEET	9
3.2 PINTABETONILATTIAT	10
3.3 KELLUVAT LATTIAT	10
3.4 VERKKORAUDOITETUT MAANVARAISET BETONILATTIAT	10
3.5 KUITUBETONILATTIA	11
3.6 KESKEISESTI JÄNNITETTY BETONILATTIA	12
4 BETONILATTIOIDEN RASITUKSET	13
5 BETONILATTIOIDEN LAATUVAATIMUKSET	15
5.1 BETONILATTIOIDEN LUOKITUSJÄRJESTELMÄ	15
5.2 TASAISUUSVAATIMUKSET	16
5.3 KULUTUSKESTÄVYYS	17
5.4 MUUT LAATUTEKIJÄT	19
6 MAANVARAISEN BETONILATTIAN TEKO	20
6.1 TOIMENPITEET ENNEN VALUA	20
6.1.1 Betonin valinta	23
6.1.2 Betonin tilaus	25
6.1.3 Betonointimenetelmän valinta	26
6.2 BETONIVALUN AIKAISET TOIMENPITEET	28
6.3 BETONIVALUN JÄLKEINEN JÄLKIHOITO	30
6.4 MUITA HUOMIOITA JA NÄKÖKOHTIA	33
6.4.1 Erilaisia lattiabetoneita	36
7 SAUMAT	38
7.1 LIIKUNTA- JA TYÖSAUMAT	38
7.2 KUTISTUMISSAUMAT	39
7.3 SAUMATON LATTIA	40
8 LATTIOIDEN PINNOITTEET	42
8.1 PINNOITUKSEN TARKOITUS	42
8.2 PINNOITE- JA PÄÄLLYSTYSTYYPIT	43
8.3 ALUSTAN VAATIMUKSET PINNOITTEILLE	49
8.3.1 Lattiabetonin kosteus	49
8.3.2 Lattiabetonin lujuus	52
8.3.3 Päällystettävän pinnan tasaisuus ja sileys	52
8.3.4 Päällystettävän pinnan puhtaus	53
8.4 PINNOITUSTYÖ	53
8.4.1 Betonipinnan esikäsittely	53
8.4.2 Pinnoituksen jälkeinen laadunvarmistus	55

9 ESIMERKKIKOHDE.....	57
9.1 KOHTEEN ESITTELY	57
9.2 LATTIAT JA RAKENNETYYPIIT.....	58
9.3 TYÖMENEKKI- JA HINTALASKELMAT.....	59
10 YHTEENVETO.....	61
LÄHTEET	63
LIITE 1: Esimerkkilaskelmat.....	66
LIITE 2: Lattioiden rakennetyypit.....	69
LIITE 3: Havainnepohjakuva.....	70

1 Johdanto

1.1 Tausta

Opinnäytetyön aihe lähti kehittymään Skanska Talonrakennus Oy:n Lahdessa sijaitsevalta työmaalta, joka oli uusiutuvan energian tutkimuskeskus. Kyseisellä työmaalla opinnäytetyön tekijä näki ensimmäisen kerran kuitubetonia käytettävän, sekä joitain ongelmia, joita siitä aiheutui. Näin kehittyi ajatus tutkia tarkemmin kuitubetonia sekä muita maanvaraisia lattioita. Esimerkkikohteeseen tehtiin maanvaraiset lattiat siis kuitubetonista, sekä perinteisesti verkkoraudoitetusti. Lattiapinta-alaa oli yhteensä noin 1200 m², joka jakautui melkein tasan kummankin lattian kesken. Kuitubetonin käyttö yleistyy Suomessakin hyvää vauhtia ja tässä työssä yritettiin löytää etuja ja haittoja kuitubetonin käytössä sekä tavallisen verkkoraudoitetun lattian tapauksessa.

1.2 Tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena oli vertailla kuitubetonilattian sekä verkkoraudoitetun lattian eroavaisuuksia pääosin työmaan näkökulmasta. Työhön haettiin myös joitain asioita, jotka tulee ottaa huomioon lattiatöiden yhteydessä. Kustannusten ja työmenekkien vertailulla pyrittiin tarkastelemaan olisiko esimerkkikohteessa ollut taloudellisempaa valaa maanvaraiset lattiat käyttäen vain yhtä valumenetelmää.

1.3 Rajaus

Työ perustuu suurimmaksi osaksi oppikirjoista saatuihin tietoihin ja kustannusten osalta myös esimerkkityömaan kustannuksiin. Työssä keskitytään lähinnä maanvaraisiin kuitubetonilattioihin sekä maanvaraisiin verkkoraudoitettuihin lattioihin. Aihetta käsitellään työtekniseltä kannalta sekä työmaan näkökulmasta. Myös lattiavalun jälkeiset työvaiheet, kuten jälkihoito ja pinnoittaminen, liittyy keskeisesti lattiavaluun, joten niitäkin on käsitelty työssä. Työssä ei keskitytä juurikaan betonilattioiden suunnitteluun tai mitoittamiseen. Työmenekit perustuvat RATU:sta saatuihin menekkeihin, koska varsinaisia oikeita työmenekkejä esimerkkikohteesta ei ollut saatavilla.

2 Betonin käytön ja betonilattioiden kehitys

Vanhin tunnettu rakenne, jossa on käytetty betonin kaltaista materiaalia, on 7600 vuotta vanha veden, soran ja kalkin seoksesta tehty maanvarainen majan lattia, joka löydettiin Jugoslavian alueelta. Varsinainen betonirakentamisen historia ulottuu kuitenkin yli 2000 vuoden taakse antiikin Roomaan, jossa Pantheonin, Colosseumin ja akveduktien rakentamisessa käytettiin betonilaastia, joka oli tehty vulkaanisen tuhkan, veden ja kalkkikiven seoksesta sitomaan rakennuskivet toisiinsa. (Rudus Oy. Betonin historia)

Seuraava merkittävä betonin kehitysaste oli nykyisenkaltaisen Portland-sementin keksiminen 1800 - luvun puolivälissä. Englantilainen Isaac Johnsson keksi sen vahingossa polttamalla senaikaista Aspdin-sementtiä liian korkeassa lämpötilassa. Hieman myöhemmin alettiin myös ensimmäisen kerran kokeilla raudoituksia betonissa. Varsinaisen teräsbetonirakenteiden suunnittelun perustan kehitti saksalainen Emil Mörsch 1902 kehittäessään rakenteiden varsinaista käyttäytymistä vastaavan teorian. Portland-sementin käyttö levisi nopeasti, kun tieto betonin käytöstä rungon rakentamiseen levisi maailmanlaajuisesti Pariisiin maailmannäyttelyssä vuonna 1900. (Rudus Oy. Betonin historia; Siikanen 2001, 134)

Suomeen sementtiä alettiin tuoda jo 1866 ja kaksi vuotta sen jälkeen Saviolla aloitettiin kotimaisen sementin valmistus. Vanhimpia betonin käyttökohteita ovat Suomessa vuosisadan vaihteen kivitalojen portaikot sekä Ateneumin betoniveistokset. Laajamittainen betonirakentaminen käynnistyi Suomessa ensimmäisen maailmansodan jälkeen, kun Paraisten Kalkkivuori Oy ja Lohjan Kalkkitehdas Oy aloittivat sementin valmistuksen. Vuosisadan alun nopea teollistuminen ja kaupungistuminen edellyttivät nopeaa rakentamista, joka toteutettiin uuden betonitekniikan avulla. Betoni otettiin käyttöön kaikilla rakentamisen osa-alueilla 1930-luvulla ja siitä kehittyi nopeasti suosituin rakennusmateriaali Suomessa. (Betoni 2010. Betonin historia)

Asuinrakentamisessa maanvaraisen betonilaatan käyttö kellarittomien rakennusten alapohjissa alkoi yleistyä 1950-luvulla. Aikaisemmin maanvaraisia betonilattioita tehtiin lähinnä kellarikerrosten lattioihin sekä tuotantotiloihin ja vastaaviin. Maanvaraisen laatan käyttö levisi nopeasti asuinrakentamisessa 1980-luvulla ja nykyään

se on yleisin alapohjaratkaisu rakennuksissa, joissa maapohja on riittävän kantava. (Sisäilmäyhdistys ry. Maanvastainen betonilaatta)

Teräskuitubetonin kehitys alkoi jo viime vuosisadalla ja ensimmäisen patentin teräskuiduille haki Kaliforniassa vuonna 1874 A. Berard. Vaikka teräskuitu kehitettiin jo varhain, niin vasta 1970-luvulla sen käyttö alkoi yleistyä. Suomessa teräskuitubetonia alettiin varsinaisesti käyttää vasta 1980-luvulta lähtien teollisuuslattioissa, ja vasta 1990-luvun puolenvälin jälkeen kuitubetonilattioiden käyttö yleistyi hieman enemmän. Suomessa kuitubetonin käyttö on kuitenkin nykyäänkin vähäistä verrattuna esimerkiksi Englantiin, koska Suomessa ei ole betonitehtaissa käytössä kovinkaan paljon hyvää laitteistoa kuitubetonin valmistamiseen ja myös kunnolliset yhtenäiset suunnitteluohjeet puuttuvat. (Betoniteknikan oppikirja 2004; Matsinen 2008a)

3 Betonilattiarakenteet

Betonilattialla tarkoitetaan betonikerrosta, joka toimii kaiken rasituksen kulutuspinna ja tärkeimmät sille asetetut laatuvaatimukset ovat: tasaisuus, kulutuskestävyys, lujuus, puhtaana pidettävyys ja ulkonäkö. Laatuvaatimuksista on kerrottu tarkemmin luvussa viisi.

Lattiarakenteita voidaan jaotella ryhmiin monella tapaa. Tässä työssä esitetään seuraavanlaiset ryhmittelyt:

Toimintatavan mukaan ryhmitellyt:

1. maanvaraiset lattiarakenteet
2. pintabetonilattiat
3. kelluvat lattiat.

Raudoitustavan mukaan:

1. verkkoraudoitetut lattiat
2. kuitubetonilattia
3. keskeisesti jännitetty betonilattia.

3.1 Maanvaraiset lattiarakenteet

Maanvarainen lattia voi toimia joko kantavana laattarakenteena tai ei-kantavana lattiarakenteena. Tässä työssä keskitytään maanvaraisiin lattiarakenteisiin, jotka eivät ole kantavia rakenteita. Tavallisesti betonilaatta valetaan sora-alustan päälle levitettyjen eristelevyjien päälle tai joskus ilman eristeitä sora-alustalle pelkän kuitukankaan päälle. Betonilaattaa ei saa valaa suoraan kiinni seinään tai sokkeleiden päälle, vaan se erotetaan eristekaistaleella, jotta betoni pääsee kutistumaan vapaasti. Maanvarainen laatta vaatii maaperältä tiettyjä ominaisuuksia, jotta siitä saadaan hyvä. Erityisesti maapohjan kapillaarinen vedennousu tulee estää jollain rakennekerroksella, esimerkiksi sopivalla kapillaarikatkosepelillä. (Betonilattiat 2002, 16)

3.2 Pintabetonilattiat

Pintabetonilattioilla tasataan yleensä alustansa epätasaisuuksia, jolloin saadaan hyvä ja tasainen pinta esimerkiksi pinnoitukselle. Pintabetonilattiat voivat olla raudoitettuja tai raudoittamattomia alustaansa kiinnitettyjä tai irtilaakeroituja. Pintabetonilaatat eivät ole kovin paksuja rakenteita. Yleensä pintabetonia on noin 20–60 mm. (Betonilattiat 2002, 16)

3.3 Kelluvat lattiat

Kelluvat eli uivat lattiat valetaan myös olemassa olevan laatan päälle, mutta valettava laatta on irti alapuolisesta rakenteesta. Kelluvaa lattiaa käytetään esimerkiksi silloin, kun lattiarakenteen on oltava erityisen hyvin ääntä eristävä. Kantavan rakenteen päälle levitetään hyvin painetta kestävä eriste, jonka päälle pintalaatta valetaan. Kelluvat lattiat voivat olla paksujakin rakenteita yleensä noin 40–100 mm. (Betonilattiat 2002, 16)

3.4 Verkkoraudoitetut maanvaraiset betonilattiat

Tämä lattiatyyppi on yksi yleisimmin käytetyistä lattiarakenteista. Betoni kestää hyvin puristusta, mutta huonosti vetoa, koska betonin vetolujuus on vain noin 10 % puristuslujuudesta. Juuri heikon vetolujuuden takia betonilattiat tarvitsevat raudoitusta ja myös estämään betonin halkeilua kuivumiskutistumisessa. Teräs on sopiva materiaali käytettäväksi betonin kanssa, koska niillä on lähes samanlaiset lämpölaajenemiskertoimet, joten ne toimivat yhdessä yhtenä rakenteena ja betoni suojaa terästä korroosiolta. Raudoituksen määrä ja sijainti suunnitellaan kuormituksen mukaisesti yleensä keskeisesti sijoitetulla teräsverkolla tai ylä- sekä alapintaan sijoitetuilla verkoilla, riippuen laatan paksuudesta ja siitä, millaisia laatuvaatimuksia lattialta halutaan.

Maanvaraista verkkoraudoitettua lattiarakennetta voidaan käyttää melkein aina, kun maapohjan kantavuus on riittävä, ja se sopii myös raskaasti kuormitettuihin teollisuuslattioihin, mutta raudoitus- ja betonimäärän kasvaessa suuriksi kuitubetonilattia voi olla järkevämpi ja halvempi ratkaisu.

3.5 Kuitubetonilattia

Kuitubetoni on betonia, jonka seassa on pieniä kuituja parantamassa betonin ominaisuuksia, yleisimmin kuitubetonissa käytetään teräskuituja. Joissain tapauksissa pintabetoneissa tai korkealujuusbetoneissa käytetään mikropolymeerikuituja, jotka parantavat tuoreen betonin ominaisuuksia sekä betonin ominaisuuksia palotilanteessa, mutta eivät juurikaan vaikuta lujuuteen. Uutena tuotteena käytetään myös makropolymeerikuituja, jotka ovat hieman paksumpia kuin mikropolymeerikuidut ja näin antavat lattialle myös lisää rakenteellista lujuutta. Tässä työssä käsitellään vain teräskuitubetonia. Kuitubetonilla saadaan lattiasta lujuusominaisuuksiltaan kestävämpi ja sitkeämpi, joten se sopiikin hyvin raskaasti kuormitetuille teollisuuslattioille. Kuidut pienentävät myös halkeiluriskiä ja mahdollistavat hieman ohuemat rakenteet kuin normaalisti raudoitettu teräsbetonilattia. Tasaisesti jakautuneet kuidut jakavat kuormituksia joka suuntaan kolmiulotteisesti. Kuitubetonia käytetään myös, kun halutaan valaa suuria lattiapinta-aloja ja valutyö täytyy suorittaa nopeasti. (Betonilattiat 2002; Matsinen 2008a)

Teräskuidut ovat tavallisesti pituudeltaan noin 20–100 mm ja alle millin paksuisia. Betonin ominaisuudet riippuvat teräskuitujen laadusta sekä määrästä, joka on normaalisti noin 20–60 kg betonikuutiota kohti. Teräskuidut valmistetaan korkealaatuisesta teräksestä ja niiden myötölujuus on noin 500–1700 N/mm². Kuitujen hoikkuusluku, eli pituus jaettuna halkaisijalla vaihtelee välillä 15–85 mm. Suomessa teräskuitubetoniin käytettävien kuitujen tulee olla CE-hyväksytyjä. Kuidut on muotoiltu siten, että ne ottavat hyvin vastaan vetojännitystä eivätkä pääse liukumaan betonissa. Yleensä kuidut ovat kiemuraisia tai päistään koukkumaisia, kuten kuvasta yksi voidaan nähdä. (Betonilattiat 2002; Matsinen 2008a)



Kuvio 1: Teräskuituja (Suomen TPP Oy)

Kuitubetonia käytettäessä betonin on oltava vähintään K30 lujuusluokkaa, jotta kuiduille saadaan riittävä tartunta. Kuitubetonimassaa tulee myös muokata perinteiseen betonimassaan nähden siten, että kuiduille saadaan siinä tilaa tarpeeksi. Tavallisesti tämä tehdään lisäämällä sementin määrää, käyttämällä pienirakeisempaa kiviainesta ja lisäämällä ohenninta betonimassaan. (Teqton 2010)

Maanvaraisessa lattiassa kuiduille tulevia tärkeimpiä rasituksia aiheuttavat betonin kutistuma sekä ulkoiset kuormat ja näiden vaikutuksesta syntyvät laattarakenteen painumat. Laatan painumaan vaikuttavat maapohjan kantavuus ja mahdollisesti laatan alla olevan eristeen kimmoiset ominaisuudet. (Luumme 2008)

Vaikeinta ja tärkeintä kuitubetonilattiaa suunniteltaessa on sen mitoittaminen. Kuitumäärää ei tulisi ikinä ottaa suoraan jostain taulukoista tai vertaamalla teräsmäärää vastaavan tavallisen lattian harjateräsmäärään, vaan mitoitus tulee aina tehdä erikseen kohteeseen käytettävällä kuidulla. Esimerkiksi teräskuidun murtolujuuksissa saattaa olla yli 50 %:n ero eri tuotteiden välillä, eli eri kuiduista valmistettu teräskuitubetoni ei suinkaan ole samanlainen tuote. Väärin suhteutettuna kuitubetoni voi olla hankalaa pumpattavaa ja vaikeasti työstettävää. (Matsinen 2008a)

Kuitubetonilattian etuja perinteisesti raudoitettuun lattiaan nähden on ainakin yhden työvaiheen jääminen pois, koska perinteistä raudoitusta ei tarvitse asentaa. Lisäksi lattiasta saadaan haluttaessa helpommin saumatonta ja käyttämällä laserlevitintä jopa yli 2000 m²:n valut kerralla ovat mahdollisia. (Matsinen 2008a)

3.6 Keskeisesti jännitetty betonilattia

Suomessa hieman harvinaisempi raudoitusratkaisu on keskeisesti jännitetty betonilattia. Lattian halkeamat saavat yleensä alkunsa laatan saumoista. Laatan keskeisellä jännityksellä liikuntasaumoista voidaan yleensä luopua. Maanvaraisissa laatoissa käytetyin jännitysmenetelmä perustuu tartunnattomiin jänneteräksiin, joissa tartunta on poistettu asentamalla jännepunos muovikuoren sisään. Teräkset sijoitetaan tavallisesti noin metrin välein ristiin laatan keskikorkeudelle. Tämä on yksi ratkaisu saada lattiasta saumaton, halkeilematon ja tiivis. (Betonilattiat 2002)

4 Betonilattioiden rasitukset

Rakennuksen lattia mitoitetaan kestävänsä monenlaista kuormaa käyttötarkoituksen mukaan. Lattiapinnalta vaaditaan yleensä suurta kulutuskestävyyttä ja hyvää ulkonäköä. Lattiapinnalla on erityisen suuri merkitys etenkin teollisuusrakennuksissa, joissa siihen kohdistuu suuria rasituksia ja paljon liikennettä.

Lattioihin kohdistuvat yleensä tiettytyyppiset rasitukset, jotka heikentävät lattiarakenteen kestävyyttä ja säilyvyyttä. Näihin rasituksiin tulisi varautua suunnittelussa, ja myös lattian teon yhteydessä. Rakennusaikana on tärkeää huomioida, että suunnittelukuormia ei ylitetä, koska rakennusaikaiset ylisuurien kuormien aiheuttamat vauriot tulevat näkyviin vasta ensimmäisten käyttövuosien aikana. Yleisimpiä maanvaraiseen lattiaan kohdistuvia rasituksia ovat pysyvä kuorma, muuttuva kuorma, kuivumiskutistuma, lämpöliikkeet ja kuluminen. (Betonitekniikan oppikirja 2004, 403–404)

Pysyväkuorma

Pysyväkuorma koostuu laitteista ja rakenteista, jotka ovat pysyvästi paikallaan. Esimerkiksi portaat, seinät ja talotekniikka.

Muuttuva kuorma

Laattarakenteessa veto- ja puristusrasitukset vaihtuvat kuormien sijainnin mukaan ja lattiaan saattaa kehittyä ajan myötä halkeamia ja myöhemmin halkeamien vierestä laattaa voi lohkeilla. Maanvaraisen laatan taivutusrasituksen määrään vaikuttaa suuresti laatan paksuus, raudoitus ja alustan jäykkyys. Rakentamisvaiheessa tulee kiinnittää erityistä huomiota, että suunnittelukuormia ei ylitetä, koska vauriot tulevat usein näkyviin vasta muutaman vuoden jälkeen.

Betonin kuivumiskutistuma

Betonilaatan kuivumisen yhteydessä laatan reunaosat pyrkivät siirtymään betonoidun osan keskustaa kohti. Betoni kutistuu olosuhteista ja betonilaadusta riippuen yleensä noin 5...8 mm/m. Jos kutistumisliike estyy ja betonin vetolujuus ylittyy, syntyy halkeamia. Tämän takia lattian

ja alustan välistä kitkaa pienennetään yleensä hiekasta tehtävällä laakerikerroksella. Kuormitus on toinen kitkaa lisäävä tekijä. Rakennusaikaiset raskaat tarvikevarastot lattian päällä voivat edesauttaa halkeaminen syntymistä.

Lämpöliikkeet ja pintojen lämpötilaerot

Lämpötilan muutoksista aiheutuvat muodonmuutokset vaikuttavat lattiarakenteeseen kuten kuivumiskutistumat. Lämpöliikkeiden suunnat ovat vaihtelevia ja kutistumarasitukset lisäävät myös lämpötilarasituksia.

Kuluminen

Mekaaniset rasitukset eli kaikki lattialla tapahtuva liikkuminen ja lattiaan kohdistuvat iskut kuluttavat betonin pintaa ja irrottavat hienoainesta. Suurin lattiaa kuluttava mekaaninen rasitus teollisuuslattioissa on trukkiliikenne, varsinkin kovat ja pienet renkaat aiheuttavat suurta kuormitusta.

Muita lattiaan kohdistuvia rasituksia voivat olla esimerkiksi kemialliset rasitukset joidenkin aineiden vaikutuksesta, hetkelliset pistekuormat sekä mahdollinen jäätyminen.

5 Betonilattioiden laatuvaatimukset

5.1 Betonilattioiden luokitusjärjestelmä

Betonilattiarakenteet luokitellaan vaatimus- ja laatutason mukaisesti eri luokkiin, joita varten on olemassa luokitusjärjestelmä. Luokitusjärjestelmässä on sellaisia yleisiä laatutekijöitä, joilla on tärkeä merkitys lattian kestävyydelle ja käytölle. Laatutekijöiden tulisi olla myös sovitulla tavalla mitattavissa valmiista lattiasta. Laatutekijöitä ovat: tasaisuus, kulutuskestävyys sekä muut laatutekijät, joihin kuuluvat esimerkiksi betonin lujuus, betonin tartunta alustaan ja raudoituksen sijainnin vaihtelut. Lisäksi voidaan esittää luokittelemattomia laatutekijöitä, kuten betonin vesitiiviys, karheus, kuivuminen, säänkestävyys, ulkonäkö, sähkönjohtavuus ja kemiallinen kestävyys. (Betonilattiat 2002; Betonitekniikan oppikirja 2004)

Luokitusjärjestelmän ja luokitusperusteiden mukaisesti betonilattian luokka ilmoitetaan kirjain-numero-yhdistelmänä esimerkiksi B - 2 - 40. Ensimmäinen kirjain ilmoittaa tasaisuusvaatimuksen, ensimmäinen numero kulutuskestävyysluokan ja toinen numero betonin lujuusluokan. Luokitusmerkintään voidaan liittää viimeiseksi osaksi myös T-kirjain, jos kyseessä on erityisen vaativa kohde. Kohdetta voidaan pitää vaativana, jos kyseessä on saumaton, laaja-alainen tai huonoissa olosuhteissa tehtävä lattia.

Taulukossa 1 on esitetty suositus lattian laatutekijöiden valintaan tavanomaisissa tapauksissa.

Taulukko 1: Lattian laatutekijöiden valintaohje tavanomaisella vaatimustasolla (Betoniteknikan oppikirja 2004)

Kohde	Laatuluokka		
	Tasaisuus ¹⁾	Kulutuskestävyys	Muut laatutekijät
Asunnot, toimistot ja muut päällystettävät lattiat – ei käytetä tasoitetta – käytetään itsestään leviävää tasoitetta – parvekkeet, käytävät ym. kylmät tilat ³⁾	A C	4 4	30 30
Teollisuuslattiat – tasaisuus tärkeä laatutekijä, kuten korkeat varastot (esim. trukkiliikenne) – kulutuskestävyys tärkeä laatutekijä (esim. suuret liikennekuormat, vilkas liikenne, pienet ja kovat trukin pyörät) – teollisuuslattiat yleensä (esim. pienteollisuustalot, kevyt teollisuus) – pinnan karheus tärkeä laatutekijä esim. kylmät pysäköintitilat ja lastauslaiturit (luokittelemattomat laatutekijät)	A (A ₀) C (B) C	3 2 3	40 ²⁾ 50 ²⁾ 30
Toisarvoiset päällystämättömät tilat – vain kävelyliikennettä tai kevyiden tavaroiden varastointia (esim. kellaritilat asuinrakennuksissa)	C	4	30

- 1) Jos lattia tasoitetaan tasoitteella tai päällystetään lattiapäällysteellä, sovelletaan tasaisuusvaatimuksia ennen tasoittamista tai lattiapäällysteen asentamista.
- 2) Lujusluokka suositellaan valittavaksi mieluiten rakenteellisten vaatimusten mukaisesti (vähintään K30) ottaen kuitenkin huomioon mm. työmenetelmä.
- 3) Pinnan karheus tärkeä laatutekijä liukkausvaaran takia. Kaltevuudet suunnitellaan niin, että lattialle ei muodostu lammikoita.

5.2 Tasaisuusvaatimukset

Tasaisuuden arvosteluperusteina käytetään lattian hammastusta, aaltoilua ja kaltevuusvirheitä, pinnan karheutta ei huomioida. Tasaisuutta verrataan vaakasuoraan tasoon tai, jos lattia on kalteva, niin lattian nimelliskaltevuuteen.

Tasaisuuspoikkeamat eivät saa missään lattian kohdassa ylittää taulukon 2 arvoja millään mittausvälillä lukuun ottamatta toisarvoisia kohtia teollisuus- ja varastotiloissa. Toisarvoisina kohtina voidaan pitää seinistä ja pilareista 300 mm:n etäisyydelle

ulottuvaa osaa. Nämä kohdat voivat olla yhtä luokkaa huonompia, ellei muuta ole sovittu. Asuin- ja toimistorakennuksissa näitä toisarvoisia kohtia ei ole. (Betonilattiat 2002; Betonitekniikan oppikirja 2004)

Tasaisuusvaatimuksia tulee seurata koko työn ajan ja tasaisuutta voidaan mitata esimerkiksi linjalaudan ja vesivaa'an avulla. Tarkemmissa mittauksissa voidaan käyttää vaatuskonetta, takymetriä tai vastaavaa laitetta. Ennen työn luovuttamista tulisi tehdä vastaanottomittaus lattian tasaisuudesta työn tekijän ja vastaanottajan edustajan läsnä ollessa. Mittauksista laaditaan myös pöytäkirja.

(Betonilattiat 2002; Betonitekniikan oppikirja 2004)

Taulukko 2: Lattian suurimmat sallitut tasaisuuspoikkeamat (Betonitekniikan oppikirja 2004)

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

Mittausluokka L on niiden kahden pisteen välimatka, josta kaltevuutta tarkastellaan.

5.3 Kulutuskestävyys

Kulumisella tarkoitetaan testauslaitteen teräspyörien aiheuttamaa kulumista puhtaalla betonipinnalla. Lattian kulutuskestävyysvaatimukset on esitetty taulukossa 3. Yksi kolmesta testauksesta saa ylittää sallitun arvon 25 % :lla. (Betonilattiat 2002,6)

Kulutuskestävyyskoe voidaan tehdä noin kolmen kuukauden kuluttua lattian valusta, jos betonin kypsyysikä t₂₀ on vähintään 50 d. Lattian kulutuskestävyys suositellaan testattavaksi 1- ja 2-luokan lattioista. Muissa luokissa testaus voidaan tehdä vain, jos

siihen katsotaan olevan erityistä tarvetta. Kulutuskestävyyskoe tehdään kuvan 2 mukaisella laitteella. (Betonilattiat 2002, 6)

Kulutuskestävyysluokkien vaatimukset ja saavutettavuus voidaan määrittellä esimerkiksi seuraavasti:

1-luokka

- 10-20 mm:n erikoisbetonikerros ja alusbetoni vähintään lujuusluokka K40.
- betoni lujuusluokka K40 ja päälle runsas hyvin tehty sirotepinta.

2-luokka

- 30 mm kovabetonilattia K50
- notkistettu betoni K30 ja sirotepinta

3-luokka

- imubetonilattia, lähtömassa K30
- jäykkä tai notkistettu K40 lujuusluokan betoni

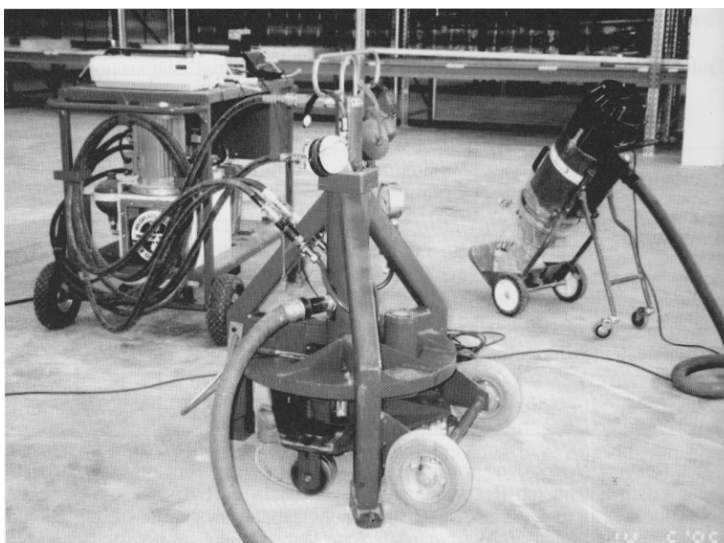
4-luokka

- hyvällä ammattitaidolla tehty lujuusluokan K30 lattia

(Betonilattiat 2002)

Taulukko 3: Lattian kulutuskestävyys vaatimukset (Betonitekniiikan oppikirja 2004)

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



Kuvio 2: Betonilattioiden kulutuskestävyyden mittauslaite (Betonitekniiikan oppikirja 2004)

5.4 Muut laatutekijät

Betonin lujuus

Betonin lujuus ilmoitetaan betonin lujuusluokan vastaavina numeroarvoina 60, 50, 40 ja 30, joista luokka 60 on vaativin. Betonin lujuusluokka K30 tarkoittaa 30 Mpa:n lujuutta eli 30 kg:a/cm². (Betonilattiat 2002)

Pintabetonin tartunta

Pintabetonin tartunta tarkoittaa pintabetonin ja alusbetonin välisen sauman kohtisuoraa vetolujuutta. Se voidaan mitata tartuntakokein poraamalla tai koputuskokeella tarkastaen. (Betonilattiat 2002)

Paksuuspoikkeamat

Paksuuspoikkeamilla tarkoitetaan laatan paksuuden vaihteluita nimellispaksuuteen verrattuna. Suurimmat sallitut yksittäiset paksuuspoikkeamat ovat -15... +20 mm. Mittaustulosten keskiarvon tulee olla vähintään nimellispaksuuden suuruinen. (Betonilattiat 2002)

Maanvaraisen lattian alustan korkeusaseman poikkeamat

Alustan korkeusasema ei saa poiketa nimellistasostaan enempää kuin -20...+15 mm. Alustan keskimääräisen korkeusaseman tulee olla niin alhaalla, että vähintään nimellispaksuuden omaava lattia voidaan toteuttaa siten, että valmiin lattian yläpinta on suunnitelmien mukaisessa korkeustasossa. (Betonilattiat 2002)

Raudoituksen sijainnin vaihtelut

Sijainnin vaihtelua tarkastellaan keskeisesti raudoitettussa lattioissa. Sallitut rajat raudoituksen sijainnille ovat -15...+20 mm, lisäksi tulee huomioida rakentamismääräyskokoelman betonipeitteen suojapaksuudet raudoitukselle. Suoraa maata vasten valettaessa tulee betonipeitteen paksuuden ennen raudoitusta olla vähintään 50 mm, ja eristeen päälle valettaessa suojapaksuus betonipeitteelle on 25 mm. (Betonilattiat 2002)

6 Maanvaraisen betonilattian teko

Betonilattiarakenteita on monia erilaisia, ja kaikki niistä voidaan tehdä useammalla eri tavalla. Haasteena onkin valita kohteeseen sopivin vaihtoehto. Lattioiden valussa on monta huomioitavaa asiaa, joilla lattiasta saadaan vaaditut ominaisuudet täyttävä. Lattiatyön onnistuminen lähtee suunnittelusta ja maatoista asti.

Seuraavaksi pohditaan mitä asioita tulisi huomioida alettaessa lattioiden valutyöhön ja minkälaisia eroja eri menetelmillä on sekä tavallisen betonilattian ja kuitubetonilattian valun eroavaisuuksia.

Lattiabetonointityöhön sisältyy työtavasta riippumatta yleensä ainakin seuraavat työvaiheet:

- betonin valmistus / vastaanotto
- betonin siirrot
- betonin levitys ja tiivistys
- pinnan muotoilu ja hierto
- jälkihoito ja muut laadunvarmistus toimenpiteet.

(Betonilattiat 2002)

6.1 Toimenpiteet ennen valua

Lattiatyön suunnittelun lähtökohtana on koko työmaan urakkaohjelma ja yleisaikataulu. Lattian tekemiseen on varattava niin paljon aikaa, että myös jälkihoidolla ja kuivumiselle jää riittävä aika eikä lattiaa kuormiteta liian aikaisin. Päivittäinen työsaavutus tulisi sovittaa suunnitelmien mukaiseen saumajakoon mahdollisimman hyvin. Myös olosuhteet tulee ottaa huomioon, talvella työmäärä voi lisääntyä ja laatuvaatimukset voi olla vaikeampi saavuttaa. Betonointitöistä tulee yleensä tehdä betonointisuunnitelma, joka huolellisesti tehtynä auttaa saavuttamaan hyvän lopputuloksen.

Ennen lattiatyön aloitusta tulee pääurakoitsijan järjestää aloituspalaveri, jossa olisi hyvä olla läsnä pääurakoitsija, lattiaurakoitsija, valmisbetonin toimittaja ja tilaajan edustaja,

myös mahdollinen rakennuksen käyttäjän edustaja voi olla paikalla. Aloituspalaverin tarkoituksena on varmistaa, että osapuolilla on yhdenmukainen käsitys rakenteen laatuvaatimuksista ja niiden saavuttamiseen tarvittavista materiaalivalinnoista ja työmenetelmistä. Betonointiryhmän osallistuminen aloituspalaveriin varmistaa, että työn varsinaiset tekijät saavat tietoa rakenteelle asetetuista laatuvaatimuksista ja työteknisistä keinoista niiden täyttämiseen. Kokouksesta laaditaan lopuksi pöytäkirja, jonka tilaaja ja urakoitsija allekirjoittavat. (Betonilattiat 2002)

Kokouksessa tulisi käsitellä tarvittavassa määrin ainakin seuraavia asioita:

- tarjouspyyntö ja tarjous
- työselostukset ja piirustukset
- urakka- ja vastuurajat
- työn aikataulu
- laatuvaatimukset
- laadun toteamiseksi käytettävät menetelmät
- työturvallisuus
- työmenetelmät, materiaalit ja olosuhteet
- työjärjestys, betonointisuunnitelma ja jälkihoitotoimenpiteet
- poikkeavat tai erityistä työtekniikkaa vaativat kohdat
- liittyminen muihin työvaiheisiin
- työnaikainen suunnitelmista poikkeaminen
- vastuuhenkilöt
- lattian kuormittaminen ja luovuttaminen tilaajalle.

(Betonilattiat 2002)

Työntekijät tulee perehdyttää työmaahan, ja heille täytyy selvittää työssä käytettävät menetelmät, laatuvaatimukset, laadunvarmistusmenetelmät sekä työturvallisuustoimet työvaiheittain.

Verkkoraudoitettu lattia

Monen työvaiheen tulee olla tehtynä, ennen kuin itse lattian valutyö voidaan suorittaa. Maanvaraisen betonilattian rakennekerrokset ovat yleensä alhaalta päin perusmaatäyttö, kuitukangas, sepelitäyttö, lämmöneristelevyt, suodatinkangas ja betoni.

Maapohjan täytyy olla määritetyssä korossa sekä riittävästi tiivistetty, jotta valun jälkeen maapohja ei enää pääse vajoamaan. Myös pinnan tulee olla tasainen eristelevyjä varten ja yleensä kapillaarikatkerroksen päälle levitetään vielä noin 20–50 mm paksu tasaushiekka, jotta eristelevyt saadaan asetettua tasaisesti ja tiiviisti. Eristelevyjen päälle levitetään kuitukangas, jonka tulee olla limitettynä suunnitelmien mukaisesti (yleensä 300mm). Betonilaatta tulee erottaa ympäröivistä rakenteista, joten seiniin, pilareihin ja muihin rakenteisiin täytyy asentaa irrotuskaistat esimerkiksi solumuovikaistaleista. Rauditusverkko asennetaan raudoitustukien päälle yleensä keskeisesti, jos kyseessä on alle 120 mm:n betonilaatta. Käytännössä verkot tulisi asentaa hieman laatan keskikohtaa ylemmäs koska valuvaiheessa verkot yleensä taipuvat alaspäin. Myös mahdolliset lisäraudoitteet pilarien ympärille ja nurkkiin asennetaan tässä vaiheessa. Kaikki lattian saumaraudat asennetaan paikalleen etukäteen, ja myös tarvittavien valusteiden tulee olla paikallaan sekä LVI-töiden tehtynä. Ennen valua alustan tulee olla puhdas roskista, myös kertynyt eristemurske tulee poistaa.

Yleensä myös työkohte tarkastetaan ennen valua. Sen voivat tehdä tilaaja ja urakoitsija yhdessä. Tarkastuksessa todetaan, että kohde on sellaisessa kunnossa, kuin vaaditaan, ja piiloon jäävät rakenteet ovat valmiita ja hyväksytyjä niin, että valu voidaan suorittaa.

Valutyössä käytettävien koneiden ja välineiden tulee olla tarkastettuja ennen niiden käyttöönottoa, jotta varmistutaan niiden turvallisuudesta ja toimivuudesta. Välineet siirretään työkohteeseen. Myös työkohteen olosuhteiden tulee olla sellaiset, että vaadittu laatutaso voidaan toteuttaa. Suositeltava ilman lämpötila betonoitavassa tilassa on vähintään +10°C, jonka tulisi olla saavutettu 12 tuntia ennen betonoinnin aloitusta. Lämpötilan ollessa alle +5°C tulee varautua talvibetonointiin. (Betoniteknikan oppikirja 2004)

Kuitubetonilattia

Aloittavat työvaiheet kuitubetonilattialla ovat lähes samat kuin verkkoraidoitettullakin lattialla, mutta rauditeverkkujen levitys jää pois ja mahdollisesti myös liikunta-/työsaumojen asennus. Mutta kuitubetonilattiakin tarvitsee yleensä lisäraudoitusta pilareiden ympärillä, lattian sisänurkissa ja ovien kynnyksissä sekä mahdollisesti liikunta- ja työsaumoissa.

Koska kuitubetonilattioita käytetään yleensä raskaammin kuormitetuissa lattioissa, myös mahdollisten lämmöneristeiden tulee olla paremmin puristusta kestäviä. Käytettävä eristelaatu tulisikin löytyä suunnitelmista.

6.1.1 Betonin valinta

Betonimassan valinta lähtee liikkeelle siitä, millaista lattiaa ollaan tekemässä ja mitä laatuvaatimuksia sille on asetettu. Erityisesti betonin valinnassa tulee ottaa huomioon laatutekijöiden saavutettavuus, lattian pinnoitus tai päällystys sekä valuolosuhteet.

Maksimiraekoko on lopputuloksen kannalta tärkeä ja raekoko tulee valita tarkasti, jotta vältetään turhaa halkeilu- ja kutistumisriskiä. Taulukossa 4 on esitetty suositukset maksimiraekoon valinnalle.

Taulukko 4: Maksimiraekokosuositus valuvahvuuden mukaan (Lohja Rudus 2006)

Valuvahvuus	Maksimiraekoko
alle 45 mm	8 mm
yli 45 mm	12 mm
yli 50 mm	hieno 16 mm
yli 60 mm	16 mm
yli 120 mm	32 mm

Betonimassan koostumus

Betonimassan ominaisuudet riippuvat veden, sementin ja runkoaineen sekä lisäaineiden suhteesta. Yleensä suunnittelija on ilmoittanut rakenteessa käytettävän betonin lujuusluokan ja rakenneluokan kuten K30-2 tai uudempi eurokoodien mukainen merkintä C25/30-2. Työmaa voi tarvittaessa sopia lujuusluokan nostamisesta, jos halutaan saavuttaa muottien purkulujuus nopeammin tai tehdään talvibetonointia. Yleisimmät lujuusluokat ovat K25–K40. Korkeampia lujuusluokkia käytettäessä riskinä on rakenteen liian nopea kuivuminen ja halkeilu. Betonimassan valinta perustuu myös lattialle asetettuihin laatuvaatimuksiin ja vaikuttaa myös työtekniikkaan. Maanvaraisille lattioille suositeltava suurin raekoko on 32 mm. Suuri raekoko lyhentää laatan kuivumisaikaa ja vähentää halkeilua ja kuivumiskutistumaa. Betonimassan valunotkeudeksi sopii hyvin S2. Mikäli laatussa on tiheämpää raudoitusta tai kohtia,

joissa riskinä on, ettei betoni täytä niitä, voidaan paikallisesti käyttää myös 16 mm:n raekokoa ja S3-notkeusluokan betonia. (Betoni 2010. Työmaan aloituskokous)

Notkeus

Betonimassan notkeus vaikuttaa massan työstettävyyteen ja tiivistettävyyteen. Betonimassan notkeusluokka voidaan ilmoittaa vanhana sVB-luokituksena, joka on jaettu viiteen luokkaan. Uusi tapa ilmoittaa betonimassan notkeus on kartiokokeella määritettävä painuma S1-S4. Taulukoissa 5.1 ja 5.2 on esitetty molemmat notkeusluokat.

Taulukko 5.1 Entinen notkeusluokitus BY 15 (Betoni.com Uudet betoninormit by50)

Notkeusluokka	sVB	Painuma
Nesteytetty	0-1 sVB	> 150 mm
vetelä	1-2 sVB	150 -100 mm
Notkea	2-3 sVB	100 - 60 mm
Plastinen	3-5 sVB	60 - 30 mm
Jäykkä	5-10 sVB	30 - 0 mm

Taulukko 5.2 Nykyinen notkeusluokitus By 50 (Betoni.com Uudet betoninormit by50)

Notkeus	Notkeusluokka	Painuma
Nesteytetty	S4	160 - 210 mm
Vetelä	S3	100 -150 mm
Notkea	S2	50 - 90 mm
Jäykkä	S1	10 - 40 mm

Notkeusluokan valinnassa tulee ottaa huomioon massan siirtotapa, valukohde, vallitsevat olosuhteet sekä raudoitustiheys. Periaatteena on, että valitaan mahdollisemman jäykkä massa. Betonimassan notkeuden kasvaessa sen kutistuminen lisääntyy sekä riski massan erottumisesta kasvaa. Kohteissa, joissa vaaditaan notkeaa betonia, tulisi käyttää notkistettua massaa. Yksittäiset tiheästi raudoitettut alueet, eivät saa johtaa koko rakenteen valamiseen liian notkealla betonilla. Seuraavassa taulukossa on käyttökohde suositukset eri notkeusluokille. (Lohda Rudus 2006)

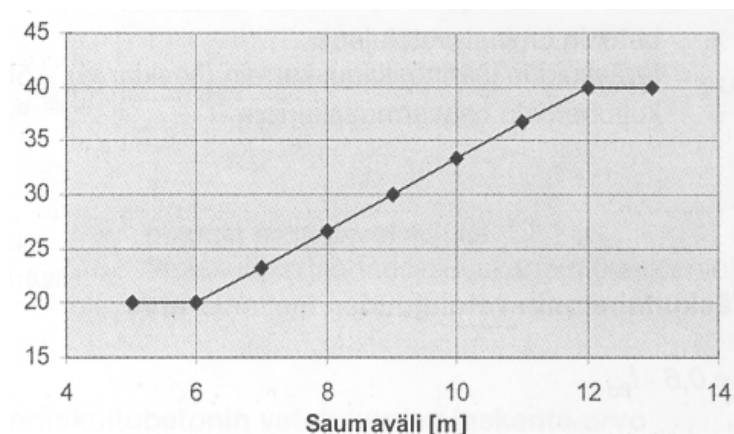
Taulukko 5.3 Käyttökohde suositukset eri notkeusluokille (Lohda Rudus 2006)

Notkeus-luokka	S-luokka	Painuma (cm)	Tyyppirakenne
Nesteytetty	S4	16 – 21	ahtaat rakenteet
Vetelä	S3	10 – 15	ohuet laatat
Notkea	S2	5 – 9	perusnotkeus
Jäykkä	S1	1 – 4	kovabetonilattia
Maakostea	-	0 - 1	laatoitusalue

Teräskuitubetoni

Teräskuitubetonia käytettäessä on otettava huomioon, että betonin on oltava vähintään lujuusluokkaa K30 ja maksimikiviaineksen raekoon 16 mm sekä massan riittävän notkeaa käytettäväksi. Tilattaessa näitä ei kuitenkaan tarvitse välttämättä tietää, vaan valmisbetonitehdas osaa valmistaa oikean massan kuitubetonille. Kuitujen likimääräisen vähimmäismäärän voi tarkastaa seuraavasta taulukosta, kun tiedetään lattian saumaväli.

Kuitujen minimiannostus kg/m³



Kuvio 3: Kuitujen vähimmäismäärän riippuvuus lattiaruudun saumavälistä (Betonilattiat 2002, 64)

6.1.2 Betonin tilaus

Yleensä normaalit lattiabetonit hankitaan valmisbetonina betonitehtaalta. Betonia tilattaessa ilmoitetaan tehtaalle:

- työmaan yhteys- ja toimitustiedot
- betonin käyttökohde ja lattiarakenne
- asetetut laatuvaatimukset ja luokitus
- betonointimenetelmä ja työskentelyolosuhteet
- työkohteen aikataulu ja haluttu toimitusnopeus
- mahdolliset erityisvaatimukset betonimassan tai lujuuskehityksen suhteen.

Materiaalihukan takia rakennusosan valamiseen tarvittava betonimäärä on yleensä hieman suurempi kuin rakennusosan tilavuus, mikä tulee ottaa myös huomioon valmisbetonia tilattaessa. Betonointinopeus on tärkeä tieto valmisbetonin toimitusaikataulua suunniteltaessa. Betonointinopeutta valittaessa ja arvioitaessa otetaan

huomioon betonimassan siirtoihin, mahdollisten muottien tekemiseen, tiivistykseen ja pinnan tasoittamiseen kuluva aika sekä rakennusosan erityispiirteet. Betonointinopeus vaikuttaa myös betonimassan siirtomenetelmän valintaan. Tilattaessa betonitehtaalta esimerkiksi pyörintäsäiliöauto tulee huomioida työmaan ajoreitin esteettömyys sekä talvella varmistaa riittävä pito jos työmaalla on mäkiä. (Betoni 2010. Työmaan aloituskokous)

Betonimassa ja työmenetelmä sovitetaan toisiinsa niin, että kummatkin sopivat yhdessä lattialle asetettujen laatuvaatimusten täyttämiseen. Lattian laatuun vaikuttaa kuitenkin monen muunkin asian yhteisvaikutus. Minkä tahansa osatekijän puutteellisuus voi saada aikaan huonon kokonaisuuden. Epäsuotuisat olosuhteet tai huonot työmenetelmät johtavat huonoon lopputulokseen, vaikka betoni olisi hyvää. Eikä huonosta betonista saada hyvää lattiaa, vaikka muut asiat olisivat kunnossa. Huono lopputulos on melkein aina puutteellisen suunnittelun tai huonojen valuolosuhteiden tulosta. (Betonilattiat 2002)

6.1.3 Betonointimenetelmän valinta

Lattiabetonointityön onnistumisen ja halutun valunopeuden saavuttamiseksi myös betonimassan siirtotapa ja itse betonointimenetelmä on syytä valita kohteeseen sopivaksi. Lattian työmenetelmän valinnan lähtökohtana on, että valmis lattia täyttää kohteeseen suunnitellun käytön vaatimukset. Työmenetelmän valintaan vaikuttaa muun muassa seuraavat tekijät:

- asetetut laatuvaatimukset ja käyttötarkoitus
- lattian rakenne
- valualueiden koko ja saumat
- aikataulu
- kustannukset
- betonin siirtomahdollisuudet
- työolosuhteet
- käytettävissä oleva työvoima
- lattiatyön sovittaminen muihin työvaiheisiin.

(Betonilattiat 2002)

Työmenetelmiä betonilattian valuissa on monia, ja niitä voidaan jakaa valettavan alueen mukaan tai valumenetelmän mukaan. Valualue voidaan jakaa betonoitavien alueiden mukaan ruuduiksi, kaistoiksi, yleisesti valualueet muodostuvat liikuntasauvojen mukaan, jotka ovat myös työsaumoja. Betonointimenetelmät voidaan jakaa yhdessä kerroksessa valettaviin ja kahdessa kerroksessa valettaviin laattoihin. Alle 350 mm paksut laatat betonoidaan yhdessä kerroksessa. Tätä paksummat laatat betonoidaan yleensä kahdessa kerroksessa. (Betonilattiat 2002)

Betonin siirtotapa ja -kalusto valitaan työkohteeseen tapauskohtaisesti huomioiden nosturikapasiteetti, työmaan kulkutiet ja betonointiautojen pääsy valukohteen viereen. Lattiavaluissa käytettäviä betoninsiirtomenetelmiä ovat seuraavat:

Betonipumppu

Pumppauskaluston teho- ja kokoluokka valitaan betonointinopeuden, pumppausetaisyyden sekä betonin runkoaineen suurimman raekoon mukaan.

Pumppubetonointi sopii kaikkien laattarakenteiden valamiseen. Betonimassan pumpattavuus voi asettaa minimivaatimuksen sementtipastan määrälle. Runkoainerakeita ympäröivä sementtipasta toimii voiteluaineena betonimassan kulkiessa putken sisällä, joten liian pieni pastamäärä rajoittaa massan liikkumista putkistossa. 32 mm:n runkoaine vaatii putkiston halkaisijaksi vähintään 100 mm.

Jos runkoaineen suurinta raekokoa pienennetään heikkolaatuisen pumppauskaluston tai muun syyn takia, betonirakenteen laatu ja säilyvyysominaisuudet saattavat heikentyä. Kuitubetonia käytettäessä on hieman isompi riski, että betonimassa jumittuu pumppuletkuun, koska teräskuidut voivat olla yhdessä kasassa ja näin tukkia letkun. (Betoni 2010. Työmaan aloituskokous)

Nostoastia

Nostoastiaa voidaan käyttää betonoinnissa silloin, kun työmaalla on nostokapasiteetiltaan riittävän tehokas nosturi. Nostoastiavalua suunniteltaessa on huomioitava myös työmaanosturin muu käyttötarve betonointitöiden lisäksi. (Betoni 2010. Työmaan aloituskokous)

Valukouru/kuljetinhihna

Valukourulla tai kuljetinhihnalla voidaan betonoida kohteita, jotka eivät ole kovin ylhäällä. Tämä menetelmä on varteenotettava vaihtoehto maanvaraisten lattioiden valuissa, jos valukohteen viereen päästään hyvin betoniautolla ja kourun pituus päästään hyödyntämään kokonaan. Betoninkuljetusautoihin kiinnitettyjen valukourujen pituudet vaihtelevat 2:sta noin 6 metriin. Kuljetinhihnat ovat pidempiä. (Betoni 2010. Työmaan aloituskokous)

Dumpperi-auto

Sopii hyvin laajojen maanvaraisten lattioiden valamiseen. Ennen betonoinnin aloittamista on varmistuttava dumpperin kuljetusaltaan puhtaudesta. Erilaiset epäpuhtaudet heikentävät betonin laatua ja häiritsevät massan sitoutumista ja lujudenkehitystä. Pakokaasupäästöjen vuoksi dumpperit soveltuvat kuitenkin huonosti sisätiloissa valettavien maanvaraisten lattioiden valuun, jos ilmanvaihto on heikko.

(Betoni 2010. Työmaan aloituskokous)

6.2 Betonivalun aikaiset toimenpiteet

Ennen betonivalua tulee huolehtia oikeiden turvavarusteiden saatavuudesta ja käytöstä. Betoni on voimakkaasti emäksistä ja ihoa ärsyttävää. Betonoitaessa tulisi käyttää ainakin seuraavia suojaimia: suojalasit, haalarit, käsineet ja saappaat joiden päälle lahkeet saa vedettyä.

Ennen valua tulee tehdä myös vastaanottotarkastus saapuneelle betonierälle, jotta voidaan todeta betonin olevan tilauksen mukaista. Kuormakirjasta tarkastetaan muun muassa betonin lujusluokka, lisäainemerkinnät, rasisluokka ja määrä.

Verkkoraudoitettu lattia

Käytettävään valumenetelmään vaikuttaa muun muassa vaadittu laatu, vallitsevat olosuhteet, käytettävissä olevat työntekijät ja saatavilla oleva kalusto, sekä huonetilat ja valualueet. Betonimassa levitetään tasaisesti aloittaen valualueen uloimmasta reunasta. Betonimassa levitetään hieman lopullista korkoa ylemmäksi ja tasataan täryttimellä sekä suoralla oikolaudalla ennalta tehtyihin korkomerkkeihin asti tai vaaituskonetta käytettäessä betonipinnan korkoa tarkastetaan mittatikun kanssa noin metrin välein.

Valun aikana tulee huolehtia, että raudoitusverkko pysyy suunnitellussa korkeusasemassaan eikä sitä tarpeettomasti liikutella betonoinnin yhteydessä. Tiivistyksessä tulee huomioida, että ahtaissa ja paljon raudoitetuissa kohdissa betoni varmasti tiivistyy kunnolla ja täyttää kaikki välit. Betonia ei saa myöskään täryttää liian pitkään yhdestä kohdasta, jotteivät betonimassan ainekset ala erottua.

Tärysauva eli vibra

Tärysauva on betonin tiivistämisessä yleisimmin käytetty väline. Sauvatärytin soveltuu kaikkien betonirakenteiden tiivistämiseen lukuun ottamatta kaikkein ohuimpia pintabetonivaluja, joiden tiivistämiseen käytetään yleensä tärypalkkia. 150 mm paksummat betonilaatat vaativat sauvatärytyksen. Tiivistys tehdään järjestelmällisesti sauvan paksuuden mukaan. Tärysauvaa käytetään aina pystysuorassa asennossa. Sauvaa ei saisi vetää vaakasuorassa asennossa, koska silloin tärysauva ei tiivistä, vaan aiheuttaa betonimassan erottumista, kuten myös liiallinen täryttäminen. Raudoitteiden täryttämistä on vältettävä, sillä se heikentää terästen tartuntaa betoniin. Tärysauva on mahdollista pujottamaan raudoitteiden välistä. Tärysauvojen halkaisijat vaihtelevat 25-100 mm:n välillä. Oikea tärysauvan pistoväli ja vaikutussäde voidaan laskea kertomalla sauvan halkaisija kahdeksalla. (Betoni 2010. Työmaan aloituskokous)

Tärypalkki ja tärysilta

Ohuet pintabetonilaatat ja alle 150 mm paksut maanvaraiset laatat voidaan tiivistää tärypalkilla tai -sillalla. Niillä saavutetaan suurempi työskentelynopeus kuin sauvatäryttimellä. Tärypalkkia ja tärysiltaa vedettäessä on etenemänopeuden oltava riittävän pieni, jotta massa ehtii tiivistyä kunnolla. Tärypalkkia ja tärysiltaa ei saa käyttää paksujen laattojen tiivistämiseen, koska niiden tiivistysvaikutus ei ulotu kovin syvälle. (Betoni 2010. Työmaan aloituskokous)

Kuitubetonilattia

Kuitubetonilattian valu voidaan suorittaa samanlaisin menetelmin kuin tavallisenkin betonin valu, mutta betonimassan tulisi olla hieman notkeampaa. Paras tulos levitykselle ja tärytykselle saadaan käyttämällä tärypalkkia. Huolellisella pinnan tärytyksellä ja oikea-aikaisella pinnan hierroilla voidaan vähentää riskiä pintaan jäävistä kuiduista. Valun yhteydessä kannattaa tarkkailla silmämääräisesti, että kuidut ovat sekoittuneet tasaisesti betonimassaan. Mikäli kuitubetonin purkuun käytetään

betonipumppua, tulee huomioida, että pumpun pää ei saa olla metallinen, koska kuidut voivat muodostaa siihen tukoksia. Myös jyrkkiä kavennuksia sekä mutkia letkussa tulee välttää.

Käytettäessä kuitubetonia voidaan betonimassan levitys ja tiivistys oikeaan korkoon tehdä helposti käyttämällä laserohjattua levityskonetta. Se sopii hyvin kohteisiin, joissa on isot ja selkeät lattiapinta-alat ja vähän pilareita. Levityskonetta käytettäessä eristelevyt asennetaan valun edetessä. Laserohjatulla levityskoneella saadaan valunopeutta kasvatettua huomattavasti, mutta seinän vierustat ja pilarien ympärykset on silti levitettävä ja tasattava käsin. Kuvassa neljä on esimerkki laserohjatun tärytys- ja levityskoneen käytöstä.



Kuvio 4: laserohjattu levityskone (Matsinen 2008b)

6.3 Betonivalun jälkeinen jälkihoito

Liian suuri lämpötilaero rakenteen sisäosan ja pinnan välillä johtaa suuriin vetojännityksiin ja nuoren betonin halkeamiseen. Myös rakenteen liian nopea lämpeneminen tai jäähtyminen voi vaurioittaa rakennetta. Tuuli ja auringonpaiste kuivattavat nopeasti vastavaletun, suojaamattoman betonipinnan. Kuivumisesta on seurauksena valupintojen halkeilua ja ohuiden rakenteiden käyristymistä. Jo noin 3 m/s ilmavirtaus lisää voimakkaasti vastavaletun betonipinnan kuivumista ja

kuivumiskutistuman suuruutta. Liiallisesta kuivumisesta aiheutuva, ennen betonimassan sitoutumista tapahtuva varhaiskutistuma voi olla suuruudeltaan jopa 7 mm/m. Betonin lujuudenkehityksen alkuvaiheessa tapahtuvan kutistumisen aiheuttamia vaurioita ei pystytä korjaamaan jälkikäteen hierrolla tai jälkihoidolla. (Betoni 2010. Työmaan aloituskokous)

Jälkihoidon ensisijaisena tarkoituksena on estää betonipinnan liian aikainen kuivuminen. Sen avulla voidaan myös estää suurien lämpötilaerojen muodostuminen paksumpien laattarakenteiden ydinosan ja yläpinnan välille. Jälkihoidolla voidaan lisäksi suojata betonipintaa varhaisvaiheen kolhuilta, rasituksilta ja likaantumiselta.

Varhaisjälkihoito

Kuivattavissa valuolosuhteissa, kuten kovalla tuulella tai hyvin lämpimällä ilmalla, on jälkihoito syytä aloittaa jo valun aikana betonilaatan liiallisen kuivumisen estämiseksi. Betonipinnan oikaisun yhteydessä pidetään pintabetoni kosteana tai peitetään betonilaatta muovikelmulla. Betonipintaan ei saa syntyä vesilammikoita, jotka voivat huuhtoa sementtipastan betonin pinnasta tai heikentää betonin laatua kasvattamalla vesisementtisuhdetta laatan pinnassa. Esijälkihoidon tehtävänä on ehkäistä vedenhaihtuminen ja betonin halkeilu ennen varsinaisen jälkihoidon aloitusta. Varhaisjälkihoidon puuttuessa kuivissa olosuhteissa betonilaatta halkeaa jo ennen hierontaa. Tehokkaalla hierrolla voidaan kätkeä syntyneiden halkeamien yläreunat näkymättömiin, mutta ei korjata halkeamia betonin sisässä eikä ehkäistä halkeamien uudelleenavautumista betonin edelleen kutistuessa useita viikkoja valun jälkeen. (Betoni 2010. Työmaan aloituskokous)

Laatan hierto

Oikea-aikainen hierto parantaa laatan pinnan tasaisuutta, tiiviyyttä, kulutuskestävyyttä ja ulkonäköä. Pinnan hierto aloitetaan massan sitoutumisen jälkeen, kun pintaan noussut vesi on imeytynyt takaisin betoniin. Jos hierto nostaa vettä laatan pintaan, on hierron aloitusajankohta siirrettävä myöhäisemmäksi. Liian varhain aloitettu hierto rikkoo betonipinnan ja pinnasta tulee pölyävä, normaalia epätasaisempi ja lujuudeltaan huonompi. Hiertomenetelmällä ja ajankohdalla on suuri merkitys lopullisen pinnan ominaisuuksiin. Lattian hierto voidaan suorittaa käsintyönnettävällä hiertimellä tai

päältäajettavalla hiertolaitteella, jollaista yleensä suuremmissa kohteissa käytetään, kuten kuvassa 5. (Betoni 2010. Työmaan aloituskokous)



Kuvio 5: Päältäajettava hiertokone (Jauhiainen, Komonen, Puumala)

Varsinainen jälkihoito

Betonipinnan hierron jälkeen aloitettava varsinainen jälkihoito voidaan tehdä sumuttamalla laatan pintaan jälkihoitoaine tai kostuttamalla laatan pinta ja levittämällä laatan pinnalle suojapeite tai muovikelmu. Muovin levittäminen tiiviisti tuoreelle hiertopinnalle ei ole yleensä mahdollista siitä aiheutuvan betonipinnan vaurioitumisen takia. Seuraavana päivänä tapahtuva betoni pinnan kastelu ja muovikelmun levittäminen on kuitenkin yleensä liian myöhäinen jälkihoitomenetelmä. Muovia käytettäessä tulisi estää tuulen pääsy muovin alle. Jos betonipinta pääsee kuivumaan muovikelmusta huolimatta, se on kasteltava ja peitettävä uudelleen. (Betonilattioiden jälkihoito BLY-3)

Pinnan pitäminen kosteana kastelemalla on erittäin työläs menetelmä. Lisäksi viileän veden käytöllä voi olla jopa negatiivinen vaikutus betonin kovettumiseen. Lisäveden imeyttäminen betonilattiaan pidentää myös lattian kuivumisaikaa, mikä ei ole yleensä toivottavaa, jos lattia pinnoitetaan tai päällystetään myöhemmin.

Kasteltava kangas varmistaa hyvin tasaisen kosteuden koko jälkihoidettavalle alalle. Jälkihoitoaika valitaan betonilaadun lujuudenkehitysnopeuden mukaan. Aurinkoisissa, viimaisissa ja suhteelliselta kosteudeltaan alhaisissa olosuhteissa on jälkihoitoa jatkettava tavallista pidempään. Rakenteen lämpötilan on oltava vähintään +5 °C

jälkihoidon aikana. Jälkihoitoajan pituuteen vaikuttavat muun muassa kovettumisolosuhteet, betonilaatan rasitusluokka ja käytetty betoni. Pinnoitettavien lattioiden jälkihoitoa tulisi kuivissa tai aurinkoisissa olosuhteissa jatkaa noin viikko ja kulutusrasitetuilla kaksi viikkoa. Hyvissä kosteissa olosuhteissa jälkihoitoaika vähenee noin puoleen. Liian lyhyen aikaa tai huonosti jälkihoidetusta betonipinnasta tulee helposti halkeileva, heikko ja pölyävä. (Betonilattioiden jälkihoito BLY-3)

Kuitubetonilattia

Kuitubetonilattian jälkihoito voidaan tehdä samoin menetelmin kuin tavallisenkin verkkoraidoitettun lattian jälkihoito. Erityisen tarkkaa kuitubetonilla on hierron ajoitus ja suoritus, jolla saadaan pinnasta tiiviimpi ja kuidut pois pinnasta. Jälkihoitotavat ja aika riippuvat olosuhteista ja tulevasta pinnoitteesta, niin kuin normaalilla teräsbetonilattiallakkin.

6.4 Muita huomioita ja näkökohtia

Kuitubetonilattiat

Kuitubetonilla yksi yleisimmistä ongelmista on pintaan jäävät kuidut. Kuituja jää pintaan lähes aina jonkin verran. Niitä voidaan välttää betonin oikealla suhteutuksella sekä pintatärytyksellä ja hierrolla. Pintaan jääneiden kuitujen sallittuun lukumäärään löytyy seuraavanlainen laskukaava ja taulukko:

- lattia-ala jaetaan 100 m^2 ruutuihin
- näitä ruutuja valitaan satunnaisesti seuraava lukumäärä (n)
 - $n=5$, jos lattian pinta-ala on $10\,000 \text{ m}^2$ tai alle
 - $n=10$, jos lattian pinta-ala on yli $10\,000 \text{ m}^2$
- jokaisesta valitusta ruudusta valitaan vielä umpimähkään $5 \times 1 \text{ m:n}$ alue, josta lasketaan pinnassa näkyvät kuidut
- näistä kuitumääristä lasketaan keskiarvo neliometriä kohden (X / m^2).

(Betonilattiat 2002, 14)

Pintaan jääneiden kuitujen sallitut määrät X / m² (Betonilattiat 2002, 14)

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

Kuitumäärää ja niiden jakautumista betonimassassa voidaan tarkastella ottamalla 10 litran näyte 50 betonikuutiota kohden. Kuidut erotellaan näytteestä pesemällä, sekä magneetin avulla ja kuivat kuidut punnitaan. Punnittu määrä saa poiketa suunnitelmien mukaisesta korkeintaan:

±yksittäisessä erässä 20 %

± 6 erän keskiarvo 10 %

(Betonitekniikan oppikirja 2004, 537)

Teollisuyslattioiden yleisiä ongelmia ovat:

- Lattiapinnan kuluminen. Tämä ongelma syntyy, jos suunnitteluvaiheessa ei ole huomioitu lattian lopullisen käytön aiheuttamia rasituksia. Tähän ongelmaan löytyy ratkaisuja pinnoitusartikkelisarjasta.
- Lattiapinnoitteen irtoaminen. Myös tähän ongelmaan voidaan vaikuttaa jo ennalta pinnoitustapaa ja materiaaleja valittaessa.
- Betonilattian halkeilu. Halkeilematonta betonia ei ole vielä keksitty. Siksi betonin halkeilu tulee ottaa huomioon lattiaa suunniteltaessa.
- Lattiabetonin vaurioituminen. Betonin vaurioitumiseen voi vaikuttaa usea eri tekijä, kuten suuret kuormitukset, kemikaalit tai myös edellä mainitut pinnan kuluminen tai pinnoitteen irtoaminen. Merkittävää on kuitenkin, että yleisimmin tämä ongelma lähtee liikkeelle lattian saumakohdista.

(Matsinen 2008b)

Sääsuojaus

Suuren kulutuskestävyys-, tiiviys-, tasaisuus-, tai ulkonäkövaatimuksen täyttävän betonilaatan valaminen sateella tai kovalla pakkasella on yleensä lähes mahdotonta. Myös tuuli ja voimakas auringonpaiste voivat pilata betonipinnan haihduttamalla

kosteutta laatan pinnalta betonoinnin aikana. Liiallisesta veden haihtumisesta on seurauksena voimakas varhaiskutistuma, joka aiheuttaa betonin halkeilua.

Yleisin tapa suojata laattojen betonipinnat säältä on asentaa rakennukseen vesikatto ennen pintabetonivaluja. Aina ei vesikatolla suojaaminen ole mahdollista ja säähäiriöihin varautuminen rakennusaikataulua pidentämällä lisää rakennuskustannusten aikasidonnaista osuutta. Yhtenä vaihtoehtona on käyttää esimerkiksi sääsuojahallia. Sääsuojahallin käytöllä varmistetaan betonivalujen pysyminen aikataulussaan ilman useisiin häiriöpäiviin varautumista. Sääsuojahalli parantaa valutyön laatua ulkona tehtävään valuun verrattuna ja pienentää myös työmenekkejä. (Betoni 2010. Työmaan aloituskokous)

Betonointi talvella

Talvibetonointiin on varauduttava jo silloin, kun vuorokauden keskilämpötila laskee alle +5 °C:een. Valettu betoni ei missään tapauksessa saa jäätyä, ennen kuin betoni on saavuttanut jäätymislujuuden 5 MPa. Betonimassan lujuudenkehityksen nopeuttamiseksi voidaan käyttää kuumabetonia tai käyttää betonin valmistuksessa nopeasti kovettuvaa sementtiä. Vaihtoehtoisesti betonin lujuudenkehitystä voidaan nopeuttaa myös nostamalla betonin lujuusluokkaa yli suunnittelulujuuden tai lämmityksen avulla nostaa rakenteen lämpötilaa yli +40°C:een. Kylmissä olosuhteissa betonimassan lämpötilaa nostamalla saadaan nopeutettua betonin sitoutumisen alkamista ja näin aikaistettua myös hierontotyön aloitusta. Talvibetonoinnissa suojataan valettu laatta eristepeitteillä betonin riittävän lämpötilan säilyttämiseksi ja lujuudenkehityksen turvaamiseksi.

Kuumabetoni on yksi hyvä vaihtoehto käytettäväksi jos betonoidaan kylmissä olosuhteissa. Kuumabetonilla tarkoitetaan betonitehtaalla haluttuun lämpötilaluokkaan lämmitettyä betonia. Lämpö on saatu betoniin sekoitusvaiheessa käyttämällä valmistuksessa kuumaa vettä ja lämmittämällä runkoainesta. Kuumabetonia toimitetaan joko 30 °C tai 40 °C –asteisena. Laattarakenteisiin suositellaan betonin varhaislujuudenkehityksen takia käytettäväksi yhden lujuusluokan korotusta. Korkeasta lämpötilasta johtuen betonimassa jäykistyy nopeasti, jolloin työstettävyyensaika jää normaalilämpöistä betonia lyhyemmäksi. Tätä voidaan helpottaa lisäainetekniikkaa

hyväksikäyttämällä. Kuitenkin valu kuumabetonilla on normaalibetonia hitaampaa. (Rudus Oy. Kuumabetoni)

6.4.1 Erilaisia lattiabetoneita

Normaalisti sitoutuva lattiabetoni

Perus lattiabetoni, jolla on hyvä työstettävyys ja hierrettävyys. Tavallisia rakennebetoneja nopeampi sitoutuminen sekä vähäisempi veden erottuminen. Soveltuu normaaleihin betonilattioihin, joille ei ole asetettu mitään erikoisvaatimuksia. (Rudus Oy. Lattiabetonit)

Nopeasti sitoutuva lattiabetoni

Ominaisuuksiltaan lähes sama kuin normaali lattiabetoni, mutta nopeammin sitoutuva ja kovettuva betonilaatu, joka sopii erityisesti viileissä olosuhteissa tehtäviin lattiavaluihin. (Rudus Oy. Lattiabetonit)

Imubetoni

Seosaineeton lattiabetoni, joka soveltuu muun muassa imubetonointiin työmaalla. Voidaan käyttää myös notkistettuna tai tehonotkistettuna. Soveltuu erityisesti kulutusrasitettuihin lattioihin ja myös pinnoitettaviin lattioihin. Imubetonilla saavutetaan helposti 3. luokan kulutuskestävyys. (Rudus Oy. Lattiabetonit)

Nopeammin päällystettävä lattiabetoni

Erikoisbetoni, joka kuivuu noin kaksi kertaa nopeammin kuin normaalit lattiabetonit. Nopean kuivumisen johdosta voi olla sitkeätä työstää ja vaatiikin erityisen huolellisen työsuorituksen sekä jälkihoidon. Soveltuu betonirakenteisiin, joilta edellytetään nopeaa kuivumista sekä alhaista kosteuspitoisuutta varhaisessa vaiheessa. (Rudus Oy. Lattiabetonit)

Säänkestävä lattiabetoni

Soveltuu työstettävyysominaisuuksiltaan säänkestävää rakennebetonia paremmin ohuisiin tai tiuhasti raudoitettuihin laattarakenteisiin ja kestää myös toistuvia pakkasrasituksia. Tyypillisiä käyttökohteita ovat ohuet säänkestävät pintalattiat,

kansivalut ja kuorirakenteet sekä tiheästi putkitetut ja raudoitetut laattarakenteet. (Rudus Oy. Lattiabetonit)

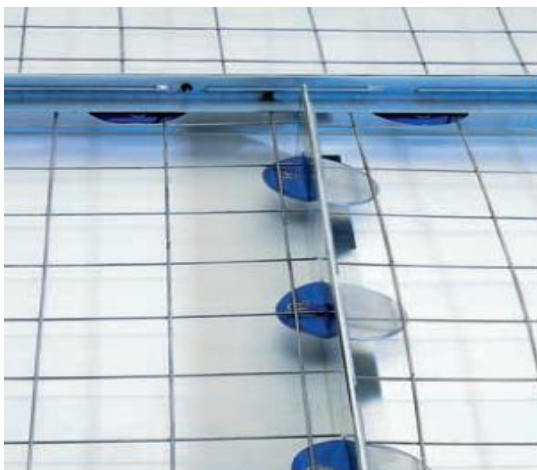
Muita lattiabetoneita on muun muassa teräs- ja muovikuitubetoni, kovabetoni, muovibetoni ja tehonotkistettu lattiabetoni.

7 Saumat

Betoni halkeilee aina. Tärkeintä lattian kestävyyskannalta on, että tämä halkeilu on hallittua. Perinteisesti betonilattiaan tehdään saumoja, jotta voitaisiin ohjata betonin lämpöliikkeistä ja kutistumista aiheutuvat halkeamat kontrolloidusti yhteen kohtaan. Saumat ovatkin yksi lattian tärkeimmistä osista, niiden johdosta lattiasta voidaan tehdä hyvälaatuinen ja halkeilematon. Toisaalta huonosti suunnitelluista ja tehdyistä saumoista johtuen laatuvaatimuksia ei saavuteta ja lopputuloksena on heikko ja halkeillut lattia. Periaatteessa saumoja on kahta tyyppiä: liikuntasaumot ja kutistumissaumat. (Matsinen 2008b)

7.1 Liikunta- ja työsaumat

Työsaumat ovat koko rakenteen katkaisevia saumoja ja yleensä ne ovat myös liikuntasaumot. Työsaumat tulisivat suunnitella sijoitettavaksi niin, että niitä ei jouduta tekemään erikseen liikuntasaumojen lisäksi. Liikuntasaumaväli voi olla maksimissaan 30 metriä betonilattiaohjeen mukaan. Liikuntasaumassa sallii laatan pitempiä vaihteluita ja kiertymistä. Liikuntasauvan kohdalla laatta on yleensä kokonaan poikki. Erilaisia liikuntasaumatyyppejä ovat muun muassa valukiskosauma, ponttisauma, vaarnatappisauma ja sahattu vaarnatappisauma. Nykyään käytetään yleisesti valmiita tehdasvalmistettuja liikuntasaumaprofiileja kuten kuvassa 6. Lattian keskellä risteävät saumat tulee porrastaa noin 300–1000 mm nurkkien ylösnousemisen estämiseksi. (Betonilattiat 2002, 70)



Kuvio 6: Tehdasvalmistettu liikuntasaumaprofiili (Peikko Group)

7.2 Kutistumissaumat

Kutistumissauma tai sahaussauma sallii kulmanmuutoksen ja sauman avautumisen. Kutistumissauma tehdään yleensä sahaamalla kovettuneeseen lattiaan ura, joka on noin 30 % laatan paksuudesta ja leveydeltään noin 3 mm. Sahausten ajankohta on tärkeä, sillä liian myöhään sahatut saumat voivat aiheuttaa riskin halkeamien muodostumiselle, ja liian aikaisessa saumojen sahausessa saumojen reunat voivat vahingoittua. Sopivana ajankohtana saumojen sahauselle voidaan pitää noin 8...24 tuntia betonilaatan valun jälkeen. Kuitubetonilattioissa sahaussaumat ovat yleisesti käytettyjä. Tavallisessa betonilattiassa kutistumissaumat tulee varustaa vaarnateräksin, jotka sijoitetaan laatan keskelle. Kutistumissaumojen on yleensä hieman tiheämmin kuin liikuntasaumojen ja niiden tarve riippuu valualueen koosta. Kutistumissaumojen suositeltu väli on noin 30 kertaa laatan paksuus tai 6 m. Kuvassa 7 on esimerkkikohteen lattian sahaussauma. (Betonilattiat 2002, 71; Matsinen 2008a)



Kuvio 7: Sahaussauma ja epoksinnoite lattiassa

7.3 Saumaton lattia

Lattioissa yleensä saumat ovat sen heikoin kohta, niin ulkonäöllisesti, että kantavuudeltaankin. Saumattomia teräsbetonilattioita soveltuu melkein mihin rakennukseen vain. Erityisesti saumattomasta lattiasta on hyötyä suurilla lattiapinta-aloilla, ja kun lattiaan kohdistuu suuria kuormia, tai jos saumoista muodostuisi esteettinen tai ylläpidollinen haitta. Saumattoman lattian erityispiirteitä ovat muun muassa:

- saumattoman lattian koolla ei ole rajoituksia
- saumaton laatta on ohut, raudoitettuna yleensä noin 80...120 mm
- suuri pistekuorma kestävyys

(Ålander 2009)

Saumatonkin betonilattia halkeilee, mutta saumattomassa lattiassa laatan halkeilua pyritään hallitsemaan jakamalla sitä riittävällä raudoituksella sekä laatan ja alustan välisellä kitkavoimalla. Halkeamaväli ja halkeamien leveys pidetään käyttövaatimuksiin nähden riittävän pieninä. Tällaisessa rakenteessa kitka laatan ja alustan välillä on hyvä asia, toisin kuin muilla lattiarakenteilla. Laattaan asennetaan tarvittaviin paikkoihin lisäraudoituksia ja normaaliin tapaan laatta irrotetaan pystyrakenteista. (Matsinen 2008a)

Kuitubetonilattiasta saadaan tehtyä saumatonta lattiaa selvästi helpommin ja nopeammin, kuin perinteistä raudoitusta käyttämällä. Valettaessa saumatonta lattiaa kuitubetonista tulee rakenteen paksuus olla yleensä hieman paksumpi, kuin perinteistä raudoitusta käytettäessä. Kuitubetonia käytettäessä saadaan valettua kerralla suuriakin alueita, jos käytetään laserohjattua levityskonetta. Saumaton laatta ei sovellu Y1-ympäristöluokkaan ilman erillistä selvitystä laatan halkeilusta.

Saumattomalla lattialla voidaan saavuttaa muun muassa seuraavia etuja:

- Hyllyjä ja muita kuormituksia voidaan sijoitella vapaasti, kun ei tarvitse miettiä niiden sijoittelun vaikutusta mitoitukseen ja kuormien siirtymiseen saumojen yli.

- Trukit ja muut tavarankuljettamiseen tarkoitetut koneet ja laitteet pysyvät kunnossa, kun lattiapinnassa ei ole täriseyttäviä saumoja.
- Saumattomat lattiat saadaan nopeammin valmiiksi, kun yhdellä valukerralla on mahdollista tehdä jopa yli 2000 m² valmista betonilattia.

(Matsinen 2008a)

8 Lattioiden pinnoitteet

8.1 Pinnoituksen tarkoitus

Betonilattian on kestävä siihen kohdistuvat rasitukset, jotka tilan käyttötarkoitukselle ovat ominaisia. Pinnoitteen yhtenä tarkoituksena onkin suojata alla olevaa betonia ulkoisilta rasitteilta. Pinnoitteelta edellytetään useita ominaisuuksia ja pinnoitteen valinnassa ne on asetettava tärkeysjärjestykseen. Huomioitavia asioita ovat myös huoltotarve ja käytönaikaiset kustannukset.

Pinnoitteen valintaan vaikuttavia tekijöitä ovat:

- mekaaninen rasitus
hankaava rasitus, pistekuormat, iskut
- kemiallinen rasitus
- fysikaalinen rasitus
tiiveys, venymä
- lämpörasitus
- säärasitus
uv-valon kestävyys
- ulkonäkö
väri, kiiltoaste, sileyys
- turvallisuus
kitka, sähkönjohtavuus, palo-ominaisuudet
- huolto ja puhtaanapito.

(Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2003)

Pintakäsittelyn lopputulos syntyy monen asian summana ja siihen vaikuttaa muun muassa:

- lattiatyyppin ja betonin valinta
- betonivalun toteutus ja jälkihoito
- pinnoitetyypin valinta
- betonilattian esikäsittelymenetelmä
- pinnoitustyön ajoitus ja toteutus.

(Teollisuuslattioiden pinnoitus Bly-11)

8.2 Pinnoite- ja päällystystyypit

Päällysteillä tarkoitetaan yleensä jonkin tehdasvalmisteisen valmiiksi tehdyn tuotteen kiinnitystä betonipintaan. Näitä ovat muun muassa laatat, parketit, muovimatot ja linoleum. Tässä työssä keskitytään kuitenkin lähinnä pinnoitteisiin.

Pinnoittaminen tarkoittaa lattiaan levitettävää pintakerrosta, joka saa lopulliset ominaisuutensa vasta levitettäessä ja kuivuessaan. Pinnoitteet voidaan jakaa seuraavanlaisiin tyyppeihin:

- pölynsidonta-aineet
- ohennettavat maalit ja lakat
- liuotteettomat maalit ja lakat
- itsesiliävät massapinnoitteet
- hierrettävät massapinnoitteet
- sementtipolymeerimassat.

lisäksi omana ryhmänään ovat kuivasirotteet.

(Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2003, 7)

Taulukossa 5 on esitetty betonipintaan levitettävien pinnoitteiden kalvopaksuuksia sekä eri pinnoitteiden levitystapa.

Taulukko 5. Betonipintaan levitettävät pinnoitteet (Betonilattiat 2002)

Tuoteryhmä	Keskimääräinen kuivakalvon paksuus	Levitystapa ¹⁾	Lattiaan kohdistuva rasitus ²⁾
Pölynsidonta-aineet - fluatointi yms.	0	1,4	
Imeytyvät tuotteet - liuotin- tai vesiohenteiset 2-komponenttiset epoksilakat - kosteuskovettuvat uretaanilakat	0...20 µm	2,(3), 4	pieni
Ohennettavat maalit ja lakat - 1-komponenttiset maalit - 2-komponenttiset epoksit ja kosteuskovettuvat polyuretaanit	40...100 µm	2,(3), 4	
Liutteettomat maalit, lakat ja pinnoitteet - epoksi- tai polyuretaanihartseja	100...500 µm	2	keskisuuri
Sementtipolymeerimassat	yli 1,0 mm	4+5	
Itsesiliävät muovimassat - kvartsi- tai luonnonhiekkatäyte	1,0...4,0 mm	4+5	
Hierrettävät muovimassat - kvartsihiekkä, väri tai luonnonhiekkä - sideaineena 2-komp. epoksit, akryylit, polyuretaanit tai	yli 3,0 mm	4+6	suuri

¹⁾ Levitystavat: 1 on harjaus
2 on telaus
3 on ruiskutus
4 on lastalevitys
5 on tasoitus piikkitelalla
6 on hierto.

Fluatointiaineet

Fluatoinnilla muutetaan normaalisti betonin pinnassa oleva pehmeä ja pölyävä kalsiumkarbonaatti kemiallisen reaktion avulla kovemmiksi ja pölyämättömiksi yhdisteiksi. (Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2003)

Imeytysaineet

Betonilattian imeytyksessä käytetään hyvin matalaviskoosista polymeerilakkaa. Käsittelyllä pyritään täyttämään betonin pintaosan pienet huokokset ja sitomaan pöly. Pintaan muodostuu hyvin ohut kalvo. (Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2003)

Epoksit

Epokseja on kemialliselta koostumukseltaan lukuisia eri tyyppisiä riippuen käytettävästä hartsista ja kovetteesta. Lisäksi tuotteet voidaan jakaa niissä käytettävien liuotteiden mukaan: vesiohenteiset, liuotinohenteiset ja liuotteettomat. Tuotevalikoima epokseilla on siis hyvin laaja. (Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2003)

Vesiohenteisiä epokseja valmistetaan maaleina, lakkoina ja itsesiliävinä massoina ja hierrettävinä massoina. Nämä vesiohenteiset epoksit läpäisevät hyvin vesihöyryä, ja ne sallivat mahdollisesti betonialustassa olevan kosteuden poistumisen ongelmitta. Liuoteohenteisiä lakkoja käytetään yleensä pohjustuslakkoina ja hierrettävien pinnoitteiden pintalakkana. Nämä liuoteohenteiset pohjustuslakat muodostavat betonipintaan tiiviin kalvon. Liuotteettomat epoksit tarttuvat hyvin pohjustettuun betonialustaan ja kestävät normaalisti käytettäviä pesuaineita, polttoaineita ja öljyjä. Ne onkin tarkoitettu lievään mekaaniseen rasitukseen. Itsesiliävät massapinnoite-epoksit kestävät melko kovaa hankaavaa rasitusta. Hierrettävät epoksinpinnoitteet kestävät erittäin kovaa mekaanista rasitusta, ja pintalakkauksesta riippuen myös hyvin kemiallista rasitusta. (Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2003)

Polyuretaanit

Polyuretaanipinnoitteita on kolmea eri perustyyppiä:

1-komponenttiset kosteuskovettuvat maalit ja lakat

2-komponenttiset maalit ja lakat

2- komponenttiset, joissa kosteus aktivoi kovettimen.

Polyuretaanit muodostavat kulutusta kestävän vesitiivin pinnan, joka kestää hyvin kemikaaleja. Polyuretaanipinnoitteilla on hyvä iskunkestävyys ja ne ovat elastisia. (Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2003)

Akryylit

Akryylipinnoitteet perustuvat akryylihartsiin, joka saadaan kovettua peroksidilla kestonmuoviksi. Massa tehdään sekoittamalla kovetinta akryylihartsiin ja lisäämällä seokseen hiekkaa. Usein puhutaankin akryylibetonista, vaikka kyseessä on normaali hierrettävä polymeeripinnoite. Lattioissa akryylipinnoitteita käytetään pääasiassa hierrettyinä massoina, jotka levitetään yleensä 3–4 mm:n paksuisina. Akryylihartsi voidaan myös pigmentoida, jolloin se levitetään telalla tai käytetään itsesiliävää massaa.

Akryyliin etuna on nopea kovettuminen, jopa alhaisissa lämpötiloissa, ja hyvä tartunta alustaan. Näin pinnoitustyö voidaan toteuttaa nopeasti ja tila ottaa käyttöön huomattavasti lyhyemmässä ajassa, kuin epokseja käyttäen. Valmiilla akryylimassalla on erinomainen kulutuksen ja iskujen kestävyys. Myös kemikaalien kesto on hyvä lukuun ottamatta liuottimia, joiden osalta epoksit ovat parempia. Akryylipinnoitteen kovettuminen vaatii työkohteessa riittävän hyvää ilmanvaihtoa, joka on olennaista myös akryyleille ominaisen voimakkaan hajun takia. (Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2003)

Sementtipolymeeripinnoitteet

Perinteiset puhtaat sementti- tai polymeeritasoitteet eivät ole aina riittävän kestäviä teollisuuden vaativiin olosuhteisiin. Tästä syystä käytetäänkin yleensä sementtipohjaisia massoja, joihin on lisätty erityyppisiä polymeerejä parantamaan massojen ominaisuuksia. Sementtipolymeeripinnoitteissa sideaine on erikoisementin ja polymeerimuovien seos.

Sementtipolymeerimassoilla on esimerkiksi seuraavia ominaisuuksia:

- hyvät mekaaniset ominaisuudet ja kulutuksen kestävyys
- erittäin hyvä lämmönkesto, jopa 150 °C
- hyvä kemikaalikesto
- kovettuu nopeasti
- voidaan levittää kostealle pinnalle ja jopa tuoreelle betonille
- voidaan levittää ohuena (≥ 2 mm) pinnoitteena
- estää osmoottisen kuplimisen (*ilmiö, jossa alustasta tai maapohjasta nouseva kosteus kuljettaa mukanaan liuennetta suoloja, jotka eivät pääse pinnoitekalvon läpi.*)

(Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2003)

Kuivasirotteet

Erityisesti pysäköintihalleilla, ja osalla teollisuus- ja varastolattioista betonipintaan kohdistuu suurta kulutusrasitusta. Silloin yksi vaihtoehto ja melko yleinenkin keino kulutuskestävyyden parantamiseen, on kuivasirotteiden käyttäminen. Kuivasirotteet levitetään tuoreelle betonipinnalle valuvaiheessa ja hierretään siihen kiinni niin, että ne muodostavat yhtenäisen rakenteen alusbetonin kanssa. Kuivasirotteet voidaan levittää käsin tai koneellisesti, joka nykyisin varsinkin suuremmissa kohteissa on yleisin tapa. Huolellisella hiennolla pinnasta saadaan tiivis ja helposti puhdistettava. Tärkeä asia

kuivasirotteiden käytössä on oikean sirotetyypin valinta lattialle. Siihen auttaa yleensä valmistajilta löytyvät valintataulukot. (Piimat Oy)

Eri pinnoitteiden ominaisuuksia on koottu yleisesti taulukkoon 6. Tarkemmin ominaisuuksista kerrotaan kunkin tuotteen tuoteselosteessa.

Taulukko 6: Pinnoitteiden ominaisuudet (Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2003)

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

Suunniteltu lattiapinta voidaan jakaa seitsemään eri rasisitusluokkaan sen mukaan kuinka paljon kulutusta ja rasisitusta siihen kohdistuu. Pinnoitetyyppi tulee valita lattian rasisitusluokan mukaan ja seuraavassa taulukossa on lueteltu sopivia pinnoitetyyppejä rasisitusluokan mukaisesti.

Taulukko 7: Rasisitusluokat (Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2003)

Rasisitusluokka	Kuvaus	Pinnoitetyyppi
Hyvin lievä (BC 1)	Lievä mekaaninen tai kemiallinen rasisitus, kuivat sisätilat	- Pölynsidonta-aineet - Ohennettavat maalit ja lakat - Liuotteettomat maalit ja lakat
Lievä (BC 2)	Kevyt mekaaninen rasisitus - jalankulkuliikenne - kestää vesipesun ja tahrannoiston neutraaleilla pesuaineilla	- Liuotteettomat maalit ja lakat
Kohtalainen (BC 3)	Jatkuva kohtalainen mekaaninen rasisitus - jatkuva kevyt liikenne ja satunnainen trukkiliiikenne - kestää vesipesun ja tahrannoiston neutraaleilla pesuaineilla	- Liuotteeton pinnoite, kalvovahvuus >500 pm
Ankara (BC 4)	Kova mekaaninen ja rasisitus - jatkuva haarukkatrukkiliikenne ja pistekuormarasisitus - kestää prosessikemikaalien roiskerasisitusta < 30 °C	- Itsesiliävä massa, kalvovahvuus >2 mm - Sementtipolymeerimassa
Hyvin ankara Mekaaninen (BC 5-Mec)	Erittäin kova mekaaninen rasisitus tai lämminvesirasisitus - jatkuva trukkiliiikenne ja suuri pistekuormarasisitus - kestää prosessikemikaalien roiskerasisitusta < 30 °C - lämminvesirasisitus 20 ... 60 °C	- Hiertomassa, kalvovahvuus >4 mm - Sementtipolymeerimassa
Hyvin ankara Kemikaali ¹⁾ (BC 5-Chem)	Voimakas kemiallinen rasisitus - väkevät epäorgaaniset hapot ja väkevät emäkset < 3 d - laimeat orgaaniset hapot ja emäkset < 28 d - ajoittainen kuumavesirasisitus < 80 °C lämpöshokit - liuotinrasisitus - kohtalainen mekaaninen rasisitus	- Hiertomassa, kalvovahvuus >5 mm - Sementtipolymeerimassa - Sideaine ja pintalakka valittava kemikaalirasisituksen mukaan
Erikoisrasisitukset (BC 6)	Jatkuva kuumavesirasisitus > 90 °C tai höyrupesuu, erikoiskemikaalirasisitus Johtavat- ja muut erikoispinnoitteet	Pinnoite valittava vallitsevien rasisitusten tai vaatimusten mukaan

8.3 Alustan vaatimukset pinnoitteille

8.3.1 Lattiabetonin kosteus

Betoni sisältää vettä sekä kemiallisesti, että fysikaalisesti betonin huokosiin sitoutuneena. Fysikaalisesti sitoutuneesta vedestä osa haihtuu pois, kunnes lattia on saavuttanut ympäristön olosuhteita vastaavan kosteustilan. Pinnoitettavuuden kannalta betonilattian tulee olla juuri tällaisessa tasapainotilassa. (Tikkurila Oy)

Betonipinnan kosteudella tarkoitetaan betonilaatan, sekä mahdollisesti sen päällä olevan tasoitekerroksen kosteuspitoisuutta. Betonipinnan jälkihoitovaiheessa sumutettava vesi ei oleellisesti hidasta laatan myöhempää kuivumista. Mahdollisesti käytettävä ruiskutettava jälkihoitoaine tulee tarvittaessa poistaa betonipinnalta ennen päällysteiden asentamista. (Betonilattiat 2002, 129)

Betoni itsessään kestää hyvin kosteutta, mutta betonin sisältämät emäksiset yhdisteet yhdessä kosteuden kanssa voivat aiheuttaa päällysteissä ja sen kiinnityksessä vaurioita. Betonirakenteen sisällä voi olla hyvinkin kosteaa, mutta lähellä pintaa ja päällystettä ei kosteus saa nousta kovinkaan korkeaksi. (Betonitekniikan oppikirja 2004)

Ennen päällystämistä tehtävillä kosteusmittauksilla voidaan varmistaa betonin riittävän alhainen kosteus, jotta päällystäminen tai pinnoittaminen voidaan suorittaa huoletta. Kosteusmittaus tulee suorittaa huolellisesti ja samalla arvioida myös, onko rakenteeseen mahdollista siirtyä lisää kosteutta esimerkiksi kapillaarisesti. Pintaosien kosteus vaikuttaa siihen, miten rakenne pystyy ottamaan vastaan tasoitteiden ja liimojen sisältämän kosteuden. (Betonitekniikan oppikirja 2004)

Käytettäviä betonin kosteuden määrittämenetelmiä ovat erilaiset suhteellisen kosteuden mittaamenetelmät, joita ovat esimerkiksi:

Porareikämittaus

Porareikämenetelmässä betonin suhteellinen kosteus mitataan betoniin poratusta reiästä. Porauksen jälkeen reikä puhdistetaan huolellisesti ja tiivistetään ympäröivästä huonetilasta, jotta betonissa oleva kosteus tasoittuu. Tasoittumisajan tulee olla riittävän

pitkä, mieluiten muutaman vuorokauden. Kosteusanturi asetetaan porareikään välittömästi reiän avaamisen jälkeen ja liitetään mittauslaitteeseen. Anturin annetaan olla porareiässä, kunnes näyttölaitteen lukema on vakiintunut. (Teollisuuslattioiden pinnoitus BLY-11)

Näytepaloista mitattava suhteellinen kosteus

Mikäli mittausajankohtana rakenteen lämpötila eroaa paljon käytön aikaisesta lämpötilasta tai lämpötila vaihtelee voimakkaasti, voi mittauksen tehdä betonista halutulta syvyydeltä irrotetuista näytepaloista. Näytepalat suljetaan ilmatiiviisti ja tasaantumisen jälkeen kosteus määritetään kosteusanturilla lämpötilassa, joka tulee olemaan rakenteen käyttölämpötila. (Teollisuuslattioiden pinnoitus BLY-11)

Valun yhteydessä asennettavat kosteusmittarit

Pitkäaikaisempaan kuivumisen seurantaan soveltuvat valun yhteydessä betoniin asennettavat anturit. Näihin antureihin liitettävän yksikön avulla voidaan seurata betonin kuivumista koko rakentamisajan ja periaatteessa useita vuosia rakennuksen valmistumisen jälkeenkin. Mittaustavan epävarmuutena on se, ettei valuun upotettavien antureiden pitkäaikaistoimivuudesta ole riittävästi tietoa. Antureiden toimintaa ei voi myöskään tarkistaa, eikä niitä voi kalibroida. (Teollisuuslattioiden pinnoitus BLY-11)

Eri päällystysmateriaalien suuntaa-antavia kosteusraja-arvoja on annettu taulukossa 8. Ensisijaisesti tulee aina noudattaa valmistajan antamia ohjeita.

Taulukko 8. Suositellut suhteellisen kosteuden enimmäisarvot päällystystyölle.

(Betonitekniiikan oppikirja 2004)

Betonin suhteellisen kosteuden (RH) enimmäisarvo, %	Päällyste	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, kumilateksisively) - 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 kimnittämättömät puulattiat (lautaparketit), puun ja betonin välissä kosteudeneristys ja sen alla kosteuden poiskanavointi - Polyuretaanimuovimassat - Täyssynteettiset tekstiilimatot ilman alusrakennetta (erikoistapauksissa suht. kosteus <97%) - Keraaminen laatoitus	Kosteus voi aiheuttaa päällysteseen muutoksia. Käytettävän liiman on kestävä kyseinen kosteus (valmistajan ohjeet!). Vesiliukoista liimaa käytettäessä yleinen kosteusraja on 85 %. Parketin alla esimerkiksi melko tiivis korkkiraematto 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!

Betonin kuivumista nopeuttavat toimenpiteet

Betonin kuivumiseen vaikuttaa oleellisesti käytetty betonilaatu, rakenneratkaisu ja kuivumisolosuhteet. Erityisen haitallista on betonin kastuminen kuivumisvaiheessa sadevesien tai käyttövesien vaikutuksesta. Tässä vaiheessa betoniin imeytyvä vesi lisää huomattavasti laatan kuivumisaikaa. (Betonilattiat 2002, 130)

Betonin vesisementtisuhteen pienentäminen tiivistää betonia ja näin vähentää veden imeytymistä rakenteeseen. Lisäksi kuivumista nopeuttaa betonimassan huokoistus ja suuren maksimiraekoon käyttäminen kiviaineksessa. Kuivumista voidaan tehostaa lisäksi hyvällä tuuletuksella, betonipinnan lämmityksellä ja lattiapinnan hionnalla. Myös lattialämmitystä voidaan käyttää kuivatukseen, mutta silloin betonin lujuuden on oltava vähintään 60 %:a 28:n vuorokauden lujuudesta. (Betonilattiat 2002, 130)

8.3.2 Lattiabetonin lujuus

Betonipinnalle asetettavat lujuusvaatimukset ennen pinnoitusta riippuvat päällystetyypistä ja lattiapinnalle tulevasta rasituksesta. Betonipinnan vetolujuus on pinnoitteen tartunnan ja kestävyuden kannalta oleellinen tekijä, koska pinnoitteen tartunta ylittää yleensä betonin vetolujuuden. Vetolujuus voidaan määrittää käyttämällä hydraulista laitetta, jolla betonipintaan liimattu teräsnasta vedetään irti. Murtuman tulee tapahtua betonissa, ei rajapinnoissa. Suurten rasitusten tiloissa pinnan vähimmäisvetolujuus on betoniyhdistyksen taulukon mukaan $2,0 \text{ N/mm}^2$, mutta useimmat valmistajat edellyttävät silti $2,5 \text{ N/mm}^2$ lujuutta. Keskisuurten rasitusten tiloissa vetolujuus vaatimus on $1,2 \text{ N/mm}^2$. (Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2003)

8.3.3 Päällystettävän pinnan tasaisuus ja sileys

Betonipinnan sileydellä tarkoitetaan pinnan pientä struktuuria, ei aaltoilua tai kaltevuutta. Päällystettävän pinnan sileysvaatimukset riippuvat käytettävästä päällysteestä. Pinnan karheus tulee helposti esille ohuen pinnoitteen läpi. Maaleilla, lakoilla ja pölynsidontakäsittelyillä sileä pinta on suositeltava. Paksujen päällysteiden kohdalla alustan karheus vain parantaa päällysteen tarttuvuutta. Pinnan sileys todetaan silmämääräisesti ja käsin tunnustelemalla. Erityisesti kannattaa tarkastaa seinien

vierustat ja pilareiden ympäristö. (Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2003; Betonilattiat 2002)

8.3.4 Päälystettävän pinnan puhtaus

Pinnan puhtaus tarkoittaa sitä, että betonin pinnassa tai siihen imeytyneenä ei saa olla haitallisia aineita, kuten liuottimia, maaleja, öljyjä eikä myöskään kiinteää tai irtonaista ainetta. Liiallisen tai huonosti betonimassaan sekoitetun notkistimen käyttö voi myös heikentää pinnoitteen tartuntaa betoniin. Pinnan puhtauteen tulee kiinnittää erityistä huomiota, jos käytetään siveltävää tai levitettävää pinnoitetta. Polymeeripinnoitteiden tartunnan kannalta pinnan puhtaus on erityisen tärkeää. (Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2003; Betonilattiat 2002)

8.4 Pinnoitustyö

8.4.1 Betonipinnan esikäsittely

Esikäsittelyn tarkoituksena on saada betonin pinnalta poistettua kaikki epäpuhtaudet ja mahdollisesti heikompi pintabetoni sekä sementtiliima, ja näin parantaa päällysteen tartuntakykyä lujaan ja puhtaaseen betonipintaan. Betonipintojen esikäsittely onkin tarpeellista yleensä, kun päällystetään vanhaa lattiarakennetta. Ennen varsinaista esikäsittelyä on likaiset lattiat syytä pestä, jotta vältetään lian siirtyminen ja leviäminen alustaan. (Teollisuuslattioiden pinnoitus BLY-11)

Betonilattiapinnoille voidaan tehdä muun muassa seuraavanlaisia esikäsittelyjä:

Hionta

Kaikkein käytetyin esikäsittely tapa, joka voidaan jakaa kolmeen käsittelyasteeseen:

Kevytohionta, jossa lattian pinnasta poistetaan vähäiset epätasaisuudet ja sementtiliimakerros osittain. Käytetään vähän rasiituilla lattioilla.

Pintahionnassa lattiasta poistetaan sementtiliima ja muuten heikkolujuuksinen kerros, niin että hieno runkoaines tulee näkyviin. Käytetään yleisimmin teollisuuslattioiden lakattavilla ja maalattavilla pinnoilla.

Syvähionnassa lattiasta hiotaan pintakerros, niin että karkea runkoaines tulee näkyviin. Käytetään erikoiskohteissa tietyn ulkonäön ja kulutuskestävyyden saavuttamiseksi. Hiontatapa riippuu lattian likaisuudesta, betonin tiiveydestä, mahdollisen aikaisemman pintakäsittelytavan sideaineesta sekä sen kalvon paksuudesta ja tartunnasta alustaan. Hionta voidaan tehdä kuiva- tai märkähiontana. Hionta kannattaa tehdä heti, kun pintabetoni sen kestää, koska myöhemmin hiontatyö on vain vaikeampaa. Varsinkin märkähionta tulee suorittaa välittömästi, kun lattianlujuus on kasvanut riittävästi. Hionnasta syntyvä liete tulee pestä pois välittömästi. Hiontamäärää ei ole työselityksessä välttämättä kerrottu kovinkaan tarkkaan ja todelliseen hiontamäärään vaikuttaa hionnan laatu ja löyhän pintakerroksen paksuus. Ylihiontaa tulee välttää erityisesti, kun hiotaan maanvaraista lattiaa, joka saumojen reunoista on taipunut hieman koholle, koska yleensä kosteuserojen tasaannuttua lattianreunat asettuvat alkuperäiseen asemaansa. (Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2003; Tikkurila Oy)

Sinkopuhdistus

Sinkopuhdistus tehdään työnnettävällä laitteella, joka sinkoaa metallihauleja lattian pintaan, jotka osuessaan irrottavat heikkolaatuisen pintakerroksen. Samalla laite imee irtoavan pölyn ja kuulat. Tavallisesti lattia ajetaan kahteen kertaan ristikkäin, jotta tuloksesta tulee tasainen. Sinkopuhdistetusta betonipinnasta tulee melko karhea, joten se sopii hyvin massapinnoitteille ja pintabetonikerroksen alustaksi. Vanhojen ohutkalvopinnoitteiden poistossa menetelmä on hyvin tehokas, lisäksi se on pölyämätön ja hiljainen. (Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2003)

Jyrsintä

Jyrsintälaitteessa terien metallipalaset iskeytyvät betoniin murtaen sitä. Tavallisesti jyrsitty pinta on karkeampaa, kuin sinkopuhdistettu. Menetelmää käytetään yleensä poistettaessa vanhoja pinnoitteita ja käsiteltäessä vanhoja lattiaita. (Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2003)

Suolahappopeittäus

Menetelmässä käytetään väkevää suolahappoa laimennettuna veteen. Liuos levitetään lattialle ja annetaan vaikuttaa noin 10 minuuttia, jonka jälkeen se huuhdotaan huolellisesti runsaalla vedellä pois. Käsittelyn jälkeen alustan tulee antaa vielä kuivua pinnoituskelpoiseksi. (Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2003)

Vesisuihkupuhdistus

Betonipintaa suihkutetaan voimakkaalla korkeapaineisella vesisuihkulla, joka irrottaa pinta-ainesta. Pois pestävän betonin määrä riippuu vesisuihkun etäisyydestä. Harvemmin käytetty menetelmä pinnoitustöissä. (Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2003)

Hiekkapuhallus

Hiekkapuhallus on menetelmänä hyvin samantapainen kuin sinkopuhdistus, mutta metallihaulien sijaista käytetään puhallushiekkää. (Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2003)

Liekkiharjaus

Liekkiharjauksessa käytetään hyväksi asetyleenihappiliekkin korkeaa lämpötilaa, joka on noin 3100 °C. Kuumuus haihduttaa betonin huokosissa olevan nesteen ja aiheuttaa nopean rapautumisilmiön. Liekkiharjattu betonilattia ei vaadi normaalisti mitään lisäkäsittelyä, vaan soveltuu sellaisenaan pohjustus- ja pinnoitustöihin. Menetelmän huonona puolena on, että se saattaa vaurioittaa käsiteltävää betonilattiaa jos liekkiä pidetään samassa kohdassa pitkään. (Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2003; Tikkurila Oy)

8.4.2 Pinnoituksen jälkeinen laadunvarmistus

Päällystämisen onnistuminen voidaan todentaa betonin kosteusmittauksella noin 3–24 kuukauden jälkeen päällystämisestä tai pinnoittamisesta. Pinnoitteille ei yleensä ole varsinaisia ohjeita laatuvaatimuksista, vaan haluttu laatu on sovittava erikseen tilaajan ja pinnoitusurakoitsijan kesken. Pinnoituksille voidaan asettaa seuraavanlaisia laatuvaatimuksia:

Paksuusvaihtelut

Työohjeessa on nimetty pinnoitteelle nimelliskalvopaksuus, joka pinnoitteen tulee keskimääräisesti täyttää. Paksuus voidaan paikallisesti alittaa korkeintaan 20 %, kalvopaksuuden ylitys on tuotekohtaista. Kalvopaksuuden määrittäminen tapahtuu työmaalla seuraamalla ainemenekkiä ja pitämällä siitä kirjanpitoa. Menekkiä verrataan tuoteselostuksessa ilmoitettuun teoreettiseen riitaisuuteen. Laskennallinen

hukkakerroin on 3 %. Pinnoitustyössä oikea kalvopaksuus saadaan käyttämällä sopivaa säätö- tai hammaslastaa. (Betoni lattioiden pinnoitusohjeet 2003)

Pinnan sileysvaihtelu ja karheusaste

Maali- ja lakkapinnoitteilla alustasta johtuva sileysvaihtelu on tapauskohtainen, eli se riippuu tehdystä betonipinnasta, mikäli halutaan alustaa sileämpi pinta, on siitä sovittava ennen työn aloitusta. Hierrettäviä massapinnoitteita käytettäessä pinnassa voi esiintyä vähäisissä määrin hiertotyökalujen jälkiä. Pinnoitteen tarkastelu tulee suorittaa lopullisia käyttöolosuhteita vastaavassa valaistuksessa, koska luonnonvalossa jäljet ja epätasaisuudet korostuvat voimakkaasti. Valmiin pinnan karheusaste on määriteltävä erikseen. Yleensä hierrettäviin pinnoitteisiin on saatavilla kolme eri karheusastetta: karkea, puolikarkea, siloteltu. (Betoni lattioiden pinnoitusohjeet 2003)

Värierot

Hiertomassoilla väri vaihtelua voi aiheuttaa värihiekkan valmistuseräkohtaiset erot. Tätä eräkohtaista vaihtelua voidaan välttää toimitusjärjestelyillä, sekä sovittamalla saumat huonejaon mukaan. (Betoni lattioiden pinnoitusohjeet 2003)

Huokokset ja kupliminen

Maali- ja lakkapinnoitteilla sekä itsesiliävillä massapinnoitteilla sallitaan vähäinen määrä yksittäisiä kuplia, mutta ei huokosia. Kemiallisesti rasitetuista latioista mahdolliset kuplat on poistettava. Kuplien alla pinnoitteessa oleva reikä tulee paikata samalla massalla ennen lattian käyttöönottoa. (Betoni lattioiden pinnoitusohjeet 2003)

9 Esimerkkikohde

9.1 Kohteen esittely

Opinnäytetyön idea lähti liikkeelle Skanska Talonrakennus Oy:n urakoimasta työmaasta, jossa tämän opinnäytetyön tekijä oli ohjatussa työharjoittelussa. Työn liitteenä olevat esimerkkilaskelmat on tehty kyseenomaisen rakennuksen maanvaraisista lattioista.

Esimerkkikohde on Lahdessa sijaitseva TRI Energyn työmaa, jossa rakennettiin uusiutuvan energian tutkimuskeskusta. Pääurakoitsijana toimi Skanska Talonrakennus Oy:n Lahden yksikkö ja tilaajana oli Lahden tiede- ja yrityspuisto Oy. Kohteen tiloja vuokrataan tutkimusyhteisöille, jotka voivat tutkia ja kehittää biopolttoaineita ja uusiutuvia energian lähteitä. Rakennuksen runko koostuu kokonaisuudessaan elementeistä, lukuun ottamatta väestönsuojaa, joka on paikallavalettu. Rakennuksen toinen puolisko on kaksikerroksinen ja toinen puoli yksikerroksinen. Kuvassa 8 on havainnekuva valmiista kohteesta.



Kuvio 8: Havainnekuva uusiutuvan energian tutkimuskeskuksesta.

9.2 Lattiat ja rakennetyypit

Maanvaraista lattiapinta-alaa rakennuksessa on noin 1200m². Siitä noin 500 m² on valettu käyttäen keskeistä raudoitusverkkoa, ja 675 m² valettu teräskuitubetonilla. Teräskuitubetonia on käytetty, koska rakennuksen toiseen pätyyn sijoitettiin suuria ja painavia öljysäiliöitä sekä polttimia lisäksi hallin sisällä voi joutua ajamaan myös trukeilla. Toinen pääty rakennuksen lattiasta on tehty normaalista betonista verkkoraidoitusti, koska siellä sijaitsee luokahuoneita ja eteisaula, jotka eivät ole tavanomaista suuremman rasituksen alla. Pinnoitteena lattioissa käytettiin hallin puolella epoksinnoitetta ja normaalilla betonilla keraamisia laattoja. Kohteen lattiatyöt toteutettiin kokonaisuudessaan aliurakkana. Kuvassa 9 asennetaan eristeitä ja tehdään pohja esimerkkikohteen kuitubetonilattiaa varten. Havainnepohjakuva koko kohteen lattioista löytyy liitteestä 3.



Kuvio 9: Eristeiden asennusta ja pohjan tasausta

Kohteessa maanvaraiset lattiat valettiin neljänä eri kertana, kumpikin lattiatyyppi valettiin kahdessa erässä. Näin kerralla valettavan alueen kooksi tuli vain 200–370 m². Näin tehtiin muun muassa työteknisistä syistä, ja jotta rakennuksen läpi päästäisiin koko

ajan kulkemaan. Kuitubetonilattian ensimmäistä osaa valettaessa olosuhteet eivät suosineet valutyötä, vaan rankkasade haittasi työtä ja vaikutti hieman valmiin lattiapinnan laatuun. Kuten kuvasta 10 voidaan nähdä. Työn laskuissa ei ole huomioitu väestönsuojan lattiaa, eikä myöskään lattialämmitystä, joka asennettiin verkkoraudoitetun lattian toiseen puoliskoon. Leikkauskuvat kohteen lattioiden rakennetyypeistä löytyvät liitteestä 2.



Kuvio 10: Esimerkkikohteen lattioiden valua huonoissa olosuhteissa.

9.3 Työmenekki- ja hintalaskelmat

Lattiatöiden hintojen ja työmenekkien vertailussa ei ole huomioitu lattioiden alusrakenteita. Suodatinkankaat, sora, kapillaarikatko ja laakerointikerrokset ovat lähes samat kummassakin lattiatyypissä, joten niitä ei laskelmiin otettu mukaan. Vertailuun on otettu mukaan ne osat ja materiaalit, jotka lattioissa poikkeavat toisistaan.

Vertailulaskelmissa käytetyt materiaalien hinnat on kerätty eri lähteistä. Osa hinnoista on saatu esimerkkikohteessa toteutuneista hinnoista ja aliurakkatarjouksessa olleista hinnoista. Kaikkia hintoja ei niistä saatu ja näiden materiaalien hinnat onkin laskettu keskiarvona Rakennusosien kustannuksia 2008 -kirjan hintojen ja rautakauppa taloon.com:n hintojen perusteella.

Työmenekit on laskettu suoraan Rakennusteollisuus RT:n julkaisemasta Rakennustöiden menekit 2006 RATU-kirjasta. Varsinaisia oikeita työmenekkejä kohteen työsaavutuksista ei ollut tätä työtä tehdessä saatavilla. RATU:ssa työmenekit on ilmoitettu niin sanottuna T3-aikana, joka tulee kertoa vielä TL3-lisäkertoimella, jotta saadaan työvaiheen varsinainen kokonaiskesto T4-aika. Tämän työn laskelmissa, työmenekit on ilmoitettu yhden hengen työntekijätunteina. Yhden työntekijän voimin työt eivät käytännössä onnistu, joten jos halutaan tarkastella työmenekkejä varsinaisina työaikoina, täytyisi työmenekit jakaa työryhmän vahvuuden mukaisesti.

Lasketut työmenekit ja hinnat eivät täysin vastaa todellisuutta ja ovatkin lähinnä suuntaa-antavia. Varsinaiset oikeat toteutuvat kustannukset sekä työmenekit voivat poiketa suurestikin lasketuista arvoista, koska ne ovat hyvin tapauskohtaisia ja riippuvat paljolti työryhmästä, työkohteesta sekä monista muista olosuhteista.

10 Yhteenveto

Työmaan johtaminen on monesti tasapainoilua kiireisen aikataulun sekä taloudellisuuden ehdoilla. Käytettävät työmenetelmät voivat vaikuttaa suurestikin työmaan kustannuksiin ja aikatauluun. Tässä työssä käsiteltiin maanvaraisten lattioiden valun osalta kahta erilaista työmenetelmää ja niiden eroavaisuuksia. Tärkeimpiä huomioitavia asioita valittaessa lattioiden valutapaa on ainakin valettavan lattian pinta-ala sekä käyttötarkoitus. Tietenkin tulee myös huomioida vallitsevat olosuhteet sekä käytettävissä oleva aika ja työhön varattu raha. Vertailemalla näitä asioita voidaankin jo hyvin pitkälti päättää kumpi valutapa kannattaa kohteeseen valita.

Kuitubetonilla valettaessa täytyy muistaa oikea ja tarkka mitoittaminen juurikin käytettävälle kuidulle. Lisäksi tulee muistaa, että kuitubetonilla valettaessakin harjateräksiä joudutaan jonkin verran käyttämään. Jos kyseessä on hyvin suuri ja selkeä lattiapinta ja laserohjatun levityskoneen käyttö on tilassa mahdollista, voidaan helposti säästää aikataulussa jopa päiviä. Pienissä kohteissa, joissa lattiapinta-alaa on alle 1000 m², kuitubetonia käytettäessä ei välttämättä säästetä kuin vähän työajassa riippuen kohteesta. Kummalla tekniikalla tahansa lattiat valaakin, niin niiden jälkihoito on yhtä tärkeää. Jos halutaan hyvät, kestävät ja halkeilemattomat lattiat on jälkihoidon aloitus- ja lopetusajankohta ratkaisevassa osassa laadun kannalta. Ongelmana onkin, että usein betonilattioiden jälkihoitoa ei aloiteta riittävän aikaisin, ja se myös lopetetaan liian aikaisin.

Esimerkkilaskelmien perusteella kuitubetonilattian valu tuli materiaalien osalta hieman kalliimmaksi kaikissa tapauksissa. Työmenekkeissä kuitenkin tuli säästöä, näinkin pienessä kohteessa ja ilman levityskonetta, jopa kolme työpäivää jos käytettäisiin kolmen hengen työryhmää. Laskelmissa ei ole huomioita hintaa työlle, joten jos työn hinta vielä laskettaisiin mukaan, niin kuitubetonilattian hintaero verkkoraudoitettuun lattiaan pienenesi entisestään. Esimerkkikohteen lattiat olivat melko pieniä pinta-alaltaan, joten kovin suuria eroja ei laskelmiin tullut. Valualueet olivat myös pieniä, joka lisäsi työsaumojen määrää vaikeuttaen hieman laskelmien vertailua. Laskuissa ei ole myöskään huomioitu liikuntasaumojen sahauksen hintaa, joka tulisi lisänä kuitubetonilattiassa.

Opinnäytetyön tekeminen oli opiskeluajan suurin yksittäinen työrupeama. Työtä aloittaessa tuntui, ettei se juurikaan etene, mutta kun sai tehtyä kunnan suunnitelman työstä ja sen sisällöstä, niin alkoi sen tekeminenkin edistyä hieman paremmin. Työn edetessä huomasi, että kokoajan tuli eteen asioita, joita siihen olisi voinut vielä lisätä, mutta liian suureksi työtä ei voinut paisuttaa, jotta pysyisi vielä aikataulun puitteissa valmistumisen kanssa.

Työtä varten olisi voinut kerätä tietoa erikokoisten ja erilaisten kohteiden lattioista, jotta vertailusta olisi tullut monipuolisempi. Lisäksi jos aihe olisi ollut jo aikaisemmin mietittynä, olisi tietoa voinut kerätä enemmän ja tarkemmin työmaalta, jotta vertailulaskelmista olisi saanut tarkemmat. Erilaisista valutekniikoista ja -tavoista kertominen jäi vähälle ja niistä olisi voinut olla lisääkin tietoa. Myös talvibetonoinnin käsittely jäi työssä hieman pintapuoliseksi. Mutta silti työstä saatiin tehtyä sellainen kuin oli suunniteltu, ja toivottavasti siitä on jotain hyötyäkin tulevaisuudessa.

Lähteet

Painetut lähteet

Betonitekniikan oppikirja 2004 By 201. Suomen betoniyhdistys r.y. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä.

Betonilattiat 2002 By 45. Suomen betoniyhdistys r.y. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä.

Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2003 By 49. Suomen betoniyhdistys r.y. Forssan kirjapaino Oy, Forssa.

Siikanen, Unto 2001. Rakennusaineoppi. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Rakennusosien kustannuksia 2008. Rakennustieto Oy. Tammer-Paino Oy, Tampere.

Rakennustöiden menekit 2006. Rakennustieto Oy. Tammer-Paino Oy, Tampere

Sähköiset lähteet

Betoni 2010. Betonin historia [www-sivu]. [viitattu 27.1.2010] Saatavissa:

<http://www.betoni.com/fi/Tietoa+betonista/Betoni+ja+kestävä+kehitys/Betonin+historia/>

Betoni 2010. Työmaan aloituskokous. [viitattu 26.4.2010]. Saatavissa:

<http://www.betoni.com/download.aspx?intFileID=236&intLinkedFromObjectID=7034>

Betoni 2010. Uudet betoninormi By 50. [viitattu 26.5.2010]. Saatavissa:

<http://www.betoni.com/download.aspx?intFileID=576&intLinkedFromObjectID=6747>

Betonilattioiden jälkihoito Bly-3 2003. [online] [viitattu 5.4.2010]. Saatavissa:

<http://www.betonilattiyhdistys.fi/bly-3.pdf>

- Heikkonen, Heikki 2008. Kuitubetonista saumatonta teollisuuslattiaa [viitattu 4.2.2010]
Saatavissa: <http://www.rakennuslehti.fi/uutiset/lehtiarkisto/14323.html>
- Jauhiainen, Pekka, Komonen, Juha & Puumala, Maarit 2008. Kotieläinrakennusten lattiat -opas hyvän lattian tekoon. [online]. [viitattu 2.6.2010]. Saatavissa:
<http://www.mtt.fi/mmts/pdf/mmts152.pdf>
- Lohja Rudus 2006. Betonin valintaopas [online]. [viitattu 14.4.2010]. Saatavissa:
<http://www.rudus.fi/download.aspx?intFileID=391&intLinkedFromObjectID=9441>
- Luumme, Pentti 2008. Kuitubetonin käyttö lisääntyy rakenteissa – jopa kantavissa rakenteissa [online]. [viitattu 4.2.2010]. Saatavissa:
<http://betoni.com/download.aspx?intFileID=1850&intLinkedFromObjectID=10420>
- Matsinen, Martti 2008a. Saumattomat kuitubetonilattiat [online]. [viitattu 7.2.2010].
Saatavissa: <http://www.betoni.com/download.aspx?intFileID=1883&intLinkedFromObjectID=10487>
- Matsinen, Martti 2008b. Saumattomat teollisuuslattiat kuitubetonista [online]. [viitattu 7.2.2010]. Saatavissa:
<http://www.promaint.net/downloader.asp?id=3062&type=1>
- Peikko Group. Tuoteluettelo [online] [viitattu 6.6.2010]. Saatavissa:
<http://trinity.siteadmin.fi/File.aspx?id=622599&ext=pdf&routing=419671&webid=419723&name=Peikko%20Tuoteluettelo%202009-2010>
- Piimat Oy. Betonilattiat [www-sivu]. [viitattu 14.4.2010]. Saatavissa:
http://www.piimat.fi/tuotteet/index.php?group=00000245&mag_nr=27
- Rudus Oy. Betonin historia [www-sivu]. [viitattu 27.1.2010]. Saatavissa:
<http://www.rudus.fi/fi/Toimialat/Valmisbetoni/Perustietoa+betonista/Betonin+historia/>

Rudus Oy. Kuumabetoni [online]. [viitattu 27.4.2010]. Saatavissa:

<http://www.rudus.fi/download.aspx?intFileID=410&intLinkedFromObjectID=944>

Rudus Oy. Lattiabetonit [www-sivu]. [viitattu 2.6.2010]. Saatavissa:

<http://www.rudus.fi/fi/Toimialat/Valmisbetoni/Betonilaadut/Lattiabetonit/>

Sisäilmayhdistys ry. Maanvastainen betonilaatta [www-sivu]. [viitattu 30.1.2010].

Saatavissa:

http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/kunnossapito_ja_korjaaminen/maanvastaiset_rakenteet/maanvastainen_betonilaatta/

Teollisuuslattioiden pinnoitus Bly-11 1999. [online] [viitattu 18.4.2010]. Saatavissa:

<http://www.betonilattiyhdistys.fi/bly-11.pdf>

Tepponen, Pirjo, Vuorinen, Pekka. Betonilattiat. Mistä ongelmat aiheutuvat? [online]

[viitattu 15.5.2010]. Saatavissa:

<http://www.betoni.com/download.aspx?intFileID=522&intLinkedFromObjectID=7717>

Teqton 2010. [www-sivu] [viitattu 4.3.2010]. Saatavissa:

<http://www.teqton.dk/fi/teqfiber.html>

Tikkurila Oy. [www-sivu]. [viitattu 15.4.2010] Saatavissa:

<http://www.tikkurila.fi/ammattilaiset/suunnittelu/suunnitteluohjeet/sisamaalaus/betonilattiat>

Ålander, Casper 2009. Saumattomat maanvaraiset lattiat [viitattu 8.2.2010] Saatavissa:

<http://www.betoni.com/download.aspx?intFileID=1938&intLinkedFromObjectID=10594>

Suomen TPP Oy. [www-sivu] [viitattu 29.5.2010]. Saatavissa:

<http://www.suomentpp.fi/index.php?loc=tuotteet&id=21>

Verkkoraudoitettu lattia 100 mm 500m²

Materiaalit	Määrä	yks	Hinta (€)	yks	Hinta yhteensä (€)
Eristeet 100mm EPS R	1068	m2	3	m2	3204
Rauditusverkko 5-150 (B500K)	611	m2	2	m2	1222
Muut tarvikkeet	1	erä	50	erä	50
Liikunta- ja työsaumat	24+16/2	m	25	m	800
Betoni K30-2	51	m3	60	m3	3060
yht.					8336

Työmenekit	T4 (tth)	yks	Määrä	yks	tth yhteensä
Eristelevyjen asennus	0,042	m2	1068	m ²	44,856
Rauditusverkon asennus	11,5	1000kg	1280	kg	14,7
Topparit, tukkeet ja liikuntasauamat	0,02	m2	500	m ²	10
Muu rauditus	0,012	m2	500	m ²	6
Betonointi	0,2	m3	51	m ³	10,2
yht.					85,8

Kuitubetonilattia 100 mm 500 m²

Materiaalit	Määrä	yks	Hinta (€)	yks	Hinta yhteensä (€)
Eristeet thermisol 70 mm	580	m2	5,5	m ²	3190
Työsauma	24 + 8	m	25	m	800
Lisäraudoitteet ja muut tarvikkeet	1	erä	50	erä	50
Teräskuitubetoni	51	m3	112	m ³	5712
Teräskuidun pumppauslisä	51	m3	2	m ³	102
Liikuntasaumojen sahaus	55	m	-	m	-
yht.					9854

Työmenekit	T4 (tth)	yks	Määrä	yks	tth yhteensä
Eristelevyjen asennus	0,042	m2	580	m ²	24,36
Topparit, tukkeet ja liikuntasauamat	0,02	m2	500	m ²	10
Lisäraudoitteet	0,012	m2	500	m ²	6
Betonointi	0,22	m3	51	m ³	11,22
Liikuntasaumojen sahaus	0,1	m	60	m	6
yht.					57,6

Kuitubetonilattia 140 mm 680 m²

Materiaalit	Määrä	yks	Hinta (€)	yks	Hinta yhteensä (€)
Eristeet Thermisol super 300 50mm	785	m ²	5	m ²	3925
Työsauma	21 + 16/2	m	25	m	725
Raudoitteet ja muut tarvikkeet	1	erä	50	erä	50
Teräskuitubetoni 30kg/m ³	110	m ³	112	m ³	12320
Teräskuidun pumppauslisä	110	m ³	2	m ³	220
Liikuntasauvojen sahaus	70	m	-		
yht.					17240

Työmenekit	T4 (tth)	yks	Määrä	yks	tth yhteensä
Eristelevyjen asennus	0,042	m ²	785	m ²	32,97
Topparit, tukkeet ja liikuntasauvat	0,02	m ²	680	m ²	13,6
Lisäraudoitteet	0,012	m ²	680	m ²	8,16
Betonointi	0,22	m ³	110	m ³	24,2
Liikuntasauvojen sahaus	0,1	m	70	m	7
yht.					85,9

Vaihtoehto 1: Verkkoraudoitettu lattia 140 mm 680 m² (raudoitus ylä- ja alapinnassa)

Materiaalit	Määrä	yks	Hinta (€)	yks	Hinta yhteensä (€)
Eristeet 100 mm EPS 200 R	1440	m ²	3,8	m ²	5472
Rauditusverkko ylä- ja alapinnassa 4-150 mm	1830	m ²	1,6	m ²	2928
Lisäraudoitteet	150	m	0,3	m	45
Muut tarvikkeet	1	erä	70	erä	70
Liikunta- ja työsaumat	50 + 16/2	m	25	m	1450
Betoni K30-2	110	m ³	60	m ³	6600
yht.					16565

Työmenekit	T4 (tth)	yks	Määrä	yks	tth yhteensä
Eristelevyjen asennus	0,042	m ²	1440	m ²	60,5
Rauditusverkon asennus	22,5	1000kg	2536	kg	57,1
Topparit, tukkeet ja liikuntasauvat	0,02	m ²	680	m ²	13,6
Muu rauditus	0,012	m ²	680	m ²	8,2
Betonointi	0,2	m ³	110	m ³	22,0
yht.					161,3

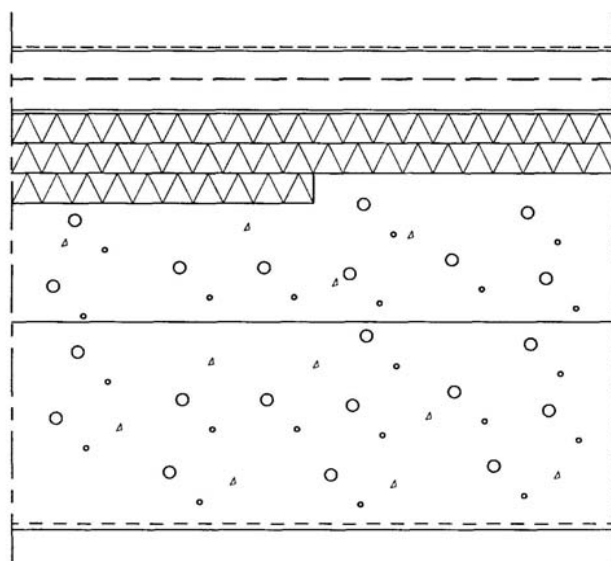
Vaihtoehto 2: Verkkoraidoitettu lattia 120 mm 680m² (keskeinen raudoitus)

Materiaalit	Määrä	yks	Hinta (€)	yks	Hinta yhteensä (€)
Eristeet 100mm EPS 200 R	1440	m ²	3,8	m2	5472
Keskeinen raudoitus 8-150	822,5	m ²	5,1	m2	4194,8
Lisäraudoitteet	100	m	0,3	m	30
Muut tarvikkeet	1	erä	70	erä	70
Liikunta- ja työsaumat	50 + 16/2	m	25	m	1450
Betoni K30-2	85	m ³	60	m3	5100
yht.					16316,8

Työmenekit	T4 (tth)	yks	Määrä	yks	tth yhteensä
Eristelevyjen asennus	0,042	m ²	1440	m2	60,5
Raudoitusverkon asennus	9,1	1000kg	4421	kg	40,2
Topparit, tukkeet ja liikuntasaumamat	0,02	m ²	680	m2	13,6
Muu raudoitus	0,012	m ²	680	m2	8,2
Betonointi	0,2	m ³	85	m3	17,0
yht					139,4

LIITE 2: Rakennetyypit

AP 1



PINTAMATERIAALI
ks rak.selitys

100 mm

MAANVARAINEN TB-LAATTA A-4-30
raud.verkko 5-150 (B500K)
kallistukset lattiakaivoihin min. 1:100



SITKEÄ SUOJAPAPERI

100 mm

EPS-LÄMMÖNERISTE laatu R
1,0 m reuna-alueella 150 mm

≥200 mm

KAPILLAARIKATKOS/SORA
geotekn. suunnittelijan mukaan

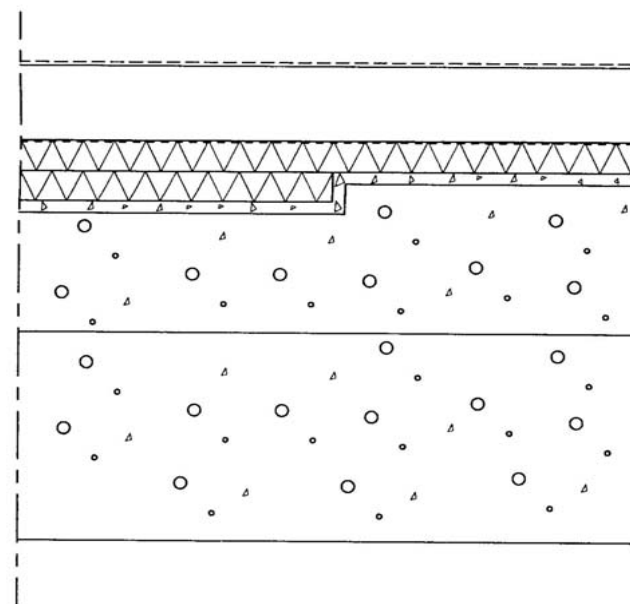
≥350 mm

SORA
geotekn. suunnittelijan mukaan

SUODATINKANGAS LUOKKA N2

u-arvo 0,21 W/m²K (ulompi reuna-alue)
0,23 W/m²K (sisempi reuna-alue)

AP4



EPOKSIPINNOITE ks rak.selitys



140 mm

MAANVARAINEN KUITUBETONILAATTA Ao-4-30
kuidut HICO TwinHook 80/60, 30 kg/m³
lattiakuorma 15 kN/m²

50 mm

LÄMMÖNERISTE Solimate 300 BS
1,2 m reuna-alueella 100 mm

20 mm

TASAUSMURSKE

200 mm

KAPILLAARIKATKOS/SORA

350 mm

MURSKE

u-arvo 0,21 W/m²K (ulompi reuna-alue)
0,23 W/m²K (sisempi reuna-alue)

