



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Lassi Laitila

---

## **Maanvaraiset lattiat ja liikuntasaumat**

Case: Peab

Opinnäytetyö

Syksy 2022

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Tutkinto-ohjelma: Rakennusalan työnjohto

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Lassi Laitila

Työn nimi: Maanvaraiset lattiat ja liikuntasaumamat

Ohjaaja: Olli Isopahkala

Vuosi: 2022

Sivumäärä: 53

Liitteiden lukumäärä: 2

---

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli luoda tiivis informatiivinen kokonaisuus maanvaraisten lattioiden ja liikuntasaumojen laadukkaasta toteuttamisesta. Opinnäytetyö käsittelee maanvaraisen lattian toteutuksen kannalta tärkeitä huomioon otettavia asioita. Työssä käytiin läpi maanvaraisten lattioiden toteuttaminen vaihe vaiheelta ja otettiin kantaa työmenetelmiin ja mahdollisiin ongelma-kohtiin. Työssä käsiteltiin myös kuitubetonointia ja lattian pinnoitusta sekä näiden vaikutusta työvaiheiden suunnitteluun ja toteutukseen.

Tämä työ perustuu RT-kortistoihin sekä eri rakennusteollisuutta käsitteleviin lähteisiin ja tietoihin. Opinnäytetyössä on hyödynnetty työmaalta käytännön tilanteista otettuja kuvia sekä käytännön kokemusten avulla tehtyjä havaintoja. Opinnäytetyön aikana maanvaraisia lattioita on tehty suuressa kohteessa eri menetelmin useita tuhansia neliöitä. Tämä on auttanut opinnäytetyötä tehdessä kiinnittämään huomiota yleisesti ongelmia aiheuttaneisiin tekijöihin.

Lopuksi laadittiin työnjohtajalle avuksi muisti- ja tarkistuslista helpottamaan työvaiheiden tarkastusta ja valvontaa. Opinnäytetyön tarkoituksena on antaa yleisesti tietoa maanvaraisten lattioiden toteuttamisesta laadukkaasti sekä kiinnittää huomio tärkeisiin seikkoihin. Hyvään laatuun pääseminen vaatii huolellisen laadunvalvonnan ja työnjohtajan riittävän läsnäolon sekä selkeät laatutavoitteet. Näiden seikkojen avulla päästään kerralla haluttuun lopputulokseen.

<sup>1</sup> Asiasanat: maanvarainen lattia, liikuntasauga, kuitubetoni, laatu

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Degree programme: Construction Site Management

Author: Lassi Laitila

Title of thesis: Ground floors and expansion joints

Supervisor: Olli Isopahkala

Year: 2022

Number of pages: 53

Number of appendices: 2

---

The aim of the thesis was to create a concise informative whole on the high-quality implementation of terrestrial floors and expansion joints. The thesis dealt with issues important to be considered for the implementation of terrestrial flooring. The thesis involved a step-by-step implementation of terrestrial floors and discussed working methods and possible problem points. The thesis also covered fiber concreting and floor plating, as well as their impact on the planning and implementation of the work phases.

This thesis was based on RT-card records as well as sources and information based on construction industry. The thesis used images taken from practical situations at sites and observations made through practical experiences. In the course of the thesis, earthen floors were made in a large area of several thousand square metres by various methods. This helped note to the factors causing problems in general when writing the thesis.

Finally, a memory and checklist was prepared to assist the foreman to facilitate the inspection and control of the work stages. The purpose of the thesis was to provide general information on the implementation of terrestrial floors with high quality and to draw attention to important points. Good quality requires careful quality control and adequate presence of a foreman, as well as clear quality goals. With the help of these facts, desired outcome can be reached at once.

<sup>1</sup> Keywords: Ground floors, expansion joint, fiber concrete, quality

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä .....	2
Thesis abstract .....	3
SISÄLTÖ .....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo .....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	8
1 JOHDANTO .....	9
2 MAANVARAISET LATTIAT .....	10
2.1 Maanvaraisten lattioiden suunnittelu .....	10
2.2 Aloitusedellytykset.....	11
2.3 Täyttötyöt .....	12
2.4 Lattian eristys .....	14
2.5 Raudoitus .....	14
2.6 Kuitubetonointi.....	16
3 LIIKUNTASAUMAT .....	20
3.1 Liikuntasauojen suunnittelu .....	20
3.2 Asennettava liikuntasauma .....	21
3.3 Liikuntasauaman asennus.....	23
3.4 Ongelmakohdat liikuntasauoissa.....	28
4 BETONOINTI JA LATTIAN PINNOITUS .....	31
4.1 Betonilaadut .....	31
4.2 Lattiavalu.....	32
4.3 Olosuhteet.....	36
4.4 Jälkihoito ja kuivuminen .....	37
4.5 Lattian pinnoitus .....	39
4.6 Pinnoitteet .....	39
5 LAADUNVARMISTUS .....	44
5.1 Laadunvarmistuksen vaiheet.....	44
5.2 Laadunvarmistusmenetelmät .....	44
5.3 Laadunvarmistus työvaiheittain .....	45

5.4 Mittausmenetelmät.....	48
6 POHDINTA.....	50
LÄHTEET .....	51
LIITTEET .....	53

## Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Kapillaarikatkokerros .....	13
Kuva 2. Kaivon lisäraudoitus.....	15
Kuva 3. Liikuntasauman reunan lisäraudoitus, rengasteräkset ja reunahakaset. ....	16
Kuva 4. Betonista pestyä muovikuitua. ....	18
Kuva 5. Valmista kuitubetonia pumppuauton perässä. ....	19
Kuva 6. Leikkauskuva peikon liikuntasaumasta betonilaatassa.....	21
Kuva 7. Liikuntasauman asennusta asennustyökalulla.....	24
Kuva 8. Liikuntasauma asennettuna .....	25
Kuva 9. Liikuntasauman risteyskohta .....	26
Kuva 10. Halkeama kuitubetonilattiassa .....	28
Kuva 11. Kuljetuspumppuauto valmiina lattiavaluun.....	33
Kuva 12. Valmis pumppulinja.....	34
Kuva 13. Betonin pumppaus käynnissä.....	35
Kuva 14. Betonin jälkihoito suojamuovilla.....	38
Kuva 15. Valmis polyuretaanipinnoitettu lattia .....	41
Kuva 16. Malliasennuslaatta ja kuivasirote .....	42
Kuva 17. Työmaalla otetut koekappaleet .....	49
Kuvio 1. Esimerkki risteävistä liikuntasaumoista.....	27
Kuvio 2. Ongelmallinen liikuntasaumalinja.....	29

Kuvio 3. Riski laatan halkeamiseen .....	30
Taulukko 1. Liikuntasauman materiaalinvalinta taulukko .....	22
Taulukko 2. Betonin nimellislujoudenkehittyminen.....	37

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>Kapillaarikatko</b>	Kerros, jossa veden kapillaarinen nousu pysäytetään.
<b>Mesta</b>	Työskentelyalue.
<b>Pakkovoima</b>	Betonin kuivumisesta syntyvä pakottava voima, joka pyrkii halkaisemaan laatan.
<b>Betonin sitoutuminen</b>	Kemiallinen reaktio, jossa vesi ja sementti reagoivat keskenään niin, että betoni alkaa muodostaa lujuttaan.
<b>Täkymetri</b>	Tarkkuusmittalaite
<b>Rakennuksen vaippa</b>	Rakennuksen osat, jotka erottavat lämmöneristetyt tilat ulkoilmasta
<b>Kuitubetoni</b>	Betonilaatu, joka sisältää muovisia tai teräksisiä kuituja, jolla korvataan rauditus tai parannetaan betonin ominaisuuksia.
<b>EPS-eriste</b>	Engl. Expanded polystyrene, paisutettua polysteerimuovia.
<b>Liikuntasäura</b>	Sallii rakenteiden muodonmuutoksia.
<b>Työsaumarauchoite</b>	Mahdollistaa betonoinnin jatkamisen myöhemmin raudoitteen kohdalta.



# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena on käsitellä isojen maanvaraisten lattioiden ja liikuntasauvojen toteuttamista työmaalla. Tarkoituksena on seurata työn etenemistä ja kiinnittää huomiota työn aikana ilmenneisiin ongelmiin ja pohtia, kuinka maanvaraisten lattioiden toteuttamisessa päästään mahdollisimman laadukkaaseen lopputulokseen. Lopuksi laaditaan laadunvarmistuksen tarkastuslista maanvaraisista lattioista helpottamaan työkohteen tarkastusta ja valvontaa. Huolellinen työn valvonta ja tarkastus ehkäisee virheiden syntymistä.

Tarkoituksena on keskittyä maanvaraisiin lattioihin ja liikuntasauvoihin kokonaisuutena. Lisäksi käsitellä opinnäytetyön kohteen erityislaatuisia työvaiheita, jotka liittyvät maanvaraisten lattioiden tekemiseen. Tarkoitus on luoda kokonaisuus edeltävistä työvaiheista sekä tutustua hieman lattian pinnoitukseen.

Toimeksiantaja on Peab Oy, ja opinnäytetyön kohde on suuri tuotantorakennus, johon tulee useita tuhansia neliötä maanvaraista lattiaa. Peab konserni on suuri yhteiskuntarakentaja Pohjoismaiden alueella (Peab. i.a.). Peabilla työskentelee Suomessa yli 2000 henkilöä ja Pohjoismaissa yhteensä yli 15000 ihmistä. Peab toimii useilla eri liiketoiminnan alueilla kuten rakentaminen, myös infra, kiinteistökehitys, asfaltointi, kiviaines sekä betonimyynti ja nosturit. Vuotuinen liikevaihto Peabin konsernilla on noin 5.9 miljardia.

## 2 MAANVARAISET LATTIAT

Maanvarainen betonilattia on valettu suoraan maata vasten tai lämmöneristeiden päälle. Maanvaraisella lattialla tarkoitetaan laattaa, joka on sanojensa mukaan maan varassa (Suomen betoniyhdistys, 2018, s.10). Maanvarainen laatta tehdään tiivistetyn täyttökerroksen päälle, joka estää veden kapillaarisen nousun betoniin. Laatan suositeltu minimipaksuus on 80 mm, mutta usein verkkoraudoitetun laatan paksuus on vähintään 100 mm. Maanvaraisia lattioita voidaan toteuttaa perinteisellä harjateräsraudoituksella, kuitubetonoinnilla tai jännitetynä rakenteena. Lähtökohtana on kuitenkin aina riittävän kantava maaperä, mikä todetaan pohjatutkimuksella.

Lattia on tärkeä osa rakennusta ja tilan käyttötarkoituksen kannalta usein välttämätön. Siksi lattia tulee suunnitella ja toteuttaa huolella. Hyvin toteutettu lattia palvelee käyttäjiänsä pitkään ja kestää käytöstä riippuen rakennuksen elinkaaren ajan (Suomen betoniyhdistys, 2018, s.55). Maanvaraisen lattian tekoon liittyy useita tärkeitä työvaiheita, sekä rakennuksen käytön kannalta oleellisia asioita. Siksi lattia on suuri ja tärkeä kokonaisuus.

### 2.1 Maanvaraisten lattioiden suunnittelu

Toimivan lattian lähtökohtana on käyttötarkoituksen perusteella suunniteltu kokonaisuus, lähtötiedot tulee olla selvillä, kun lattiaa aloitetaan suunnittelemaan (Suomen betoniyhdistys, 2018, s.55). Lähtötietojen perusteella määritetään laattaan kohdistuvat rasitukset, kuormat ja laatuvaatimukset. On erittäin tärkeää ottaa selvää tilassa vaadittavista ominaisuuksista, että valmis lattia mahdollistaa ongelmattoman käytön. Ennen suunnittelun aloitusta määritellään tärkeimmät laatuvaatimukset kuten: kulutuksen- ja iskunkesto, suoruus, tasaisuus, halkeilu, pölyttömyys, säilyvyys, kemiallinen kesto, hygieenisuus, puhdistettavuus, lammikoituminen, turvallisuus, liukkaus ja ulkonäkö. Nämä laatuvaatimukset ja käyttötarkoitus huomioiden valitaan mitoitus- ja suunnitteluperuste. Alustava suunnittelu asettaa vaatimukset lattian rakenteelliselle toimintatavalle, kuormille sekä pinnoituksen tarpeelle.

Elintarviketeollisuuden tuotantolaitoksessa korostuu erityisesti hygieenisuus ja puhdistettavuus, puhdistettavuuteen vaikuttaa suurelta osin lattian pinnoite, mutta myös lattian suoruus ja kaadot tulee olla toteutettuna oikein, ettei lammikoitumista tapahdu (Suomen betoniyhdistys, 2018, s.40). Myös kemiallinen kesto on tärkeä huomioida, sillä se vaikuttaa betonilaadun ja raudoitustavan valintaan.

Liikennöidyillä alueilla täytyy kiinnittää huomiota lattian saumajakoihin ja riittävän hillittyihin kaatolinjoihin, etteivät ne haittaa trukkilliikennettä. Lisäksi lattian pinnoituksen tulee olla hyvin kulutusta kestävä ja riittävän karhea. Jos kaatolinjat ovat todella jyrkkiä ja trukilla joudutaan ajamaan kaadon harjalinjan yli, vaikeutuu taakan kuljettaminen huomattavasti. Trukin kovat pyörät vaurioittavat herkästi lattian saumoja, ja siksi liikuntasaumojen suunnitteluun ja laatuun tulee kiinnittää huomiota.

Lattioiden suunnittelun tärkeys korostuu erikoislaatuissa kohteissa, sillä lattioihin kohdistuvat rasitukset ja vaatimukset ovat aivan omaa luokkaansa (Rakennusteollisuus RTT ym., 2022. s.5). Jotta maanvaraisissa lattioissa päästään laadukkaaseen lopputulokseen, on lähtökohtana alapohjan huolellinen täyttö ja tiivistystyö. Myös salaojien ja kapillaarikatkon tärkeys korostuu, jotta maaperän nouseva kosteus ei pääse vaikuttamaan haitallisesti rakenteisiin.

## **2.2 Aloitusedellytykset**

Ennen kuin maanvaraisia lattioita päästään aloittamaan, täytyy aloitusedellytyksien täytyä (Suomen betoniyhdistys, 2018, s.134). On tärkeää pitää aloituskokous työvaiheesta asianomaisten kanssa. Paikalla tulisi olla ainakin rakennuttajan tai rakennuttajan edustajan eli valvojan, pääurakoitsijan ja työhön osallistuvien sivu-urakoitsijoiden, kuten betonin toimittajan, lvi-urakoitsijan, lattiaurakoitsijan ja rakennesuunnittelijan. Mukana olisi hyvä olla myös tilan tulevien käyttäjien, jotta tärkeät ominaisuudet ja laatuvaatimukset voidaan selventää kaikille osapuolille. Aloituspalaverissa käydään läpi lattiatöihin liittyvät työvaiheet ja asiat vaihe vaiheelta ja päätetään työhön liittyvät toteutustavat. Kaikki aloituspalaverissa läpikäyty dokumentoidaan ja osallistujat kirjataan aloituskokouspöytäkirjaan.

Maanvarainen lattia on laaja kokonaisuus, joka alkaa huolellisesta tarveselvityksestä ja suunnittelusta. Varsinainen työ alkaa pohjatöiden ja viemäreiden tekemisellä rakenteiden liittymäkohdista, eristeistä sekä raudoituksesta liikuntasaumoineen valuun saakka. Valun jälkeen on vielä tärkeä muistaa riittävä jälkihoito ja kuivumisajat. Lattian onnistumiseksi on tärkeää huolehtia koko prosessin ajan riittävästä laadunvalvonnasta ja käyttää hyödyksi eri laadunvarmistusmenetelmiä.

Kohteessa maanvaraisten lattioiden tekeminen on todella laaja työvaihe, jonka toteutukseen on tarvittu erityistä suunnittelua ja huomiointia. Työmaan erityispiirteenä on projektin kesto ja

rakentamisen aloitus syksyä vasten. Tämä on aiheuttanut haasteita ja erityishuomioinnin tarvetta. Maanrakennustöiden ja pohjaviemärien teko ennen talven tuloa on ollut suuri ja tarkkuuta vaativa työvaihe ennen varsinaisen rakentamisen aloitusta. Talven tullessa suuren rakennusalueen jäätyminen ja jäätyminen hallinta ovat vaatineet suuret resurssit. Maanrakennustöitä on aloitettu jo aiemmin, kun alue louhittiin ja kaivettiin valmiiksi ennen varsinaista rakentamista. Maanvaraisten lattioiden aloitusta varten alueita on talven jäljiltä sulateltu ennen töiden aloittamista, minkä jälkeen on kaivettu koekuoppa ja kuvattu pohjaviemäreiden kunto. Tarkistuksen jälkeen on viemäriinjojen ja kaivojen asennusta jatkettu, ja sen jälkeen maanvaraiset lattiat ovat edenneet pala kerrallaan lohkoittain. Tavoitteena on edetä rakentamisvaiheikataulun mukaisesti ja saada työ valmiiksi aikataulussa.

### 2.3 Täyttötyöt

Maanvaraisen lattian alapuoliset rakenteet vaikuttavat olennaisesti lattian kosteustekniseen toimivuuteen (Suomen betoniyhdistys, 2018, s.49). Tästä syystä alapohjan täytöt vaikuttavat myöhemmin lattian pinnoitettavuuteen ja siihen, että rakenne toimii suunnitellusti. Voidaan ajatella, että betonilaatan alapuolisen ilman kosteuspitoisuus on lähes 100 %. Siksi ylimääräinen kosteusrasitus pyritään estämään riittävällä kapillaarikatkerroksella, joka estää veden kapillaarisen nousun maasta betonilaattaan. Myös alapohjan täytöt tulee tiivistää niin, että ne siirtävät betonilaatan kautta tulevat kuormat maaperään. Huonosti tiivistetty täyttökerros aiheuttaa laatan epätasaisen painumisen, jonka yhteydessä esimerkiksi viemärit saattavat vaurioitua.

Maanvaraisten lattioiden toteutus alkaa alapohjan täytöillä, kun muut aloitusedellytykset on saavutettu. Täyttötyöt voidaan tehdä luonnonperäisen kantavan kerroksen päälle tai pohjanvahvistusmenetelmillä lujitetun kerroksen varaan (Suomen betoniyhdistys, 2018, s.71). Lujitetulla kerroksella tarkoitetaan esimerkiksi massanvaihtoa kevytsoralla tai EPS-eristeellä tai pohjan syvästabilointia. Näillä menetelmillä voidaan maapohjan kantavuutta parantaa maanvaraisen lattian mahdollistamiseksi.

Maanvaraisen lattian alle tehtävät täytöt tehdään kerroksittain suunnitelmien mukaan murskeella tai karkeajakoisella louheella. Täyttöjen on oltava routimatonta, ja kiviaineksen karkeus vaihtelee 0–90 mm:n välillä. Kapillaarikatkerros tulee tehdä viimeisenä seulotulla sepelillä, jonka koko vaihtelee 8–32 mm:n välillä. Täyttökerroksen ja eristeen pinta kallistetaan

suunniteltujen kaatolinjojen mukaan, niin että lattian paksuus pysyy samana myös kaatoalueilla. Sisäpuolisilla täytöillä haetaan lattialle oikea täyttökorkeus, jonka päälle eristeet asennetaan. Ennen eristeiden asennusta tulee pohjan olla riittävän tasainen eristelevyille.

Työmaalla täyttökerrokset tehdään rakennuspaikalta aikaisemmin louhitulla kalliomurskeella. Rakennuspaikka on kallion päällä, joten maapohjan kantavuus on erinomainen ja rakennuksen täyttömateriaalit on saatu rakennuspaikalta ja jalostettu sopivan kokokoiseksi louheeksi ja sepeliksi. Rakennuksen pohjaviemärit on kaivettu paikoilleen jo aikaisemmassa vaiheessa, joten täyttöjen edetessä varsinaiset viemärit liitetään pohjaviemäriin. Alapohjan täyttökerrokset tehdään noin 300 mm vahvalla kerroksella kalliomursketta. Kapillaarikatkokerros tehdään 8–32 mm:n sepelillä, kapillaarikatkokerroksen paksuuden tulee olla vähintään 300 mm. Kapillaarikatkokerroksen pinta viimeistellään hienommalla 8–16 mm:n kerroksella: Eristeen asennuksen helpottamiseksi.



Kuva 1. Kapillaarikatkokerros. (Laitila, 2022)

## 2.4 Lattian eristys

Maanvaraisessa lattiassa oikean eristeen valinta on tärkeää, ja eristeiden vallinnassa tulee ottaa huomioon lattian kuormitukset ja riittävä eristyskyky (Suomen betoniyhdistys, 2018, s.79). Lattiaan kohdistuvat kuormitukset kuormittavat eristettä, jonka kautta voimat siirtyvät maaperään. Tästä syystä eristeessä on oltava riittävä puristuslujuus. Pistekuorman aiheuttama paine on eristeen mitoituksen kannalta tarkistettava, ettei eristeen kokoonpuristuminen aiheuta betonilaattaan lisärasitusta ja huonoimmassa tilanteessa halkeilua. Lämmöneristeiden ominaisuudet vaihtelevat paljon eri eristelevytyyppien ja valmistustavan mukaan, eikä siksi suunniteltua eristettä voi vaihtaa ilman suunnittelijan lupaa.

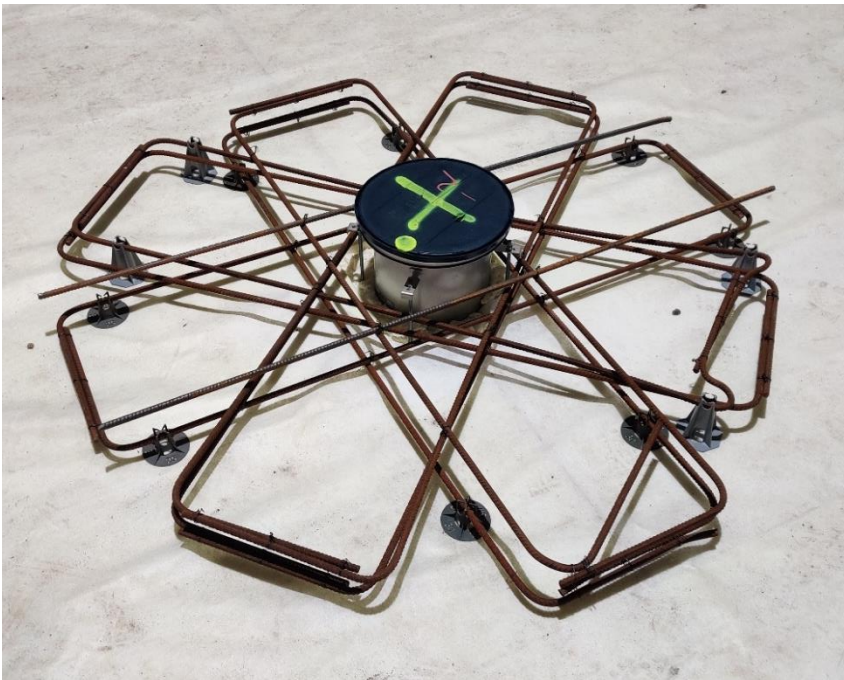
Eristeet asennetaan suunnitelmien mukaan tiivistetyn sepelikerroksen päälle (Rakennustieto, 2015, s.11.). Rakennuksen ulkoseinien ympärille tulee usein eristettä paksummin, koska kylmyyden vaikutus on reuna-alueilla suurempi. Eristeiden asennuksessa kiinnitetään huomiota, että pohja on tiivistetty riittävän hyvin ja oikeaan korkoon. Eristelevyt asennetaan sokkelia ja toisiaan vasten niin tiiviisti, ettei niihin jää rakoja. Mikäli eristelevyt ovat pontatuilla saumoilla, tulee ponttien kohdata hyvin. Kun käytetään ponttaamatonta eristelevyä, eristetään usein kerroksittain, jolloin saumat limitetään niin etteivät saumat ole samalla kohdalla. Eristystyössä rakojen ja reikien tiivistämiseen käytetään uretaanivaahtoa. Eristelevyjen päälle asennetaan valupaperi, esimerkiksi suodatinkangas, jonka päälle raudoitteet asennetaan.

## 2.5 Raudoitus

Maanvarainen lattia voidaan toteuttaa perinteisesti raudoitettuna lattiana harjateräsverkolla, irtopuikkoina tai rullaraudoiteverkolla (Suomen betoniyhdistys, 2018, s.81). Lisäksi on mahdollista käyttää kuitubetonointia tai jälkijännitettyä rakennetta. Harjateräsraudoituksella tarkoitetaan lattiassa käytettävää harjateräsverkkoa, joka asennetaan eristeen päälle korokkeiden varaan. Korokkeiden avulla betoni peittää raudoitteen ympäriinsä, jolloin raudan ympärille saadaan riittävä suojaetäisyys. Perinteisellä harjateräsverkolla toteutettu lattia vaatii huomattavasti enemmän asennusaikaa kuin kuitubetonoinnissa.

Harjateräsverkon lisäksi reuna-alueita ja läpivientejä pitää yleensä vahvistaa lisäraudoituksella; lisäraudoitus tehdään estämään betonin halkeilua ja ottamaan laatan reunoihin kohdistuvat kuormat vastaan (Suomen betoniyhdistys, 2018, s.81). Raudoituksen määrä vaihtelee lattiaan kohdistuvien kuormitusten ja lattian paksuuden mukaan. Ohuemmissa

lattiarakenteissa voidaan raudoitus toteuttaa keskeisellä verkolla, jolloin verkko keskitetään valukorokkeiden avulla suunnitellun lattian paksuuden puoleen väliin. Paksummissa lattiarakenteissa harjateräsverkko laitetaan lattian molempiin pintoihin. Verkkojen reunoille laitetaan harjateräksestä tehdyt pussit, joilla saadaan ylempi verkko pysymään oikeassa korkeudessa. Suunnittelija mitoittaa tarvittavan raudoituksen ja määrittää betonipeitteen tarvittavan suojaetäisyyden raudoitukseen. Työmaalla raudoitukset toteutetaan suunnitelmien mukaan. Kuvissa kaksi ja kolme on kuitubetonoitavan lattian lisäraudoituksia.



Kuva 2. Kaivon lisäraudoitus. (Laitila, 2022)



Kuva 3. Liikuntasauaman reunan lisäraudoitus, rengasteräkset ja reunahakaset. (Laitila, 2022)

## 2.6 Kuitubetonointi

Kuitubetonoinnilla tarkoitetaan raudoituksen korvaamista kokonaan tai osittain kuituvalmistella, joka lisätään betoniin sen valmistusvaiheessa (Sika Finland, i.a.). Kuidun lisäämisellä voidaan muokata ja parantaa betonin ominaisuuksia. Kuitubetonoinnilla ei voida tehdä kuitenkaan kantavia rakenteita, koska kuidujen asettumisesta ei voida olla täysin varmoja, mutta maanvaraisiin lattioihin se on yleinen ja toimiva ratkaisu. Raudoituksen korvaaminen kuidulla suunnitellaan aina yhteistyössä kuituvalmistajan ja rakennesuunnittelijan kanssa (Rakennusteollisuus RTT ym., 2022. s.14). Kuidun määrä valitaan betonilaattaan tulevien kuormitusten, laatan paksuuden ja kuidun ominaisuuksien mukaan.

Perinteiseen raudoitukseen verrattuna kuitubetonin etuja ovat työmaalle jäävän raudoitustyön väheneminen ja sitä kautta työvaiheen aikataulun nopeuttaminen (Sika Finland, i.a.). Kuitubetoni voi korvata teräsraudoituksen osittain tai kokonaan. Kuituvalmisteita ovat teräskuidut, muovikuidut sekä mikrokuidut. Kuituvalmiste lisätään betoniin betonin valmistusvaiheessa,



jolloin betonoitavia alueita ei tarvitse raudoittaa vaan rauditus tulee valmiina betonin mukana.

Muovikuidut eli polymeerikuidut ovat kuitutyypin mukaan 10–50 mm pitkiä, ja pienempiä kuituja kutsutaan mikrokuiduiksi ja isompia makrokuiduiksi (Rudus, i.a.). Makrokuidut ovat paksumpia ja punosmaisesti sidottuja, mikrokuidut ovat huomattavasti ohuempia. Muovikuidun määrä vaihtelee 3,0–7,0 kg/m<sup>3</sup> mitoituksen mukaan. Kuidulla voidaan vähentää kuivumisesta johtuvaa halkeilua tai korvata rauditus osittain. Kuitu sopii betonilaatuihin C 25/30–C 30/40 raekooltaan 8–32 mm ja notkeusluokaltaan S 1–S 4. Muovikuitujen pumppauksessa on notkeusluokan oltava vähintään S3, että se saadaan kulkemaan pumppulinjan lävitse, kourulla valettaessa voidaan käyttää pienempää notkeusluokkaa. Punottu muovikuitu imee myös hie-man kosteutta itseensä, mikä vaikuttaa betonin notkeuteen ja työstettävyyteen. Muovikuitu sopii kohteisiin, jossa pintaan jäävä kuitu ei saa haitata käyttöä. Niinpä kuitu on turvallisempi ratkaisu esimerkiksi eläimille. Muovikuidutetun lattian etuna on, että lattiasta esiin jäävät kuidut voidaan polttaa ennen lattian pinnoitusta. Kuitu ei myöskään ruostu ja se kestää hyvin kemikaaleja, joten korroosiovaaraa ei ole.

Teräskuidut ovat teräksisiä 25–60 mm pitkiä kuituja, joiden paksuus vaihtelee 0.4–1,05 mm (Rudus, i.a.). Teräskuiduilla voidaan korvata raudoitteita sekä pienentää kutistumishalkeilua muovikuitujen tavoin. Kuidun määrä vaihtelee 25–40 kg/m<sup>3</sup> välillä. Teräskuitua käytetään tyyppillisesti korvaamaan verkkoraudoitusta ja teräskuidulla tehdään usein maanvaraisia ja pintalattioita. Teräskuidun betonilaaduksi käyvät samat luokat kuin muovikuidulle. Teräskuitubetonia pumpatessa tulee ottaa huomioon samat asiat kuin muovikuidun kanssa. Teräskuidun käytössä haittana voivat olla lattiasta esiin jäävät kuidut, jotka ovat alttiina korroosiolle tiettyssä käytössä. Lisäksi kuidusta voi olla haittaa lattian pinnoitettavuuteen.

Mikrokuidut ovat hyvin ohuita pieniä kuituja, joiden paksuus on alle millimetrin luokkaa, ja pituus vaihtelee 10–50 mm:iin kuidun tyyppin mukaan (Rudus, i.a.). Kuitumääräksi riittää 0.9–2.0 kg/m<sup>3</sup>. Mikrokuitu on tarkoitettu parantamaan betonin laatua ja vähentämään halkeilua, mutta sillä ei voi korvata raudoitusta. Mikrokuitu sopii pintalattioihin sekä kuorimaisiin rakenteisiin. Betonilaaduksi käy myös C 25/30–C 32/40, raekooltaan 8–32 mm ja notkeudeltaan S 1–S 4.

Työmaalla käytössä oleva kuitutyyppi on synteettinen makrokuitu eli kahdesta eri polymeeristä koostuva muovikuituvalmiste. Kuitutyyppi sisältää myös mikrokuitua (Fortaferro 54, i.a.).

Kuidun pituus on noin 54 mm ja paino  $0.91 \text{ kg/dm}^3$  eli  $910 \text{ kg/m}^3$ . Käytettävän kuidun määrä vaihtelee latioissa  $3\text{--}5 \text{ kg/m}^3$  välillä. Kuitu sekoitetaan annosteluvaiheessa huolellisesti, ja kuitubetonin työstettävyyden säilyttämiseksi tarvitaan yleensä notkistinta. Kuidun toimitus ja säilytys tapahtuu kuivissa sisätiloissa. Kuituvalmistetta on saatavissa eri kokoluokan pakkausissa, joista kuitu annostellaan teräskuituannostelijan avulla.

Työmaalla suunniteltu kuitumäärä lattioihin on  $4,5 \text{ kg/m}^3$  180 mm vahvassa lattiassa ja  $5,0 \text{ kg/m}^3$  200 mm vahvassa laatassa. Betoni kuljetetaan työmaalle ja pumpataan joko pumpulla tai kuljetuspumpulla. Kuitubetoniin on lisätty notkistinta ja notkeusluokka on S 3:n ja S 4:n välillä. Kuitujen määrä betoniin annostellaan asemalla  $1 \text{ kg}$  pusseittain massan määrän mukaan. Käytetyn kuidun määrä dokumentoidaan laadun varmistamiseksi.



Kuva 4. Betonista pestyä muovikuitua. (Laitila, 2022)



Kuva 5. Valmista kuitubetonia pumppuauton perässä. (Laitila, 2022)

### 3 LIIKUNTASAUMAT

Lattioissa tarvitaan liikuntasauvoja, koska kuivuessa betonilaatta kutistuu. Kutistumisesta syntyy pakkovoimia ja liikettä laatan keskipistettä kohti (Betoniteollisuus, i.a.). Pinta-alaltaan suuret lattiat tarvitsevat liikuntasauvoja, koska liikuntasauvoilla voidaan estää betonin kuivumisesta johtuva halkeilu. Liikuntasauvojen avulla betonilaatta ei halkeile hallitsemattomasti vaan kuivumisesta syntyvä pakkovoima saadaan hallitusti siirrettyä liikuntasauvojen kohdalle. Liikuntasauvoja tarvitaan myös lämpötilaeroista johtuvien lämpöliikkeiden hallintaan. Toimiva liikuntasauma sallii sauman vapaan aukeamisen niin, että kuormansiirtokyky säilyy. Hyvin suunniteltu ja toteutettu liikuntasauma ei haittaa tilan käyttötarkoitusta. Silloin, kun liikuntasauvoihin ei valmiissa rakennuksessa kiinnitä huomiota, on työ todennäköisesti onnistunut.

Betonilattioihin tulee saumoja useista eri syistä. Yksi rajoittava tekijä on työsaavutus, joka rajoittaa kerralla valettavan betonilattian kokoa (Rakennusteollisuus RTT ym., 2022. s.37). Harvoin päästään valamaan alusta loppuun saakka, ja siksi suuria pinta-aloja joudutaan usein valamaan useilla eri kerroilla. Jos päivän työsaavutus on ainoa rajoittava tekijä, tehdään lattiaan työsauma. Lattioiden tekoa jatketaan myöhemmin työsauman kohdalta. Työsauma raudoitetaan normaalisti läpi eikä työsauma salli sauman aukeamista. Työsaumaraudoituksen on kuitenkin oltava vetolujuudeltaan suurempi kuin käytetty betonilaadun vetolujuus, ettei työsauma aukea (Betoniteollisuus, i.a.). Usein kuitenkin suuren pinta-alan lattiat pyritään valamaan liikuntasaumalinjoittain.

Lattian ympärillä olevat rakenteet irrotetaan solukaistan avulla, mikä estää lattian tarttumisen ympärillä oleviin rakenteisiin (Betoniteollisuus, i.a.). Ilman solukaistaa lattiaan voi syntyä betonilattian kuivumisessa vetojännitys, joka ylittää betonin lujuuden aiheuttaen hallitsemattomia halkeamia lattiaan. Irrotuskaista laitetaan myös lattiasta läpi tuleviin putkiin ja läpivienteihin. Irrotuskaista suojaa samalla putkia betonin voimakkaalta emäksisyydeltä.

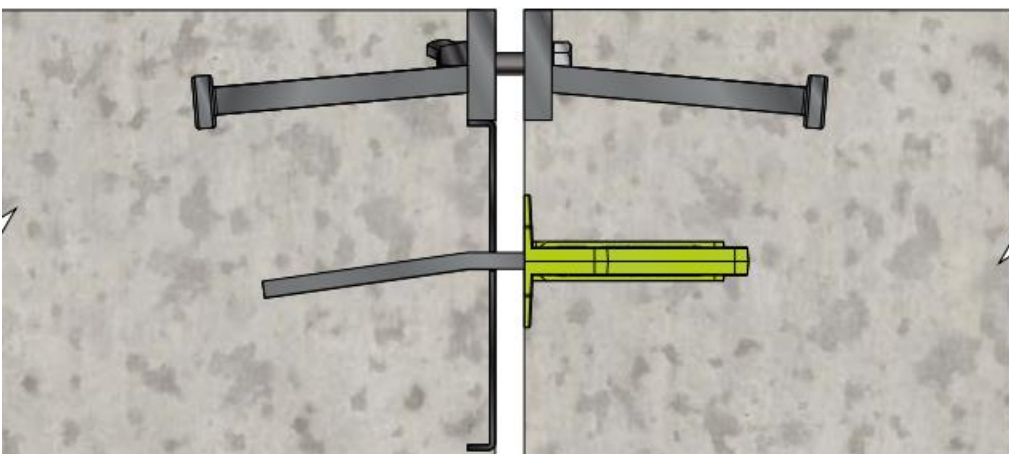
#### 3.1 Liikuntasauvojen suunnittelu

Liikuntasauvoihin vaikuttava voimat ja liikkeet täytyy pyrkiä arvioimaan mahdollisimman hyvin jo etukäteen, jotta liikuntasauvojen suunnittelu ja toteutus onnistuvat toivotulla tavalla (Betoniteollisuus, i.a.). Liikuntasauvojen suunnittelussa tulee ensisijaisesti ottaa huomioon tilan käyttötarkoitus ja sen aiheuttamat vaatimukset. Lattioiden saumasta tulee usein laatan heikoin kohta ja siksi liikuntasauvojen suunnittelussa tulee miettiä saumojen tarvittava määrää ja sijainti tarkoin. Lattioiden saumojen tyyppi ja määrä määräytyvät suunnitteluperiaatteiden

perusteella. Suunnitteluun vaikuttavat erityisesti rakennuksen muoto, toteutustapa sekä rakennuksen koneet ja laitteet. Etenkin liikennekuormitettu ja leveä sauma vaurioituu herkemmin. Siksi liikuntasauaman valinta tulee tehdä huolellisesti. Teollisuushalleissa usein käytössä olevat trukit ja niiden kovapyörät rasittavat sauman reunaa. Mikäli lattioihin syntyy vaurioita, koskevat vauriot useimmiten saumoja ja saumojen reuna-alueita.

### 3.2 Asennettava liikuntasauama

Tämän opinnäytetyön työmaalla käytetään valmista liikuntasauमारaudoitetta, jonka liikuntasauमारautatoimittaja on Peikko. Peikon valikoimasta valittiin liikuntasaumamalli Terajoint Strong, joka on suunniteltu käytettäväksi raskaasti kuormitettuihin lattioihin (Peikko Terajoint strong, 2022). Terajoint on tarkoitettu korkean tasaisuusluokan teollisuustilojen liikuntasaumajärjestelmäksi. Liikuntasauama siirtää kuormat laattojen välillä ja estää laatan pystysuuntaisen liikkumisen. Liikuntasauमारaudoitteessa on korkealujuusvaarnateräkset, jotka liikkuvat muovisten koteloiden sisällä. Liikuntasauaman yläpinnassa on vahvat lattateräkset, jotka antavat suojaa laattojen reunoille raskaassa käytössä. Järjestelmä sopii 100–300 mm paksuihin lattioihin ja rauta mahdollistaa 20 mm aukeaman. Työmaalla käytössä oleva raudoite on valmistettu ruostumattomasta teräksestä. Peikon liikuntasaumat on liitetty yhteen nylonpulteilla, jotka katkeavat laatan kutistessa. Ominaisuuden ansiosta liikuntasaumojen molemmat puolet voidaan valaa kerralla.



Kuva 6. Leikkauskuva peikon liikuntasauamasta betonilaatassa (Peikko Terajoint strong, 2022).

Laadunvarmistus alkaa jo liikuntasauaman valinnassa. Kun valitaan kaupallinen tuotteistettu liikuntasauamarauδοite, on liikuntasauamalla jo CE-merkintä. CE-merkintä varmistaa, että tuote on hyväksytty ja turvallinen käyttötarkoitukseensa (Peikko Terajoint strong, 2022) Lisäksi Peikon liikuntasauamarauδοitteessa on ETA-hyväksyntä. Hyväksynät varmistavat, että liikuntasauomojen suunnittelija voi luotettavasti valita kuormituksien mukaan oikean rauδοitteen. Peikon kotisivuilta löytyy taulukko, jota voidaan käyttää apuna rauδοitteen materiaalin valintaan. Liikuntasauaman korkeus valitaan laatan paksuuden mukaan. Rauδοitteen korkeuden tulisi olla vähintään 10 mm pienempi kuin laatan paksuus, sillä jos valitaan juuri laatan paksuinen rauδοite, on rauδοitteen asentaminen vaikeaa, koska alapohjan eristeitä harvoin saadaan täydellisesti oikeaan korkeuteen. Alapohjan tyyppillinen mittapoikkeama on plus/miinus 10 mm.

Työmaalla käytössä olevat liikuntasauamat ovat Terajoint TJS6-3000 korkeuksilla 90 mm, 160 mm ja 185 mm alapohjatyyppin mukaan.

Taulukko 1. Liikuntasauaman materiaalinvalinta taulukko (Peikko Terajoint strong, 2022)

<b>Peikko liikuntasauamat</b>	<b>Ympäristöolosuhteet</b>
Terajoint	Kuivat sisätilat
Terajoint HDG	Toisinaan märkä sisätila
Terajoint ruostumaton	Vesi ja esteettisesti vaativat tilat
Terajoint haponkestävä	Suola/happo ja esteettisesti vaativat tilat

### 3.3 Liikuntasauaman asennus

Ennen liikuntasauaman asennusta täytyy sisätäyttöjen ja eristeiden asennuksen olla tehtynä. Liikuntasauojen linjat merkataan suunnitelmien mukaan ja asennus aloitetaan hahmottelemalla liikuntasauumalinja paikalleen. Hahmottelun jälkeen liikuntasauojen varsinainen asennus voidaan aloittaa.

Liikuntasauojen asennukseen on olemassa useita eri asennustapoja. Liikuntasauoja voidaan asentaa omatekoisilla välineillä ja hyödyntämällä työmaalta löytyviä materiaaleja ja tarvikkeita. Liikuntasauojen asennukseen on kehitetty myös asennukseen tarkoitettuja työkaluja ja tarvikkeita. Eri asennustavoilla on hyvät ja huonot puolensa, ja lisäksi asennettavuuteen vaikuttavat liikuntasauaman tyyppi ja asennusmesta. Liikuntasauamaraudan kiinnityksessä ja asennuksessa on tärkeää huomioida, ettei se estä myöhemmin liikuntasauojen toimintaa.

Asennustyökalua käytettäessä liikuntasauojen kiinnitys tapahtuu ruuvikiinnityksellä eikä hitsauslaitteita tarvita, joten myös tulitöiden tarve vähenee (Liikuntasauomat.fi, i.a.). Asennustyökalua voidaan käyttää täysin eristetyissä lattioissa tai suoraan maanvaraisella laattalla. Asennustyökalua käytettäessä täytyy valettavat alueet suunnitella niin, että vain liikuntasauumalinjan toinen puoli valetaan, jotta asennustyökalu voidaan irrottaa seuraavaa käyttöä varten.

Liikuntasauoja voidaan asentaa myös eristeen läpi lyötävien tappien varaan. Tapit lyödään maahan poravasaralla, minkä jälkeen liikuntasauamarautu tuetaan tappien varaan hitsaamalla. Asennukseen on olemassa myös maahan lyötäviä maakiinnikkeitä, jotka toimivat tappien tapaan, mutta kiinnitys liikuntasauamarautaan voidaan tehdä ruuveilla. Tämän asennustavan suurena vaarana on, että tappi tai maakiinnike lyödään vahingossa eristeiden tai maan alla kulkevaan putki tai viemäriin. Osuminen putkeen on vaikea huomata ja korjaaminen työlästä. Mikäli putken rikkoutuminen huomataan vasta jälkikäteen, on putken korjaaminen valmiin lattian alta todella vaikeaa.

Turvallisempi asennustapa on tukea liikuntasauama väliaikaisesti tapeilla tai asennustyökallulla, ja sen jälkeen liikuntasauamaraudan ympärille valetaan tuki betonista, joka pitää liikuntasauamaraudan paikoillaan painonsa avulla. Lisäksi betoni tarttuu hyvin liikuntasauamarautaan ja eristeeseen. Asennuksessa voidaan hyödyntää myös eristeeseen upotettavaa betonilaattaa tai liikuntasauumalinjan alle valettuja tartuntarautoja. Pieneen betonilaattaan voidaan

kiinnittää kulmarauta, joka hitsataan liikuntasaumaan. Tartuntatappeja käytetään samoin kuin eristeeseen lyötäviä tartuntarautoja käytettäisiin, mutta tällä tavalla viemärit ja putket ovat suojassa.

Kuvassa kolmen liikuntasauaman asennus tapahtuu eristeeseen valettujen tappien varaan. Tällä asennustavalla eristeiden alla kulkevat viemärit ovat suojassa, kun eristeiden läpi ei lyöä harjateräksiä. Liikuntasauaman asennus ei kuitenkaan ole ongelmaton tällä asennustavalla, koska liikuntasauaman molempia puolia ei voida valaa kerralla, ettei liikuntasauaman toiminta esty. Kun liikuntasauaman toinen puoli on valettu, katkaistaan aikaisemmin liikuntasaumaa paikallaan pitäneet harjateräkset.



Kuva 7. Liikuntasauaman asennusta asennustyökälulla (Laitila, 2022).



Työmaalla hyväksi ja nopeaksi tavaksi on todettu asentaa liikuntasauva betonilaattojen kanssa, joihin liikuntasauva kiinnitetään kulmien avulla hitsaamalla ja betoniruuvein.



Kuva 8. Liikuntasauva asennettuna (Laitila, 2022).

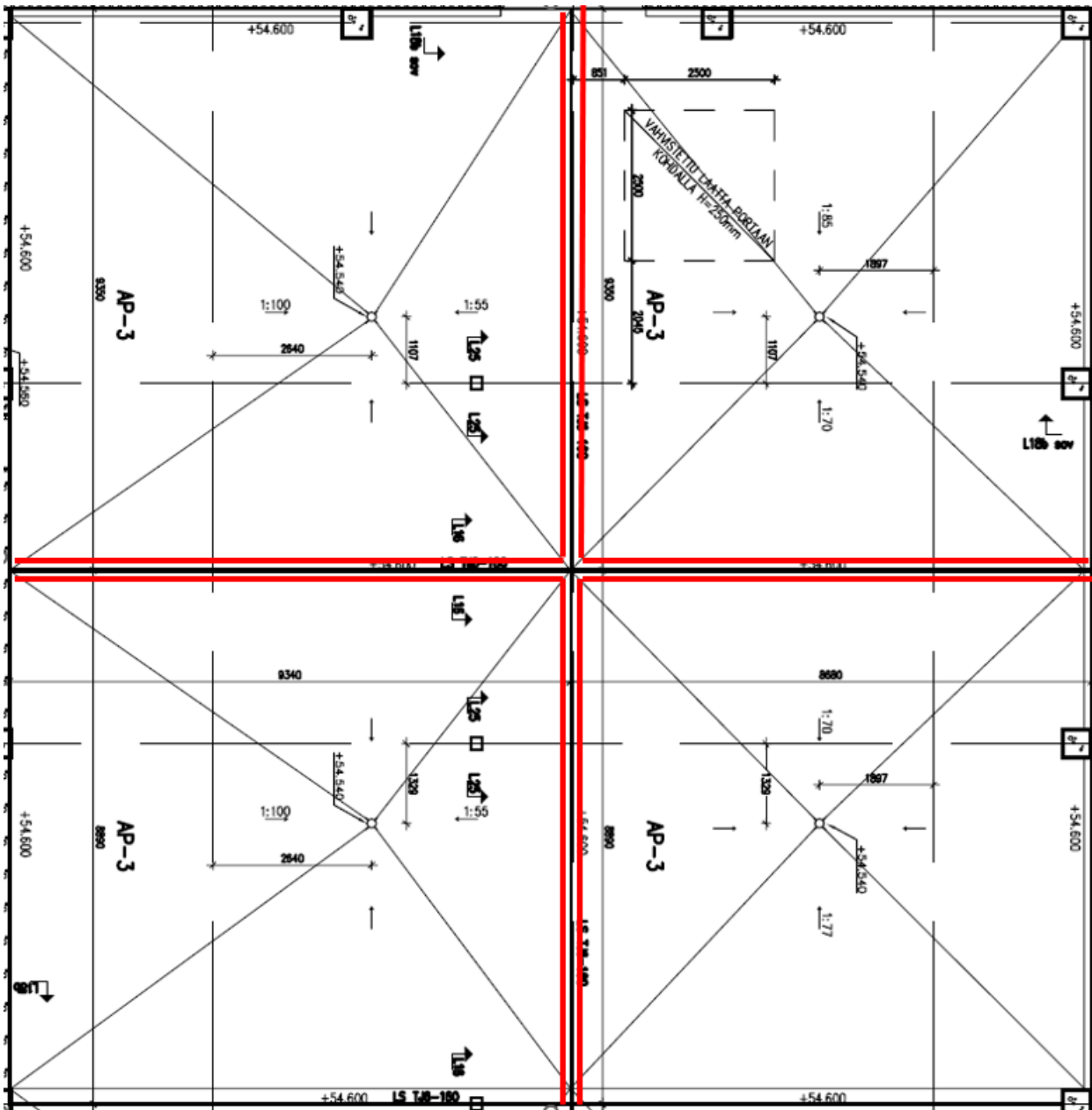
Eristeeseen sahataan riittävän tiheästi reiluja laatan mentäviä koloja, joihin pihalaatta voidaan upottaa. Laattojen asennuksen jälkeen liikuntasauva asennetaan kulmapalan avulla laattaan ja liikuntasauvaan asennustyökalua apuna käyttämällä suoraan ja oikeaan korkoon. Liikuntasauvojen jatkoskohdat hitsataan yhteen. Lisäksi liikuntasauvaa voidaan hitsaamalla tukea valun ajaksi pilarien ja liikuntasauvan risteyskohdista. Tällä asennustavalla liikuntasauvat on saatu asennettua todella tarkasti suoraan ja oikeaan korkoon. Lisäksi valun aikana liikuntasauvarauta on pysynyt toivottavalla tavalla suorassa ja paikallaan. Kuivumisen alkaessa liikuntasauvat ovat auenneet hyvin, mikä todistaa asennustavan luotettavuuden. Laatta pääsee suodatinkankaan alla liikkumaan tarpeeksi paljon, jolloin liikuntasauva toimii toivotulla tavalla.



Kuva 9. Liikuntasäuran risteyskohta (Laitila, 2022).

Kuvassa 9. Liikuntasäura on hitsattu risteyskohdasta yhteen, jotta säura pysyisi paremmin paikallaan valun aikana. Valun jälkeen on tärkeä muistaa avata hitsauskohdat huolellisesti joka paikasta, etteivät hitsaukset estä liikuntasäuran aukeamista. Risteyskohdat ovat vaativia paikkoja liikuntasäuran toiminnan kannalta, joten risteyskohdat tulee toteuttaa ajatuksella harkiten.

Alla on esimerkki liikuntasauaman risteyskohdan oikeasta toteutustavasta.



Kuvio 1. Esimerkki risteävistä liikuntasauomoista (Laitila, 2022)

Kuviossa näkyvät lihavoidut mustat viivat tarkoittavat liikuntasauoja. Liikuntasauaman toiminnan kannalta liikuntasauaman tulee muodostaa oma ruutunsa. Esimerkissä näkyvät punaiset viivat kuvastavat, kuinka liikuntasauoma tulee toteuttaa. Jos liikuntasauumarauta on tehty risteyskohdan yli, ei liikuntasauoma toimi toivotulla tavalla. Tästä syntyy myös riski laatan halkeamiseen, kun lattialaatan kutistuminen estyy. Kuviossa 1. betonilaattaan muodostuu liikuntasauaman asennuksen jälkeen neljä ruutua. Kuvassa numero 6 on esitettyä liikuntasauumaraudan toiminta leikkauskuvan avulla.

### 3.4 Ongelmakohdat liikuntasaumoissa

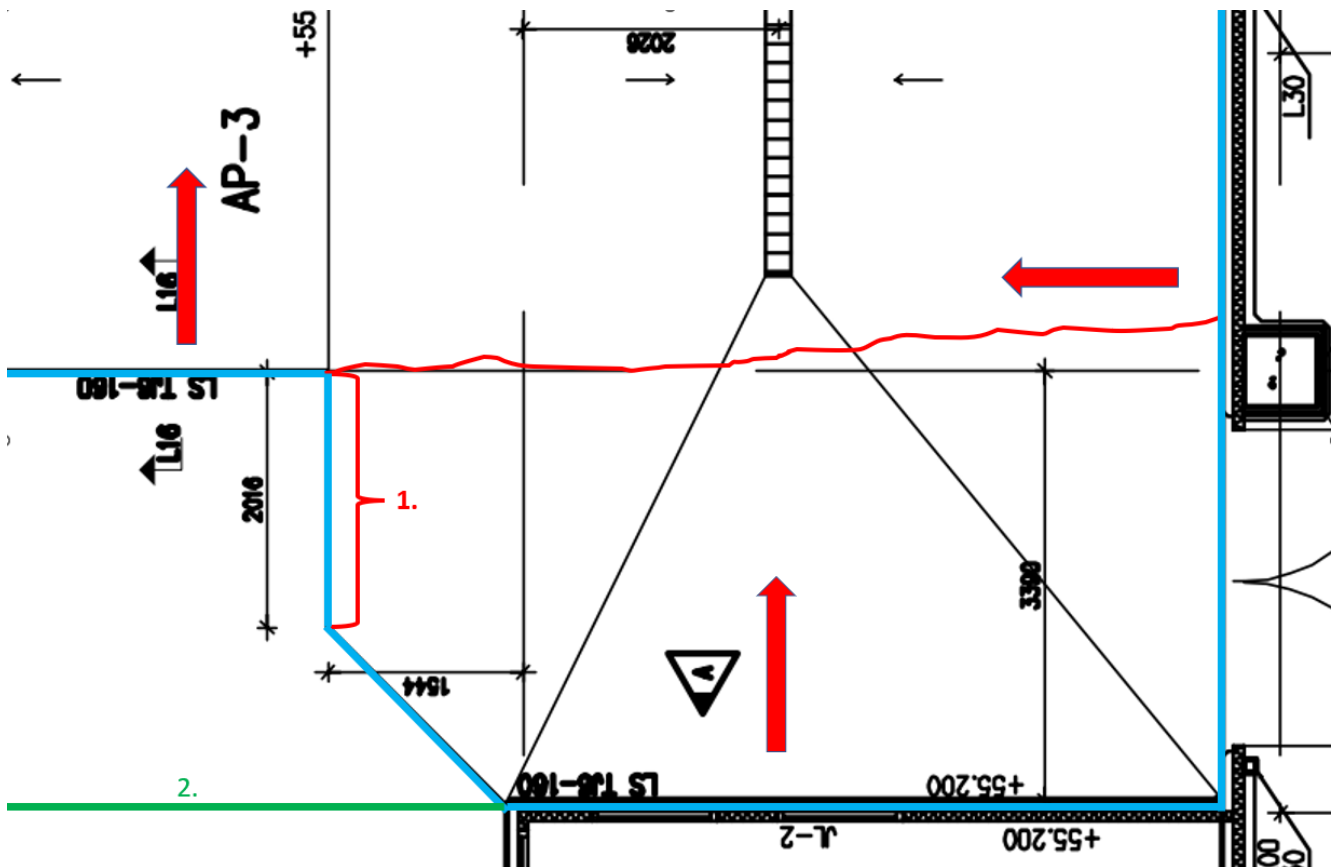
Yleiset ongelmat liikuntasaumoissa kohdistuvat virheellisiin suunnitelmiin ja huolimattomaan asennukseen. Suunnitelman puutteita on vaikea huomata työmaalla tehdessä ja ne jäävät usein huomaamatta, joten ongelmat ilmenevät vasta myöhemmin. Kuvassa 10 on lattian kuivumisesta johtuva halkeama. Kun betonilaatta kuivuu, syntyy pakkovoima, joka on tässä tilanteessa ylittänyt kuivuvan kuitubetonin lujuuden. Halkeama on ensin ollut paljoin pienempi, mutta kuivumisen yhteydessä suurentunut jo selkeästi havaittavan kokoiseksi. Lattia ei ole liikuntasaumoista huolimatta päässyt aukeamaan vapaasti, joten se on halkaissut lattian heikoimmasta paikasta.



Kuva 10. Halkeama kuitubetonilattiassa (Laitila, 2022).

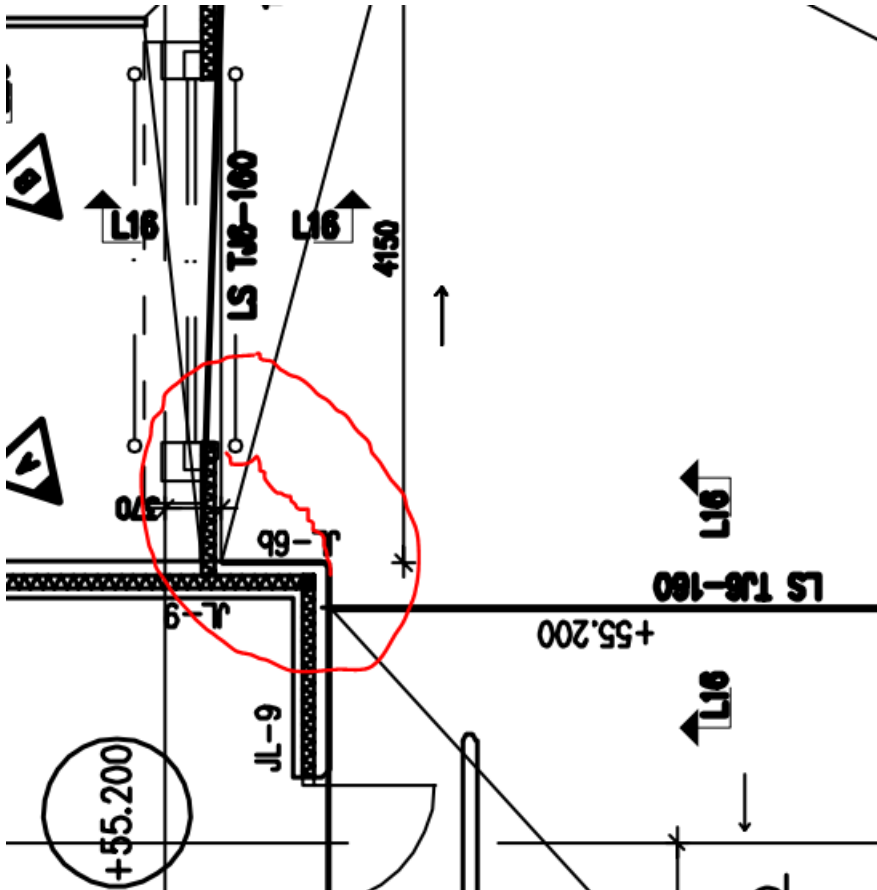
Liikuntasaumalinjojen tulisi olla suunniteltuna niin, että lattia voi kutistua ja elää ilman suurempia esteitä (Suomen Betoniyhdistys, 2018, s.184). Sauman aukeamiseen vaikuttaa aina kaivojen, pilarien ja muiden esteiden sijainti ja määrä.

Kuviossa 2 on kuvattuna ongelmallinen liikuntasaumalinja. Kuviossa on merkattuna lattian kutistumissuunta punaisilla nuolilla. Liikuntasauvoja kuvataan sinisillä viivoilla. Kuvioon merkattu liikuntasauva numero 1 estää laatan kutistumisen, sillä liikuntasauमारaudoitteen vaar-nalevyt ja tapit ottavat betoniin kiinni ja estävät laatan kutistumisen. Kuvassa 10. betonilaatta on haljennut tästä syystä punaisella piirretyn viivan mukaisesti.



Kuvio 2. Ongelmallinen liikuntasaumalinja (Laitila, 2022).

Lattialaatan halkeaminen olisi voitu estää, jos liikuntasaumalinja olisi suunniteltu jatkuvaksi vihreän viivan mukaisesti seinään tai seuraavaan pilariin saakka. Lisäksi työn tekeminen olisi helpottunut sekä nopeutunut, kun ylimääräisiä kulmia ja jatkoksia ei olisi tarvinnut tehdä.



Kuvio 3. Riski laatan halkeamiseen (Laitila, 2022)

Kuviossa 3. liikuntasaumalinjan linjan muutos tekee ylimääräisen kulman lattian keskialueelle, ja tässä kohdassa syntyy riski laatan kulman halkeamiseen. Mikäli on mahdollista, tulee liikuntasauoissa välttää ylimääräisiä linjan muutoksia ja vaativia risteyskohtia.

## 4 BETONOINTI JA LATTIAN PINNOITUS

Betonointi tarkoittaa aikaisemmin valmiiksi tehdyn alueen tai muotin valua. Silloin asemalta tilattu betonimassa pumpataan tai valetaan kourun avulla. Maanvaraisia lattioita tehdessä tarvitaan usein avuksi kuljetuspumppuauto tai betonipumppu, johon täyttöautot käyvät purkamassa betonimassan. Pumppuauton kautta betoni kulkee pumppuilijan ja putkien läpi pumpattavalle alueelle. Massa saadaan pumpattua haluttua nopeutta pumppuauton kuljettajan avulla. Pumppuauton kuljettaja ohjaa pumppulinjaa samalla kun työ etenee, lisäksi hän säätelee, kauko-ohjaimen avulla betoninmäärää. Valumestari valvoo työtä koko valutapahtuman ajan ja pitää huolen, että betonia tulee työmaalle oikea ja riittävä määrä.

Huolellinen betonointi on tärkeä, koska betonilattioiden keskeiset laatuvaatimukset kohdistuvat alustan tasaisuuteen ja kaatojen oikeellisuuteen (Suomen Betoniyhdistys, 2018, s.19–20). Tasaisuusvaatimukset määräytyvät käyttötarkoituksen mukaan, ja korkean tasaisuusluokan vaatimat tilat ovat yleisesti teollisuuden raskaasti kuormitettuja lattioita. Lattiapintaan kohdistuu suuret pistekuormat hyllyistä sekä trukkien kovapyörästä. Trukkien kulkureiteillä riittävän tasainen lattia vaikuttaa suoraan käytettävyyteen ja osaksi työturvallisuuteen (mts. 20).

Lattian betonointi on tärkeä päivä työmaalla. Valupäivänä on tärkeää muistaa, että työ tehdään kerralla kuntoon huomioiden tasaisuusvaatimukset ja oikeanlaiset kaatoalueet. Mikäli lattian valutyö onnistuu suunnitellusti, vähentää se jälkitöiden määrää huomattavasti. Etenkin elintarvikealan tuotantolaitoksessa lattian lammikoitumista ei sallita hygieniasyistä. Mikäli kaadot eivät onnistu kerralla, joudutaan kaatoalueita korjailemaan jälkeinpäin, mikä lisää turhia kustannuksia.

### 4.1 Betonilaadut

Betonilaatuja on useita erilaisia, ja niiden ominaisuudet vaihtelevat betonilaadun mukaan (Suomen Betoniyhdistys, 2018, s.135). Maanvaraisen lattian betonilaadun valinta tehdään valmiille latioille asetettujen vaatimuksien perusteella niin, että päästään vaadittuun laatuun ja suunniteltuun käyttöikään. Betonilaadun valintaan vaikuttavat myös suunnittelijan suunnitteluratkaisut. Kuormien perusteella määritetään vaadittava betonin lujuusluokka, jonka mukaan suunnitellaan myös tarvittava rauditus. Betonilaadun valintaan on eurokoodien pohjalle laadittu valintataulukko, joka helpottaa betonilaadun valintaan (Punkki, 2017, s.2). Betonin valinta on tärkeä osa rakenteen käyttöikä. Rakennuksen suunnitellun käyttöiän perusteella

valitaan betonilaadun rasitusluokka niin, että se varmasti kestää suunnitellun käyttöiän. Rasitusluokan valinnassa huomioidaan betoniin kohdistuvat rasitukset, kuten kosteus, pakkanen ja kloridiset rasitteet. Betonilaadun valitsee näiden perusteella jo suunnittelija, jolloin työmaalla riittää, kun betoni tilataan suunnitelmien mukaan.

Eri betonilaatujen lisäksi on olemassa useita eri lisäaineita, jolla voidaan muokata betonin ominaisuuksia ja työstettävyyttä (Suomen Betoniyhdistys, 2018, s.141). Lisäaineiden käytöllä on kuitenkin aina myös sivuvaikutuksia, mikä tulee huomioida lisäaineiden käytössä. Onnistunut lisäaineiden käyttö vaatii kokemusta ja sivuvaikutusten huomioimista. Betonissa eniten käytetyt lisäaineet ovat notkistin ja huokoistin. Notkistimella voidaan parantaa betonin työstettävyyttä, ja sillä saadaan betonimassaan lisää notkeutta. Lisäksi betonin veden määrää voidaan alentaa notkistimen oikealla käytöllä. Liika notkistimen käyttö saattaa hidastaa betonin sitoutumista, ja se voi myöhemmin aiheuttaa betonilaatassa normaalia enemmän kuivumiskutistumaa. Huokoistinta käytetään lähinnä pakkaselle alttiina olevissa rakenteissa. Huokoistimen avulla betoniin saadaan lisähuokosia, jotka suojelevat betonia jäätyksen aiheuttamalta pakkasrapautumiselta.

Maanvaraisia lattioita valettaessa yleisimmin käytetty lisäaine on notkistin, sillä sitä tarvitaan lattiatyön sujumiseen ja eteenkin kuitubetonoinnissa mahdollistamaan betonin pumppaus ja työstettävyys (Suomen Betoniyhdistys, 2018, s.165). Ilman notkistinta kuitubetonista tulisi niin kankeaa, ettei sen pumppaaminen onnistuisi. Kuitubetonin notkeusluokaksi valitaan usein S 3 tai S 4. Kiviaineen raekoko määräytyy valukaluston mukaan, mutta pumpulla valettaessa maksimiraekoko on yleensä 16 mm.

## 4.2 Lattiavalu

Jotta päästään valamaan, on valettavien alueiden suunnittelu tehtävä tarpeeksi ajoissa ja betoni tilattava asemalta. Kun valettavaa on paljon ja lattiapinta-ala on suuri, täytyy valettavat alueet jakaa sopivan kokosiin osiin. Suunnittelussa pitää ottaa huomioon oikea etenemisjärjestys ja työn on edettävä niin, ettei se hidasta työn jatkamista myöhemmin. Valettavat alueet jaetaan lohkoihin yleisaikataulun mukaisesti, jolloin voidaan seurata työn etenemistä aikataullisesti. Kun valettavat alueet suunnitellaan työsaavutus huomioiden, voidaan ennalta varata valupäiviä ja työ voidaan tahdittaa suunniteltujen valujen mukaan.



Työmaalla suurin osa latioista valetaan kuljetuspumppuautoa käyttämällä. Ennen pumpun saapumista on tärkeä varmistaa, että pumppu saadaan pystytettyä turvalliseen paikkaan, niin että täyttöautoautoilla on esteetön kulku. Pumpun turvallinen pystytyspaikka varmistetaan ja siitä tehdään pystytyspöytäkirja, jonka kuljettaja ja valumestari allekirjoittavat.



Kuva 11. Kuljetuspumppuauto valmiina lattiavaluun (Laitila, 2022)

Tukijalkojen alla tulee olla hyvin kantava maaperä eikä tukijalkojen alle saa jäädä putkia tai kaivoja piiloon heikentämään kantavuutta. Kun turvallinen pystytys on varmistettu, puomi suunnataan valun aloitussuuntaan ja puomilinjaa jatketaan letkuin haluttuun aloituspaikkaan.

Kuvassa 12. letkulinja kulkee liikuntasaumalinjan yli, johon on hyvä laittaa jokin estämään letkun makaamista liikuntasauaman päällä. Betonivalun aikana liikkuva letku voi vaurioittaa liikuntasaumalinjaa tai muuta sen tarkkaa korkoa.



Kuva 12. Valmis pumppulinja (Laitila, 2022).



Kuva 13. Betonin pumppaus käynnissä (Laitila, 2022).

Kuvassa 13. on kuitubetoni pumpattuna ennen betonin tiivistämistä ja tasoitusta. Kuvassa näkyvät liikuntasaumot sekä linjakaivot on suojattava huolellisesti teippaamalla, ettei betoni sotke rosteripintoja.

### 4.3 Olosuhteet

Valuolosuhteet tulee huomioida hyvissä ajoin ennen varsinaista valupäivää (Suomen Betoniyhdistys, 2018, s. 168). Olosuhteet vaikuttavat olennaisesti laatuun ja lopputulokseen. Lattioita valetaan monesti alttiina sään vaikutuksille, vaikka vesikatto on usein rakennuksen suojana, rakennuksen vaippa on muuten avoimena. Siksi tulee huomioida erityisesti ilman lämpötila ja kosteus, auringon ja tuulen vaikutus sekä betonin lämpötila. Myös riittävän valaistuksen huolehtiminen työskentelyalueelle on tärkeää.

Lämpötilalla ja kosteudella on suuri merkitys betonin ominaisuuksiin (Suomen Betoniyhdistys, 2018, s. 168). Oikealla lämpötilalla varmistetaan, ettei betoni ala sitoutua liian nopeasti ja työstettävyytsaika on riittävä. Ilman lämpötilan valuhetkellä pitäisi olla vähintään +10 °C valettavalla tasolla. Optimilämpötila valutapahtumalle on noin +20 °C:een tienoilla. Betonin sitoutuminen on suoraan yhteydessä lämpötilaan, ja mitä alemmaksi lämpötila menee, sitä kauemman betoni sitoutuu. Karkeana ohjeena voidaan pitää, että kun lämpötila nousee kymmenellä asteella, betonin sitoutumisaika puolittuu. Sitoutumisen tulisi alkaa aina lattian pohjasta tai tasaisesti, jotta betonin pinnan hierto onnistuu. Jos pohjan lämpötila on esimerkiksi liian alhainen, mutta huoneen lämpötila muuten korkea, voi sitoutuminen alkaa betonin pinnasta. Ongelman riski kasvaa suoraa maata vasten valettaessa, kun kostea maanpinta on kylmempi kuin lämmöneristeen pinta. Lämmöneristeen päälle valettaessa betonin tuottama lämpö on usein riittävä ja sitoutuminen alkaa toivotusti.

Tuuli tulee huomioida, sillä se kuivattaa erityisesti betonin pintakerrosta (Suomen Betoniyhdistys, 2018, s. 168). Tilassa oleva läpiveto voi kuivattaa betonin pintaa niin, että se haittaa työstettävyyttä ja vaatii betonin jälkihoidon aloittamisen heti hiertämisen jälkeen. Jos jälkihoitoa ei aloiteta tarpeeksi ajoissa, altistaa se betonin pinnan plastiselle halkeilulle. Auringonpaiste harvoin vaikuttaa kokonaiseen valettavaan alueeseen, mutta suurista haalausaukoista, ovista tai ikkunoista saattaa auringonvalo päästä vaikuttamaan. Auringonvalolle alttiina oleva alue kuivuu nopeammin, ja betonin pintakerros saattaa kuivua liian nopeasti. Siksi olisi hyvä pyrkiä välttämään suoraa auringonpaistetta. Mikäli auringonvalon vaikutusta ei pystytä välttämään, pitää kiinnittää erityisesti huomiota auringon valolle alttiille alueille ja aloittaa betonin työstö ja jälkihoito riittävän ajoissa.

Talvi ja alhainen lämpötila asettavat valulle omat haasteensa. Valutyössä olosuhteiden hallinta ja riittävän lämpötilan saavuttaminen sekä ylläpitäminen on tärkeää (Suomen

Betoniyhdistys, 2018, s. 174). Lämmittäminen talvella laskee huoneen suhteellista kosteutta ja voi aiheuttaa liian nopean kuivumisen, ja siksi olosuhteiden seuraaminen ja mittaaminen on välttämätöntä. Koko valettavan alueen olosuhteiden tulee täyttää vaatimukset, ja lämpötiloja täytyy seurata etenkin nurkissa, reuna-alueilla ja ovensuissa. Kun riittävästä lämpötilasta on huolehdittu, varmistetaan betonin sitoutuminen kohtuullisessa ajassa. Liian alhainen lämpötila hidastaa betonin sitoutumista ja voi pahimmassa tapauksessa pysäyttää betonissa tapahtuvan kemiallisen reaktion. Jos betoni pääsee jäätymään, ei suunniteltua lujuutta saavuteta, vaan betonin lujuusluokka jää helposti kauas suunnitellusta.

#### 4.4 Jälkihoito ja kuivuminen

Betonin jälkihoito on välttämätöntä, sillä betonin lujuuden kehitys pysähtyy, jos betonin kosteus haihtuu liian nopeasti tai lämpötila laskee kriittisen alas (Rakennusteollisuus RTT ym., 2022. s.66). Hyvällä jälkihoidolla voidaan vähentää betonin halkeilua ja vaikuttaa betonin kulutuskestävyyteen, lujuuteen, pinnoitettavuuteen sekä alustan tartuntaominaisuuksiin ja pölyävyyteen. Jälkihoitoa on jatkettava, kunnes betonin lujuuden kehitys on yli 80 %. Betonin lujuuden kehitysaika vaihtelee olosuhteiden ja betonilaadun mukaan.

Taulukko 2. Betonin lujuuden kehitys (Suomen Betoniyhdistys, 2018, s.178)

Betonin lämpötila (°C)	Aika, jolloin saavutetaan 60 % nimellislujudesta Vuorokausi (d)			Aika, jolloin saavutetaan 70 % nimellislujudesta Vuorokausi (d)			Aika, jolloin saavutetaan 80 % nimellislujudesta Vuorokausi (d)		
	C25/30	C30/37	C40/50	C25/30	C30/37	C40/50	C25/30	C30/37	C40/50
10	11	10	7	17	16	13	26	26	22
20	6	5	4	9	8	6.5	14	13	12
30	3.5	3	2.5	5.5	5	4	8	8	7
40	2.5	2	1.5	3.5	3	3	5.5	5.5	5

Betonilattioiden jälkihoito on hyvä suunnitella etukäteen. Betonin pinta voidaan käsitellä jälkihoitoaineella ruiskuttamalla, muovilla peittelemällä, suodatinkangasta käyttämällä tai kastelemalla tai näiden yhdistelmillä (Suomen Betoniyhdistys, 2018, s.179.). Yleisin tapa betonin jälkihoitoon on muoveilla peittely tai jälkihoitoaineen levitys. Eri menetelmät sopivat tapauskohtaisesti parhaiten. Jälkihoitomenetelmän valintaan vaikuttavat myöhemmin lattiaan tuleva pinnoite, kuivumisaika sekä työmaalla käytössä olevat resurssit. Nopein tapa on levittää jälkihoitoaine, mutta se ei sovellu käytettäväksi kaikkien lattiapinnoitteiden kanssa. Jälkihoitoaineen käyttö vaatii usein myös betonipinnan hionnan, jotta laatta pääsee kunnolla kuivumaan. Valun peittely suojamuovia käyttämällä on turvallinen tapa ja jälkihoidon jälkeen riittää muovien pois kerääminen. Samoja suojamuoveja voidaan jälleen hyödyntää seuraavalla valualueella.



Kuva 14. Betonin jälkihoito suojamuovilla (Laitila, 2022).

Kuvassa 14. näkyy, kuinka betonista nouseva kosteus on jäänyt suojamuovin alle. Voidaan todeta, että jälkihoitomenetelmä toimii ja kosteus säilyy hyvin suojamuoveja käyttämällä.

## 4.5 Lattian pinnoitus

Lattian pinnoitus viimestelee valetun lattian ja vaikuttaa tilan ulkonäköön ja käytettävyyteen (Betoniteollisuus, i.a.). Sillä voidaan myös hakea ulkonäköä, kulutuskestävyyttä tai muita ominaisuuksia. Lattian pinnoitteen valintaan vaikuttavat tilan käyttötarkoitus ja vaaditut ominaisuudet. Lattian pinnoite on kuitenkin viimeinen pinta, joka viimestelee lattiatyöt, ja siksi se tulee toteuttaa laadukkaasti. Pinnoitelaatuja ja -tyyppejä on useita, ja lattiapinnoitteen valinnassa on tärkeä ottaa huomioon tilan käyttötarkoitus ja -aste sekä onko tila liikennöity tai alttiina esimerkiksi nastapyörien kulutukselle. Liikennöidyt alueet voivat vaatia pinnoitteelta riittävän karheuden, ettei lattiasta tule vaarallisen liukas. Lisäksi kemikaalin kesto, kosteus ja lämpötila ovat ratkaisevia pinnoitteen valinnassa. Muita huomioon otettavia asioita ovat palokuorma/palovaatimukset, hygienia ja puhdistettavuus, rakenteen kosteus ja alustan asettamat vaatimukset. Lattiapinnoitteiden eri ominaisuudet asettavat aikataululle vaatimuksia. Siksi lattian riittävä kuivumisaika tulee varmistaa. Myös pinnoitettavan tilan olosuhteiden tulee olla pinnoituksen tekoon sopivat.

## 4.6 Pinnoitteet

Pinnoitettavan lattia-alan vaatimukset vaihtelevat eri pinnoitteiden mukaan. Osa pinnoitteista tehdään heti valun yhteydessä, jossa tulee ottaa huomioon käytettävä betonilaatu ja lattian toteutustapa. Tiiviitä pinnoitteita käytettäessä pitää huolehtia betonilaatan riittävästä kuivumisajasta ja kuivumisolosuhteista (Suomen Betoniyhdistys, 2018, s.38). Ennen pinnoitusta on tärkeä tehdä betonilaatan kosteusmittaukset, joilla todetaan vähintään vaatimusten mukainen RH-prosentti. Myös muut olosuhteet tulee huomioida lattioita pinnoitettaessa. Tilaan tuleva pinnoite tulee tietää hyvissä ajoin ennen lattiavalua, sillä tarkka valukorko määräytyy pinnoitteen paksuuden mukaan. Lattiaa valettaessa betonin pinnan korko jätetään pinnoitteen paksuuden verran vajaaksi, jolloin liikuntasaumoihin ja kaivojen reunoihin jää vara pinnoitetta varten. Kun pinnoitteen paksuus on huomioitu ajoissa, tulee valmis pinnoitettu lattia oikeaan korkoon ja pinnoitteesta riittävän paksu.

Työmaalla pääsääntöisesti käytössä olevat pinnoitteet ovat

- Polyuretaanisementti
- Epoksihiertomassa
- Polyuretaanipinnoite
- Kuivasirote

Polyuretaanisementti Ucrete on pinnoite, jota markkinoidaan maailman kestävimpanä pinnoitteena (The Cemical Company, 2014). Lattiapinnoitteella on erinomainen kulutus- ja iskunkestävyys, ja se kestää korkeitakin lämpötiloja (+80 C°). Ucrete sopii elintarviketeollisuuteen hygieenisyytensä ja hajuttomuutensa ansiosta. Pinnoitteen pinta on puhdas ja turvallinen ja se estää bakteerien ja sienien kasvua sekä on helposti puhdistettavissa. Se kestää useita kemikaaleja, happoja, alkaleja, liuottimia ja rasvoja, joita muut pinnoitteet eivät kestä. On olemassa useita eri karkeusvaihtoehtoja, joista voidaan valita sopivin ja turvallisin. Tarvittaessa Ucreten pinnoitus voidaan aloittaa vain 7 vuorokautta betonilattian valusta, joten pohjan kosteusvaatimusta ei ole erikseen määritely. Pinnoitusta varten pohja hiotaan ja puhdistetaan huolellisesti. Lattian reuna-alueille, liikuntasuomareutojen sekä kaivojen reunoille jätetään syvennys pinnoitteen liittymistä varten. Pinnoite tehdään kerroksittain, siten, että toiseksi päällimmäisessä kerroksessa on haluttu karkeusaste.

Epoksihiertomassa on kerroksittain tehtävä pinnoite, jonka karkeus vaihtelee vaaditun liukastumisluokan mukaan. Epoksihiertomassa on betonilattian päälle jälkeempään tehtävä pinnoite, jonka onnistumiseen vaaditaan, se että pinnoite on asennettu ammattitaitoisesti (Finnester Coating & ARMEKA Engineering, 2018, s.52). Lattian pinnan pohjatöiden tulee olla tehtynä huolellisesti ennen varsinaista aloitusta. Pinnoite tehdään kerroksittain, siten, että ensin tulee sulkuprimer, jonka kuivumisen jälkeen tulee tartuntaepoksi. Tartuntaepoksiin sirotellaan tartuntakivet, joiden jälkeen tulee vielä massakiviaines ja haluttu sideainetäyttö. Oikein tehty epoksihiertolattia kestää koko suunnitellun käyttöiän normaalisti kuormitetulla tuotantoalueella.

Polyuretaanipinnoite Sikafloor on betonilattian päälle tehtävä pinnoitus (Sika Comfortfloor PS-27. 2022). Polyuretaanipinnoitteita on useita eri värejä, ja pohjaväriin lisäksi voidaan laittaa sirotetta elävöittämään pintaa. Polyuretaanipinnoite on itsesiliävä elastinen pinnoite, jolla voidaan tehdä saumattomia lattioita. Pinnoite on vahva ja joustava, ja sillä on hyvä palonkesto. Muita ominaisuuksia ovat hyvä kulutuksen kesto ja se, että pinta on helppo pitää puhtaana. Pinnoitetta varten lattia hiotaan ja putsataan hiontapölystä huolellisesti. Pinnoite tehdään kolmessa eri kerroksessa: ensin laitetaan primer, jonka jälkeen tulee runkomassa ja lopuksi pintakerros. Työstettäessä on tärkeä huomioida oikeat olosuhteet: ilmanlämpötilan pitää olla 15–30 asteen välillä ja kosteuden enintään RH 80 %. Ennen pinnoituksen aloitusta pohjan RH:n on oltava alle 96 %.





Kuva 15. Valmis polyuretaanipinnoitettu lattia (Laitila, 2022)

Kuivasirote Mastertop 450 on kuivasirotelattia, joka on heti valun yhteydessä tehtävä pinnoite. Sirote levitetään märän betonin päälle ja hierretään pintaan (Master Builders, i.a.). Mastertop-kuivasirotteita on useita eri värejä ja karkeusasteita. Sirotteen on tarkoitus sitoa ja kovettaa betonin pintakerrosta, ja se on erittäin kulutusta kestävä. Muita ominaisuuksia sirotelattialle ovat kosteudenkesto sekä kesto kemikaaleja ja suolaa vastaan. Koska lattian pintaan ei tule erikseen uutta pintakerrosta, tulee kuivasirotelattia tehdä perinteisesti raudoitettuna lattiana. Kuidulla tehtynä kuidut jäisivät näkyvin, eikä lattia teko onnistuisi (Master Builders, i.a.). Pinnoite asettaa vaatimuksia myös betonilaadulle, ja betonin ilmamäärän täytyy olla alle 3 %. Betoni ei saa sisältää klorideja eikä käytettävä runkoaine saa olla altistunut suolavedelle/suolalle. Sirotteen menekki vaihtelee kuormituksen mukaan. Kevyesti kuormitetussa lattiassa se on 3–4,5 kg/m<sup>2</sup> ja korkeasti kuormitetussa 5–6 kg/m<sup>2</sup>. Sirotelattian karkeus vaihtelee hierto- ja sliippaustavan mukaan. Kuivasirotelattian jälkihoito ja suojaus on tärkeää heti, kun betoni on tarpeeksi kovettunut. Hyvällä jälkihoidolla betonin pinta kuivuu tarpeeksi

hitaasti eikä se halkeile. Lisäksi kuivasirotelattian pinnasta tulee laikukas, jos se ei ole tasaisesti peiteltynä. Kuivasirotelattian päälle voidaan ruiskuttaa myöhemmin vielä silikaattipinnoite, joka kovettaa ja sitoo betoninpintaa entisestään (Ceramid, 2022). Silikaatin ansiosta lattiasta tulee myös paremmin kosteutta ja likaa hylkivä.



Kuva 16. Malliasennuslaatta ja kuivasirote (Laitila, 2022)

Tämän opinnäytetyön työmaalla on käytössä useita eri pinnoitetyyppejä, ja pinnoitusten asettamat vaatimukset ja kuivumisajat on otettu huomioon aikataulusuunnittelussa. Lattioiden kuivumisesta on seurattu kosteusmittauksin. Kosteudet mitataan lattioista koepaloilla aina ennen pinnoitusta. Pinnoituksen laatu varmistetaan pitämällä aloituskokous ennen pinnoitusten alkamista, ja lisäksi vaativissa pinnoituksissa tehdään mallilattia ennen varsinaisen työn aloitusta. Heti valun yhteydessä pinnoitettavan lattian toteutus tulee suunnitella huolellisesti työsaavutus, olosuhteet ja jälkitoimenpiteet huomioiden. Valmiin lattian suojaustoimenpiteet pitää suunnitella ja huomioida niin, että lattia pysyy uudenveroisessa kunnossa luovutukseen saakka.

Päällystettävän tilan rasituksen ja pinnoitteen asettamat vaatimukset kohdistuvat pääosin betonilattian kosteuteen ja pinnan laatuun (Suomen Betoniyhdistys, 2018, s.43). Näiden lisäksi lattiabetonin päällystykelpoisuus todetaan vielä silmämääräisesti ja tarvittaessa muilla laadunvarmistusmenetelmillä. Betonilattian pinnalta voidaan tehdä vetokokeita, joilla määritetään betonipinnan vetolujuus. Tällä menetelmällä varmistetaan, että pinnoitteen asettama alustan lujuusvaatimus täyttyy. Pinnan lujuusvaatimuksien täyttymiseksi raskaasti kuormitettujen lattioiden yhteydessä tasoitteiden käyttöä ei suositella. Mikäli kaatojen korjauksissa tai pintojen oikaisuissa käytetään tasoitetta, tulee kiinnittää huomiota, että tasoite täyttää vähimmäisvetolujuuden vaatiman arvon  $2.0 \text{ N/mm}^2$ . Tarvittaessa pinnoitteen ja betonipinnan yhdistelmiä voidaan testata laboratorio-olosuhteissa pyörärasituskestokokeella, jolloin pinnoitteen pintaa rasitetaan raskaasti kuormitetulla pyörällä. Markkinoilla olevat CE-merkityt sekä standardisoidut pinnoitteet ovat valmiiksi testattuja tuotteita.

## 5 LAADUNVARMISTUS

Laadunvarmistus alkaa jo projektin suunnittelusta ja jatkuu vaihe vaiheelta koko projektin ajan. Laadunvarmistuksella tarkoitetaan kokonaisuutta, jolla päästään haluttuun lopputulokseen ja laatuun. Tässä on tarkoituksena käydä tiivistetysti läpi eri laadunvarmistuksen vaihteita ja menetelmiä, sekä luoda mestarille avuksi muisti- ja tarkistuslista maanvaraisten lattioiden toteuttamisesta.

### 5.1 Laadunvarmistuksen vaiheet

Laadunvarmistuksen vaihteita ennen varsinaisen työn aloitusta ovat suunnitelmiin vaaditun laatutason määrittäminen, suunnitelman laatiminen projektiin, riskien analysointi ja ehkäisytoimenpiteet sekä tehtäväsuunnitelma (Rakennustieto, 2017, s.18). Ennen työn aloitusta aloituspöytäkirjassa käydään läpi työhön liittyvät asiat, kuten työmenetelmät ja suunnitelmat. Aloituspöytäkirja dokumentoidaan ja jaetaan asianomaisten kesken.

Laadunvarmistuksen vaiheet työmaalla alkavat varsinaisen työn aloituksesta eli mestan vastaanotosta ja tarkistuksesta, tehtävän seurannasta, malliasennuksista ja katselmuksista rakentamisen valvojan ja tilaajan kanssa. Laadunvarmistukseen kuuluvat myös työn aikana tehtävät tarkastukset, mittaukset ja testaukset, työn etenemisen seuraaminen sekä laadun ja työn ohjaus. Lopuksi pidetään vastaanottokatselmus, jossa tarkistetaan suunnitelmien mukaisuus.

Jokaisen työvaiheen aikana riittävä ja huolellinen dokumentointi on tärkeää. Toimenpiteiden toteutus on tärkeä dokumentoida aina heti sille tarkoitettuun paikkaan järjestelmällisesti. Tarkkaan dokumentoitu tieto on paljon helpompi myöhemmin löytää ja hyödyntää. Työvaiheen tarkastuksissa piiloon jäävien vaiheiden dokumentointi valokuvaamalla on erittäin tärkeää, sillä niistä voidaan myöhemmin katsoa ja paikantaa tärkeitä tietoja. Dokumentoinnin avulla nähdään esimerkiksi, missä lattialämmitys kulkee.

### 5.2 Laadunvarmistusmenetelmät

Laadunvarmistusmenetelmiä on useita, mutta ilman niiden järjestelmällistä ja säännöllistä dokumentointia ei voida myöhemmin tietää, mitä on tehty ja milloin. Siksi on tärkeää, että eri laadunvarmistuksen vaiheet dokumentoidaan mahdollisimman kattavasti ja selkeästi.

Nykyään laadunvarmistuksen dokumentointia helpottavat huomattavasti siihen tarkoitettut työkalut ja digitaaliset alustat. Eri laadunvarmistusmenetelmiä ovat työmaalla täytettävä laadunvarmistusmatriisi, johon merkataan aina kunkin työvaiheen laadunvarmistus vaiheittain (Rakennustieto, 2017, s.18). Matriisiin voidaan merkata esimerkiksi, milloin aloituskokous on pidetty ja allekirjoitus, kuka sen on pitänyt. Lisäksi laadunvarmistuksessa voidaan käyttää tarkastusasiakirjaa, jolla selvennetään laatuvaatimukset ennen työn aloitusta. Tarkastusasiakirja voi olla sähköisessä muodossa, ja siihen voidaan liittää ja lisätä kuvia. Muita dokumentteja ovat muistiot työmaalta, kuten työn aikana tehdyt tarkastukset ja mittaukset, mittauspöytäkirjat, olosuhdemittaukset, kosteuden seuranta sekä hallintasuunnitelma ja niistä tehdyt dokumentit.

Materiaalienlaatu varmistetaan käyttämällä vain CE-merkittyjä tuotteita. CE-merkinnät dokumentoidaan tuotteista valokuvoin, ja lisäksi dokumentoidaan tuotevalmistajalta saatavat tiedot. Materiaalivalinnat tehdään suunnitelmien mukaisesti suunnittelijan määrittämistä tuotteista. Mikäli materiaalia tai tuotetta joudutaan vaihtamaan, varmistetaan tuotteen soveltuvuus suunnittelijalta ja hyväksyntä tilaajalta. CE-merkintöjen lisäksi dokumentoidaan tuotteiden sertifikaatit ja tyyppihyväksyntätodistukset.

### 5.3 Laadunvarmistus työvaiheittain

Laadunvarmistukseen työvaiheittain kuuluvat

- Työn aloitusedellytykset
- Viemärit ja kaivot
- Täyttö ja tiivistys
- Eristeet
- Liikuntasaumamat
- Suojaustoimenpiteet ja irrotuskaistat
- Raudoitukset
- Betonointi
- Jälkihoito

Työn aloitusedellytykset on saavutettu ja aloituspalaveri on pidetty kaikkien osallisten kesken. Aloituspalaverissa käydään läpi suunnitelmat, todetaan toteutuskelpoisuus sekä selvitetään

mahdolliset puutteet ja ongelmat. Suunnitellaan työhön tarvittavien resurssien määrä ja käydään läpi työhön osallistuvien työntekijöiden kanssa laatutavoitteet ja työskentelymenetelmät.

Viemäreitä ja kaivoja asennettaessa sovitaan ennen työn aloitusta urakoitsijan kanssa työmenetelmät. Lisäksi käydään läpi urakkarajat, liittymäkohdat rakenteisiin, suojaustoimenpiteet, asennustavat, sallitut mittapoikkeamat ja laadunvarmistusmenetelmät. Viemärit kuvataan ja kaivojen korot tarkistetaan täkymetrillä. Lisäksi varmistetaan kaivojen suoruus ja huolellinen kiinnitys. Ennen valua putkiurakoitsija kuittaa rakennusurakoitsijalle putkitöiden valmiuden.

Täyttö- ja tiivistystyössä huolehditaan, että ennen aloitusta alusta on putsattu huolellisesti orgaanisesta materiaalista ja rakennusjätteestä sekä täyttökerrokset on tehty suunnitelmien mukaan. Varmistetaan, että täyttö ja tiivistys tehdään kerroksittain huolellisesti ja että rakenekerrokset sekä vahvuudet saavutetaan. Varmistetaan, että viemärien ja muiden putkien arinat ja ympäristät on tehty suunnitelman mukaan hienommalla raekoolla. Tiivistys tulee varmistaa erityisen kuivissa olosuhteissa täyttökerroksen kastelulla. Erityishuomiota kaivataan kapillaarikatkokerrosta tehdessä, jotta työ tehdään suunnitelman mukaan. Täytön on oltava esimerkiksi pestyä sepeliä (8–16 mm). Talvirakentamisessa tulee varmistaa, että alusta ei pääse jäätymään missään vaiheessa.

Ennen eristeiden asennusta alustan täytyy olla hyvin tiivistetty ja tarpeeksi tasainen sekä oikeassa korossa. Eristystyön alkaessa eristelevyjen vaadittu laatu ja paksuus varmistetaan. Asennuksessa huomioidaan, että eristelevyjen saumat tulevat tiiviisti toisia vasten ja pontillisten levyjen pontit kunnolla kiinni. Useassa kerroksessa olevien eristelevyjen saumat limitetään kunnolla, niin etteivät saumat ole samalla kohdalla. Erityishuomiota täytyy kiinnittää ulkoseinäreunoihin, sillä reuna-alueilla tulee paksumpi eriste ja levyjen täytyy olla huolellisesti vasten ulkoseinäreunaa tai sokkeliä. Aukot ja reiät tiivistetään uretaanilla sekä huolehditaan, että myös kaivojen ja muiden läpivientien liitoskohdat on tiivistetty. Mahdollinen valupaperi tai suodatinkangas tulee olla levitettynä kauttaaltaan.

Liikuntasauvoja asennettaessa liikuntasauimalinjojen paikat sekä tarkka korko merkataan huolellisesti työskentelyalueelle. Käytetään liikuntasauaman oikeaa tyyppiä, korkeutta ja materiaalia. Huolehditaan oikeasta asennustavasta, jolloin liikuntasauamat toimivat oikein. Liikuntasauimalinjoissa tulee varmistaa, että ne ovat suorassa ja oikeassa korossa ja, että kaatoalueet on huomioitu. Liikuntasauaman tulee olla tukevasti paikallaan ja saumojen muodostamien

ruutujen ja liitosten tehtynä oikein. Erityishuomiota on hyvä kiinnittää liikuntasaumojen risteyskohtiin.

Betonin roiskeille alttiina olevat rakenteet, kuten seinät, ikkunat, ovet ja pilarit, tulee olla suojattuna. Valettavalla alueella olevat putket tulpataan ja suojataan, kaivojen kannet ja reunat sekä liikuntasaumarautojen pinta teipataan huolellisesti. Muita suojaustoimenpiteitä voivat vaatia lattialämmitys tai muu lattiaan tuleva tekniikka. Irrotuskaistat tulee olla asennettuna kaikkiin lattiasta läpi tuleviin putkiin ja rakenteisiin, kuten pilareihin ja seiniin.

Raudoitukset on tehty suunnitelmien mukaan, ovat oikean kokoisia ja niissä on riittävät suojaetäisyydet lattian pohjaan ja pintaan. Huolehditaan, että välikkeet ovat oikean kokoiset ja raudoituksen sijainti suunnitelman mukainen. Erityishuomiota kiinnitetään riittävään suojaetäisyyteen materiaalien kohdalla, joissa on korroosioriski. Lisäksi tarkistetaan rautojen riittävät limityspituudet ja sidonnat.

Ennen valua tarkastetaan betonoitava alue, ja että se täyttää laatutavoitteet. Muilta urakoitsijoilta ja valvojalta tulee saada hyväksyntä alueen valmiudesta. Betonipumppu pystytetään turvallisesti ja oikeaan paikkaan sekä täyttöautojen kulku varmistetaan. Valettava alue käydään läpi työntekijöiden kanssa ja varmistetaan oikea valukorko. Huomioidaan kaatolinjat sekä betonin liittyminen kaivoihin ja liikuntasaumoihin. Betonin riittävä tärytys ja tiivistämistapa varmistetaan ja huolehditaan, että valun aikana on riittävä valvonta. Muita huomioitavia asioita valun aikana ovat lattialämmitysputkien tai kaapelien suojaus pumppulinjan putken liikkeiltä.

Valitaan jälkihoitomenetelmä ja varmistetaan, voidaanko käyttää jälkihoitoainetta. Jälkihoito aloitetaan riittävän ajoissa, mieluiten heti kun mahdollista. Jos käytetään ruiskutettavaa jälkihoitoainetta, tulee huolehtia, että koko betonilattian pinta käsitellään. Kun betonipinta peitellään suojamuovein, täytyy betonin pinnan olla sitoutunut riittävästi niin, että se kestää kävelyn. Tämän jälkeen valettu alue peitellään huolellisesti suojamuovein ja varmistetaan lopuksi muovien paikallapysyminen painojen avulla. Jälkihoidosta on huolehdittava riittävän pitkään, betonilaatu ja olosuhteet huomioon ottaen. Betonin sitoutuminen vaatii aina myös riittävän lämpötilan, joten myös valun jälkeen on tärkeä huolehtia tilan riittävästä lämpötilasta. Lisäksi tulee huolehtia, ettei betonilattiaa kuormiteta raskailla koneilla ennen kuin se on saavuttanut riittävän lujuuden.

Laadunvarmistukseen työvaiheittain voidaan käyttää apuna tarkastuslistaa, josta löytyvät kaikki olennaiset asiat työn etenemisen seuraamiseen ja tarkastamiseen. Tarkastuslistan tulee olla selkeä ja helposti läpikäytävä, ettei se tuo lisää työtä mestarille. Tarkastuslista, joka mahtuu yhdelle A4-kokoiselle paperille tai on digitaalisena versiona, on helposti mukana kuljetettava ja läpikäytävä. Kokemuksen perusteella olemassa olevien tarkastuslistojen käyttö vaatii liikaa aikaa, eikä sovellusversiossa oleva tarkastuslista ole täydellinen. Listasta puuttuu olennaisia asioita ja sen täyttäminen vaatii vaihe vaiheelta etenemistä. Tästä syystä valetavan alueen tarkastus tapahtuu usein ainoastaan valokuvaamalla. Kun kohteeseen laaditaan kohteen tarpeiden mukainen ja yksityiskohtainen tarkastuslista, helpottaa se työn tarkastamista järjestelmällisesti ja huolellisesti. Esimerkki tarkastuslistasta ja ohjeistus löytyvät liitteenä.

#### **5.4 Mittausmenetelmät**

Laatua voidaan mitata eri menetelmin ja kokein työn etenemisen yhteydessä. Maanvaraisten lattioiden toteuttamisessa apuna käytettäviä mittausmenetelmiä ovat maaperän tiiveyskokeet, jotka tehdään levykuormituskokeella tai pudotuspainolaitteella. Molemmilla menetelmillä tulos on luotettava oikeaoppisesti tehtynä (Suomen betoniyhdistys, 2018, s.72). Tuloksia verrataan annettuun tiiveysasteeseen ja samalla dokumentoidaan, mistä ja milloin tiiveyskoe on tehty. Materiaalitestauksia voidaan tehdä käytettävissä olevista materiaaleista laboratoriokokein. Betonin laatua seurataan ottamalla koepaloja betoniasemalta tulevasta betonista. Betonia otetaan työmaalle kuljetetusta tuoreesta betonista vähintään kolme koekappaletta, jotka jätetään kuivumaan työmaa olosuhteisiin. Koekappaleet testataan laboratoriossa, jolloin niistä saadaan puristuslujuuden keskiarvo. Valmiista betonilattiasta ennen pinnoitusta otetaan aina kosteusmittaukset useasta eri paikasta, ja kosteusmittauksilla saadaan selville lattian suhteellinen kosteus. Kosteuden tulee olla alle pinnoitevalmistajan asettaman arvon. Kosteutta voidaan mitata luotettavasti porareikämittauksin sekä koepaloin.





Kuva 17. Työmaalla otetut koekappaleet (Laitila, 2022).

## 6 POHDINTA

Lopulta hyvään laatuun pääseminen vaatii ammattitaitoiset tekijät, joilla on kokemusta rakentamisen eri osa-alueista. Kokemuksen perusteella rakentaminen ei aina pelkästään riitä, vaan tarvitaan myös motivaatiota tehdä työ kunnolla. Silloin kun kaikilla tekijöillä on selkeä yhteinen laatutavoite, päästään laadukkaaseen lopputulokseen. Isossa projektissa tarvitaan erityisosaamista monella eri osa-alueella ja tärkeää on, että työt saadaan sovitettua yhteen tarpeeksi hyvin ja projektia viedään eteenpäin hyvässä yhteistyössä.

Uuden työvaiheen alkaessa työntekijöillä ja työnjohtajilla pitäisi olla riittävä aika työvaiheen toteuttamiseen, koska alkuun työ on hitaampaa ja useasti sama työ voidaan toteuttaa usealla eri tapaa. Kokemuksen perusteella kunkin työn toteuttamiseen täytyy löytää paras ratkaisunsa. Kun työvaihe kestää pitkään ja työ tehdään samalla työryhmällä, nopeutuu työn tekeminen ja työn laadusta tulee paljon tasalaatuisempaa. Mestarin työ helpottuu, kun sama työryhmä oppii työskentelemään. Aina työn tekemiseen pitäisi kuitenkin olla riittävä toteutusaika, sillä liian kiireellä tehty työ saattaa aiheuttaa suuria virheitä, joiden korjaaminen vaatii paljon aikaa ja rahaa. Tärkeintä olisi, että työhön on vaadittava aika ja että se tehdään kerralla kuntoon.

Työnjohtajalla on suuri vastuu ja merkitys, että työ tehdään kunnolla ja suunnitelmien mukaan. Ilman huolellista ja tarkkaa työn johtamista on haluttuun laatuun pääseminen paljon vaikeampaa. Erityisesti suurella työmaalla työnjohtajan merkitys korostuu, kun työhön osallistuvat useat eri työntekijät. Työntekijöillä voi olla hyvin erilaiset näkemykset vaaditusta laadusta sekä asioiden tärkeydestä. Kaikki työntekijät eivät välttämättä edes tiedä, miksi jokin työvaihe tehdään ja mihin erityisesti kuuluu kiinnittää huomiota. Siksi jokaisen työvaiheen aikana mestarin läsnäolo ja huolellinen työn valvonta vähentävät virheiden määrää. Mahdollisten virheiden ja ongelmakohtien huomaaminen ajoissa helpottaa niiden korjaamista. Työn johtamista ja valvontaa helpottaa paljon, jos mestarilla on kyseisestä työvaiheesta runsaasti kokemusta ja mestari osaa heti kiinnittää huomiota oikeisiin asioihin. Kokemattomalle mestarille suureksi avuksi ovat työvaiheeseen liittyvät ohjeet sekä työvaiheen tarkastuslistat. (Toivottavasti tulevaisuudessa jollekin apuna voisi olla tämä opinnäytetyö.)

## LÄHTEET

- Betoniteollisuus. (i.a.). *Saumat*. <https://betoni.com/arkkitehtisuunnittelu/arkkitehtisuunnittelu/lattiat/saumat/>
- Ceramid. (2022). *Silikaattikäsitteily*. <https://www.ceramid.fi/silikaattikasittely/>
- Elementtisuunnittelu. (2020). *Liikuntasaumat*. <https://www.elementtisuunnittelu.fi/liitokset/liitosten-toiminta/liikuntasaumat>
- Finnerster Coating, ARMEKA Engineering. (2018). *Opas kestäviin lattiapinnoitteisiin ja asennusaluksen vaatimuksiin*. <https://asiakas.kotisivukone.com/files/armeka.ota.fi/tiedostot/Lattiapinnoiteopas2020.pdf>
- FortaFerro 54. (i.a.). *Fortaferro: synteettinen makrokuitu*. [https://masino.fi/media/catalog/product/27224\\_STPP\\_FortaFerro\\_54\\_tuotekortti\\_SuomenTPP.pdf](https://masino.fi/media/catalog/product/27224_STPP_FortaFerro_54_tuotekortti_SuomenTPP.pdf)
- Liikuntasaumat.fi. (i.a.) *Asennustyökalu 1*. <https://liikuntasaumat.fi/tuote/asennustyokalut>
- Master Builders solutions Finland. (i.a.) *MasterTop 450 PG*. [https://assets.master-builders-solutions.com/fi-fi/mbs\\_mastertop\\_450\\_pg\\_fi.pdf](https://assets.master-builders-solutions.com/fi-fi/mbs_mastertop_450_pg_fi.pdf)
- Peab. (i.a.). PEAB - Pohjoismainen yhteiskuntarakentaja <https://peab.fi/peab/>
- Peikko. (2022). *Liikuntasaumat*. <https://www.peikko.fi/tuotteet/betonilattiatuotteet/liikuntasaumat/>
- Punkki, J. (2017). *Betonirakenteiden käyttöikäsuunnittelu*. [https://betoni.com/wp-content/uploads/2017/05/BET1702\\_66-71.pdf](https://betoni.com/wp-content/uploads/2017/05/BET1702_66-71.pdf)
- Rakennusteollisuus RTT, Betoniteollisuus, Betonilattiyhdistys, (2012). *Betonilattiat kortisto*. <https://www.rudus.fi/Download/23942/Betonilattiat%20kortisto.pdf>
- Rakennustieto. (2015). *Lämmöneristys (Ratu 0437)*.
- Rakennustieto. (2017). *Rakennustöiden laatu 2017 (11. painos)*. Talonrakennusteollisuus ry
- Rudus. (i.a.). *Kuitubetonilla parantavaa vetolujuutta ja kestävyyttä* <https://www.rudus.fi/tuotteet/betoni/kuitubetonit>
- Sika Finland. (2022). *Sika Comfortfloor PS-27* [https://fin.sika.com/content/dam/dms/fi01/n/sika\\_comfortfloorps-27.pdf](https://fin.sika.com/content/dam/dms/fi01/n/sika_comfortfloorps-27.pdf)
- Sika Finland. (i.a.). *Betonikuidut*. <https://fin.sika.com/fi/rakentaminen/betonilisa-aineet/betonikuidut.html>

Suomen Betoniyhdistys. (2018). *Betonilattiat 2018* (5. painos). Suomen Betoniyhdistys ry.

The Cemical Company. (2014). *Ucreteteollisuuslattiapinnoitteet: Maailman kestävin lattia*.  
[https://de.cdn-website.com/8d882ed4587c42d5a95fc8321dd0f1c2/files/uploaded/MBS\\_Ucrete-esite\\_FI\\_small.pdf](https://de.cdn-website.com/8d882ed4587c42d5a95fc8321dd0f1c2/files/uploaded/MBS_Ucrete-esite_FI_small.pdf)

## **LIITTEET**

Liite 1. Tarkastuslista

Liite 2. Maanvaraisten lattioiden tarkastus ohjeet

## Liite 1. Tarkastuslista

## Maanvaraiset lattiat tarkastuslista

Peab 2022:

Tarkastettava alue:	Päivämäärä:	Tarkastaja:	Huomiot:
	OK!	KORJATTAVAA!	PUUTTEET!
<b>Materiaalit:</b> Suunnitelmien mukaan, hyväksytyt materiaalit.			
<b>Täyttö ja tiivistys:</b> Suodatinkangas, kerrokset, materiaalit, puhtaus.			
<b>Viemärit ja kaivot:</b> Sijainti, korko, tuenta, suoruus, viemärit kuvattu.			
<b>Eristeet/laakerikerros</b> Huolellinen asennu, raot tiivistetty, eriste tukevasti pohjaa vasten. Suodatinkangas, valupaperi.			
<b>Liikuntasauamat:</b> Sijainti, korot, suoruus, tuenta ja asennustapa.			
<b>Raudoitukset:</b> Suojaetäisyydet, sidonnat, jatkospituudet, määrät, koko, symmetria.			
<b>Irrotuskaistat ja suojaus:</b> Seinät, pilarit putket, ympäröivät rakenteet suojattu.			
<b>LVIS:</b> Lattialämmitys, sähkö, varaukset, yms.			
<b>Muut:</b> Radon, kohteen erityisrakenteet, varaukset.			
<b>Betonoitava alue:</b> Olosuhteet, tarkka lattiakorko (+ 1 m) valukuva, Puhtaus.			
<b>Jälkihoito:</b> Tapa, aloitusajankohta, olosuhteet, aika.			

## **Liite 2. Maanvaraisten lattioiden tarkastusohjeet**

### **Maanvaraisten lattioiden tarkastus ohjeet:**

#### **Materiaalit:**

- Käytettävät materiaalit ovat suunnitelman mukaiset ja tilaajan hyväksymät.
- Käytettävien materiaalien CE-merkit dokumentoidaan ja materiaalien oikeellisuus varmistetaan.

#### **Täyttö ja tiivistys:**

- Suodatinkangas asennettu, ja täyttökerrokset ovat suunnitelmien mukaiset, sekä huolellisesti tiivistettynä suunnittelijan vaatimalla tavalla.
- Pohjan muotoilu vastaa suunnitelmia ja kaatoalueet on huomioitu täyttötöissä. Tarkastus suoritetaan tasolaserin avulla.
- Alustäytön suurin sallittu mittapoikkeama  $\pm 10$  mm.

#### **Viemärit ja kaivot**

- Kaivojen sijainti, korko ja suoruus tarkastetaan täkymetrin avulla, lisäksi silmämääräinen tarkastelu. (Päävastuu putkiurakoitsijalla)
- Lisäksi kaivojen ja viemärien tarkastus kuvaamalla. (Päävastuu putkiurakoitsijalla)
- Kaivot liimattuna uretaanilla tai esivalettuna paikallapysymisen varmistamiseksi.

#### **Eristeet ja laakerikerros**

- Tarkastetaan silmämääräisesti, että eristeet on asennettu huolellisesti ja raot tiivistettynä, eristeiden kuuluu olla tukevasti paikoillaan
- Tarkastetaan oikea eristevahvuus, saumat limitettynä, erityishuomio ulkoseinäreunoilla.
- Tarkastetaan että valupaperi tai suodatinkangas on asennettuna kauttaaltaan.

#### **Liikuntasaumat:**

- Liikuntasaumalinjat tarkastetaan suunnitelmista ja niiden tulee olla suunnitelmien mukaisesti suorassa ja linjassa. Apuna voidaan käyttää linjalankaa ja täkymetriä.
- Liikuntasauvojen korko tarkastetaan täkymetrillä, suurin sallittu mittapoikkeama  $\pm 3$  mm.
- Tarkastetaan oikea asennustapa ja riittävä tuenta varmistetaan. Tuennan tulee kestää valun aiheuttama paine.

#### **Raudoitukset:**

- Tarkastetaan raudoitusten suojaetäisyydet mittaamalla ja tasolaserin avulla.
- Raudoitusten oikeellisuus ja symmetrisyys tarkastetaan silmämääräisesti suunnitelmien avulla.
- Raudoitusten koko ja riittävät jatkospituudet varmistetaan mittaamalla.

**Irrotuskaistat ja rakenteiden suojaus:**

-Tarkastetaan silmämääräisesti, että kaikissa ympäröivissä rakenteissa, läpivienneissä ja putkissa on irrotuskaistat suunnitelmien mukaan.

-Tarkistetaan, että ympäröivät rakenteet ovat huolellisesti suojattuna.

**LVIS:**

-Tarkastetaan, että lattiaan tuleva tekniikka on huolellisesti kiinnitetty esimerkiksi lattialämmitys ja sähkövaraukset.

-Varmistetaan tarvittaessa muilta urakoitsijoilta, että kaikki lattiaan tuleva tekniikka on paikoillaan.

**Muut:**

-Tarkastetaan, että mahdolliset radonkaistat ovat suunnitelmien mukaiset. Radonkaistojen limitykset riittävät ja kaistat asennettuna kauttaaltaan, sekä taitettu huolellisesti eristettä vasten.

-Varmistetaan suunnitelmista, että valettavan alueen eritysrakenteet on toteutettu.

**Betonoitava alue:**

-Olosuhteet huomioitu: riittävä valaistus, lämpötilan minimi +5 °C

-Tarkastetaan, että betonoitava alue on puhdistettu irtorostista, sahanpurusta ja irtorautoista.

-Tarkastetaan, että valettavan alueen kaatolinjat ja tarvittavat seinien paikat ovat merkattuna.

-Tarkastetaan, että lattian valukorko on merkattuna riittävän lähelle valettavaa aluetta.

**Jälkihoito:**

-Varmistetaan sallittu jälkihoitomenetelmä.

-Tarkastetaan, että jälkihoitoaine on levitetty kauttaaltaan tai muovit ovat asennettuna tiiviisti valetulle alueelle.

-Varmistetaan jälkihoidon riittävä pituus olosuhteiden mukaan.