

Joona Lahtinen

KUITUBETONILATTIAT

Opinnäytetyö

Tekniikan ammattikorkeakoulututkinto

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

2021



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	Insinööri, AMK
Tekijä/Tekijät	Joona Lahtinen
Työn nimi	Kuitubetonilattiat
Toimeksiantaja	Jatke Oy
Vuosi	2021
Sivut	32 sivua, liitteitä 0 sivua
Työn ohjaaja(t)	Sirpa Laakso, Juha Karvonen

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia kuitubetonilattian ja raudoitetun laatan eroavaisuuksia. Kuitubetonilattiaa tutkittiin kahdella kahden vaihtoehdon avulla. Tutkimuksessa keskityttiin polymeerikuitujen ja teräskuitujen käyttöön maanvaraisessa laatussa.

Työssä tutkittiin kustannuksien eroavaisuuksia raudoitetun lattian ja kuitubetonilattian välillä. Samoin tarkasteltiin aikatauluja, jotka ovat määräävässä asemassa rakennusteollisuudessa. Lattioiden laatu on myös aina rakentamisessa tärkeää.

Opinnäytetyön esimerkkikohteena käytettiin Jatke Oy:n omaa projektia eli Kouvolan Lidl-myymälää. Työssä tutkittiin myös nykyisiä ja menneitä kohteita, joista etsittiin mahdollisia haasteita työnsuorittamisessa. Kustannuksissa keskityttiin suurimmaksi osaksi kokonaisuuteen, joka sisältää materiaalit, työtunnit ja muut vaikuttavat tekijät kuten tarvittava betonipumppauskaluston.

Tutkimuksissa selvisi, että eroavaisuudet olivat hyvin pienet. Erilaisilla lattiarakenteille vähittäistavaramyymälässä synny suuria eroavaisuuksia kustannusten ja aikataulun kanssa.

Rakentamisessa aikataulut ovat määräävässä asemassa. Aikataulusäästöt ovat kuitenkin aina myös tilaajalle sekä urakoitsijalle suuri etu, mikäli niitä syntyi erityisen paljon. Aikataulusäästöillä tilaaja voi saada kohteen aikaisemmin käyttöön ja urakoitsija voi vapauttaa resursseja tuleviin projekteihin.

Asiasanat: jatke Oy, kuitubetonilattia, raudoitettu laatta, eroavaisuudet

Degree	Bachelor of engineering
Author (authors)	Joona Lahtinen
Thesis title	Fiber concrete floor
Commissioned by	Jatke Oy
Time	2021
Pages	32 pages, 0 pages of appendices
Supervisor	Sirpa Laakso, Juha Karvonen

ABSTRACT

The aim of the thesis was to study the differences between a fiber concrete floor and a reinforced slab. The fiber concrete floor was studied with two different options. The study focused on the use of polymer fibers and steel fibers in the underground slab.

The differences in cost between reinforced floor and fiber concrete floor were investigated. Schedules, which were dominant in the construction industry, were also examined. The quality of the floors is also always important in construction.

Jatke Oy's own project, the Kouvola Lidl store, was used as an example of the thesis. The work also examined current and past sites, where potential challenges in job performance were sought. Mostly the costs were focused on the whole, which includes materials, working hours and other influencing factors such as the necessary concrete pumping equipment.

The studies revealed that the differences were very small. For different floor structures in a retail store, there were large differences in cost and schedule.

In construction, schedules are dominant. However, schedule savings are always a great advantage for the customer as well as the contractor if they are generated in large quantities. With schedule savings, the client can get the site used earlier and the contractor can free up resources for future projects.

Keywords: Jatke Oy, Fiber Concrete Floor, Reinforced Tile, Differences

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
1.1	Tavoitteet ja sisältö	7
1.2	Jatke-konserni	8
2	BETONILATTIATYYPIT.....	9
3	KUITUBETONI.....	11
3.1	Kuitubetonin historiaa	13
3.2	Teräskuitu	14
3.3	Muovikuitu	15
3.3.1	Mikropolymerikuitu	16
3.3.2	Makropolymerikuitu	17
4	RAUDOITETTU LAATTA.....	18
5	TYÖTEKNISET EROAVAISUUDET	20
5.1	Betonointi.....	21
5.2	Laadun varmistaminen	21
6	EROAVAISUUDET	24
6.1	Työstettävyys.....	25
6.2	Soveltuvuus	26
6.3	Aikataulu.....	26
6.4	Laatu.....	27
6.5	Kustannukset.....	28
7	TULOSTEN ARVIOINTI.....	30
7.1	Tulevaisuus	30
	LÄHTEET.....	31
	KUVALUETTELO	32

Määritelmiä

(Betonilattiat BY45/BLY7, 195)

Aaltoilu	Epätasaisuus, joka voi esiintyä notkoina tai kohoimina. Aaltoilu voi johtua mm. hiertovirheestä.
Hammastus	Ruutujaon aiheuttamaa saumoissa näkyvää korkeeroa.
Kevythionta	Kevythionnan tarkoituksena on poistaa pieni kerros sementtiliimaa ja samalla vähäiset epätasaisuudet.
Pintahionta	Pintahiomalla poistetaan lattianpinnasta sementtiliima, jolloin saadaan hieno runkoaines näkyviin ja parempi tartuntapinta.
Syvähionta	Syvähionnalla saadaan karkea runkoaines näkyviin, joten syvähionnalla poistetaan lattian pintakerros.
Nimellispaksuus	Suunniteltu paksuus lattialle.
Nimelliskaltevuus	Suunniteltu kaltevuus lattialle
Kutistumisraudoitus	Raudoitus, jonka täytyy kestää lattian ja alustan välisen kitkan aiheuttama rasitus
Pinnan karheus	Hiertotyössä syntyvä pieni pinnan epätasaisuus, jonka vaikutuksena haastetta voi syntyä kitkaan tai puhdistettavuuteen. Usein kitkaa lisätään liukkauden vähentämiseksi.
Mekaaniset kuormat	Mekaaniset kuormat voivat olla mm. pistemäisiä, tasaisesti jakautuvia tai viivakuormia. Kuormitus voi syntyä esimerkiksi ajoneuvoista tai työkoneista. Rakentamisen aikaiset kuormat voivat olla merkittävät,

sillä ne voivat aiheuttaa lattiaan rasituksia ja siten vaurioita.

Kuivumiskutistuminen Kuivumisen seurauksena laatan reunat pyrkivät kutistuneen betonoidun laatan keskiosaan. Kutistumisliike estyy ja betonissa vetolujuus ylittyy, jonka vuoksi lattiaan syntyy halkeamia. Kuivuminen voi myös tapahtua epätasaisesti, koska avoimet pinnat kuivuvat nopeammin. Epätasainen kuivuminen myös aiheuttaa nurkkien ja reunojen nousun, mitä vaikea estää täysin.

Lämpötilanvaihtelut Lämpötilan vaihtelut myös aiheuttavat lattialle kutistumia ja muodonmuutoksia.

Kulutusrasitus Kulutusrasitus syntyy mm. mekaanisten rasitusten aiheuttamana, hienoaineiden irtoamisen lattiapinnasta.

Pitkäaikaiset kuormakeskittymät

Pitkäaikaisia kuormakeskittymiä voi syntyä joustavan alusrakenteen päälle. Virumisen vuoksi lattiaan voi syntyä epätasaisuutta.

Muita rasituksia Sääolosuhteista johtuvat tekijät, kuten jäätyminen ja sulaminen, ja myös kemialliset aineet voivat tuottaa rasituksia lattiaan.

1 JOHDANTO

1.1 Tavoitteet ja sisältö

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutustua teräskuitu ja muovikuitubetonilattioihin. Samalla on tarkoitus tutkia, mitä eroavaisuuksia syntyy kustannuksissa, aikataulussa ja onko työtavoissa eroavaisuuksia kuitubetonilattian ja raudoitetun laatan välillä. Esimerkiksi aikataulut ovat usein tärkeässä asemassa rakentamisessa ja tässä opinnäytetyössä etsitään tietoa, onko kahden työmenetelmän välillä suuria aikataulu eroavaisuuksia. Työssä tutkitaan Jatke Oy:n Kouvolan Tornimäen Lidl-projektin lattian toteuttamista kuitubetonilattialla ja raudoitetulla laattalla. Tavoitteena on myös tutkia, minkälaisiin tilaajan hankkeisiin kuitubetonilattia soveltuisi parhaiten. Olennaisena tavoitteena on myös saada mahdollisimman kattavasti tietoa toimitilarakennusten ja suurten lattia pinta-alojen valmistuksesta.

Opinnäytetyössä keskitytään ainoastaan pintabetonilaattaan. Opinnäytetyö on rajattu lattiassa. Eristeestä tai kovettuneesta betonista ylöspäin. Tarkasteltavat kuitumateriaalit ovat teräskuitu ja muovikuidut. Tilaajan tavoitteena on käyttää tutkimusta lattioiden eroavaisuuksista tuleviin projekteihin, jotta heillä olisi kattavasti tietoa lattioiden soveltuvuuksista tuleviin kohteisiin.

Teoria osuudessa tutkitaan molemmista lattiatyypeistä mm. työtapoja, kustannuksia, aikatauluja ja soveltuvuuksia, jotta opinnäytetyössä saadaan kattava vertailu. Kustannuksista tutkitaan, kuinka suuria kustannuseroja tulisi materiaalissa ja työtunneissa, jotka ovat suuri vaikuttaja aina työmaalla kuluihin. Tutkimuksen tulokset tullaan esittämään työssä osittain kaaviomuodossa ja osittain kirjallisesti.

Suomessa kuitubetonia on selvästi käytetty eniten maanvaraisissa lattioissa, mutta myös kuitubetonia pystytään käyttämään muissa rakenteissa. Kuitubetonin käytön tavoitteena on ollut usein aikataulun nopeuttaminen. Kuitubetonin avulla mahdolliset logistiikka- ja varastotilojen puutteet vähenisivät työmaalla. Monesti työmaalla pelätään kuitubetonia, koska ainekustannukset voivat nousta huomattavan paljon suuremmiksi.

Aikatauluvaikutukset ovat myös tutkimuksessa suurena osana, koska ne nousevat usein määräävään asemaan rakentamisessa. Työmaalla usein suurimpina kuluerinä ovat käyttö- ja yhteiskustannukset. Osoitettujen aikatauluerojen avulla tilaaja Jatke Oy pystyy tarkemmin analysoimaan aikataulu ja siten valitsemaan itselleen sopivan työtavan projekteissaan.

Tällä hetkellä Jatke Oy:n hankkeissa on lähes aina käytetty raudoitettua lattia-rakennetta. Yrityksellä on ollut myös hankkeita, jossa on tehty lattiat kuitubetonilla. Käynnissä olevista hankkeista mm. Myrskylän koulun pintalattia tehtiin raudoitetulla lattiamallilla. Jatkeen menneistä kohteissa mm. Kouvolan Tornionmäen Tokmannin lattia on tehty kuitubetonista.

Kirjallisuutta, jota on käytetty tässä opinnäytetyössä, on mm. betonitekniikan oppikirja ja Suomen betonteollisuus betonilattiat-oppikirja. Tässä työssä on myös tietoa hankittu Internetistä, sähköpostilla ja suorittamalla haastatteluja Jatke Oy:n toimihenkilöille. Projekti- ja laskentatiedot ovat Jatke Oy:n käynnissä olevista tai menneistä projekteista.

1.2 Jatke-konserni

Jatke Oy on vuonna 2009 perustettu kotimainen rakennusyhtiö. Jatke rakentaa ihmisille koteja ja työpaikkoja, joissa on hyvä olla ja elää. Jatkeella luvataan pysyä aina aikataulussa ja kustannuksissa, jotka asiakkaiden kanssa on sovittu. Jatkeella tärkein lähtökohta on saumaton yhteistyö sekä sisäisesti että ulkoisesti, jotta saadaan paras lopputulos.

Jatke Oy on Jatke-konsernin emoyhtiö, jonka pääkonttori sijaitsee Helsingissä ja kotipaikka on Kouvola. Vuonna 2012 perustettiin Jatke Uusimaa Oy, joka on vastuussa konsernin asuntorakentamisesta pääkaupunkiseudulla. Vuonna 2016 syntyi Jatke Länsi-Suomi, joka perustettiin Turun seudun liiketoiminta yhtiöittämällä. Vuonna 2019 Tampereen seudun asunto-, toimitila- sekä ja korjausrakentamisen liiketoiminta yhtiöitettiin Jatke Pirkanmaa Oy:ksi ja konsernin julkisivurakentaminen Jatke Julkisivut Oy:ksi. (Jatke Oy 2021.)

Emoyhtiönä toimiva Jatke Oy vastaa toimitila- ja korjausrakentamisesta. Samoin samoin taloushallinnosta, henkilöstö- ja lakiasioista sekä viestinnästä.

Vuonna 2019 Jatke-konsernissa työskenteli yhteensä henkilöstöä 327 henkilöä, joista 242 toimihenkilöä ja 85 työntekijää. Jatkeen liikevaihto vuonna 2019 oli 325,6 miljoonaa euroa, joka kasvoi 12,5 % vuodesta 2018. (Jatke Oy 2021.)

2 BETONILATTIATYYPIT

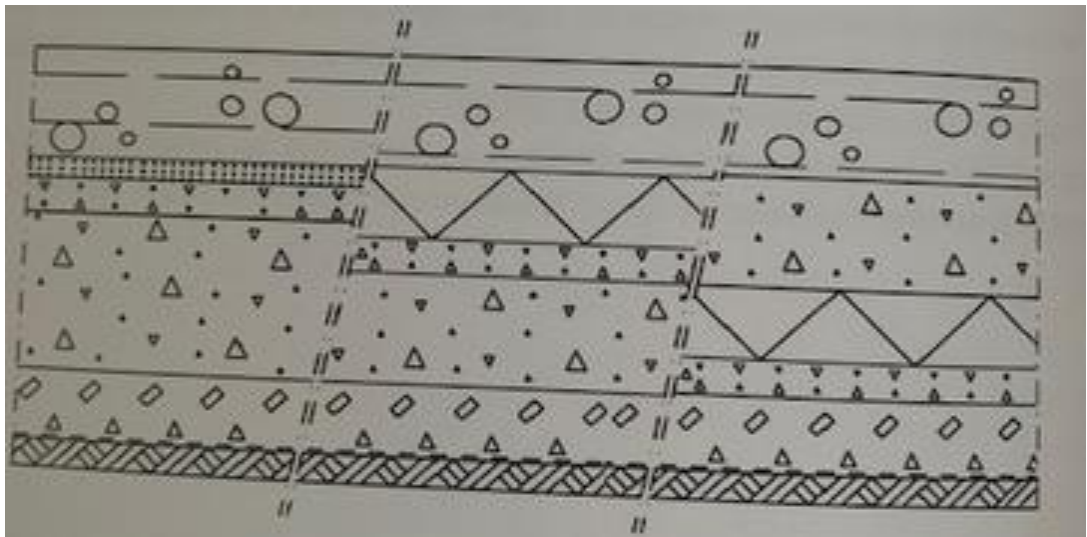
Tässä luvussa käydään läpi betonilattioiden perustyyppejä. Toimitiloissa käytetään usein betonilattioita, mutta voidaan esimerkiksi joissakin tapauksissa tehdä puurakenteisia lattioita. Täysin puurakenteisen lattioiden käyttö on jäänyt todella vähäiseksi nykyisellä vuosikymmenellä. Betonilattioissa täytyy aina olla kova kulutuksenkestävyys ja rasituskestävyys. Perustyyppejä ovat mm. maanvarainen lattia, paalulaatta, pintabetonointilattia, kelluva pintabetonointilattia ja kantava paikalla valettu laatta ilman erillistä pintavalua. Rakennuspaikan pohjaolosuhteet ovat usein määräävässä asemassa lattiatyyppin valinnassa. Uudisrakennusten rakennuspaikat ovat nykyisellä vuosikymmenellä hyvin pehmeitä, joten maanvaraisen lattian tekeminen voi aiheuttaa kanta-vaushaasteita. Jatke Oy:n projekteissa tähän mennessä eniten on käytetty maanvaraista lattiatyyppiä (kuva 1). (By 71 RIL 149-2019, 199.)

Maanvaraisessa betonilaatassa voidaan valaa lattia maapohjan päälle, jos maapohja on tarpeeksi kantava kestämään laatan painon ilman maapohjan painaumuksia. Lämpöeristetyssä mallissa täytyy huomioida lattian rasitus ja valita eriste siten, että eriste kestää kuormat eikä vaurioidu kuormituksessa. Eriste asennetaan suoraan tasattuun ja tiivistettyyn maaperään, jotta se on suorassa ja lepää hyvin maassa. Näin vältetään eristeen rikkoutumiselta. Betonilattiat valetaan siten suoraan eristeen päälle.

Nykypäivänä suuria kuormituksia on esimerkiksi teollisuushalleissa, joissa on painavia työkoneita jatkuvassa käytössä. Maanvaraisissa laatoissa eriste voidaan asentaa syvemmälle esimerkiksi 300 mm täytekerroksen alle. Kun lämpöeriste asennetaan syvemmälle, saadaan eristeestä hyötyjä kuitubetonoinnissa. Esimerkiksi betoniauto voi ajaa suoraan betonointi kohteeseen ja kuitubetonina voidaan käyttää jäykempää ja vähemmän kutistuvaa betonia. Piste-

kuormissa syvemmälle asennettu eriste jakaa kuormia myös suuremmalle alu-
eelle. Kuvassa 1 on esitetty leikkauskuvina erilaiset vaihtoehdot. Toimitilara-
kentamisessa syntyy hyvin vähän suuria rasituksia, koska toimitilarakentami-
nen keskittyy usein toimistotiloihin ja vähittäistavaramyymälöihin ja muihin toi-
mitilatyyppeihin. (BY201 Betonitekniikan oppikirja 2018, 414.)

Näin ollen maanvaraisen laatan paksuuden määräytyminen on riippuvainen
kuormista. Toimitilarakennuksissa laatan vähimmäispaksuussuositus on 100
mm (Betonilattiat 2018, 10).



Kuva 1. Vasemmalla on valettu lattia suoraan tasauserroksen päälle. Keskellä lattia on tehty eristeen päälle. Oikeassa reunassa lattiaan on laitettu eriste syvemmälle ja tasauserros on lattian välissä. (Betonilattiat 2018)

Kantavaa betonilattiaa käytetään usein silloin, kun maapohjan kantavuus on heikko. Kantavan laatan päälle rakennetaan usein vielä pintalaatta, paitsi jos kyseessä on parkkihalli tai teollisuusrakennus.

Pintabetonointi on kovettuneen betonin päälle valettava laatta. Lattioiden pintabetonointi on riippuvainen aina käyttötarkoituksesta. Toimitila-, teollisuus- ja varistorakennuksissa pintalattiat ovat yksi rakennuksen tärkeä rakenneosia, koska lattiaan syntyy paljon mm. mekaanisia rasituksia. Lattiat voivat olla rau-
doittamattomia tai raudoitettuja laattoja. Lattiat pyritään tekemään aina mah-
dollisimman huolto- ja korjausvapaiksi, jotta mm. kalliita tuotantoseisokkeja ei
syntyisi.

Vähittäistavaramyymälöissä ja teollisuudessa lattioissa on myös erityisvaatimuksia aina hygienian suhteen ja kemiallisen kestävyuden suhteen. Pienrakennuksissa kuten omakotitalojen lattioiden laatuvaatimuksissa keskitytään aina enemmän ulkonäön, värisävyn ja halkeilun minimointiin. Pintabetonilattiassa kaksi tärkeintä tekijää toiminnan kannalta ovat hyvä alusta ja hyvä halkeilunhallinta. Mikäli alusta on epätasainen ja laatta on osittain irti alustasta, niin halkeiluriski ja halkeilunmäärä kasvavat erittäin paljon.

Lattioiden suunnittelussa täytyy aina ottaa huomioon seuraavat asiat: rakennuksen käyttötarkoitus, lattian pinnoitus- ja päällystystarve, lattian toiminnalliset vaatimukset ja tilaajan antamat vaatimukset. Käyttötarkoitus on lattioissa aina tärkein tieto lattian suunnittelussa, jotta saadaan tieto lattian rasituksesta ja kuormista. Lattiaan kohdistuva rasitus eli rakennuksen käyttötarkoitus määrittää lattian paksuuden. (BY201 Betonitekniikan oppikirja 2018, 414.)

Taulukko 1. Lattiaan kohdistuvat rasitukset. (Betonilattiat 2018)

Lattiaan kohdistuva rasitus	Esimerkki kohde
Pienet rasitukset	Asuinitilat Asumiseen verrattavat käyttötilat
Keskisuuret rasitukset	Liiketilat Sairaalat Toimistot Koulut
Suuret rasitukset	Teollisuustilat Varastotilat Liikennetilat Erikoistilat

3 KUITUBETONI

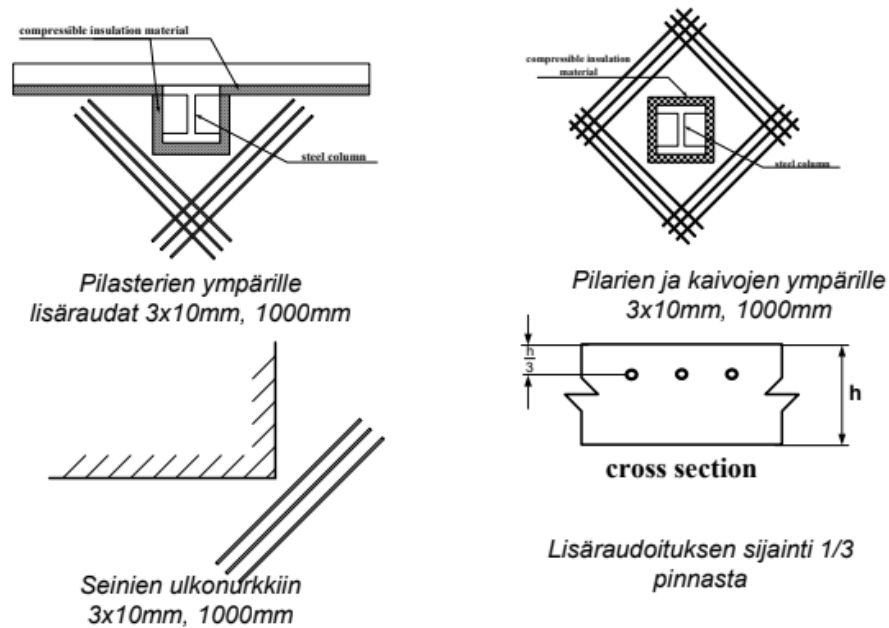
Betonimassaan lisättävän kuidun tarkoituksena on korvata raudoitusta eli mahdollistaa raudoiteverkkojen tai raudoitetankojen pois jääminen betonissa. Raudoitetankoja kuitenkin laitetaan aina reunavahvikkeiksi (kuva 2). Raudoi-

tuksen korvaaminen vähentää mm. rakentamisessa kyseisen työvaiheen työtunteja. Kuitubetonin käyttöä voi ajatella heti työmaan alkuvaiheeseen, jos kohteessa olisi esimerkiksi tiukka aikatauluvaatimus.

Raudoitusten pois jäännin myötä lattioiden tekemisessä jää yksi suurempi työvaihe pois. Esimerkiksi jos lattiapinta-ala rakennuksessa olisi 2600 m², suuri määrä raudoitustyötunteja lattian esivalmistuksessa poistuisi kuitubetonin käytöllä. Vaikutuksena on lattian betonoinnin aikaistuminen. Työvaiheen pois jäämisellä saadaan aikatauluun jopa useamman viikon nopeuttaminen, minkä ansiosta esimerkiksi toinen työvaihe voidaan aloittaa nopeammin ja lattiat saadaan nopeammin kuivumaan. Lattioiden kuivumiseen täytyy aina varata runsaasti aikaa, jotta lattian rasituskestävyys varmasti saadaan tavoitteiden mukaiseksi. Pinta voidaan sulkea, jos pintamateriaali on hengittävä.

Latioissa käytettävällä kuitutyypillä täytyy olla CE-merkintä, jota rakennetuoteasetus on 1.7.2013 lähtien edellyttänyt. CE-merkinnöissä on esitetty kuidun tiedot yksityiskohtaisesti. Kuvassa 4 on esitetty kuidun CE-todistus. (BY201 Betonitekniikan oppikirja 2018.)

Kuitujen määrä saadaan selville kuitulaskelmista. Kuitulaskelmat lasketaan betoniasiantuntijan toimesta suunnittelutoimistossa. Kuitulaskelmissa näkyvät aina kuitujen määrään vaikuttavat tekijät eli lattiaan kohdistuvat kuormat, sallittu pohjapaine ja pohjaolosuhteet.



Kuva 2. Kuitubetonoinnissa käytettävä tankorauhoitus. Tankorauhoituksen lisäämisellä saadaan reunavahvistuksia laattaan. (Jatke Oy 2021)

3.1 Kuitubetonin historiaa

Kuitubetonia on käytetty usein maanvaraisissa laatoissa ja paalulaatoissa, mutta kuitubetonia on pystynyt myös käyttämään muissa rakenteissa. Useiden tuhansien vuosien aikana kuituja on käytetty materiaalien vahvistamiseksi. Noin 150 vuotta sitten ilmestyi maailmalle ensimmäiset teräskuidut. Kuidut olivat siihen aikaan todella epämääräisen muotoisia teräspaloja. Kuitubetonia alettiin yleisimmin käyttämään maailmalla 1970-luvulla. Suomessa kuitubetoni tuli ensimmäisen kerran käyttöön 1980-luvun loppupuolella. Kuitubetoni on yleistynyt rakentamisessa vasta tällä vuosikymmenellä.

Raaka-aineina kuidussa on yleisesti teräs, mutta nykypäivänä aina enemmän käyttöön on tullut materiaalina myös polymeerit. Teräskuitubetonilla ja polymeerikuitubetonilla on molemmilla omanlaiset käyttökohteensa, jossa kuitubetonia käytetään. Teräs- ja polymeerikuitujen lisäksi on keksitty myös lasi- ja hiilikuidut, keraamiset kuidut sekä PVA-kuidut, joiden käyttö on jäänyt vielä toistaiseksi vähemmälle vielä nykyisellä vuosikymmenellä. (BY201 Betonitekniikan oppikirja 2018, 389.)

3.2 Teräskuitu

Teräskuitubetonia on käytetty eniten ruiskubetonoinnissa ja maanvaraisessa lattiassa. Teräskuitutyyppinä on monia erityyppisiä. Vaihtuvia ominaisuuksia ovat mm. kuidun pituus, joka vaihtelee välillä 15–60 mm, kuidun halkaisija 0,4–1,0 mm, kuidunvetolujuus 900–1800 MN/m² ja tapa miten kuitu ankkuroidaan. Yleisesti latioissa teräskuituja käytetään, jotka ovat pituudeltaan 50 mm – 60 mm ja halkaisijaltaan 0,72–1,00 mm. Teräskuidut ovat päästä taivutettu koukkumuotoiseksi eli HE = hook-end.

Teräskuidulla saadaan parannettua vetolujuutta, dynaamisten kuormien kestävyttä sekä murtokestävyttä. Kuidun hyviä puolia on myös, että ne vähentävät plastista kutistumaa ja halkeilutaipumista. Lattiabetonissa teräskuituja tarvitaan yleisesti 25 kg/m³ – 45 kg/m³. (BY201 Betonitekniikan oppikirja 2018, 66.)



Kuva 3. Teräskuituja (Rudus Oy 2021)

3.3 Muovikuitu

Muovikuidut eli polymeerikuidut on luokiteltu muodon, valmistustavan ja käyttötarkoituksen perusteella. Makrokuidut ovat halkaisijaltaan vähintään 0,30 mm ja mikrokuidut ovat halkaisijaltaan alle 0,30 mm.

Muovikuidut ovat jaettu kahteen erilaiseen luokkaan standardin EN 14889-2 mukaan. Luokkaan yksi kuuluvat mikrokuidut ja luokkaan kaksi makrokuidut. Luokkien eroavaisuudet ovat kuitujen käyttötarkoitukset. Ensimmäisen luokan käyttötarkoitukset ovat tuoreen betonin ominaisuuksien parantaminen ja toisen luokan kuitutyypit ovat tarkoitettu rakenteellisiin käyttöön. (Betonilattiat BY45/BLY 7 2018, 126.)

Makrokuidulla saadaan kovettuneessa betonissa jäännösvetolujuuutta suuremmaksi. Mikrokuituja käytetään tuoreen betonin ominaisuuksien parantamiseksi ja lohkeilun vähentämiseksi kovettuneessa betonissa palotilanteessa. Mikäli kuidut on käsitelty kemikaaleilla, täytyy se ottaa huomioon tuorebetonissa ilmamäärän laadunvalvonnassa, koska kemikaalien avulla saadaan kuitujen kasaantumisia vähennettyä. (BY201 Betonitekniikan oppikirja 2018, 67.)

NOVOMESH® 950

9. Declared Performance:

Essential characteristics	Declared Performance		Harmonised Standard
	Micro	Macro	
Class	Ia	II	EN 14889-2:2006
Length	12–19 mm	47.5 mm	
Diameter	0.031–0.056 mm	0.83 mm	
Polymer Type	Polyolefin	Polyolefin	
Shape	Monofilament	Continuously Deformed	
Tensile Properties/ Modulus of Elasticity	NPD	NPD	
Consistence with 1 No bag/ m ³ fibres—VEBE Time	13 seconds		
Effect on Strength of Concrete	NPD	NPD	
Release of Dangerous Substances	NPD	NPD	
Durability	NPD	NPD	

Kuva 4. Esimerkki polymeerikuidun ominaisuuksista pintabetonilattiassa. (Jatke Oy 2021)

3.3.1 Mikropolymerikuitu

Mikropolymerikuitu on kokoluokaltaan todella pieni: kuitujen pituudet ovat 5–30 mm ja paksuudeltaan ne ovat muutamia kymmeniä mikrometriä. Kuituja on kaksi erilaista malleja, mm. monofilamenttikuitu ja fibrilloitu kuitu, jotka molemmat ovat halkaisijaltaan alle 0,30 mm. Usein mikropolymerikuitu on valmistettu polypropeenista. Raaka-aineina voivat myös olla nailon, polyesteri, akryyli tai lasi. Fysikaaliset ominaisuudet ovat suunniteltu vastaamaan tuoreen betonin ominaisuuksia.

Kuitujenvetolujuus f_{ctk} on 300 MN/m² ja kimmokerroin E_{cm} noin 2000 MN/m². Kuitujen sulaminen tapahtuu 150–160 asteen lämpötilassa. Mikropolymerikuiduilta vaaditaan alkaliresistenssiä, jotta ne kestävät betonin alkalisen ympäristön. (BY201 Betonitekniikan oppikirja 2018.)



Kuva 5. Mikropolymeerikuituja (Rudus Oy 2021)

3.3.2 Makropolymerikuitu

Makropolymeerikuitujen valmistaminen tapahtuu erilaisista orgaanisista polymeereistä. Makropolymerikuidut ovat noin millimetrin paksuja. Yleisesti kuidun paksuus on 0,5–1,0 mm, pituus 40–60 mm ja hoikkuusluku 70–110. Kuitujen tiheydet ovat noin 900 kg/m^3 . Vetolujuus makrokuiduissa on 350–700 MN/m^2 , kimmokerroin eli E_{cm} on 3000–10000 MN/m^2 ja sulamispisteet ovat molemmissa muovikuiduissa samat eli 150–160 astetta.

Makrokuidut ovat muodoltaan joko lieriömäisiä, pyöreitä, aallotettuja ja rypytyjä tai ohuita ja litteitä. Eniten käytetty makrokuidussa on aallotettu ja rypytytty muoto. Makropolymerikuidun vahvuuksiin kuuluu sen kestävyys alkalisessa ja happamassa ympäristössä. (BY201 Betonitekniikan oppikirja 2018, 67.)

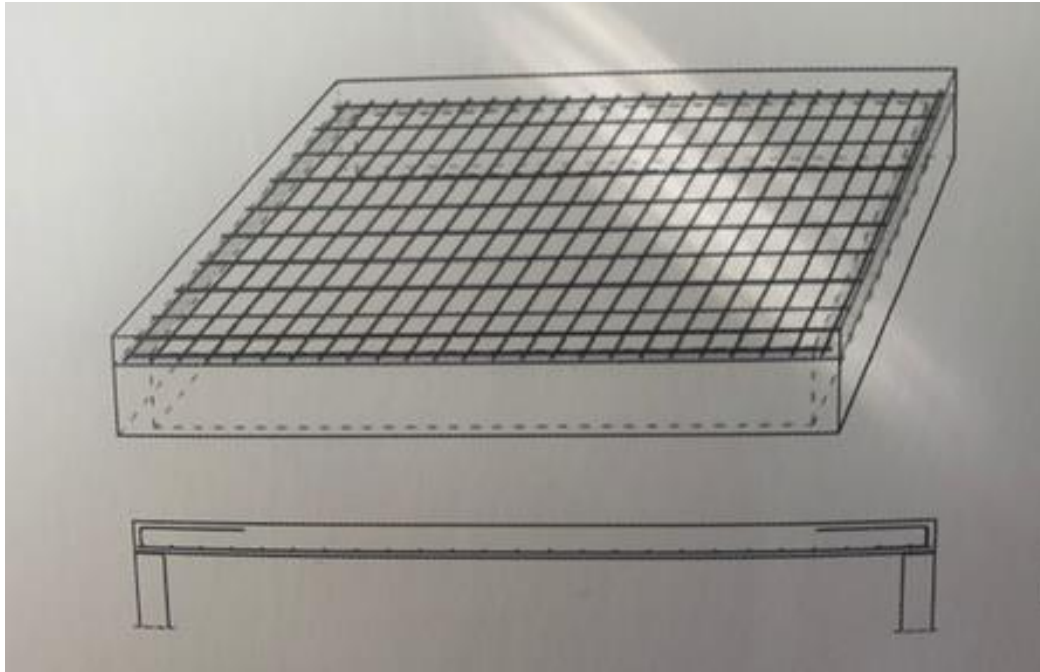


Kuva 6. Makropolymerikuituja (Rudus Oy 2021)

4 RAUDOITETTU LAATTA

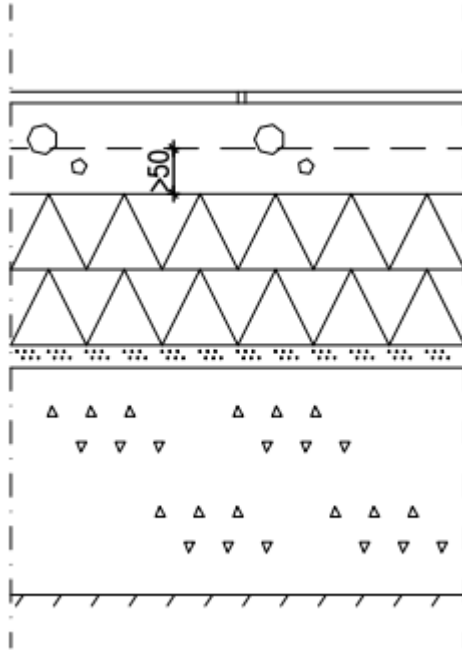
Raudoitettu laatta on usein raudoitettu verkolla, joka on keskitetysti asennettu laattaan. Raudoituksen määrä on kuitenkin aina riippuvainen laatan paksuudesta. Paksuuteen vaikuttavat tekijät ovat laattaan tuleva kuormitus, alusta ja kitka. Suomessa eniten käytetty lattiamalli on raudoitettu laatta.

Raudoitettu laatta raudoitetaan usein keskeisesti verkolla. Verkon määrä on usein 1 tai 2 kappaletta verkkoja, riippuen lattian paksuudesta. Raudoitus sijoitetaan taivutusmomenttipinnan mukaisesti. Raudoitetun laatan raudoitus voidaan tehdä, joko irtotangoista tai valmiiksi hitsatuista raudoiteverkoista. Tankohalkaisijat ovat usein suuruudeltaan 6–12 mm, mutta voi myös olla pintalaattoja, johon asennetaan halkaisijaltaan 4 mm tai jopa 16 mm tankoraudoitus. (BY201 Betonitekniikan oppikirja 2018, 264.)



Kuva 7. Esimerkki lattian raudoitemallista. (Betonitekniikan oppikirja BY201 2018, 265)

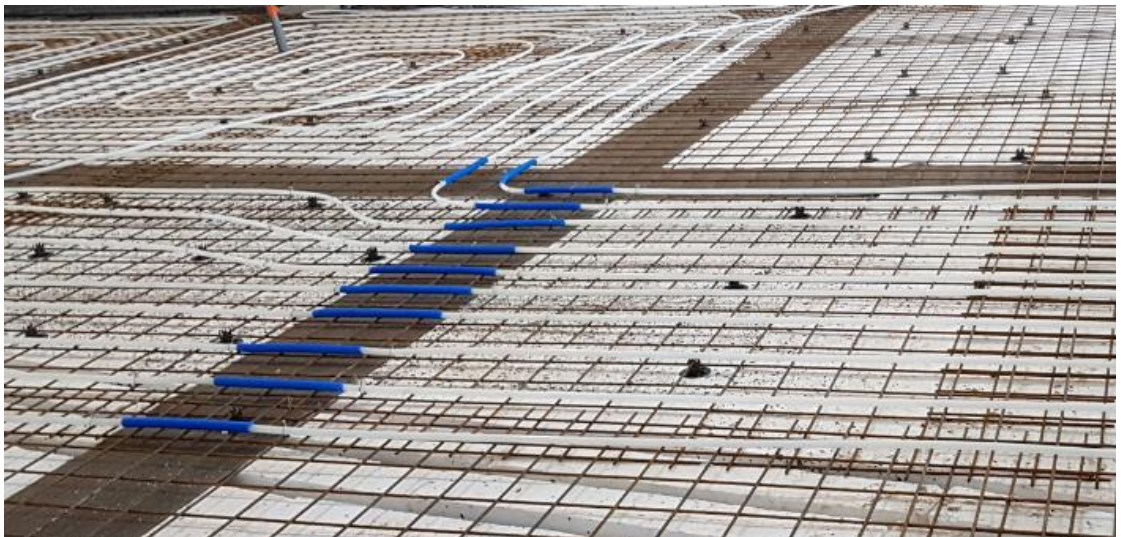
Raudoituksella saadaan vähennettyä ja estettyä laatan halkeilu, koska raudat pitävät betonin kasassa. Raudoiteverkon asentamisessa täytyy myös aina ottaa huomioon raudoituksen sijainti. Raudoiteverkot ovat painoltaan alkaen 65 kg kappaleiltaan, joten raudoiteverkkoja täytyy olla kaksi työntekijää kantamassa aina. Raudoiteverkkojen koko lähes aina on 2350 x 5000 mm ja sen vuoksi työmaalla esteettömyys on myös tärkeässä asemassa. Raudoiteverkkojen halkaisijat vaihtelevat välillä 4–16 mm. Raudoiteverkkoja on kuitenkin aina mahdollista saada mittatilaustyönä, joka kuitenkin on hyvin vähän käytetty tapa. Raudoitettuun laattaan joudutaan aina lisäämään myös reunoille lisäteräksiä reunojen vahvistamiseksi. Raudoitteet suunnittelevat aina rakenne-suunnittelijat. Suunnittelutoimisto lähettävät raudoitekuvat ja liikuntasauvojen paikat työmaalle, jonka mukaan raudoitukset tehdään. Työmaalla raudoitteet täytyy tarkistaa aina ennen lattian betonointia, jotta ovat suunnitelmien mukaiset.



Kuva 8. Esimerkki rakennetyypistä Jatke Oy:n toimitilarakentamisessa, 120 mm betonilattianpaksuudella. Raudoite on sijoitettu keskeisesti betonilaattaan eli 60 mm lattian yläpinnasta. Eriste on sijoitettu heti pintalaatan alapuolelle. (Jatke Oy 2021)

5 TYÖTEKNISET EROAVAISUUDET

Usein Jatkeen projekteissa on käytetty 120 mm:n lattiapaksuutta, jotta lattiassa saavutetaan paras mahdollinen laatu. Tällä rakennepaksuudella lattiasta saadaan tasainen ja aaltoilulta välttyään. Esimerkiksi lattiassa olevat lattialämmitysputket (kuva 9) voivat aiheuttaa aaltoilua lattiassa, mikäli lattian paksuus olisi alle 100 mm. Myös lattian hiertäminen on helpompaa paksummalla lattiapaksuudella.



Kuva 9. Raudoitettu laatta, johon on asennettu vesikiertoinen lattialämmitys. (Jatke Oy 2021)

5.1 Betonointi

Betonointityön aikataulu on yksi tärkeä tekijä lattioiden valmistamisessa. Esimerkiksi Jatke Oy:n projekteissa Helsingin keskustassa työmaalogistiikassa on suuria haasteita tilapuutteen vuoksi. Betonipumppuauto vaatii aina 10 x 10 m ruudun ja vapaan tilan betonipumpun perään. Betoniautot parkkeerataan kuorman purkamisen ajaksi betonipumpun perään. Kulkuväylät ovat suljettuna keskusta-alueella betonointityön aikana. Kulkuväyliä ei voi kuitenkaan sulkea täysin eikä myöskään pitkiksi ajoiksi esimerkiksi pelastusajoneuvojen takia. Betoninvalunopeudet täytyy aina huomioida projekteissa.

Betonointityön nopeuteen vaikuttavia tekijöitä ovat betonointipaikka ja pumppausauton siirrot. Usein pumppuautoa joutuu siirtämään useamman kerran ja pumpun siirtäminen vie 30–60 min. Betonityön vaikuttavia tekijöitä ovat massan toimitusaikataulu sekä kuljetusmatkat. Mikäli rakennetaan kauempana betoniasemasta, kuljetusmatkat voivat nousta jopa 1–2 tuntia.

Betonointi tehdään usein yhdessä kerroksessa. Laatta valetaan suoraan oikeaan pintapaksuuteen, mutta on myös tapauksia, jolloin laatanbetonointi tehdään kahdessa osassa. Kahden kerroksen betonoinnin perusteena ovat laatuvaatimukset. Näitä ovat esimerkiksi laatan paksuus eli 150 mm tai lattiaan vaadittava kova kulutuskestävyys, jonka vuoksi päällimmäinen betonilaatu on erilainen.

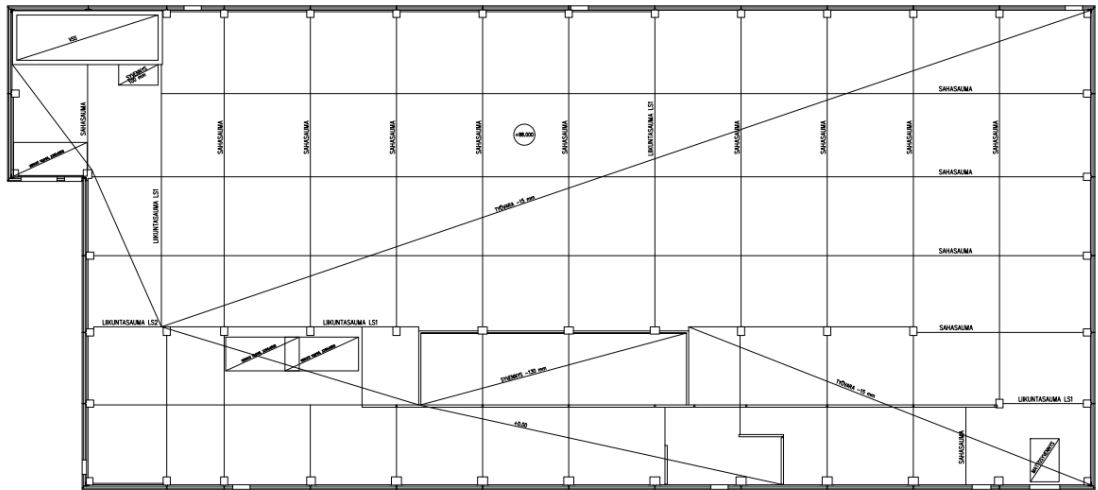
5.2 Laadun varmistaminen

Laatu on aina tärkeä tekijä lattioissa, jotta korjaustoimenpiteiltä vältytään. Usein lattian korjaustoimenpiteet aiheuttavat haittaa myös päivittäiseen toimintaan. Pintalaatan halkeilun yksi estämistapa on raudoittaa pintalaatta. Raudoituksia voidaan tehdä raudoiteverkolla tai raudoitetangoilla. Raudoitus alkaa toimimaan vasta silloin, kun massa alkaa kovettumaan lattiassa ja halkeilut alkavat syntyään (Betoni lattiat 2018, 131). Sääolosuhteilla ei ole vaikutusta onko kyseessä kuitubetonilattia tai raudoitettu laatta, sillä betonoinnissa molemmilla on samat vaatimukset.

Laadun ja lattioiden kestävyys takaamiseksi lattioissa on käytettävä saumoja. Lattiasaumoja on useampaa erityyppiä: liikuntasaumot, kutistumissaumat, irrotussaumat ja työsaumat. Kutistumissaumojen avulla voidaan pienentää lattian halkeilua. Liikuntasauvoilla puolestaan voidaan irrottaa rakenteita lattiasta, jotta lattia pystyy elämään ja haitallisilta pakkovoimilta välttyään. Saumojen määrät ja paikat määritetään aina suunnitelmista, joissa kuitenkin on määrätty lattia-alueen yksittäisen ruudun maksimi koko. Saumajakoon vaikuttavia tekijöitä ovat rakennuksen muoto, toteutustapa ja rakennuksen käyttötapa. Käyttötavalla tarkoitetaan lattiaan vaikuttavia tekijöitä kuten, esimerkiksi paikalla olevat säiliöt. Sauma on aina lattiassa heikoin kohta, joten aina täytyy pyrkiä mahdollisimman pieneen saumamäärään. Mikäli rakennuksessa on suuria käyttöeroja huoneiden sekä tilojen välillä, tulisi tilat erottaa toisistaan saamalla. Nykyaikana saumavaihtoehdot ovat kehittyneet paljon, ja niiden avulla monia saumaratkaisuja ja saumavaatimuksia pystytään yhdistämään.

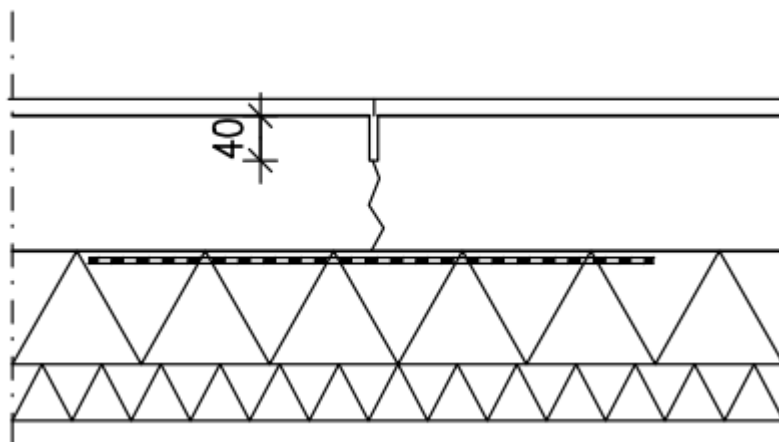
Liikuntasauvan hyviä etuja ovat esimerkiksi sen käytettävyys työsaumana. Liikuntasauvaa pystyy käyttämään työsaumana eli esimerkiksi päiväkohtaisen betonoinnin lopettamisessa, jotta pystyy helposti jatkamaan betonointia seuraavana päivänä. Liikuntasauvan etu on myös kuormien jakaminen tasaisesti saumojen yli. Sahasauman yksi ongelma on kuormien siirtyminen keskelle ja siten sahasaumot alkavat halkeilemaan. (Betonilehti 1/2018.)

Sahatuissa saumoissa, ns. sahasaumoissa lattia täytyy jakaa neliömäisiin ruutuihin (katso kuva 10). Kuvassa 10 on esimerkki siitä, miten ruutujako voidaan toteuttaa. Ruutujaossa täytyy huomioida aina betonointineliöt, jotta aikataulu ei mene yli yhden työpäivän. Betonointimäärä täytyy suunnitella siten, että massa riittää aina täyttämään ruudun. Saumojen määrä on rajattu ruutukokoihin, jotka määrittävät saumamäärät. (Betonilattiat BY45/BLY 72018.)



Kuva 10. Ruutujako, joka on toteutettu sahasaumoilla. Yhden ruudun koko on 6 x 6 m. (Jatke Oy 2021)

Betonin jälkihoidolla on suuri merkitys valmiin pinnan laatuun. Väärin tehdyllä betonin jälkihoidolla voivat vaikutukset olla, suuret mm. halkeilussa tai jopa betonin kestävydessä. Jälkihoidon avulla saadaan estettyä betonilattian liian nopea kuivuminen ja sen vuoksi halkeilua saadaan vähennettyä. Jälkihoitossa täytyy aina huomioida olosuhteet, kuten ilman suhteellinen kosteus, alustan ja huoneiston lämpötila, tuuli, tärinä ja kaikki sellaiset, jotka vaikuttavat valmiiseen pintaan. Lämpötilan kanssa täytyy varsinkin talvisin olla tarkkana, jotta lämpötila pysyy koko laatan alueella vähintään + 5 asteessa. Jälkihoitotyyppisiä ovat mm. jälkihoitoaineet, vesikastelut ja laatan muovikalvotus. (BY201 Betonitekniikan oppikirja 2018, 424.)



Kuva 11. Sahasauman toteutus. (Jatke Oy 2021)

6 EROAVAISUUDET

Tässä luvussa opinnäytetyötä tutkitaan Jatke Oy:n Tornionmäen Lidlin projektiä. Tässä tutkitaan, mitä eroavaisuuksia olisi syntynyt kuitubetonin ja raudoitetun laatan välillä. Rakennuksen lattialaatta toteutettiin maanvaraisella lattiatyypillä.

Lidlissä oli lattiapinta-alaa 2600 m². Lattia oli jaettu kymmeneen ruutuihin, jotka oli erotettu sahasaumalla. Sahasauman syvyys täytyy olla 30 % lattian paksuudesta ja leveys 3 mm. Tässä projektissa sahasauma toteutettiin kuva 11 mukaisella tavalla. Lattia oli jaettu sahasaumalla neliömäisiin ruutuihin, jotka olivat 6 x 6 m kooltaan.

Kuitutyypinä projektissa oli teräskuitu, jonka pituus oli 50 mm ja halkaisija 1 mm. Kuitumallina oli hook-end -kuitutyyppi (kuva 12). Kouvolan Tornionmäen Lidl on Jatke Oy:n projekti, joka on rakennettu vuonna 2018 vähittäistavarakaupaksi. Työssä aikataulut ja kustannukset oli laskettu neljällä betonointikerralla, ja jokaisella kerralla betonoitiin 650 m² lattiaa. Neliömäärällisesti betonointialue on juuri sopivan kokoinen ja päivän pituudet pysyivät kohtuullisena. Raudoitustöiden ja betonointitöiden eroavaisuudet laskettiin käyttämällä kahta ammattimiestä.

HE 1/50

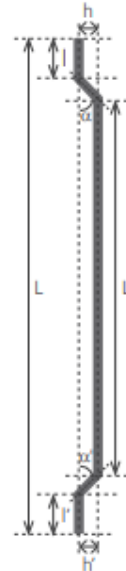
Dimensions	
Wire diameter (d)	1.00 mm (± 0.04 mm)
Fibre length (L)	50.0 mm (+2/-3 mm)
Hook length (l and l')	1 – 4
Hook depth (h and h')	1.80 mm (+1/-0 mm)
Bending angle (α and α')	45° (min. 30°)
Aspect ratio (L/d)	50
Camber of the fibre	max. 5% of L'
Torsion angle of the fibre	< 30°
Number of fibres per kg	3100
Total fibre length per 10 kg	1575 m

Packaging	
Recyclable cardboard boxes	
Net weight/box	25 kg
Boxes/palette	48
Weight/palette	1200 kg
The fibres are oriented in one direction	
Palettes are wrapped or welded in a plastic folio	
Available also in big bag of 500 kg	

Miscellaneous	
The described fibre is in accordance with the following standards:	
<ul style="list-style-type: none">• EN 14889-1 type 1 (cold-drawn wire),• ASTM A820/A820M-04 type 1 (cold-drawn wire).	

Material characteristics

- Tensile strength of drawn wire 1150 N/mm²



Kuva 12 Teräskuitutyyppi (Jatke Oy 2021)

6.1 Työstettävyys

Lattioiden työstettävydessä on usein eroja. Jatke Oy:n projekteissa lattian pintabetonointi on aina tehty aliurakoitsijan avulla. Lattian pintabetonointi on yksi rakentamisen haastavimpia työvaiheita ja Jatke Oy:n projekteissa halutaan aina saavuttaa paras työnlaatu. Lattiabetonointi olisi aina suositeltavaa tehdä ammattitaitoisella lattiaryhmällä, jolla on ennestään huomattavan paljon aikaisempaa kokemusta lattianbetonoinnista. Kokematon lattiaryhmä saattaa aiheuttaa suuria kustannuskuluja jälkikäteen lattiassa, kun pinta on jäänyt epätasaiseksi ja siten ei päästä suoraan lattian laatuvaatimukseen.

Lattioiden hiominen on yleistä, koska usein syntyy pieniä kohoumia, varsinkin reunakohtiin. Hiominen täytyy usein tehdä koneellisesti. Lattioissa, joissa on käytetty polymeerikuitua, suurempi hiominen ei ole esteenä. Polymeerikuidun poistaminen on varsin helppoa esimerkiksi polttamalla. Teräskuidussa ja raudoitetussa laatussa tarvitaan siten taas kovempia koneita ja jopa kulmahiomakonetta.

6.2 Soveltuvuus

Lattioiden soveltuvuus eri käyttökohteisiin on tärkeä tietää. Makropolymeri-kuitulattiat soveltuvat parhaiten elintarvikekauppa kohteisiin, koska kaupoissa ei synny suuria rasituksia työkoneista, autoista tms. Raudoitettu laatta soveltuu parhaiten teollisuushalleihin, joissa on suurempi lattiaan kohdistuva kuormitus verraten esimerkiksi vähittäistavarataloon. (Eloranta 2021.)

Myös lattian rakennuspaikalla on todella suuri merkitys betonin valintaan. Raudoitetun laatan haasteeksi voi muodostua rautojen siirtäminen työkohteeseen, mikäli lattia esimerkiksi sijaitsee kellarissa maatasen alapuolella. Kuitubetonin avulla työkohteissa ei jouduta tekemään erityisjärjestelyjä tavaran siirtämisen vuoksi. Tällöin riittää se, että betoniauto saadaan tarvittavan lähelle. Raudoitettu laatta on tietenkin aina varmempi kestävyuden kannalta, mikäli on epävarmuuksia projektin tulevaisuuden käyttötarkoituksessa. Raudoitettua laattaa suositellaan käytettäväksi, jos tiedossa on, että rakennuksen käyttötarkoitus voi mahdollisesti muuttua tulevaisuudessa.

6.3 Aikataulu

Alla olevassa taulukossa esitetään aikataulullisia eroavaisuuksia lattian toteuttamisen suhteen (taulukko 2). Rakennusprojekteissa on mahdollista, että rakennusaika on normaalia tiukempi ja siten joudutaan aikataulullisista syistä tekemään erilaisia toteutustapoja. Taulukossa on esitetty 2600 m²:m lattian toteutuksen aikataulu.

Aikataulu on laadittu työryhmällä, joka sisältää kaksi ammattitaitoista työntekijää. Aikataulussa on otettu huomioon päivakohtainen betonointisaavutus. Aikataulumenekki on laskettu Rakennustöiden menekki 2020 -kirjan avulla.

Aikataulu	Työpäivä	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Raudoitettu laatta													
Työvaihe													
Raudoituksen aloitus (siirto)		■											
Raudoitus			■	■	■	■	■	■					
Aloittavat työt betonointi									■				
Betonointi										■	■	■	■
Hierto										■	■	■	■
Kuitubetonilattia	Työpäivä	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Työvaihe													
Raudoituksen aloitus (siirto)		■											
Raudoitus		■	■										
Aloittavat työt betonointi			■										
Betonointi				■	■	■	■						
Hierto				■	■	■	■						

Taulukko 2. Esimerkki projektin aikataulu kaavio. (Lahtinen 2021)

6.4 Laatu

Laatuvertailu perustuu opinnäytetyössä tehtyihin haastatteluihin sekä aikaisempiin kohteisiin. Työssä tutkittiin Jatke Oy:n aikaisempia hankkeita ja niiden avulla on tehty laatu tutkimuksia pintabetonilattioista. Suuri kuluerä pintalattiatöissä voi tulla lattiabetonoinnin jälkeen, mikäli lattia on paljon halkeillut tai painunut. Suuri vaikuttaja on aina lattian jälkihoito. Mikäli jälkihoito on tehty väärin, lattian laatu voi olla todella huono.

Laatuvaatimukset ovat lattioissa aina samat käyttökohteiden mukaan riippumatta siitä, onko lattia tehty kuitubetonista tai raudoitetusta laatasta. Aikaisempia Jatke Oy:n jälkityökustannuksia tutkittiin tässä työssä ja kuitubetonilattioissa on syntynyt enemmän jälkityökustannuksia. Merkittäviä eroavaisuuksia ei kuitenkaan ole syntynyt.

Pintalaadussa ei ole suuria eroavaisuuksia todettu. Kuitubetonilattian yhdeksi ongelmaksi on osoittautunut reunasaumojen suuri nouseminen, mikä aiheuttaa lattian suurempaan hiomista. Myös yksi haaste on lattialämmityspotkien betonointi, jossa tulee varmistaa, että varmasti putken ympärille tulee 100 mm:n betonikerros. Laadussa on huomattu suurempi tasoitustarve kuin raudoitetussa laatasta. (Ali-Hokka 2021.)

6.5 Kustannukset

Kustannukset esitetään työssä Jatke Oy:n Kouvolan Lidl-projektista, jotta betonointikuluissa ei tule eroavaisuuksia. Kustannukset on laskettu maaliskuun 2021 materiaali- ja työhinnastojen mukaisesti. Kustannukset voivat osassa projekteja olla määräävässä asemassa. Litterat kahdeksan ja yhdeksän eli käyttö- ja yhteiskustannukset voivat nostaa huomattavan paljon kuluja.

Kustannustieto, jota tässä on käytetty on peräisin Rudus Oy:n verkkosivuilta. Hinnasto on esitetty ilman arvonlisäveroa. Raudoitustyön tuntimäärässä on otettu huomioon raudan siirrot mahdollisimman lähelle työpistettä. Laskut on tehty lyhyellä siirtomatalla. Tunneissa on mukana myös raudoitustyön työosuus.

Betonointikustannukset sisältävät yli 30 metrin pumppuauton, massan kuljetuskulut ja ylimääräisen pumppausletkun vetämisen. Kustannuksissa ei ole huomioitu mahdollista ylijäämämassaa. Betonointikustannukset on laskettu neljällä valukerralla, mikä tietenkin aiheuttaa pumppauskuluissa parin prosentin lisäkulun. Kustannuksissa ei ole otettu huomioon Jatke Oy:n mahdollisia yhteistyösopimuksia Rudus Oy:n kanssa.

Kustannusvertailu				Pinta-ala	2600 m2
21.2.2021				Lattianpaksuus	120 mm
	Määrä	Yksikkö	Hinta	Yhteensä	
Raudoitettu laatta					
Raudoitusverkko 5-150	17 000	Kg	1,02	17340	
Raudoitustyö	99	h	48	4728	
Liikuntasäama	92	m	32,5	2983,5	
Sahasäama	718	m	5	3590	
Betonimassa C25/30	312	m3	152,91	47707,92	
Betonointikulut	1	kpl	11096,4	11096,4	
Työtunnit betonointi	372	h	48	17856	
Jälkihoito	2600	m2	0,3	780	
			Yhteensä	106081,82	
Teräskuitu					
Harjateräs 8 mm	1000	kg	0,95	950	
Raudoitustyö	12	h	48	576	
Liikuntasäama	91,8	m	32,5	2983,5	
Sahasäama	718	m	5	3590	
Teräskuidut	7500	kg	2,32	17400	
Betonimassa C25/30	312	m3	152,91	47707,92	
Betonointikulut	1	kpl	12076,08	12076,08	
Työtunnit betonointi	372	h	48	17856	
Jälkihoito	2600	m2	0,3	780	
			Yhteensä	103919,5	
Polymeerikuitu					
Harjateräs 8 mm	1000	kg	0,95	950	
Raudoitustyö	12	h	48	576	
Liikuntasäama	91,8	m	32,5	2983,5	
Sahasäama	718	m	5	3590	
Polymeerikuidut	1100	kg	12,32	13552	
Betonimassa C25/30	312	m3	152,91	47707,92	
Betonointikulut	1	kpl	11096,4	11096,4	
Työtunnit betonointi	372	h	48	17856	
Jälkihoito	2600	m2	0,3	780	
			Yhteensä	99091,82	

Taulukko 3. Maanvaraisen betonilaatan kulut erivaihtoehdoilla. (Lahtinen 2021)

7 TULOSTEN ARVIOINTI

Opinnäytetyössä saatujen tuloksien perusteella aikatauluissa ei syntynyt suuria eroavaisuuksia kohteessa, jossa on 2600m²:n lattiapinta-ala. Aikataulueroavaisuus olisi materiaalieroavaisuuksilla 6 työpäivää, mikä on hyvin pieni, joten suuria aikatauluvoittoja ei kuitenkaan syntyisi. Mikäli lattia pinta-ala esimerkiksi tuplaantuisi tai lattia olisi haastavassa valukohteessa, niin aikataulueroavaisuus voisi olla suurempi. Tässä opinnäytetyössä materiaalit ja valukohde sijaitsivat työn kannalta optimaalisessa paikassa. Tulevaisuudessa tulee aina huomioida, että esimerkiksi raudoituksen siirtäminen haastavaan kohteeseen voi kolminkertaistaa raudoitukseen kuluvan ajan. Elintarvikekaupan lattiat ovat suuria avonaisia tiloja, joissa ei synny raudoituksen katkaisuaikamekaniikkaa. Usein voi myös olla projekteja, joissa ei täysiä raudoiteverkkoja onnistuta asentamaan, ja siten syntyy paljon katkaisutunteja raudoitukseen.

Tuloksien perusteella kuitubetonilattian kustannus on pienempi kuin raudoitetun lattian. Kustannuksissa kaikki vaihtoehdot ovat 7000 €:n sisällä, joten kustannuksissa esimerkiksi 5 miljoonan euron projektissa lattian osuudella olisi alle yhden prosentin vaikutus. Miljoonaluokan projektissa vaikutus kuluihin on lähestulkoon mitätön. Yhteenvetona todetaan, että tässä projektissa lattiamaateriaali vaihtoehdoilla ei saatu merkittäviä eroavaisuuksia.

7.1 Tulevaisuus

Tulevaisuudessa kuitubetonin käyttö Jatke Oy:n projekteissa on varmasti kasvussa. Tässä työssä saatiin tärkeää tietoa kustannusten ja aikataulujen eroavaisuuksista. Tällä hetkellä Jatke Oy:llä on pääkaupunkiseudulla menossa useita projekteja, joissa on pohdittu kuitubetonin käyttöä pintalaatassa varsinkin työmaiden logistiikan vuoksi. Kuitubetonilattian ja raudoitetun laatan käyttö Jatke Oy:n projekteissa on aina kohteesta riippuvainen. Kuitubetonilattiat soveltuisivat erittäin hyvin esimerkiksi vähittäistavarakauppoihin. Raudoitettu laatta on kuitenkin varmempi, mikäli lattiaan syntyisi räsitusta esimerkiksi työkoneista tai muista painavista koneista tai autoista, ja siten varmistetaan paras mahdollinen laatu.

LÄHTEET

Ali-Hokka, H. Vastaava työnjohtaja. Haastattelu 18.3.2021. Jatke Oy.

Betonilehti 2018. Uudisrakentaminen. Betonilattioidensaumat. Saatavissa: <https://betoni.com/betonilehti/1-2018/> [Viitattu 10.4.2021].

Betonirakenteiden työmaatoteutus BY 71 RIL 149-2019. Suomen Betoniyhdistys. 2019. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

by 45 Betonilattiat 2018. Suomen Betoniyhdistys. 2018. Helsinki: BY-Koulutus Oy.

by 201 Betonitekniikan oppikirja. Suomen Betoniyhdistys. 2018. Helsinki: BY-Koulutus Oy.

Eloranta, S. Projekti-insinööri. Haastattelu 18.3.2021. Jatke Oy.

Jatke Oy. 2021. Tietoa Jatke konsernista. www-dokumentti. Saatavissa: <https://jatke.fi/jatke/>. [Viitattu 26.1.2021].

Rakennustieto. 2020. Rakennustöiden menekit 2020. Helsinki: Rakennustieto Oy.

KUVALUETTELO

Kuva 1. Skannattu kuva. Lattiarakennetyyppi vaihtoehdot. Betonilattiat. 2018.

Kuva 2. Kuitubetonin tankoraidoitus. Sokopro projektipankki. 2021. Jatke Oy.

Kuva 3. Kuvakaappaus. Teräskuitu. 2021. Saatavissa: <https://www.rudus.fi/tuotteet/betoni/kuitubetonit>. [Viitattu: 22.3.2021].

Kuva 4. Polymeerikuitu todistus. Sokopro projektipankki. 2021. Jatke Oy.

Kuva 5. Kuvakaappaus. Mikropolymeerikuitu. 2021. Saatavissa: <https://www.rudus.fi/tuotteet/betoni/kuitubetonit>. [Viitattu: 22.3.2021].

Kuva 6. Kuvakaappaus. Makropolymeerikuitu. 2021. Saatavissa: <https://www.rudus.fi/tuotteet/betoni/kuitubetonit>. [Viitattu: 22.3.2021].

Kuva 7. Skannattu kuva. Lattiaraidoitus. Betonitekniikan oppikirja BY201. 2018.

Kuva 8. Rakennetyyppi lattiasta. Sokopro projektipankki. 2021. Jatke Oy.

Kuva 9. Raidoitettu lattia. Sokopro projektipankki. 2021. Jatke Oy.

Kuva 10. Projektin pohjakuva. Sokopro projektipankki. 2021. Jatke Oy.

Kuva 11. Sahasauman detalji. Sokopro projektipankki. 2021. Jatke Oy.

Kuva 12. Teräskuitutyyppi. Sokopro projektipankki. 2021. Jatke Oy.