

# **Peruskorjauskohteen maanvaraisten betoni- lattioiden laadunvarmistus**

## Tiivistelmä

Tekijä(t) Torniainen, Ilkka	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK Sivumäärä 40	Valmistumisaika 2021
Työn nimi <b>Peruskorjauskohteen maanvaraisten betonilattioiden laadunvarmistus</b>		
Tutkinto Rakennusmestari (AMK)		
Toimeksiantajan nimi, titteli ja organisaatio Kymenlaakson Rakennus Oy		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyössä tarkastellaan maanvaraisten lattioiden tekoprosessia kaikkine sen eri työvaiheineen. Jokaisen työvaiheen osalta käydään läpi sen vaatimat toimenpiteet ja laadunvarmistustavat.</p> <p>Työ toteutetaan yhteistyössä Kymenlaakson Rakennus Oy:n kanssa. Yritys toimi kohteena olleen Kesämäenrinteen koulun peruskorjauksen pääurakoitsijana. Urakka-aika oli helmikuusta 2020 elokuuhun 2021. Kohteen maanvaraisten lattioiden yhteispinta-ala oli noin 2500 m<sup>2</sup>.</p> <p>Opinnäytetyössä käsitellään maanvaraisiin lattioihin liittyvät työvaiheet työmaan näkökulmasta ja rakennusmestarin työn vaatimalla tasolla. Lopputuloksia tarkastellaan laadun, aikataulun ja kustannusten kannalta. Lisäksi pohditaan omakohtaisten kokemusten kautta, millä tekijöillä mahdollistetaan laadukas lopputulos kustannustehokkaasti.</p>		
Asiasanat maanvarainen lattia, betonilattiat, laadunvarmistus		

## Abstract

Author(s) Torniainen, Ilkka	Type of Publication Thesis, UAS	Published 2021
	Number of Pages 40	
Title of Publication <b>Quality assurance of concrete slab-on-grade at the renovation site</b>		
Name of Degree Bachelor of Construction Management (UAS)		
Name, title and organization of the client Kymenlaakson Rakennus Oy		
Abstract <p>The thesis examines the process of making concrete slab-on-grades with all its different work stages. For each work step, the required operations and quality assurance methods are reviewed.</p> <p>The work is carried out in cooperation with Kymenlaakson Rakennus Oy. The company acted as the general contractor for the renovation of the target Kesämäenrinne school. The contract period was from February 2020 to August 2021. The total area of the concrete slab-on-grades of the site was approximately 2,500 m<sup>2</sup>.</p> <p>The thesis deals with the work stages related to concrete slab-on-grades from the site perspective and at the level required by the work of a Constuction Site Manager. The results are examined in terms of quality, schedule and cost. In addition, it is considered through personal experience which factors enable a high-quality end result in a cost-effective manner.</p>		
Keywords slab-on-grade, concrete floors, quality assurance		

## Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Maanvarainen lattia .....	2
3	Pohjatyöt.....	4
3.1	Kaivannot ja korot.....	4
3.2	Täyttömaa ja tiiveys .....	4
3.3	Kapillaarikatkokerros .....	5
4	Lattian rakenteet .....	6
4.1	Lämmöneristys .....	6
4.2	Liikuntasaumot ja kaivot.....	7
4.3	Raudoitukset.....	7
4.4	Reunan irrotus- ja radonkaistat.....	10
5	Valuvaihe.....	13
5.1	Valettavan alueen suunnittelu ja esivalmistelut .....	13
5.2	Oikean betonityypin varmistaminen .....	14
5.3	Valunaikainen laadunvarmistus .....	16
6	Jälkihoito.....	18
6.1	Varhaisjälkihoito .....	18
6.2	Liikunta- ja kutistumissaumojen avaus sekä sementtiliiman hionta .....	19
6.3	Kuivuminen.....	21
6.4	Kuivumisaikataulu.....	26
7	Pinnoitettavuuden toteaminen.....	28
7.1	Wiiste (RT 103300).....	29
7.2	Porareikämittaus.....	29
8	Betonirakenteiden laatu .....	31
8.1	Suoruus ja tasaisuus .....	33
8.2	Kulutuskestävyys.....	35
8.3	Halkeilu.....	35
9	Yhteenveto .....	36
	Lähteet .....	39

## Liitteet

Liite 1. Loadman-kannettava pudotuspainolaite (AL-Engineering Oy)

Liite 2. Kapillaarisoran rakeisuuskäyrät

Liite 3. Liikuntasauमारauta (Peikko Group Oy, TERAJOINT®)

Liite 4. Kuitubetoni Makrokuitu FortaFerro 54 (Suomen TPP Oy. a.)

Liite 5. Kuitubetoni Teräskuitu CHO 80/60 NB (Suomen TPP Oy. b.)

Liite 6. Työvaiheen tarkastuskortti

Liite 7. Betonin jälkihoitoaine (Fescon Oy)

Liite 8. Wiiste-kosteudenseurantajärjestelmä (Wiiste Oy)

Liite 9. Kosteusmittausraportti

## Lyhenteet ja termit

**Betonin suhteellinen kosteus (RH %)** - Betonin huokostiloissa olevan ilman suhteellinen kosteus.

**Diffuusio** - Ilmiö, jossa molekyylit pyrkivät siirtymään väkevämmästä pitoisuudesta laimeampaan tasoittaen mahdolliset pitoisuuserot ajan mittaan, eli vesihöyry pyrkii siirtymään diffuusiolla suuremmasta vesihöyrypitoisuudesta pienempään. (Sisäilmayhdistys ry. a.)

**EPS** - Expanded polystyrene eli polystyreenimuovi on lämmöneristeenä käytettävä rakennusmuovituote, vanhalta tuotenimeltään styrox.

**Huokostin** - Betonin lisäaine, joka pienentää betoniveden pintajännitystä ja muodostaa halutun määrän ilmahuokosia betoniin sekoituksen aikana.

**Kutistumaraudoitus** - Raudoitus, joka mitoitetaan kestävästi lattiaan ja sen alustan välisen kitkan aiheuttama rasitus (by45/BLY7 Betonilattiat 2018).

**Notkistin** - Betonin lisäaine, jonka avulla voidaan vähentää veden määrää heikentämättä betonin työstettävyyttä.

**NP-betoni** - Nopeammin päällystettävä lattiabetoni.

**Radon** - Maaperässä esiintyvä vaarallinen, näkymätön ja hajuton jalokaasu.

**RAM** - Rakennusammattimies

**RM** – Rakennusmies

**Sementin hydrataatio** - Sementin ja veden sekoituksessa tapahtuva kemiallinen reaktio, joka tuottaa lämpöä ja kuivuessaan kovettaa seoksen.

**Sepeli** - Kalliosta tai sorasta murskattu ja seulottu kiviaineslajite.

**Singeli** - Tasakokoinen luonnonsora, josta hienempi aines on seulottu pois.

**Vaaitseminen** – Korkeaseman määrittely pinnalle.

## 1 Johdanto

Opinnäytetyössä käydään lävitse maanvaraisten lattioiden tekoprosessi. Kohteena oli peruskorjauskohde Lappeenrannassa, jonka sisätilojen maanvaraisten betonilattioiden laajuus oli noin 2500 m<sup>2</sup>. Opinnäytetyö on tehty yhteistyössä Kymenlaakson Rakennus Oy:n kanssa, joka toimi pääurakoitsijana kyseessä olevan Kesämäenrinteen koulun peruskorjauksessa.

Maanvarainen betonilattia on yksi yleisimmin käytetyistä lattiatyypeistä Suomessa. Kuitenkin niihin liittyy paljon ongelmia. Lattioiden ollessa yksi suurimmista sisävaiheeseen liittyvistä tahdittavista työvaiheista, on niihin liittyvät haasteet koko työmaan kannalta vaikuttavassa asemassa. Lattioiden laatuun liittyvät seikat ja jälkihoidon epäonnistuminen, kuten halkeilu, laatan painumiset ja kuivumattomuus, ovat yleisimpiä syitä aikataulun venymiseen sekä jälkikäteen tehtäviin korjauksiin.

Opinnäytetyössä käsitellään jokainen maanvaraisiin betonilattioihin liittyvä työvaihe ja käydään läpi riskit ja laadunvarmistustekijät kustakin työvaiheesta. Työn tarkoituksena on saada selville seuraavia työkohteita ajatellen, mitkä tekijät tulee ottaa huomioon, jotta päästään laadukkaaseen ja kustannustehokkaaseen lopputulokseen.

Tekoprosessi käydään läpi rakennusmestarin työn kantilta ja sen työnkuvan vaatimalla tarkkuudella. Jokaisesta työvaiheesta käsitellään ne asiat, jotka liittyvät rakennusmestarin työnkuvaan ja ovat työmaalla käsiteltäviä asioita. Tarkoituksena on keskittyä asioihin siltä kantilta mihin rakennusmestarin tulee varautua jokapäiväisessä työelämässä. Lisäksi lopputuloksia arvioidaan omakohtaisien kokemusten perusteella, missä asioissa onnistuttiin ja mihin työvaiheisiin kannattaa kiinnittää erityistä huomiota seuraavissa työkohteissa.

Yleisesti betoniin liittyvissä tutkielmissa keskitytään pääasiallisesti betonin kuivumiseen ja sen haasteisiin. Kuitenkin mielestäni laadukkaaseen lopputulokseen vaaditaan koko lattian tekoprosessin onnistumista, koska pintarakenteiden alla olevat virheet ja korjaustarpeet ovat aikataulullisesti ja kustannusiltaan suurempia kuin betonin kuivumiseen liittyvät toimenpiteet.

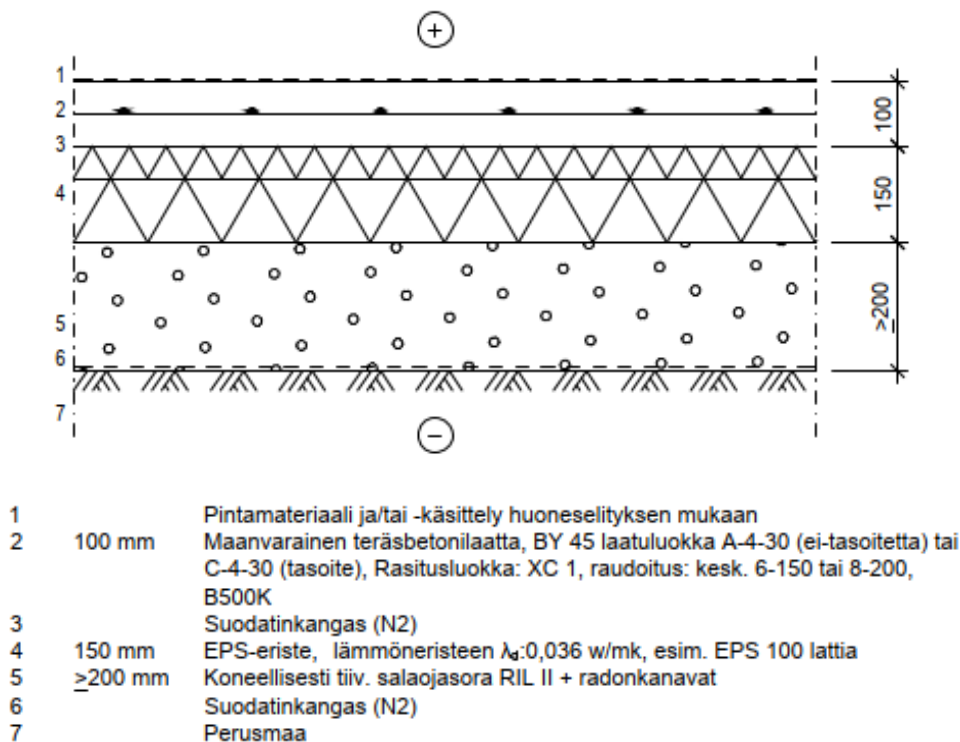
Opinnäytetyössä ei oteta kantaa lattian pinnoitusjärjestelmiin muuten kuin, että työmaalla täytyy tiedostaa eri materiaalien asettamat laatuvaatimukset ja betonin suhteelliseen kosteuteen liittyvät vaatimukset.

Työssä keskitytään julkisten tilojen sisälattioihin, jotka kuuluvat rasisluokkaan keskisuuret rasisukset (julkinen koulurakennus). Opinnäytetyössä ei käsitellä muihin rasisluokkiin kuuluvia lattiatyyppejä.

## 2 Maanvarainen lattia

Maanvaraisella lattialla tarkoitetaan lämmöneristeen päälle tai suoraan maata vasten valettavaa betonilaattaa. Mikäli käytetään eristettä, asennetaan eristeet useimmiten suoraan betonilaatan alle, mutta eristekerros voidaan myös sijoittaa syvemmälle laatan alapuolelle, noin 300 mm paksun hyvin tiivistetyn täyterokoksen alle. Yleisimmin käytetty tapa tehdä maanvarainen lattia on valaa se betonilla suoraan yhdellä kerralla valmiiksi. Tämä on myös taloudellisin tapa toteuttaa maanvarainen lattia. Toteutustapa sopii hyvin lattioille, joille ei aseteta tiukkoja tasaisuusvaatimuksia. Mikäli kovettuneen betonin päälle valetaan ohut raudoittamaton tai raudoitettu betonikerros, puhutaan niin sanotusta pintabetonilattiasta. (by45/BLY7 Betonilattiat 2018.)

Maanvaraisen lattian yleisimmin käytetty rakenne on peruseriaatteeltaan kuvan 1 mukainen. Rakennekerroksien paksuudet, suunnitellut materiaalit ja raudoitus vaihtelevat kuitenkin kohdekohtaisesti. Periaatteena on, että maanvarainen laatta suunnitellaan ainoastaan hyvin kantavalle maapohjalle. Pienillä kuormilla, kuten pientalorakentamisessa, laatan vähimmäispaksuudeksi riittää yleensä 80 mm, mutta muuten suositeltava vähimmäispaksuus on 100 mm. Raskaasti rasitetuissa kohteissa kuten teollisuus- ja varastorakennuksissa sekä paikoitushalleissa käytetään puristuslujuudeltaan kestävämpiä eristeitä ja betonilaatan paksuus voi olla yli 200 mm.



Kuva 1. Maanvaraisen laatan rakennetyyppi opinnäytetyön kohteessa (Vahanen Rakennusfysiikka Oy 2020)



Maanvaraisen lattian kantavuus perustuu tiiviiseen ja kantavaan maapohjaan. Näin ollen lattiaan kohdistuneet kuormitukset jakaantuvat laatasta tasaisesti maaperään. Mikäli lattia halutaan tehdä heikosti kantavan maapohjan päälle, voidaan laatta toteuttaa paalulaattana. Tällöin betonilaatta siirtää lattiaan kohdistuneet kuormitukset maaperään paalujen kautta, eikä tällöin maapohjan mahdollista kuormankantokykyä huomioida millään tavoin suunnittelussa. Tällaisesta toteutuksessa käytetään myös nimitystä maanvastainen laatta, joten maanvaraisen ja maanvastaisen laatan ero täytyy ymmärtää.

Maanvaraisia lattioita alettiin rakentaa kellarittomiin rakennuksiin 1950-luvulla. Tätä ennen maanvaraisia lattioita tehtiin rakennusten puolilämpimiin kellarikerroksiin sekä erilaisiin tuotantotiloihin. Vasta 1980-luvulla alettiin ymmärtää laatan alapuolisen lämmöneristyksen merkitys. Tätä ennen maanvaraiset betonilaatat tehtiinkin yleisesti ilman laatan alapuolen eristyksiä. Maanvaraisen lattian suurimmat haasteet liittyvät rakennuksen sisäpuolisen kosteuden hallitsemisen lisäksi rakenteiden ulkopuolisten kosteudenlähteiden torjuntaan, kuten pohjaveteen ja sen kapillaariseen nousuun, maaperän kosteuden vesihöyryn hallintaan sekä sade- ja sulamisvesien oikeanlaiseen käsittelyyn. Oikein suunnitelluilla ja toimivilla rakenneratkaisuilla voidaan välttää kosteudesta aiheutuvat ongelmat ja lisätä asumismukavuutta sekä pidentää rakennusten käyttöikä.

### 3 Pohjatyt

#### 3.1 Kaivannot ja korot

Peruskorjauskohteessa sisäpuolen maatoissa yleensä haasteeksi muodostuu tilojen ahtaus. Maamassojen varastointitilat ovat pienet ja tavaran siirtäminen hidasta. Nämä asiat tulee ottaa huomioon aikataulua laatiessa. Lisäksi heti rakentamisen alkuvaiheessa on ensiarvoisen tärkeää saada rakennuksen lähtökorko oikein, sillä jo perusmaata käsitellessä tulee olla huolellinen korkojen suhteen. Kaatojen vuoksi pohjaviemäreiden korko ja jokaisen rakennekerroksen pinta täytyy saada suunnitelmissa olevaan korkoon, jotta myöhemmissä rakennusvaiheissa ei tule niihin liittyviä ongelmia.

Putkikaivantojen pohjat eli arinat ja putkien ympärystäytöt tulee tehdä hienojakoisella ja tasalaatuisella maa-aineksella, esimerkiksi kivituhkalla (Kuva 2), jotta tiivistystä tehdessä putkiin ei kohdistu pistemäisiä kuormia, eikä siirtymiä pääse tapahtumaan. Laadunvarmistustoimena kaikki laatan alle piiloon jäävät viemärit ja talotekniikan osat täytyy tarkastaa ja dokumentoida mahdollista myöhempää käyttöä varten. Yleisenä käytäntönä nykyään on, kuten tässäkin kohteessa, että putkikaivantoja ei saa täyttää ennen kuin LVI-valvoja on käynyt tarkistamassa ja dokumentoimassa viemäreiden liitokset, kaadot ja tuennat.

#### 3.2 Täyttömaa ja tiiveys

Perustäyttömaana käytetään routimatonta täytehiekkää, jonka tulee tiivistettynä kerroksena täyttää kantavuudeltaan sille asetetut vaatimukset. Täyttötyötä ei saa tehdä jäätyneellä maa-aineksella, eikä pakkasella tehdyssä täyttötyössä saa käyttää vettä tiivistämiseen. Tiivis ja kantava perusmaa edesauttaa välttämään valmiin betonilaatan ei toivotut kaareutumiset, halkeamat ja painumiset. Kantavuuden varmistamiseksi valmiista hiekkakerroksesta voidaan ottaa kantavuus- ja tiivysmittaukset ennen kapillaarikatkerroksen levitystä.

Tässä kohteessa käytettiin mittalaitteena Loadman- kannettavaa pudotuspainolaitetta (Liite 1). Kantavuuskokeita ei otettu jokaisesta valualueesta erikseen, vaan ennen ensimmäisten kapillaarikerrosten levitystä valittiin kolme koealuetta. Näin saatiin selville tarvittavien tiivistystoimenpiteiden määrä ja laatu, jotta maanrakennustöitä pystyttiin luotettavasti jatkamaan. Lattioiden valun edetessä kohteessa otettiin vielä muutama pistokoemainen tiiveyskoe, joilla varmistettiin täyttömaan tiiveyden pysyminen vaadituissa rajoissa.

Valmiin perustäyttömaan päälle levitetään yhtenäinen suodatinkangas ennen kapillaarikatkerroksen levitystä. Näin vältetään maamassojen sekoittuminen keskenään ja mahdollistetaan kapillaarikerroksen oikeanlainen toiminta.

### 3.3 Kapillaarikatkokerros

Kosteuden kapillaarinen nousu maaperästä tulee estää kapillaarisuuden katkaisevilla kerroksilla. Kapillaarikatkona käytetään sepeliä tai singeliä, josta on märkäseulonnalla poistettu hienoaines ja jonka raekoko on 8–16...32 mm (Kuva 2). Tässä kohteessa täyttömaan päälle oli määritelty vähintään 200 mm paksu kapillaarikatkosorakerros. Käytettävän sala-ojasoran tulee täyttää sille asetetut vedenläpäisyvaatimukset, joten tavarantoimittajalta pyydettiin kapillaarikatkosoran rakeisuuskäyrät (Liite 2).

Peruskorjauskohteessa, kuten tämä kohde, voi ongelmaksi muodostua maa-ainesten siirtäminen. Kellarikerrokseen kapillaarisoraä siirrettäessä käytettiin maa-ainesten siirtoon tarkoitettua hihnakuljetinta ja ikkuna-aukoista saatiin pudotettua sorat oikeaan kerrokseen. Sisätiloissa maansiirtokoneilla työskenneltäessä massojen siirtokapasiteetit ovat kuitenkin suhteellisen pieniä.

Kapillaarikerroksen läpi nousevat viemärit on hyvä suojata 5–10 mm paksulla solumuovilla. Tämä suojaa viemäriputkia kolhuilta ja painumilta ja lisäksi näin saadaan betonilaatan ja viemäriputken saumakohta helpoiten massattua tiiviiksi elastisella saumamassalla.



Kuva 2. Kapillaarikatkosorakerros ja eristelevyjen asennus (Kuva: Ilkka Tornainen)

## 4 Lattian rakenteet

### 4.1 Lämmöneristys

Alapohjan lämmöneristyksellä on rakennuksen energiatehokkuuden ja mukavuustekijöiden lisäksi vaikutusta myös alapohjan kosteustekniseen toimintaan, kuten alla olevassa VTT:n 2011 julkaistussa tutkimusraportissa kerrotaan:

*Maanvastaisen lattian eristäminen laskee lattian alla olevan maaperän lämpötilaa. Lämpötilan laskiessa myös vesihöyryn kyllästyspaine sekä vesihöyryn paine lattian alla olevassa täyttösorassa laskee. Tämä vähentää kosteusriskejä lattiarakenteessa. Maanvastaisten lattiarakenteiden kosteusongelmat ovatkin yleensä liittyneet tapauksiin, joissa lämpötila lattian alla on poikkeuksellisen suuri. (VTT:n tutkimusraportti VTT-R-04026–11.)*

Tässä kohteessa lämmöneristeeksi oli määritelty 150 mm kerros EPS-eristettä (Kuva 2) asennettavaksi betonilaatan alle. Eristekerros asennetaan huolellisesti tasatun ja tiivistetyn kapillaarikatkosoran päälle. Eristelevyt tulee asentaa mahdollisimman tiiviisti ja mahdolliset raot tulee tiivistää esimerkiksi uretaanivaahdolla, myöskään päällekkäisten kerrosten saumoja ei saa asentaa samaan kohtaan. Näin saadaan eristekerroksesta mahdollisimman yhtenäinen. Lisäksi huolellisella asennustyöllä ja saumojen limittämällä voidaan estää maaperästä diffuusiolla siirtyvä kosteus.

Tässäkin työvaiheessa vaaditussa korossa pysyminen on ensiarvoisen tärkeää. Varsinkin jos kapillaarisora on tasattu huolimattomasti, voi eristelevyjen väliin jäädä tyhjää tilaa. Mikäli näin on päässyt käymään, valuvaiheessa betonin paino voi painaa eristelevyjä tiiviimmäksi ja betonimassan menekki voi kasvaa. Mikäli valettavan laatan paksuus kasvaa suunnitellusta, on jokainen ylimääräinen sentti laatan paksuudessa 1 m<sup>3</sup> ylimääräistä betonia per 100 m<sup>2</sup>. Tällä on vaikutusta betonin suuremman määrän vuoksi valukustannuksiin, mutta myös siihen, että jos betonivalun paksuus on enemmän kuin tarkoituksena oli, on myös betonin kuivumisaika tällöin pidempi. Ylimääräisen betonimassan kulutuksen voi välttää asentamalla eristelevyt ennemmin 10 mm halutun koron yläpuolelle, koska tiivistymistä tapahtuu joka tapauksessa, kun 100 mm betonilaatta painaa noin 250 kg/m<sup>2</sup>.

Valmiin eristekerroksen päälle levitetään suodatinkangas. Tämän tarkoituksena on estää betonin tarttuminen kiinni eristelevyihin, jotta betonilaatta pääsee liukumaan eristeiden päällä kuivuessaan. Suodatinkangas myös estää betoniliimojen valumisen eristelevyjen saumoihin, näin ollen eristekerros pysyy paremmin yhtenäisenä. Suodatinkangas antaa myös vähäisen suojan valussa tulevia mekaanisia rasituksia vastaan, ettei eristelevyt rikoudu ennen betonimassan levitystä.

## 4.2 Liikuntasaumat ja kaivot

Liikuntasaumaraudoitteiden tehtävänä on mahdollistaa betonin hallittu kutistuminen ja lämpöliikkuminen. Liikuntasauaman toimintaperiaatteena on, että se sallii lattian liikkumisen kahteen suuntaan ja siirtää liikuntasauaman reunoilla olevat rasitukset liikuntasauaman toiselle puolelle. Yleensä lattian reunat myös kaareutuvat jonkin verran, jolloin suunnitellulla tavalla toimiva liikuntasauama estää kaareutumia ja varmistaa reunojen pysymisen samalla korkotasolla. (Semtu Oy.)

Liikuntasaumaraudat asennetaan rakennesuunnittelijan rakennekuviin määrittelemiin paikkoihin. Rautojen asennus tulee tehdä ennen eristelevyjen asennusta, jotta valmista eristystä ei tarvitse purkaa niiltä osin, kun liikuntasaumarautoja mahdollisesti tarvitsee ankkuroida maahan asennusvaiheessa. Jos liikuntasaumaraudoitteiden asennuksessa tarvitsee tehdä kiinnityksiä hitsaamalla, tulee kaikki tulityöt tehdä ennen eristelevyjen asennusta.

Tässä kohteessa käytettiin Peikko Group Oy:n TERAJOINT® liikuntasaumajärjestelmää (Liite 3), joka on esivalmistettu, paikalleen jätettävä saumajärjestelmä. Yleisesti ottaen luotettavin menetelmä tehdä toimiva ja kestävä liikuntasauama on käyttää valmiita liikuntasaumaprofiileja. Lisäksi tehdasvalmisteisten liikuntasaumaraudoitteiden asennus on yleensä aikataulullisesti kannattavampaa.

Kaivot asennetaan tarkasti määritelyihin kohtiin, ottaen huomioon mahdollisten vesieristysten vaatimat minimietäisyydet ja muut kaivon sijaintiin vaikuttavat tekijät. Erityisesti linjakaivojen paikat ovat tarkat, varsinkin jos ne on suunniteltu tulevien tilojen oviaukkoihin. Kaivon korkoa asetettaessa tulee ottaa huomioon mahdolliset kyseisessä tilassa tarvittavat lattian kaadot. Helpoin tapa saada kaivot suoraan ja haluttuun korkoon on, että niiden juuret valetaan betonilla ennen varsinaista lattiavalua. Tämä kannattaa tehdä viimeistään valua edeltävänä päivänä, jotta betoni ennättää kovettua ennen varsinaisen lattiavalun alkua. Valun aikana helposti käy niin, että huomaamatta joku kolhaisee kaivoa tai painava betonimassan pumppausletku osuu kaivoon tai kaivo liikauttaa, kun ympärillä liikutaan paljon. Ennen valun alkua kannattaa tarkistaa, että kaikki lattiakaivojen suojakannet ovat kunnolla paikoillaan ja tarvittaessa teipillä ja rakennusmuovilla suojataan paikat mihin betonia ei haluta päätyvän.

## 4.3 Raudoitukset

Raudoituksen tarkoituksena on vahvistaa betonilaattaa, jotta se pystyy ottamaan vastaan sille mitoitettut kuormat muotoa muuttamatta. Näitä siihen kohdistuvia rasituksia tulee laattaa jo rakennusvaiheessa sekä myöhemmin käyttövaiheessa. Rakennusaikaisia rasituksia ovat kuivumisesta johtuva kutistuma ja lämpötilan muutoksista aiheutuvat liikkeet. Käytön

aikaiset kuormat muodostuvat pysyvistä kuormista ja muuttuvista- eli hyötykuormista sekä mahdollisista laitteista johtuvista dynaamisista kuormista. Raudoitettu betonirakenne toimii oikein mitoitettuna ja suunniteltuna niin, että betoni ottaa vastaan puristusrasitukset ja raudoituksen tarkoituksena on ottaa vastaan vetojännitykset.

Maanvaraisen lattian raudoitus koostuu normaalista betoniraudoiteverkosta sekä lisäraudoitteista, jotka selviävät rakennekuvista. Käytettävän raudoituksen määrittelee aina kohteen rakennesuunnittelija. Työmaan tehtävä on asentaa suunnitelmien mukaiset raudoitteet. Yksi tärkeimmistä laadunvarmistustehtävistä tässä työvaiheessa on tehdä raudoitustarkastus ja dokumentoida raudoitteet ennen valua.

Tässä kohteessa haluttiin vaihtaa laattaan määritellyt betoniraudoiteverkot kuitubetoniin aikataulun ja kustannusten vuoksi. Pienissä määrissä kuitubetonin hyödyt eivät ole niin suuret, mutta tässä tapauksessa, kun valettavia maanvaraisia laattoja oli noin 2500 m<sup>2</sup>, aikataulullinen säästö oli huomattava. Varsinkin tässä peruskorjauskohteessa, jossa lähes kaikki valettavat maanvaraiset laatat olivat kellarikerroksessa, olisi raudoitusverkkojen siirtäminen asennusalueelle ollut kustannustehokkuudeltaan erittäin huonoa.

Prosessi betoniraudoiteverkkojen vaihtamiseksi kuitubetoniin tehdään yhteistyössä rakennesuunnittelijan ja valmisbetonin toimittavan betoniaseman kanssa. Tässä kohteessa käytettiin muovista FortaFerro-makrokuitua (Liite 4) kaikissa muissa maanvaraisissa lattioissa, paitsi liikuntasalin lattiassa, sillä sen laskennallinen kuitumäärä olisi ollut niin suuri, että sen työstettävyys olisi kärsinyt liikaa. Suunnittelijoiden kanssa yhteistyössä päädyttiin käyttämään liikuntasalin lattiassa teräskuitua (Liite 5).

Kuitujen tarkoituksena on parantaa betonin kestävyyttä dynaamisia kuormia vastaan, vetolujuuden parantaminen sekä tehdä betonista murtokestävyydeltään sitkeämpää (by/BLY13 Polymeerikuidut betonissa 2012). Maanvaraisissa laatoissa betoniraudoiteverkon pääasiallinen tehtävä on estää kuivumisvaiheessa tapahtuvat muodonmuutoksista johtuvat halkeilut ja kaareutumiset. Muovikuitujen tarkoituksena on siis korvata laatan verkkoraudoitus ja rajoittaa betonin halkeilua sekä muodonmuutoksia. Teräskuitua voidaan puolestaan käyttää jopa kantavissa rakenteissa tavallisen raudoituksen korvaajana.

Kuitubetonin tyypillisimmät käyttökohteet ovat (Rudus Oy. a.):

- maanvaraiset laatat
- erilaiset pintalattiat
- kelluvat lattiat
- ruiskubetonoinnit

Kuitubetonin käyttö ei kuitenkaan poista kaikkia raudoitteita, vaan korvaa laatussa vain sille määritellyn betoniraudoiteverkon. Reunateräkset, raskaampien väliseinien raudoitteet sekä kaivojen ja nurkkien kutistumaraudoitukset tulee asentaa rakennesuunnitelmien mukaan, vaikka käytettäisiinkin kuitubetonia.

Kohteeseen tuli lisäksi noin 500 m<sup>2</sup> vesikiertoista lattialämmitettyä maanvaraista lattiaa. Tälle alueelle asennettiin betoniraudoiteverkot normaaliin tapaan, jotta lämmitysputkisto saatiin hyvin asennettua sitomalla se teräsverkkoihin kiinni (Kuva 3). Tilojen ahtaus sekä haalausaukkojen koko ja sijainnit tekivät raudoiteverkkojen asentamisesta niin hidasta, että tässä vaiheessa huomattiin, kuinka suuri on kuitubetonista saatava aikataulullinen hyöty ja venyvällä aikataululla on suora vaikutus myös kustannuksiin. Seuraavissa kohteissa kannattaa mielestäni harkita mahdollisuutta, missä lattialämmitysputkistoa ei kiinnitetä raudoituksiin, vaan kiinnitys tapahtuu suoraan eristeisiin ja näin mahdollistetaan kuitubetonin käyttö myös lattialämmityskohteissa.



Kuva 3. Lattialämmitysputkisto asennettuna betoniraudoiteverkkoihin (Kuva: Ilkka Torniainen)

#### 4.4 Reunan irrotus- ja radonkaistat

Betonilaatan on oltava irti seinistä, pilareista ja muista ääntä johtavista rakenteista ja putkista. Joten betonilaatasta irti haluttaviin rakenteisiin asennetaan solumuovirakenteinen irrotuskaista (Kuva 4). Irrotuskaista tulee kiinnittää betonilaatasta irrotettavaan rakenteeseen siten, että se kestää valun rasitukset. Reunakaista painetaan mahdollisimman tarkasti sekä sisä- että ulkokulmiin. Erityisesti seinien ja muiden rakenteiden sisänurkissa tulee kiinnittää asennukseen huomiota, jotta reunakaista ei oikaise nurkkaa ja jää ”pussilleen”, tällöin nurkkaan voi jäädä valamaton kohta. Valetun betonin jo kovettunutta reunakaista katkaistaan betonilaatan pinnan tasoon. Reunakaistaa ei kuitenkaan poisteta kokonaan, koska rako voi täyttyä tasoitteella tai roskilla, jolloin askelääneneristävyys ja laatan eläminen voi heikentyä. Ennen varsinaisten lattiapinnoitteiden asennusta tulee rakenteiden ja lattian väliset raot tiivistää elastisella saumaussmassalla rakenteiden tiiveyden parantamiseksi (Kuva 6).

Mikäli valettavalle alueelle on määritelty valun jälkeen sahattavia kutistumissaumoja, tulee näiden sahauslinjojen alle asentaa 500 mm leveä bitumihuopakaista (Kuva 4). Tämän tarkoitus on pitää mahdollisesti sahasaumaan muodostuva halkeama ilmatiiviinä ja estää mahdollisten haitallisten kaasujen kulkeutuminen sisäilmaan.



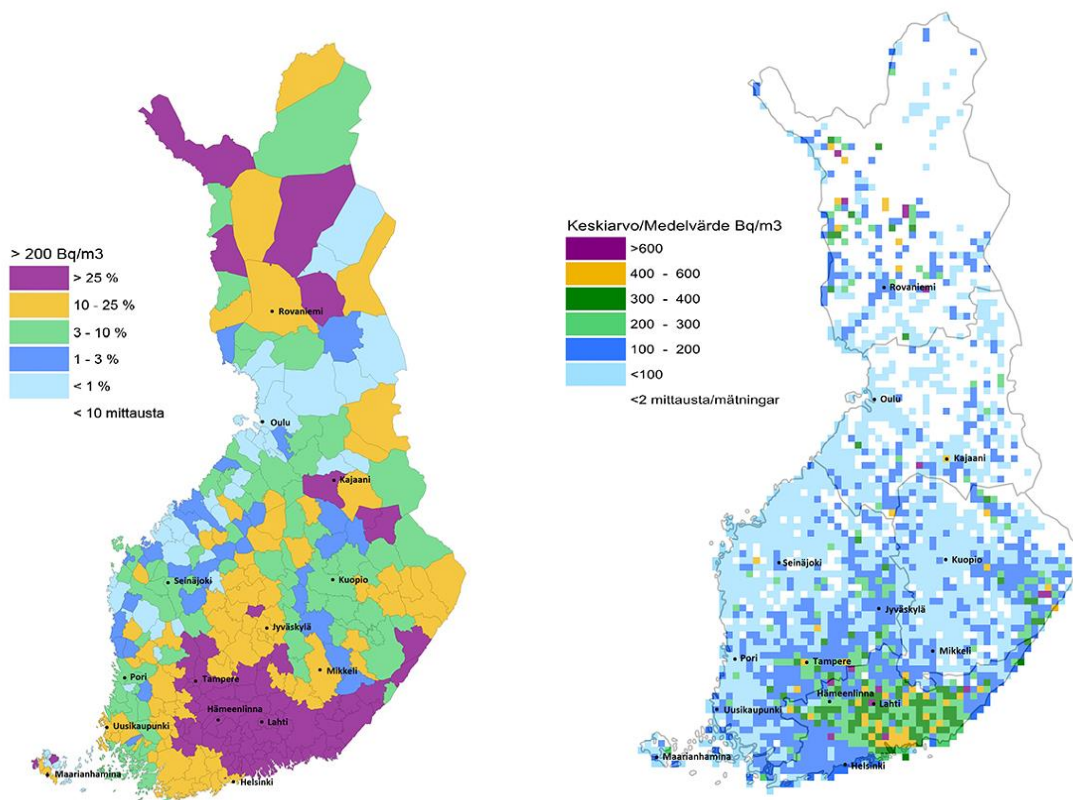
Kuva 4. Asennetut radonsuojaukset sekä irrotuskaistat (Kuva: Ilkka Torniainen)



Lappeenranta sijaitsee Salpausselän sora- ja hiekkaharjualueella. Tästä johtuen Säteilyturvakeskus on määritellyt Lappeenrannan korkean radonriskin alueeksi (Kuva 5). Radonriskialueilla rakennettaviin tai peruskorjattaviin kohteisiin tulee tehdä tuuletusjärjestelmä maanvaraisten lattioiden alle. Tuuletusjärjestelmän tarkoituksena on salaojakerroksen huokosilman tuulettaminen ja rakennuspohjan alipaineistaminen. Tällöin mahdollisesti sisätiloihin virtaavan ilman määrä ja radonpitoisuus pienenevät.

Tässä kohteessa radonputkisto toteutettiin asentamalla kapillaarikatkokerrokseen 110 mm halkaisijaltaan oleva keruuputkisto noin 1,5 metrin etäisyydelle ulkoseinistä. Yhtenäisten putkistojen päät nostettiin lattian yläpuolelle rakenne- ja LVI-suunnittelijoiden määrittelemistä kohdista, missä ne liitettiin niille suunniteltuihin kanaviin, jotka kuljettavat likaisen ilman painovoimaisesti vesikaton yläpuolelle. Samalla putkisto poistaa laatan alla mahdollisesti olevaa maa-ainesten kosteutta.

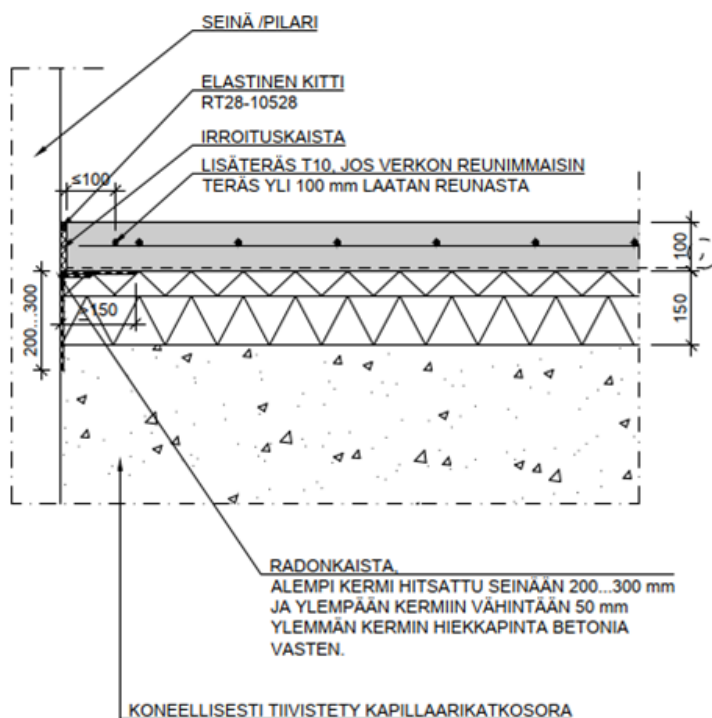
Sosiaali- ja terveysministeriön ionisoivasta säteilystä valmisteleman asetuksen mukaan käytössä olevan asunnon tai muunlaisen oleskelutilan radonpitoisuuden viitearvo on sisätiloissa 300 becquereliä kuutiometrissä ( $\text{Bq}/\text{m}^3$ ). Uudisrakennuksen suunnittelu ja rakentaminen tulee tehdä siten, että radonpitoisuus ei ylitä arvoa  $200 \text{ Bq}/\text{m}^3$ . (Säteilyturvakeskus 2021.)



Kuva 5. Suomen radonsäteilykartat (Säteilyturvakeskus 2019)

Betonilaatan ja seinän sekä muiden rakenteiden rajat tulee myös tiivistää bitumihuopakais-  
talla maaperän haitallisia kaasuja vastaan (Kuva 6). Lämpimän sisäilman ja kylmemmän  
ulkoilman välinen lämpötilaero synnyttää alipaineen, joka pakottaa maaperässä olevan ra-  
donpitoisen ilman virtaamaan rakennuksen sisätiloihin. Tiivistämällä rakenteet radonkai-  
stoilla saadaan alapohjarakenteisiin luotua ilmasulku, joka estää radonin ja muiden haitallisten  
kaasujen tunkeutumisen sisätiloihin. Tiiviit rakenteet myös parantavat suunnitellun ra-  
donputkiston toimintaa rajoittamalla alipaineisen tilan betonilaatan alapuolisiin rakenteisiin.

Tässä kohteessa vanhojen seinäpintojen purkaminen aiheutti sen, että pinnat joihin radon-  
kaistat asennettiin, olivat niin epätasaiset, että kiinnityskohdat jouduttiin tasoittamaan se-  
menttipohjaisella tasoitteella ennen radonkaistojen asennusta. Kuitenkin tällä toimenpi-  
teellä saatiin varmistuttua mahdollisimman tiivistä lopputuloksesta.



Kuva 6. Detalji maanvaraisen laatan reuna-alueiden tiivistyksistä (Vahanen Rakennusfy-  
siikka Oy 2020)

Maanvaraisen betonilattian esivalmisteluvaiheeseen (eristeet, suodatinkankaat, teräkset,  
radonsuojaukset ja varaukset) tarvitaan työmiehiä 1 RAM + 2 RM (Ratu KI-6020 Rakenta-  
misen tuotantotekniikka, s.52). Työntekijämäärä kannattaa kuitenkin suhteuttaa valettavan  
alueen kokoon, monimuotoisuuteen ja suunniteltuun valuaikatauluun nähden.

## 5 Valuvaihe

### 5.1 Valettavan alueen suunnittelu ja esivalmistelut

Valualue kannattaa rajata selkeisiin kohteisiin. Näitä kohteita ovat mm. liikuntasauamat, kantavat väliseinät ja lopullisten tilojen raja-alueet. Työsaumojen tekemistä yhtenäisten tilojen keskialueille kannattaa välttää mahdollisuuksien mukaan. Joissakin tapauksissa näitä työsaumoja voidaan peittää laatan päälle rakennettavilla kevytrakenteisilla väliseinillä. Myös valualueen laajuus kannattaa miettiä tarkkaan etukäteen. Yhdellä valuryhmällä pystytään levittämään betonimassaa noin 50–100 m<sup>2</sup> tunnissa. Linjarilla levitetyn betonimassan annetaan kovettua olosuhteista ja käytetystä betonimassasta riippuen muutaman tunnin ajan ennen pinnan hiertoa. Valmiin betonipinnan hiertoon käsin menee suunnilleen sama aika kuin itse massan levittämiseen, koneellisesti hierrettynä huomattavasti nopeammin. Joten kun valettavan laatan paksuus on noin 100 mm, parhaimpaan hyötysuhteeseen päästään yhden työryhmän panoksella, kun valualue noin 200–500 m<sup>2</sup>. Yhtenä työryhmänä voidaan pitää betonoinnissa 2 RAM + 1...2 RM (Ratu KI-6020 Rakentamisen tuotantotekniikka, s.52). Avoin ja yhtenäinen alue on kuitenkin jonkin verran nopeampaa valaa, joten valualueen koko ja työntekijämäärä kannattaa suhteuttaa sen muotoon ja käytettäviin työmenetelmiin.

Ennen valun alkua tulee varmistaa riittävän hyvät valuolosuhteet. Ilman lämpötila tulisi olla yli +10 astetta, mielellään +15 ja +20 asteen välissä. Tätä kylmemmässä lämpötilassa betonin kovettuminen hidastuu ja se voi vaikuttaa valun aikatauluun pidentävästi. Mitä kylmempi lämpötila on, sitä todennäköisemmin joudutaan betonimassalle tekemään lisäyksiä, kuten toimittamaan betonimassa lisälämmitettynä tai talvilaatuisena. Kaikki nämä lisätyöt lisäävät betonin kustannuksia. Tuore betonimassa tuottaa lämpöä ja kosteutta, joten valettavan tilan lämpötila ei saa olla liian korkea, varsinkaan valettaessa sisätiloissa, jolloin muodostunut lisälämpö ei pääse tuulettumaan pois tilasta. Lisäksi betonin kovettumisessa tapahtuva kemiallinen reaktio tuottaa myös lämpöä ja juuri valettu betoni ei saa lämmetä liikaa. Lämpötilan tulisi olla myös mahdollisimman tasainen, koska suuret lämpötilaerot aiheuttavat epätasaista kovettumista sekä epätasaista veden haihtumista tuoreen betonin pinnasta, jolloin plastisten halkeamien riski kasvaa huomattavasti. Vaatimus tasaisesta lämpötilasta pätee niin ilman lämpötilaan, kuin ympäröiviin rakenteisiin. Ilman vaihtuvuuteen täytyy myös kiinnittää huomiota, koska kostean ja lämpimän betonimassan levittäminen tuo ilmaan paljon kosteutta, joka voi haitata näkyvyyttä sekä huonontaa valuolosuhteita. Runsa läpivetoa ei kuitenkaan saa olla, koska tuoreen betonin pinta voi kuivua epätasaisesti ilmavirran takia. Valaistuksen pitää olla riittävä ja valon määrän tulisi jakaantua tasaisesti koko valualueelle. Varjojen välttämiseksi, yläpuolelta suunnattu valaistus on suositeltavaa.

Valuvalmiilla alueella liikkumista kannattaa välttää mahdollisuuksien mukaan ja kulkureitit työmaan muihin alueisiin tulee suunnitella etukäteen. Myös kulkureitit itse valettavalle alueelle tulee suunnitella ja varmistaa turvallinen liikkuminen alueella. Lisäksi tulee suunnitella betonimassan siirtoon vaikuttavat asiat, kuten kuljetuskaluston vapaa pääsy työmaalle sekä pumppuauton pystytyspaikat. Valmiit pinnat ja kaikki muut rakenteet, joiden ei haluta likaantuvan, suojataan rakennusmuovilla ennen valun aloittamista.

Tässä vaiheessa on suositeltavaa tehdä valettavan alueen valuvalmiuden toteaminen ja sen dokumentoiminen, jossa käydään alueen kaikki raudoitukset ja muut lopputulokseen vaikuttavat seikat läpi, jotta kaikki suunnitelmissa olevat rakennusosat on asennettu ja oikeilla paikoillaan. Tätä tarkistusta varten voi tehdä itselleen vapaamuotoisen muistilistan tai useilla yrityksillä on tätä varten valmiita tarkastuspohjia. Tämän kohteen aikana muotoutui yhteistyössä olevalle Kymenlaakson Rakennus Oy:lle työvaiheen tarkastuskortti (Liite 6). Tarkastuskorttia ei ennätetty käyttämään kyseessä olevassa kohteessa nykyisessä muodossaan, koska se tehtiin vasta työmaan loppuvaiheessa. Tällöin käytiin valmistunut työmaa läpi ja pohdittiin, kuinka yrityksen toimintamalleja voitaisiin kehittää tulevaisuutta ajatellen. Tarkastuskorttia tullaan käyttämään tulevaisuudessa yrityksen seuraavilla työmailla ja se toimii myös muiden työvaiheiden tarkastamisessa.

## 5.2 Oikean betonityypin varmistaminen

Betonimassan valittavissa olevilla ominaisuuksilla on suuri vaikutus itse betonointityön onnistumiseen sekä valmiin betonin tavoiteltavien ominaisuuksien saavuttamisessa. Jokaiseen työkohteeseen parhaiten soveltuvimman betonimassan valinta tehdään yhteistyössä rakennesuunnittelijan, työmaan ja valmisbetonin toimittajan kanssa (Betoniteollisuus ry. a.). Usein lattiavalun tekevän tahon toivomat betonimassan työstettävyyteen liittyvät ominaisuudet, kuten mahdollisimman pieni raekoko ja notkea massa, eivät ole parhaan lopputuloksen kannalta yhtenevät. Betonin kutistuminen olisi vähäisintä, jos käytettäisiin jäykkää, suurikivistä massaa, mutta tällaisen betonin käsitteleminen on hankalaa ja työlästä levittää sekä tämän lisäksi tulee huomioida mahdollisen pitkän pumppauslinjan asettamat vaatimukset betonin ominaisuuksille. Betonimassan valinnalla on myös oleelliset vaikutukset valmiin lattian laadun kannalta. Betonimassan liiallinen notkeus ja pieni raekoko voi aiheuttaa halkeilua ja kaareutumia. Liian pientä raekokoa tulee välttää koska, sen sementtiliimamäärä ja betonin viruma kasvavat ja kutistuma sekä halkeiluriski lisääntyy. Näiden syiden lisäksi pienikivisen betonimassan hinta on korkeampi. Liian pienen raekoon haitat ovat siis samanlaisia kuin käytettäessä liian notkeaa betonia. Lopputuloksen kannalta on tärkeää sovittaa käytettävä betonimassa ja työtavat yhteen niin, että lopputulos täyttää valmiille lattialle määritellyt vaatimukset.

Käytettävän betonimassan valinnan periaatteena on, että kohteen rakennesuunnittelija määrittää rakennesuunnitelmiin valmiin betonin vaaditut ominaisuudet (Kuva 7). Tämän jälkeen työn suorittavat osapuolet suunnittelevat miten vaatimukset saavutetaan. Näitä rakennesuunnittelijan asettamia vaatimuksia ovat: (Betoniteollisuus ry. a.)

- lujuus- ja rakenneluokka
- rasisusluokka
- suojaavan betonipeitteen paksuuden
- toleranssit ja pintaluokat

BETONI:	C25/30	PAIKALLA VALETUT RAKENTEET
TERÄS:	T=A500HW K=B500K E=B600KX	HITSATTAVA VERKOT RUOSTUMATTOMAT HARJATERÄKSET
SUUNNITTELUKÄYTTÖIKÄ: YMPÄRISTÖRASITUS: (BY 50)	50 v XC1	MAANVARAINEN LAATTA MAANVARAINEN LAATTA
BETONIPEITE:	20 mm 50 mm	MAANV. LAATTA, SAL. MITTAPOIKKEAMA ±10 mm MAATA VASTEN VALETTAESSA
LAATTA: LATTIAN LUOKKA: RAUDOITUS:	HL=100 mm BY 45 VERKKO	MAANVARAINEN LAATTA, ELLEI TOISIN MAINITA RAKENNETYYPIIN MUKAAN RAKENNETYYPIIN MUKAAN, LISÄTERÄKSET DETALJIEN MUKAAN
VERKOT JATKETAAN LIMIJATKOKSELLA SAMASSA TASOSSA, JATKOS LIMITETÄÄN KAHDEN SILMÄKOON VERRAN. LEIKATUT VERKOT LEIKATAAN 100 MM:N PÄÄSTÄ POIKKITANGOSTA. VERKOT SIDOTAAN JATKOKSEN KOHDALTA. VERKOT JATKETAAN MOLEMMISSA SUUNNISSA SAMALLA TAVALLA.		
SEURAAMUSLUOKKA: CC2		
KUORMAT:	q = 2,5 kN/m <sup>2</sup> Q = 3 kN	LUOKKA C LUOKKA C
PUTKET:	VALUUN TULEVAT PUTKET, KAIVOT, SÄHKÖJOHDOT YMS. LVI- JA SÄHKÖSUUNNITELMIEN MUKAAN	
LATTIAKAIVOJEN PAIKAT JA LATTIAKALLISTUKSET LVI-JA ARK-SUUNNITELMIEN MUKAAN		

Kuva 7. Betonin ominaisvaatimukset (Vahanen Rakennusfysiikka Oy 2020)

Valmisbetonitilausta tehdessä tulee lattiavalun tekevältä taholta varmistaa haluttu betonin notkeusluokka ja muut erityisvaatimukset. Mahdollisista erityisvaatimuksista tulee antaa tieto valmisbetonin toimittajalle riittävän ajoissa, jotta massan koostumus tehdään halutunlaiseksi jo tehtaalla. Mikäli betonin notkeutta välttämättä tarvitsee lisätä työmaalla, ei siihen saa lisätä vettä, koska tällä voi olla vaikutusta betonin loppulujuuteen ja muihin ominaisuuksiin. Tarvittaessa työmaalla voidaan käyttää notkistinta. Notkistavan lisäaineen lisäys ei heikennä betonin ominaisuuksia, ellei sitä lisätä niin runsaasti, että betonimassa erottuu.

Lisäaineen sekoittaminen tulee tehdä huolellisesti ja mikäli on vaarana, että betonin kovetusreaktio ennättää käynnistyä, voidaan työstöaikaa pidentää hidastinlisäaineilla. Kuitenkin, mikäli betonin ominaisuuksiin tehdään muutoksia työmaalla, kannattaa siihen suhtautua varauksella ja lisäaineiden lisäyksen voi tehdä vain kokenut pumppausauton kuljettaja. Valmisbetonin tilaus ja lattiavalun tekevä taho tulee sopia riittävän ajoissa ja tilausta tehdessä tarvitsee antaa tieto myös mahdollisesta betonin pumppauskalustosta ja sen asemoinnin etäisyydestä valukohteeseen. Mikäli valukohteita on suunniteltu useampi samalle valukerralle, täytyy myös kaluston mahdollisista siirtotarpeista ilmoittaa etukäteen.

Rakenne	Lujuusluokka	Suurin rae-koko mm	Notkeus sVB
Perustukset	K30 (C25/30)	16, 32	Notkea (S2)
Maanvarainen	K25 (C20/25)	16	Vetelä (S3), Notkea (S2), laatta erillinen, pintavalu
-autotallin laatta	K45 (C35/45)	16	Notkea (S2), autotallin lattiassa tarvitaan kulutuskestävyyttä sekä kykyä kestää auton renkaista tulevaa tiesuolaa
<b>Pintabetonilattiat</b>			
-30-50mm	K25 (C20/25)	8, 12	Vetelä (S3)
-50-80mm	K25 (C20/25)	16	Notkea (S2)
kelluvat lattiat (>40mm)	K25 (C20/25)	8, 12, 16	Vetelä (S3), Notkea (S2)
SEINÄT JA	K25 (C20/25)	16	Notkea (S2)
PILARIT			Sisätiloissa olevat seinät ja pilarit
ULKONA OLEVAT RAKENTEET	K37 (C30/37)	8, 12, 16, 32	Notkea (S2), Käytettävä säänkestäviä betonilaatuja

Taulukko 1. Betonin vähimmäisominaisuuksia (Betoniteollisuus ry. a.)

### 5.3 Valunaikainen laadunvarmistus

Yksi tärkeimpiä laadunvarmistustoimenpiteitä ennen jokaista suurempaa työvaihetta on aloituskokous, joka tulee pitää kaikkien lattian tekoon vaikuttavien osapuolten kesken. Aloituskokouksessa käsitellään betonilattian toteutuksen kannalta tärkeimmät asiat kuten suunnitelmat, käytettävät materiaalit, aikataulu, yhteyshenkilöluettelo, muut lattiaurakkaan vaikuttavat työt ja lattiatyöhön liittyvät toimenpiteet kuten olosuhdevaatimukset sekä jälkihoito. Aloituskokous tulee järjestää riittävän ajoissa ennen valutöitä, jotta se täyttää sille asetetut vaatimukset ja mahdollisiin muutoksiin ennätetään tehdä tarvittavat toimenpiteet.

Ennen varsinaisten valutöiden aloittamista tulee valumiesten kanssa käydä suunniteltu valualue läpi ja yhteisesti sopia valun eteneminen. Lisäksi halutun laatan korot ja muut erikoispiirteet, kuten esimerkiksi käytettävän betonimassan ominaisuudet sekä työturvallisuusasiat käydään läpi ennen valua. Mikäli betonin pumppaukseen käytetään erillistä vain betonimassan pumppaukseen tarkoitettua konetta, tulee tästä tehdä nosturin pystytyspöytäkirja.

Valussa käytettävälle massalle tulee tehdä säännöllisin väliajoin silmämääräistä laadunvalvontaa yhteistyössä valumiehistön kanssa ja tarvittaessa betonimassasta voidaan tehdä massan notkeuden ilmaiseva painumakoe. Mikäli betonin lujuutta tarvitsee tarkastella myöhemmässä vaiheessa, voidaan siitä valmistaa koekuutioita.

Betonimassan menekkiä tulee seurata valun edetessä ja massakuljetusten aikaväliä tulee valvoa. Kuljetusten väli ei saa olla liian pitkä, jotta jo levitetty massa ei kuivu liikaa, jolloin valettavaan laattaan voi jäädä heikentyneitä kohtia. Myös liian tiheällä aikavälillä tulevat kuljetukset voivat aiheuttaa ongelmia. Mikäli liian kauan työmaalla odottanut tuore betonimassa pyörii pitkään kuljetussiilossa, voi siihen sitoutua liikaa ilmaa tai kovettumisreaktio alkaa liian aikaisin. Valuaikataulun eteneminen kannattaa sopia yhteistyössä kokoneiden lattianvalajien kanssa. Mahdollisten odottamattomien tapahtumien takia kannattaa olla valmiudessa, mikäli suunnitellusta aikataulusta joudutaan poikkeamaan. Viimeisessä kuljetuksessa tulevan betonimassan määrä kannattaa laskea tarkkaan ja ilmoittaa se betonin toimittajalle. Ylimääräistä massaa ei kannata kustannussyistä valmistaa ja kuljettaa, mutta tärkeämpää on, että massa ei missään nimessä saa loppua kesken, koska erikseen tilattua pientä määrää betonia voidaan joutua odottamaan pitkään. Tämän takia valun kustannukset voivat nousta, valuaikataulu voi venyä ja massaerien saumat voivat kuivua.

Jokaisen valun jälkeen tulee mitata valettavan alueen pinta-alan ja betonimassan menekin perusteella laatan keskimääräinen paksuus. Tällä tiedolla pystytään paremmin arvioimaan betonin kuivumisen etenemistä ja voidaan varautua tarvittaviin toimenpiteisiin. Valupaksuuden seurannalla voidaan vaikuttaa seuraavien valualueiden pohjatöihin, jotta päästään haluttuun lopputulokseen. Valussa käytetyn betonimassan määrän saa betonin siirto- ja pumpausmittaraporteista, jotka tulee dokumentoida jokaisen valun jälkeen.



Kuva 8. Maanvaraisen lattian valu kuitubetonilla (Kuva: Ilkka Torniainen)

## 6 Jälkihoito

Betonin jälkihoidolla tarkoitetaan toimia, joilla varmistetaan betonin lujuudenkehitys ja estetään betonin pinnan liian nopea kuivuminen, joka aiheuttaa halkeilua ja betonin loppulujuuden heikentymistä.

Betonin jälkihoito tulee aloittaa heti betonoinnin loputtua, jolloin halkeilun riskit saadaan minimoitua. Yleensä betonin jälkihoitoaika on 1–2 viikkoa, mutta jälkihoitoaika voidaan lyhentää jopa kolmeen vuorokauteen käyttämällä nopeammin päällystettävää lattiabetonia oikeiden kuivumisolosuhteiden kanssa. Vastavaletun betonin pinta on pidettävä suojattuna ja kostutettava tarvittaessa. Jälkihoitotoimenpiteet tulee suunnitella ennen betonointia ja käytettävät menetelmät riippuvat valun rakenteesta ja koosta sekä käytetystä betonilaa- dusta ja ympäröivistä olosuhteista, joita ovat lämpötila, ilman suhteellinen kosteus ja ilman vaihtuvuus.

### 6.1 Varhaisjälkihoito

Tässä kohteessa käytettiin lattioiden valussa nopeammin päällystettävää lattiabetonia. NP-betoni on kehitetty kuivumaan normaaleja lattiabetonilaatuja jopa 2 kertaa nopeammin. Tähän vaikuttaa siinä käytetty alhaisempi vesimäärä ja suurempi sementtimäärä. Nopeammin päällystettävässä betonissa pienempi vesi-sementtisuhte tekee siitä sitkeämpää työstää, jolloin sen työstettävyyttä on jouduttu parantamaan notkistimilla ja huokostimilla. NP-massan normaalia nopeamman kuivumisominaisuuden takia sen kutistuminen on normaalia betonia suurempaa varsinkin kuivumisen alussa. Pinnassa tapahtuu kuivuvalla betonille ominaista plastista kutistumista, joka voi aiheuttaa pinnan verkkomaista halkeilua. (Rudus Oy. b.)

NP-massan käytön yhteydessä voidaan käyttää betonin pinnalle sumutettavaa varhaisjälkihoitoainetta (Liite 7). Tämän jälkihoitoaineen tarkoituksena on muodostaa betonin pinnalle lähes kosteutta läpäisemätön kalvo, jolloin betonissa oleva kosteus ei pääse haihtumaan liian nopeasti. Käytettäessä sumutettavaa jälkihoitoainetta ei valettua laattaa tarvitse peittää muovikalvolla kosteuden haihtumisen estämiseksi. Myöskään mahdollista jälkikastelua ei tarvitse suorittaa. Tästä jälkikastelun mahdollisesta välttämisestä on hyötyä varsinkin peruskorjauskohteissa, joissa ulkovaippa on jo suljettu ja ylimääräistä rakennuskosteutta pyritään välttämään ja pitämään olosuhteet optimaalisena muulle rakentamiselle. Kohteena olleessa työmaassa huomasimme, että jälkihoitoaineen käytöstä saadut hyödyt ovat kustannustehokkuudeltaan kannattavaa ja sen käyttö helpottaa jälkihoitotoimenpiteitä. Sekä näin ollen se parantaa onnistuneen lopputuloksen mahdollisuuksia.



## 6.2 Liikunta- ja kutistumissaumojen avaus sekä sementtiliiman hionta

Mikäli kohteessa on käytetty liikuntasauमारauδοitteena mallia, jossa raudoitteen puoliskot on kiinnitetty valmistusvaiheessa toisiinsa esimerkiksi osahitsein, tulee saumojen avaaminen tehdä mahdollisimman nopeasti betonin kovettunutta, mahdollisesti jo valua seuraavana työpäivänä. Tällä mahdollistetaan betonin kuivumiskutistumisesta aiheutuva hallittu liikkuminen. Varsinkin kuivumisen alkuvaiheessa betonin vapaa kutistuminen vähentää ei toivottuja halkeamia. Tässä kohteessa käytettiin aikaisemmin mainittua Peikko Group Oy:n TE-RAJOINT-liikuntasaumajärjestelmää (Liite 3), joka on valmis tuote eikä tarvinnut kiinnitysten aukaisemista jälkikäteen. Liikuntasauमारauδοitteiden välit tulee pitää puhtaana koko laatan kuivumisen ajan, sillä raudoitteen väliin pudonneet epäpuhtaudet voivat estää betonin kuivumisesta johtuvan liikkumisen. Ennen varsinaista lattian pinnoittamista liikuntasaumat kitataan elastisella saumamassalla, jolloin mahdollistetaan suunnitellun liikuntasauman toiminta lopullisena rakenteena.

Kun kuivuva betonilaatta joka tapauksessa kutistuu jonkin verran ja mikäli se ei pääse kutistumaan vapaasti, siihen syntyy halkeamia kutistumavoimien ylittäessä betonin vetojännityskapasiteetin. Jotta halkeilu saadaan hallitusti kohdistettua haluttuihin kohtiin, valmiiseen laattaan sahataan säännöllisin välein kutistumissaumoja (Kuva 9). Kun kyseessä on yleisesti käytetty noin 100 mm:n paksuinen betonilaatta, on kutistumissaumojen väli tavanomaisesti 4–6 metriä. Saumaväli ei saa olla liian pieni, jotta laatta säilyttää sen laskennallisen kantavuuden, eikä saumaväliä saa kasvattaa liian suureksi, jolloin hallitsemattomien halkeamien riski kasvaa. Kussakin kohteessa rakennesuunnittelija määrittelee tehtävien sahattavien kutistumissaumojen paikat, ja ne löytyvät rakennesuunnitelmista. Tässä kohteessa rakennesuunnittelija oli tehnyt erilliset lattiapiirustukset, josta selvisi sahasaumojen kohdat kuin myös liikuntasaumaterästen asennuspaikat. Tehtävien sahasaumojen urasyvyudeksi oli määritetty  $H/3$ , joka tarkoittaa 100 mm:n laatanpaksuudella 30–35 mm. Tähän tarkoitukseen löytyy rakennuskonevuokraamoista siihen tarkoitettu urajyrsin, jolla voidaan säätää haluttua uran syvyyttä. Tärkeää on myös saumojen oikea-aikainen sahaus. Liian myöhään sahaaminen voi aiheuttaa hallitsemattomien halkeamien alkua väärin paikkoihin. Myös liian aikainen sahaaminen voi aiheuttaa betonin liiallisen lohkeilun sahattaessa, mikäli se ei ole saavuttanut riittävän suurta lujuutta. Normaalisti saumat sahataan parin työpäivän jälkeen betonilaatan valusta. Tässä kohteessa käytettiin valuissa NP-massaa, joten kutistumissaumojen sahaus voitiin suorittaa jo valua seuraavana työpäivänä. Mielestäni näissä kutistumissaumoissa onnistuttiin kyseessä olevassa kohteessa varsin hyvin. Hallitsematonta halkeilua esiintyi vähän ja sahattuja saumoja seuraamalla huomattiin pienten halkeamien muodostuvan sahattujen urien pohjalle. Ennen lattioiden varsinaista pinnoitusta sahatut kutistumissaumat kitattiin M1-luokitellulla elastisella saumamassalla.



Kuva 9. Kutistumissahasauama (Kuva: Ilkka Torniainen)

Valun jälkihoitoaika on normaalisti seitsemän vuorokautta, mutta NP-massaa käytettäessä jälkihoitoaika voidaan lyhentää jopa kolmeen vuorokauteen, riippuen käytetystä massasta ja olosuhteista valualueella. Vaaditun jälkihoitoajan jälkeen betonilaatan pinnalta tulee hioa huonosti kosteutta läpäisevät betonin jälkihoitoaine ja tuoreen betonin pinnalle muodostuva kuivunut sementtiliima pois. Vasta näiden tiiviiden pintojen poishionta mahdollistaa betonin varsinaisen kuivumisen alkamisen. Lisäksi betonissa olevat pienet huokokset aukeavat ja kosteus pääsee näiden kautta haihtumaan.

Sementtiliima täytyy poistaa betonin pinnalta myös, jotta mahdollistetaan lattiamateriaalien riittävän hyvä tartunta alustaan. Esimerkiksi joillain pinnoitejärjestelmillä, kuten vesieristeet, on tarkat vaatimukset materiaalien tartuntalujuudesta rakenteisiin. Myös laatoituksia tehdessä on kiinnityslaastin tartunta parempi huokoiseen runkoainekseen.

Huolellisesti tehty pinnan hionta auttaa myös lattian seuraavissa työvaiheissa, kun pinnasta hioutuu sementtiliimoja poistaessa myös pinnan pienet epätasaisuudet. Pinnan hionta kannattaa tehdä siihen tarkoitettulla lattiahiomakoneella, johon on liitetty riittävän tehokas pölynpoistojärjestelmä. Betonin pinnan hionnan jälkeen on tärkeää imuroida pinta huolellisesti puhtaaksi. Tällä on vaikutusta niin työmaan olosuhteisiin kuin betonin kuivumiseen. Imurointi poistaa hienojakoisen pölyn betonin pinnalla olevista auki hioutuneista huokosista, joiden kautta laatta pääsee kuivamaan. Valettu lattia-alue kannattaa pitää tyhjänä kaikesta varastoinnista vähintään niin kauan, kunnes lattia on hiottu ja huolellisesti puhdistettu. Kuitubetonia käytettäessä pinnan hionnan jälkeen jää muovikuitujen päät laatan pinnalle pysyväksi. Nämä kannattaa poistaa ennen lattian varsinaisia pinnoitustöitä. Erityisesti jos lattioiden pinnoitukseen on määritelty massalattioita, tulee kuitujen poistamisessa olla huolellinen. Yksi keino kuitujen päiden poistamiseen on kevyesti betonin pinnan lämmittäminen esimerkiksi nestekaasupolttimella.

### 6.3 Kuivuminen

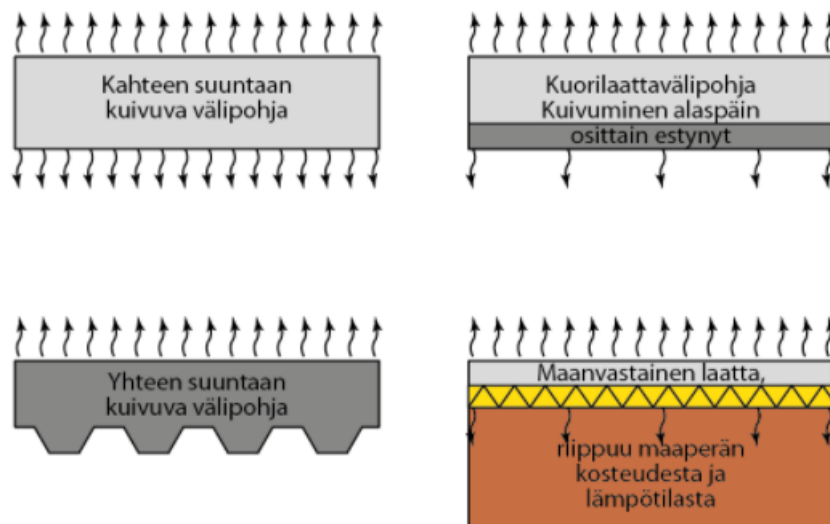
Tuore betonimassa sisältää vettä noin  $180 \text{ kg/m}^3$ . Tästä vedestä noin 40–70 kiloa sitoutuu kemiallisesti betonin kovettuessa, siinä tapahtuvan sementin hydrataatioreaktion aikaansaamana. Kemiallisesti sitoutuneen veden lisäksi betonimassassa on noin  $25\text{--}40 \text{ kg/m}^3$  hygroskooppista kosteutta, joka tasapainottuu ympäröivän ilman kosteuspuitoisuuden kanssa. Jäljelle jäävä vesimäärä (noin  $70\text{--}115 \text{ kg/m}^3$ ) on ylimääräistä kosteutta, joka on kuivatettava ennen betonin pinnoittamista tai päällystämistä. (Sisäilmayhdistys ry. c.)

Betonin kuivuminen tapahtuu kahden eri kosteudensiirtoilmiön vaikutuksesta. Aluksi, kun betonin suhteellinen kosteus (RH) on yli 98 %, kosteus poistuu siirtymällä kapillaarisesti materiaalin sisäosasta rakenteen pinnalle, josta ilmavirrat kuivattavat betonin pinnan. Kun suhteellinen kosteus (RH) on alle 98 %, kosteus poistuu betonin sisältä diffuusiolla, jolloin betoni pyrkii hakeutumaan tasapainokosteuteen ympäristönsä kanssa, siksi kuivumisolosuhteilla on suuri merkitys betonin kuivumisprosessissa. (Sisäilmayhdistys ry. c.) Näiden luonnollisesti tapahtuvien kuivumisilmiöiden lisäksi betonin kuivumiseen vaikuttavat betonin ominaisuudet, rakenneratkaisut ja betonin rakennusaikainen ylimääräinen kosteusrasitus.

Suurin yksittäinen kuivumiseen vaikuttavista tekijöistä betonin ominaisuuksissa on sen vesisementtisuhde. Mitä vähemmän betonin valmistamisessa käytetään vettä, sitä vähemmän

sen tarvitsee kosteutta luovuttaa kuivuessaan. Kuitenkin liian kuivan massan työstettävyys voi kärsiä liikaa, jolloin käsiteltävyyden lisäämiseksi voidaan massaan lisätä työstettävyttä parantavia lisäaineita. NP-massa on hyvä esimerkki tästä. Alhaisen vesisementtisuhteen omaavan massan työstettävyttä voi parantaa lisäämällä siihen notkistimia ja huokostimia. Betonin lujuusluokka vaikuttaa myös kuivumisaikaan. Korkealujuuksisten betonilaatujen kuivumisnopeus voi olla jopa kaksinkertainen tavalliseen betoniin verrattuna.

Maanvaraisen betonilaatan sisältämä kosteus voi johtua betonimassan valmistukseen käytettävän veden lisäksi ulkopuolelta tulevista kosteuksista. Oikeilla rakenneratkaisuilla voidaan vähentää ja poistaa näiden ulkopuolisten kosteudenlähteiden vaikutuksia. Maanvaraisessa laatussa kosteutta voi siirtyä alhaalta kapillaarisesti tai diffuusiolla. Kapillaarisen kosteuden nousun mahdollisuus poistetaan riittävän paksulla ja toimivalla kapillaarikatkerroksella. Vesihöyryn diffuusiovirtaus maaperästä betonilaattaan vaatii maaperän korkeampaa lämpötilaa, joka voi johtua esimerkiksi laatan alla kulkevien lämpöputkien puutteellisesta eristyksestä. Lämpöputkien eristysten huolellisella asennuksella ja käyttämällä kuivia täyttömaita betonilaatan alla pienennetään kosteuden diffuusiosiiirtymisen riskiä. Valettavan betonilaatan paksuudella on myös paljon väliä laatan kuivumisaikaan, koska maanvarainen laatta kuivuu käytännössä vain yhteen suuntaan (Kuva 10). Kuivuminen ei pelkästään ole hitaampaa laatan paksuuden takia, vaan laatan kuivuminen myös hidastuu mitä syvemmälle betonissa mennään.



Kuva 10. Betonin kuivumissuunnat eri rakenteissa (Mittaviiva Oy. a.)

Mikäli betoni pääsee kastumaan uudelleen sen kuivumisjakson aikana, voi kuivumisaika pidentyä 1,4–2-kertaiseksi (Mittaviiva Oy. b.), joten rakennusaikaiseen kosteudenhallintaan tulee kiinnittää erityistä huomiota työmaaolosuhteissa.

Työmaan tavaroiden varastointiin tulee kiinnittää huomiota. Kaikki ylimääräinen varastoitava rakennustarvike tulee varastoida irti maasta, vähintään aluspuiden varaan. Varastoitavien tavaroiden paikkaa kannattaa myös siirtää silloin tällöin, jolloin mahdollistetaan laatan tasainen kuivuminen ja puhtaanapito koko laatan alueella. Kaikki tiiviit pinnat betonin päällä estävät kosteuden haihtumista, jolloin alueelle voi jäädä pistemäisiä kosteampia kohtia. Varsinkin talvella tulee huolehtia, että sisälle siirrettävät rakennustarvikkeet on putsattu hyvin ylimääräisestä lumesta, jotta se ei sulaessaan pääse kastelemaan kuivuvaa betonia.

Rakennusaikaiset vesipisteet tulee suunnitella niin, ettei niistä aiheudu betonilaatan kuivumiselle suurta vaaraa. Jokainen vesipiste tulee varustaa niin, että ylimääräinen vesi ei pääse vuotamaan lattialle, vaan valuu esimerkiksi siihen tarkoitettuun paljuun. Myös vesiletkujen liitoskohdat tulee varmistaa niin, ettei niistä mahdollisesti tulevat vuodot pääse lattialle. Rakennukseen kannattaa varata myös riittävän monta vesi-imuria, jotka on sijoitettu niin, että ne ovat helposti löydettävissä ja nopeasti käyttöön otettavissa. Mahdollisen vesivahingon sattuessa mitä nopeammin ylimääräinen vesi saadaan poistettua pinnoilta sitä vähemmän betoni ennättää imeä vettä.

Suurimpia riskipaikkoja ylimääräiselle kosteusrasitukselle ovat rakennuksen sisäänkäynnit. Varsinkin talvella lumen kantautuminen kenkien mukana ja syksyisin sekä keväisin kurakelit aiheuttavat sisäänkäynneille suuren riskin ylimääräiselle kosteusrasitukselle. Lisäksi talviaikaan sisäänkäyntien läheisyydet ovat rakennuksen kylmimpiä paikkoja, joten olosuhteet kuivumisen mahdollistamiseksi ovat haasteellisimmat. Tähän ongelmaan voidaan vaikuttaa kosteuden keräävillä kuramatoilla tuulikaapeissa, jotka tulee vaihtaa säännöllisesti ja pitää puhtaina ja kuivana huolellisesti. Lisäksi sisäänkäyntien läheisyyteen kannattaa varata ylimääräisiä lämmittimiä. Matot eivät itse kuitenkaan saa estää betonilaatan omaa kuivumisprosessia.

Seuraavalla sivulla kuvassa 11 on yksi esimerkki siitä, mikä työmaaolosuhteissa voi viivästyttää betonin kuivumista. Kosteudenpoistajaa tarvittiin alueella, jossa ei ollut lattiakaivoa, joten käytettiin koneessa olevaa vesisäiliötä. Tiivistyneen veden keräyssäiliön tullessa täyteen pitäisi koneessa olla automaattinen katkaisu, joka lopettaa kosteuden keräämisen, mutta jostain syystä tässä tapauksessa anturi oli jumissa ja vettä pääsi tulvimaan lattialle. Tällaisista tapauksista aiheutuu työmaalle ylimääräisiä kustannuksia. Kastunutta kohtaa jouduttiin erikseen kuivattamaan ja kohdasta otettiin muiden betonin kosteusmittausten yhteydessä ylimääräiset näytteet pinnoitettavuuden todentamiseksi.



Kuva 11. Ylivuotanut ilmankuivain (Kuva: Ilkka Torniainen)

Betonin kuivumisnopeudesta ja olosuhteiden vaikutuksesta kuivumiseen on tehty lukuisia tutkimuksia ja monien tutkimusten perusteella voidaan tiivistää tietyt työmaan olosuhteisiin liittyvät asiat tärkeimmiksi kuivumiseen vaikuttavista tekijöistä (Mittaviiva Oy. b.):

- Ilman lämpötila tulee olla vähintään 20 astetta ja ilman suhteellinen kosteus lähellä 50 %: a. Kuivumisaikaa voidaan nopeuttaa noin 20 %:lla, kun lasketaan ilman suhteellista kosteutta (RH) 60 %:sta 50 %:iin.

- Ilman suhteellisen kosteuden pitäminen alle 50 %:ssa ei nopeuta kuivumista merkittävästi, mutta mikäli suhteellinen kosteus on yli 60 %, hidastuu kuivuminen huomattavasti.
- Betonin lämpötilan nosto 10 asteella yleensä puolittaa kuivumisajan. Tähän toimenpiteeseen kannattaa kuitenkin suhtautua varoen, sillä liian aikaisessa vaiheessa tai liian nopealla lämmön nousulla betonin lämmitys altistaa sen halkeilulle ja sitä myöden heikentyneelle loppulujuudelle.

Nyrkkisääntönä voidaan siis pitää, että lämpötilan osalta pyritään pitämään työmaan lämpötila 20 asteessa ja ilman suhteellisen kosteus lähellä 50 %. Korkeampi lämpötila nopeuttaisi kuivumisprosessia, mutta mielestäni työmaan lämpötilaa ei kannata nostaa paljoa yli 20 asteen, koska tätä korkeampi lämpötila alkaa vaikuttaa negatiivisesti työskentelyolosuhteisiin ja työtehoon. Tämän perusteella, mikäli joku betonivalu tarvitsee kuivumista nopeuttavia toimenpiteitä, kannattaa tehostusta tehdä alueittain kohdennetusti.

Näiden tietojen perusteella työmaa saa selkeät tavoitteet minkälaisiin olosuhteisiin tulee pyrkiä ja mielestäni tieto tavoitteista ja keinoista niiden saavuttamiseksi riittää rakennusmestarin työn osalta, koska työmaalla ei ole aikaa eikä resursseja tutkia tarkemmin eri olosuhteiden vaikutuksia. Tärkeintä työmaan kannalta on tietää millä keinoin näihin tavoiteolosuhteisiin päästään eri tilanteissa sekä olosuhteiden seuranta, jotta varmistutaan kuivatusmenetelmien toimivuudesta.

Lämpötilaan voidaan vaikuttaa erilaisilla rakennuslämmittimillä ja muunlaisilla lämmitysjärjestelmillä. Rakennusaikaiseen lämmitykseen tulee kiinnittää huomiota jo varhaisessa vaiheessa, kuten työmaasuunnitelmaa tehdessä. Kosteutta voidaan poistaa ilmasta kosteudenpoistajilla ja ilmankuivaimilla. Tuulettamalla voidaan myös kuivattaa suuria tiloja tehokkaasti, mikäli tilalle tuleva ilma on kuivempaa kuin tilassa jo oleva.

Eri vuodenajoilla on myös omat ominaisuutensa ja vaikutukset rakenteiden kuivumisen suunnitteluun. Kahden nyrkkisäännön ymmärtäminen helpottaa kuivumisolosuhteiden suunnittelua, jotta ei kuluteta ylimääräisiä resursseja turhaan.

- Talvella ja kylminä vuodenaikoina ulkoa tuleva ilma on yleisesti kuivempaa kuin sisäilma, joten tarvetta ilman kuivattamiselle ei erityisesti ole, mutta ulkoa tulevan kylmän ilman riittävästä lämmittämisestä täytyy huolehtia.
- Kesällä ja muina kosteina ajanjaksoina lämpimässä ulkoilmassa voi olla yllättävän paljon kosteutta, joten tuulettamista tulee rajoittaa ja keskittyä rakennuksen ilman tiiveyteen sekä sisällä olevan ilman kuivattamiseen esimerkiksi rakennuskuivaimilla.

Rakennuksen sisätilojen lämpötilaa ja kosteutta voi seurata maksullisilla olosuhteiden seurantajärjestelmillä, tai tavanomaisilla kaupasta ostettavilla lämpö- ja kosteusmittareilla. Mielestäni nämä marketeista ostettavat mittarit antavat riittävän tarkat arvot laadukkaan lopputuloksen saavuttamiseen. Mittareita kannattaa laittaa seurattavalle alueelle useampia, jotta saadaan selville, onko olosuhteet tasalaatuiset koko alueella. Varsinkin talvella, jos rakennuksen ulkovaippa on vielä epätiivis rakennustöistä johtuen, voi lämpötilaerot vaihdella paljon jo varsin pienellä alueella.

Lisäksi yksi tärkeä tekijä betonin kuivumisen mahdollistamiseksi työmaan olosuhteissa on betonin pinnan puhtaanapito. Mikäli pöly ja muut epäpuhtaudet pääsevät tukkimaan kuivuvan betonilaatan pinnan huokokset, ei laatassa oleva kosteus pääse haihtumaan ylöspäin riittävän tehokkaasti.

#### 6.4 Kuivumisaikataulu

Peruseriaatteena on, kun arvioidaan betonin kuivumisaikaa, että betonilattialle varataan 4 cm:iin asti kuivumisaikaa viikko/cm. Paksuudelle 4–6 cm on varattava 2 viikkoa/lisä-cm, ja kun mennään betonipaksuudessa yli 6 cm:n on kuivumisaika 4 viikkoa/jokainen lisä-cm. Näin ollen 8 cm paksun betonikerroksen on laskennallisesti annettava kuivua vähintään  $(4*1) + (2*2) + (2*4) = 16$  viikkoa. (Mittaviiva Oy. b.)

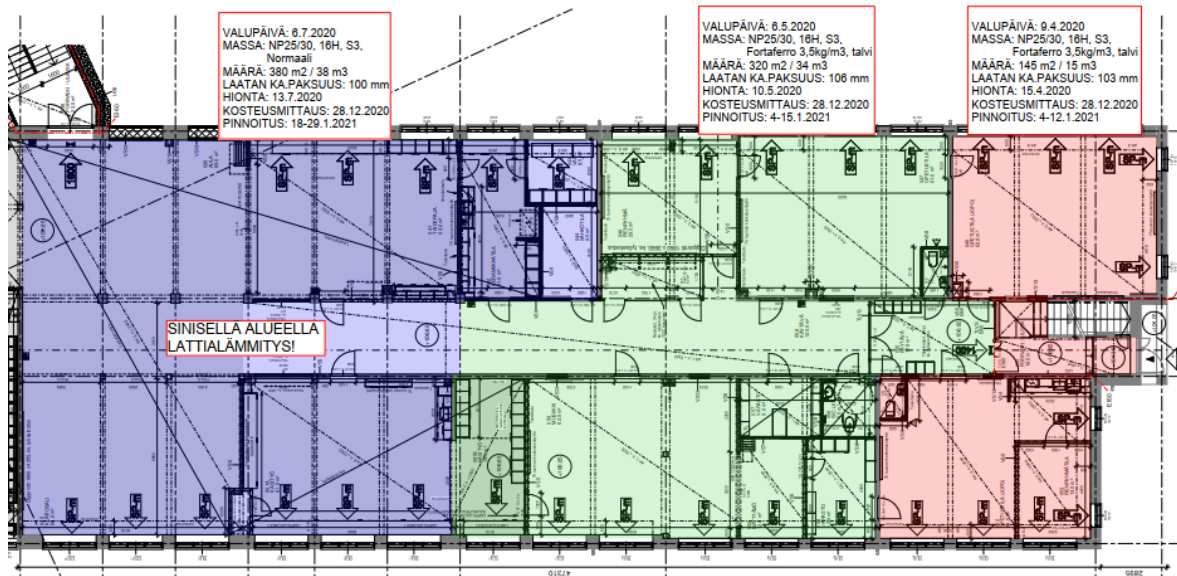
Tällä laskukaavalla, jos olisi käytetty normaalisti kuivuvaa betonimassaa, kohteen 100 mm paksut lattiat olisivat kuivuneet 24 viikkoa, eli lähes puoli vuotta. Kuitenkin nämä laskentaan perustuvat arviot ovat vain suuntaa antavia ja rakenteiden kosteuteen liittyvissä asioissa ei koskaan saa luottaa laskelmiin tai arvailuihin, vaan se tulee aina todeta mittaamalla.

Tässä kohteessa suunniteltiin työvaiheet niin, että lattioiden valamisesta olisi mahdollisimman pitkä aikaväli lattioiden pinnoitukseen. Maatyöt lattioiden pohjien tekemiselle aloitettiin ensimmäisenä heti työmaan perustamisen jälkeen. Lisäksi lattioiden pinnoitus vietiin niin pitkälle työmaan loppua kohti kuin voitiin. Tällä aikataulusuunnittelulla ja käyttämällä NP-massaa sekä oikeilla olosuhteilla pystyttiin varmistamaan laattojen kuivuminen ennen pinnoituksia. Lisäksi tällä oli kustannuksiin ja aikatauluun vaikutusta myös, kun lattiapintoja ei tarvinnut suojata kaikkialta muita työvaiheita varten. Kuitenkin ottaen huomioon jokaisen työmaan erilaiset ominaisuudet, tätä mahdollisuutta ei kaikilla työmailla valitettavasti ole.

Työmaan tulee laatia oma betonointitöiden seurantajärjestelmä. Tästä tulee ilmetä suunniteltu valuaikataulu, kunkin alueen toteutunut aikataulu ja muut kuivumisaikatauluun liittyvät tekijät. Tällä kartoituksella pystytään seuraamaan töiden etenemistä ja vertaamaan sitä suunniteltuun aikatauluun. Kartoituksesta pystyy myös näkemään, mikäli joku alue tarvitsee lisätoimenpiteitä kuivumista ajatellen ja jos jonkun alueen töiden valmiiksi saattaminen



aikataulussa tarvitsee lisäpanostusta. Alla oleva kuva 12 on yksi esimerkki, miten betonilattioiden valujen etenemistä seurattiin opinnäytetyössä olevalla työmaalla. Piirustuksesta selviää päivä, jolloin alue valettiin ja siinä käytetty massa ominaisuuksineen. Piirustuksesta selviää myös toteutunut betonimassan menekki, jolloin sitä voidaan verrata valettavan alueen kokoon ja näin saadaan selville valun keskimääräinen paksuus. Kuvasta näkee, että valupäivän ja sementtiliimojen hionnan väli oli 4–7 vuorokautta. Kuvasta selviää myös, että aikataulusuunnittelulla saatiin lattioille jopa yli kahdeksan kuukautta kuivumisaikaa. Lyhimmilläänkin kuivumisaika saatiin venytettyä kuuteen kuukauteen.



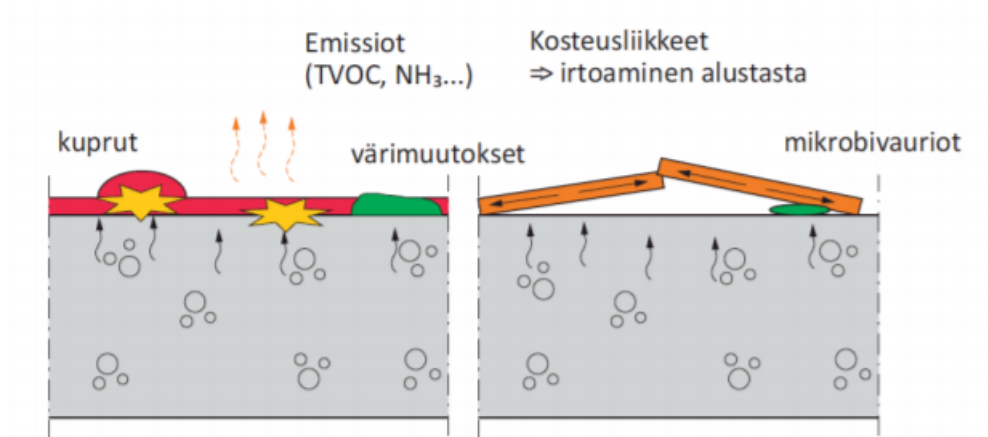
Kuva 12. Työmaan seurantakartta maanvaraisista lattiavaluista (Kuva: Ilkka Tornainen)

## 7 Pinnoitettavuuden toteaminen

Jokaisella pintarakennejärjestelmällä on pohjalaatalle asetetut laatuvaatimukset. Yksi tärkeimpiä vaatimuksia on betonin suhteellisen kosteuden (RH) raja-arvot. RH on todettava riittävän kuivaksi ennen lattioiden varsinaista pinnoitusta. Tällä hetkellä ainoat luotettavat ja riittävän tarkat mittausmenetelmät betonin suhteellisen kosteuden mittaamiseen ovat porareikämittaus, näytepalamittaus sekä erilaiset seurantamittaukset. Pintakosteusmittarilla voidaan ainoastaan kartoittaa kosteuseroja rakenteessa. Sillä ei voida mitata betonin suhteellista kosteutta riittävän tarkasti tai luotettavasti, jotta voitaisiin olla varmoja lattioiden pinnoitettavuudesta.

Mikäli pinnoitemateriaalit asennetaan liian kostealle betonille, voi seuraukset olla pahimmillaan seuraavia (Sisäilmäyhdistys ry. b.):

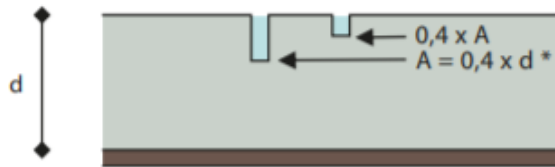
- Pintamateriaalin irtoaminen ja värivauriot
- Pintamateriaalin ja tasoitteen mikrobivaurioituminen
- Kosteuden aiheuttamat emissiot esim. liimoista ja materiaalien hajoaminen (haju)
- Lattiaan liittyvien puuosien mikrobivauriot
- Muovikalvot laatan tai lämpöeristeen alla ovat keränneet kosteutta
- Lattian alapuolelle perustettujen väliseiniä alaosa homehtuvat tai lahoavat.



Kuva 13. Betonin kosteus voi aiheuttaa vaurioita siihen yhteydessä oleviin materiaaleihin (By 201 Betonitekniiikan oppikirja 2018)

## 7.1 Wiiste (RT 103300)

Kuivumisprosessin etenemistä voidaan seurata valuuun upotettavilla antureilla. Näiden antureiden käyttötarkoitus on betonin kosteuden ja lämpötilan mittaus. Kuvassa 14 on päällystettävyyden arvioinnissa käytettävien porareikien perusmittaussyvyudet. Tässä kohteessa laatan suunniteltu nimellispaksuus ( $d$ ) oli 100 mm kaikissa maanvaraisissa laatoissa. Kuitenkin haluttiin varmistua laatan kuivuudesta ennen virallisia porareikämittauksia, joten antureiden pituuksiksi haluttiin valita hieman käytettäviä perusmittaussyvyysiksi (Kuva 14) pidemmät anturit. Näiden tietojen perusteella valittiin antureiden pituuksiksi 30 mm ja 50 mm. Käytettyjä antureita ei tarvitse poistaa ennen varsinaista lattioiden pinnoitusta, vaan ne voidaan jättää valuuun. Joissain tapauksissa voidaan betonin suhteellista kosteutta seurata vielä lattioiden pinnoituksen jälkeen.



Kuva 14. Betonirakenteen päällystettävyyden arvioinnissa käytettävät perusmittaussyvyudet maanvaraisessa laataassa (RT 103333 Betonin suhteellisen kosteuden mittaus)

Wiisteen mittausjärjestelmää (Liite 8) ei kuitenkaan tässä kohteessa voinut käyttää virallisena mittausvälineenä betonin suhteellisen kosteuden määrittelymiseen. Lopullisen mittauksen tuli suorittamaan ulkopuolinen kosteudenmittaajan pätevyuden omaava henkilö porareikämittauksella. Kuitenkin tällä viikoittaisella omaseurannalla saavutettiin kustannuksiin positiivisesti vaikuttava hyöty siinä, että ei tarvinnut arvuutella voisiko betonilaatta olla jo riittävän kuiva pinnoitettavaksi. Virallinen kosteudenmittaaja kutsuttiin paikalle vasta sitten kun oli varmasti saatu kuivat tulokset itse mitattua Wiisteen järjestelmällä, joten kosteusmittauksia ei tarvinnut ottaa kuin yhden per mitattava alue. Myös omalla viikkoseurannalla pystyttiin seuraamaan valujen kuivumisprosessia ja tekemään nopealla aikataululla mahdollisesti tarvittavia muutoksia kuivumisolosuhteisiin tai muihin kuivumista edistäviin järjestelyihin.

## 7.2 Porareikämittaus

Betonin suhteellisen kosteuden mittauksen voi suorittaa vain kosteudenmittaajan sertifioidun tai pätevyuden omaava taho. Mittaus tulee suorittaa RT-kortiston ohjeen 103333 Betonin suhteellisen kosteuden mittaus 2021 mukaan.

Mittauksen suorittava taho ei ole vastuussa mittausolosuhteista, joten hän voi kieltäytyä mittaamasta liian huonoissa olosuhteissa tai kohdista, joiden tietää olevan kokonaisuuteen nähden epänormaalin kuivia. Työmaan vastuulla on järjestää riittävän hyvät ja tasaiset olosuhteet koko mitattavalle alueelle, jotta voidaan varmistua mittauksen paikkansapitävyydestä koko käsiteltävänä olevalla alueella. Mittaukseen vaadittavat olosuhteet täytyy järjestää alueella riittävän hyvissä ajoin, jotta betonilaatta ja ympärillä olevat rakenteet pääsevät tasaamaan kosteus- sekä lämpöominaisuutensa. Pistemäisiä kuivaus- ja lämmitysjärjestelmiä tulee välttää mittausvirheen mahdollisuuden vuoksi.

Mittauksen suorittavan toimijan toimeksianto määrittellään aina kohdekohtaisesti. Joskus mittaaja vain toimittaa tulokset muiden tahojen arvioitavaksi. Mittaaja voi myös antaa mielipiteensä mittausten perusteella tehtävistä johtopäätöksistä. Kuitenkin tulosten perusteella tehtävät jatkotoimenpiteet ovat aina urakoitsijan ja kohteen rakennuttajan sekä suunnittelijoiden päätettävissä.

Betonista mitataan sen suhteellista kosteutta, kun (RT 103333 Betonin suhteellisen kosteuden mittaus):

- seurataan betonirakenteiden kuivumista tai määritetään kuivatustarvetta rakennusaikana tai kosteusvaurion jälkeen
- halutaan varmistua betonirakenteen riittävästä kuivumisesta ennen tasoitusta, päällystämistä tai pinnoittamista
- arvioidaan betonirakenteessa tapahtuvaa kutistumaa
- selvitetään kosteusvaurioiden syytä ja laajuutta sekä määritellään korjaustoimenpiteitä
- halutaan seurata rakenteiden käytönaikaista kosteuskäyttäytymistä.

Itse mittausta tai mittausraportin tekoa työmaan henkilöstön ei tarvitse hallita, mutta kosteusmittausraportin (Liite 9) sisältöä tulee osata tulkita ja ymmärtää sekä tehdä sen perusteella mahdollisesti tarvittavat toimenpiteet työmaalla. Lisäksi työmaan kosteudenhallinnan yhdyshenkilön kannattaa perehtyä itse mittaustapahtumaan sillä tasolla, että pystyy valvomaan mittausta ja täten varmistaa puolueettoman ja luotettavan mittaustapahtuman. Työmaan kannalta oleellisinta on ymmärtää mittauksen onnistuneen suorituksen vaatimukset ja mahdollistaa hyvät ja tasapuoliset olosuhteet mittaukselle. Lisäksi työmaan tulee varmistaa porareikämittauksen ajaksi, joka on vähintään kolme vuorokautta, häiriintymättömät olosuhteet luotettavan lopputuloksen mahdollistamiseksi. Mittaaja ei ole vastuussa, mikäli mittaustapahtuma häiriintyy työmaalla.

## 8 Betonirakenteiden laatu

Betonirakenteiden laadunvalvonta voidaan jakaa kolmeen pääryhmään (Koski, H. 2010. Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 82):

- betonin ainesosien laadunvalvonta
- betonin laadunvalvonta
- valmiiden betonirakenteiden laadunvalvonta

Betonin ainesosien laadunvalvonta on valmisbetonia käytettäessä betonin toimittajan vastuulla. Valmisbetonia käytettäessä on myös betonimassan laatu valmistajan vastuulla ja työmaan tehtävänä on todeta, että betonitoimituksen kuormakirjassa esitetyt tiedot pitävät paikkansa. Valmiiden betonirakenteiden laatu on betonilattioiden osalta määritelty betonilattioiden luokitusjärjestelmällä (taulukko 2) teoksessa by45/BLY7 Betonilattiat 2018. Tämän tarkoituksena on esittää sellaiset tekijät, joilla on tärkeä merkitys käytössä olevalle lattialle ja ne tekijät, jotka voidaan luotettavalla tavalla mitata valmiista rakenteesta. Näiden luokitusten mukaan ilmoitetaan kohteen lattian minimivaatimukset. Nämä laatutekijät on luokiteltu seuraavasti: (Betoniteollisuus ry. b.)

- Lattian suoruus ilmoitetaan kirjaimin A<sub>0</sub>, A, B ja C, joista luokka A<sub>0</sub> on vaativin.
- Kulutuksenkestävyys esitetään numeroin 1, 2, 3 ja 4, joista luokka 1 on vaativin.
- Sallittu halkeamaleveys esitetään roomalaisella numerolla I, II, III ja IV, joista luokka I on vaativin. Luokka I on jaettu käyttötarkoituksen mukaan kolmeen eri luokkaan.

Näiden luokitteluperusteiden mukaan laatuvaatimukset tulee esittää suunnitelmissa täydellisenä luokituksen mukaisella yhdistelmällä, kuten esimerkiksi tässä kohteessa lattioiden laatuvaatimusluokka oli A-3-III.

Varsinaisten laatutekijöiden lisäksi luokitusjärjestelmässä on määritelty erikseen luokittelemattomia laatutekijöitä, joita käytetään tarvittaessa kohteen käyttövaatimusten mukaan. Näitä ovat esimerkiksi karheus (liukkaus), sähkönjohtavuus, säilyvyys, kemiallinen kestävyys, värierot, kuitujen määrä pinnassa ja muut pinnan laatuun liittyvät tekijät. (Betoniteollisuus ry. b.)

Silloin kun kyseessä oleva kohde on erityisen vaativa, voidaan luokitusmerkintään liittää neljäntenä osana T-kirjain. Merkintä T ei ole valmiin lattian laatutekijöihin liittyvä merkintä, vaan sillä ilmaistaan lattiatyönjohtajan pätevyyden vaatimusta. Kohdetta voidaan pitää vaativana, kun (by45/BLY7 Betonilattiat 2018):

- lattia on laaja-alainen ja saumaton
- lattia on kulutusrasitettu (rasitusluokka 1)
- lattian suoruusvaatimus on tiukka
- lattian halkeilua pyritään rajoittamaan
- valuolosuhteet ovat vaativat
- ympäristön rasitukset ovat ankaria

Valmiin betonilattioiden laadunvalvontaa tulee seurata koko niiden kuivumisjakson ajan, varsinkin lattian suoruus tulee tarkistaa mahdollisimman pian valun jälkeen. Tarkastuksen voi suorittaa linjalaudan, vesivaa'an, laserin tai takymetrin avulla. Mahdollisista virhekohdista tulee reklamoida mahdollisimman pian lattiavalun tehneelle osapuolelle, jotta tällä on mahdollisuudet oman työsuoritteensa korjaamiseen. Mikäli tasaisuuden tarkastuksen jättää pitkän ajan päähän, on vaikeaa todentaa johtuvatko mahdolliset laatuvirheet työsuoritteesta, puutteellisesta jälkihoidosta vai työmaan olosuhteista. Tällaisissa tapauksissa kustannukset yleensä jäävät lattiavalutyön tilanneelle osapuolelle. Tästä johtuen valmiin työn vastaanottamisesta tulisi tehdä vastaanottomittaus työn tekijän ja vastaanottajan edustajan läsnä ollessa. Mittauksista tulee tehdä pöytäkirja, jonka voi esittää lattioiden pinnoitusurakoitsijalle työkohteen aloituskatselmuksessa.

Betonilattian paksuuspoikkeamat on myös yksi jatkuvaan laaduntarkkailuun liittyvä osa-alue. Laatan paksuuden vaihtelut ei saa ylittää maanvaraisissa laatoissa arvoa  $-10...+10$  mm, kun toteutumaa verrataan suunniteltuun nimellispaksuuteen. Epätasainen ja suunnitellusta korkeusasemasta poikkeava betonilaatan valualusta vaikeuttaa laadukkaan lopputuloksen saavuttamista. Lisäksi epätasainen alusta kasvattaa lattian halkeiluriskiä ja reunojen kaareutumien riskiä. Lattian paksuusvaihteluita seurataan jatkuvalla työnaikaisella valvonnalla. Päivittäiseen laaduntarkkailuun kuuluu lisäksi valuvalmiin valualustan korkoaseman tarkastus ja massamenekin seuranta. Mikäli on epäily, että paksuusvaihtelussa on betonilaatan lopputulokseen vaikuttavia arvoja, voidaan valmiin lattian paksuus helpoiten todeta vaaitsemalla lattia samoista pisteistä, kuin mistä alusta on vaaittu. Toinen vaihtoehto on tehdä lattiaan poraamalla pieniä reikiä paksuuden mittaamiseksi.

Valualustan korkeusaseman mittauksen yhteydessä on suositeltavaa tehdä raudoituksen korkeusaseman tarkistus. Raudoituksen tulee sijaita suunnitelmien mukaisessa paikassa ja raudoitusten suojaetäisyyksien ja betonipeitteiden paksuuden tulee täyttää suunnitelmissa annetut minimiarvot.

Kohde	Laatuluokka		
	Suoruus	Kulutuskestävyys	Halkeilu
<b>Asunnot ja toimistot</b>			
· Päällystettävät lattiat, sisätilat	A	3	III
· Arkkitehtoniset lattiat	A	3	<sup>3)</sup> I-UA tai I-UB
· Parvekkeet ym. kylmät tilat <sup>1)</sup>	C	4	<sup>2)</sup>
· Käytävä	C	3	II
· Sauna- ja pesuhuonetilojen päällystettävät kaatolattiat	A	4	II
<b>Teollisuuslattiat</b>			
· tasaisuus tärkeä laatutekijä, kuten korkeissa varastoissa (esim. trukkiliikenne)	A <sub>0</sub> (A)	2	II (I)
· kulutuskestävyys tärkeä laatutekijä (esim. suuret liikennekuormat, vilkas liikenne, pienet ja kovat trukin pyörät)	B	1 (2)	II (I-K)
· teollisuuslattiat yleensä (esim. pienteollisuustalot, kevyt teollisuus)	C	2	II
<b>Pysäköintilaitokset</b>			
· kulutuskestävyys ja pinnan karheus tärkeitä laatutekijöitä. Kaltevuudet suunnitellaan niin, että lattialle ei muodostu lammikoita	B	2	II <sup>2)</sup>
<b>Toisarvoiset päällystämättömät tilat</b>			
· esim. kellaritilat asuinrakennuksissa	C	3	III
<sup>1)</sup> Pakkaskestävyys varmistettava ulkorakenteissa			
<sup>2)</sup> Kantavissa rakenteissa noudatetaan voimassa olevien suunnitteluohjeiden vaatimuksia			
<sup>3)</sup> Määritellään ja suunnitellaan kohdekohtaisesti			

Taulukko 2. Laatutekijöiden valintaohje tavanomaisella vaatimustasolla (by45/BLY7 Betonilattiat 2018)

### 8.1 Suoruus ja tasaisuus

Suoruus ja tasaisuus yleensä ymmärretään virheellisesti samana asiana. Näin ei kuitenkaan ole, koska suora lattia ei välttämättä ole tasainen ja tasainen pinta ei välttämättä ole suora. Suoruus tarkoittaa pitkän mittausvälin (vähintään 2x2 m ruudut) suhdetta vaakasuoraan pintaan tai suunniteltuun nimelliskaltevuuteen nähden, kun taas tasaisuudella tarkoitetaan lattiapinnan korkoeroja (kuoppaisuutta tai aaltoilua) lyhyellä (200...300 mm)

mittausvälillä. Suoruuden arvosteluperusteena käytetään kaltevuusvirhettä ja tasaisuuden arvosteluperusteena käytetään lattian hammastusta ja aaltoilua, mutta ei pinnan karheutta (by45/BLY7 Betonilattiat 2018).

Pinnoitettavien tai päällystettävien lattioiden tulee täyttää sille asetetut suoruus ja tasaisuusvaatimukset. Tasaisuus mitataan RT 14-11039 Tasaisuuden mittaus ohjekortin mukaan ja saatujen arvojen tulee täyttää julkaisun SisäRYL 2013 Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset määrittelemät tasaisuusvaatimukset. Opinnäytetyössä olleessa kohteessa märkätiloja lukuun ottamatta kaikki maanvaraiset lattiat päällystettiin laatoittamalla, joten tasaisuuden vaatimuksena käytettiin kuvan 15 mukaisia arvoja. Ennen tasaisuusmittauksia tulee lattian täyttää suoruusvaatimukset, jotka on määritelty teoksessa by45/BLY7 Betonilattiat 2018 (Taulukko 3).

	Mittauspituus L, mm	Suurin sallittu poikkeama, mm	
		Luokka 1	Luokka 2
Tasaisuuspoikkeama	2000	± 3 ± 2 <sup>1)</sup>	± 4 ± 2 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> laatan sivun nimellispituus ≥ 400 mm

Kuva 15. Alustojen sallitut mittapoikkeamat (SisäRYL 2013, s.145)

Suoruspikkeama		Mittausluokka L [mm]	Suurin sallittu poikkeama [mm]			
			A <sub>0</sub>	A	B	C
<b>Hammastus</b>			0	0	1	1
Poikkeama vaakasuo- rasta tai ni- melliskalte- vuudesta	Tasaisuus	enintään 200	1	2	3	4
		enintään 700	2	4	6	8
	Suoruus	enintään 2000	4	7	10	14
		enintään 7000	7	10	14	20
		7000...50000 <sup>1)</sup>	10	14	20	28
<sup>1)</sup> Yli 50000 mm sovitaan tapauskohtaisesti. Ajoluiskien ja vastaavien vaatimukset ja mittausmenetelmät sovitaan tapauskohtaisesti. Mahdolliset suoruspikkeamat koskevat aina valalueen rajaamalla alueella olevia poikkeamia.						

Taulukko 3. Lattian suurimmat sallitut suoruspikkeamat (by45/BLY7 Betonilattiat 2018)



## 8.2 Kulutuskestävyys

Kulumisella tarkoitetaan laboratoriossa tehtyä testauslaitteen aiheuttamaa kulumista käsittelemättömällä betonipinnalla tai lopullisella käsitellyllä betonipinnalla, jos pintakäsittelyn tavoitteena on kulutuskestävyyden parantaminen. Laatumäärittelyissä tulee aina kertoa, onko kyseessä käsitelty vai käsittelemätön pinta. Suunnitelmissa tulee esittää tapa, jolla kulutuskestävyys tarvittaessa todennetaan. (by45/BLY7 Betonilattiat 2018, s.21.)

Betonilattian kulutuskestävyys voidaan mitata ns. Böhme-kokeella laboratoriossa. Koe kuvaa sementtipohjaisten kovia runkoaineita sisältävien pintojen kestävyttä hiovaa, pyörivää ja iskevää rasitusta vastaan. (by45/BLY7 Betonilattiat 2018, s.22.)

Opinnäytetyössä olevassa kohteessa kaikki maanvaraiset lattiat päällystettiin pinnoitesteriaaleilla ja lattioiden kulutuskestävyysvaatimus oli luokkaa 3, joten kohteessa ei tarvinnut tehdä kulutuskestävyyskokeita. Lisäksi koetta ei tavallisesti tehdä, ellei perustellusti epäillä, että lattia ei täytä kulutuskestävyydelle asetettuja laatuvaatimuksia (by45/BLY7 Betonilattiat 2018, s.22).

## 8.3 Halkeilu

Halkeamalla tarkoitetaan betonin pinnalta mitattuja yli 0,05 mm leveitä halkeamia. Käytännössä kaikissa betonirakenteissa on havaittavissa jonkin verran halkeilua, koska mikään betonirakenne ei pääse liikkumaan täysin vapaasti. Maanvaraisissa laatoissa erilaiset varaukset sekä laatan ja alustan välinen kitka rajoittavat vapaata kutistumaa. Estetyn kutistuman kautta syntyneillä halkeamilla ei maanvaraisissa laatoissa yleensä ole rakenteellista merkitystä. Mikäli lattiaan syntyy leveitä halkeamia, voivat niiden reunat lohkeilla ja murtua helposti esimerkiksi trukkilikenteen takia, jolloin vaurio ja sen aiheuttama haitta kasvaa koko ajan. Lisäksi laatan reunat voivat nousta ylös halkeaman molemmin puolin, jolloin se voi haitata käyttöä. Suuret halkeamat voidaan korjata injektoimalla ja kohoumat voidaan hioa tasaiseksi, mutta halkeamissa on myös riski, että niistä pääsee kloridia ja muita epäpuhtauksia betonin raudoitteisiin, jolloin terästen korroosioriski kasvaa ja laatan käyttöikä lyhenee. (by45/BLY7 Betonilattiat 2018, s.24–25.)

Halkeamien leveys mitataan yleensä takuutarkastuksen yhteydessä, mutta kuitenkin vasta vähintään yhden lämmityskauden jälkeen. Halkeamaleveyden arviointi tehdään mitta-asteikolla varustetulla luopilla, halkeamamikroskoopilla tai arvioidaan silmämääräisesti käyttäen apuna halkeamareferenssikortteja. Halkeilua koskevat vaatimukset on esitettävä suunnitelmissa niissä lattioissa, joissa betonipinta jää näkyviin. (by45/BLY7 Betonilattiat 2018, s.24–25.)

## 9 Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteena oli käydä läpi yhden kohteen maanvaraisten lattioiden tekoprosessi alusta loppuun. Lopputulosten tarkoituksena on toimia eräänlaisena muistilistana seuraavien työmaiden lattioiden teossa työmaalla. Lisäksi työmaan aikana tuli esille lopputulokseen vaikuttavia asioita, jotka tulee huomioida jo kohteen suunnitteluvaiheessa.

Opinnäytetyössä keskityttiin vain yhdenlaisiin lattioihin, mutta betonilattioiden suhteen samat periaatteet pätevät muillakin lattiatyypeillä ja jokaisessa kohteessa tulee huomioida kyseisen kohteen erityispiirteet ja vaatimukset. Pohjien huolellisella valmisteluilla, oikean betonimassan valinnalla, betonoinnin oikeanlaisilla työtavoilla ja riittäväillä jälkihoitotoimenpiteillä saavutetaan laadukas lopputulos kohteesta riippumatta.

Yleisesti ottaen valmiita lopputuloksia arvostellaan vaan pintaa katsomalla ja mahdolliset virheet korjataan vain pintojen pienellä paikkailulla. Mikäli valun valmisteluvaiheessa on tehty virheitä, ei pintojen paikkaamisella pystytä korjaamaan vian todellista syytä. Jokainen työvaihe tulee tehdä huolellisesti ja tarkastaa ennen seuraavan työvaiheen alkua. Toinen varsin yleinen virheellinen toimintatapa on, että betonin laadunvalvonnassa keskitytään vain betonin jälkihoitolliseen kuivumiseen, kun mielestäni koko tekoprosessi vaikuttaa kuivumiseen ja siihen voidaan vaikuttaa paljon jo valun suunnitteluvaiheessa. Lopputulokseen vaikuttaa niin moni asia ja joskus ratkaiseva tekijä voi olla varsin yllättävä. Mielestäni maanvaraisten lattioiden teossa toistuvat samat virheet, koska lattioiden tekoa pidetään tavanomaisena työvaiheena ja siihen suhtaudutaan väärin. Siksi työnjohdolta vaaditaan osallistumista ja valvontaa. Lattioiden teko koostuu suhteellisen yksinkertaisista työvaiheista, mutta pienten virheiden vaikutus voi olla suuri kustannuksiin sekä aikatauluun.

Kohteessa onnistuttiin maanvaraisten lattioiden teossa mielestäni hyvin. Yhdessäkään kosteusmittauksessa ei havaittu lisäkuivatusta vaativia arvoja. Laatat olivat jopa poikkeuksellisen kuivia nykypäivän rakennustyömaiden yleiseen tasoon verrattuna, joten lattioiden pinnoittamista päästiin tekemään suunnitellussa aikataulussa. Maanvaraisissa lattioissa ei havaittu yhtäkään toimenpiteitä vaatinutta halkeamaa. Ainoastaan pinnan pientä verkkomaista halkeilua esiintyi paikoitellen. Tämä on kuitenkin tavanomaista käytettäessä nopeammin pinnoitettavaa betonimassaa ja tämä plastinen kutistumishalkeilu muodostuu jo valutyövaiheessa, eikä näillä ole muuta kuin esteettistä vaikutusta. Laattojen vähäisestä halkeilusta kuuluu myös kiitos onnistuneelle rakennesuunnittelulle: oikeisiin paikkoihin ja sopiviin ruutujakoihin jaetut liikuntasaumot sekä kutistumissahasaumot edesauttoivat onnistuneen lopputuloksen saavuttamisessa. Hyvän lopputuloksen lähtökohtana voidaan pitää laadukkaan suunnittelun sekä ammattitaitoisten ja motivoituneiden työmaan henkilöstön yhteistyötä.

Jokainen työmaa, oli se sitten uudiskohde tai peruskorjauskohde, on erilainen ja jokaisessa työmaassa on omat erikoispiirteensä. Omakohtaisten kokemusten perusteella ja seuraavia työkohteita ajatellen, lattioiden teon suunnitteluvaiheessa kannattaa ehdottomasti huomioida tässä kohteessa eniten onnistuneeseen lopputulokseen vaikuttaneet tekijät:

Työmaan perustamisvaiheessa kannattaa aikataulusuunnittelu tehdä huolellisesti. Jo tässä vaiheessa täytyy laskea missä vaiheessa lattiat täytyy valaa, jotta laskennallinen betonin kuivumisaika saadaan toteutumaan normaaleissa kuivumisolosuhteissa, koska mikäli lattiota joudutaan kuivattamaan tehostetusti, se lisää kustannuksia. Työjärjestyksien suunnittelulla ja lattiavalujen etenemisen aikataulutamisella tulee valun ja lattioiden pinnoittamisen aikaväli saada mahdollisimman pitkäksi.

Massan valinta tulee aina tehdä kohdekohtaisesti ja jokaisen kohteen ominaispiirteet huomioon ottaen. Kuitubetoni ja NP-massa on jonkin verran normaalia betonia kalliimpaa, joten aikataulullisia hyötyjä täytyy verrata kustannuksiin nähden. Lisäksi massaa valittaessa täytyy aina huomioida rakennesuunnittelijan antamat vaatimukset. Tässä kohteessa mielestäni kuitubetonin ja NP-massan käyttö oli ehdottomasti kannattava valinta. Kuitubetonilla saavutetut aikataululliset hyödyt olivat merkittävät ja NP-massalla varmistettiin betonin kuivuminen, jotta maanvaraiset lattiat päästiin valamaan suunnitellussa aikataulussa ja tämän ansiosta myös lattioiden pinnoituksissa päästiin etenemään suunnitellussa aikataulussa.

Tuoreen betonivalun päälle sumutettavalla jälkihoitoaineella helpotetaan ja nopeutetaan jälkihoitotoimenpiteitä. Tässä kohteessa käytetyn jälkihoitoaineen kustannukset olivat noin 1 €/m<sup>2</sup>, joten kustannuksiin nähden ja saavutettujen hyötyjen kannalta jälkihoitoaineen käyttö on mielestäni kannattavaa.

Wiisteen seurantajärjestelmää säännöllisesti käyttämällä vältettiin ylimääräiset kosteuden mittauskerrat ja pystyttiin reagoimaan riittävän ajoissa, mikäli kuivumisprosessi ei edennyt aikataulussa ja sen nopeuttamiseen tarvitsi tehdä lisäjärjestelyjä. Olosuhteiden jatkuva seuranta lämpö- ja kosteusmittareilla edesauttoi kuivumisprosessin arviointia ja välttämään kosteudenmittauksista tulevat yllätykset. Jatkuvaan olosuhteiden ylläpitoon kuuluu lämpötilan ja kosteuden seurannan lisäksi ylläpito työmaan siisteydessä ja puhtaudessa. Tässä kohteessa oli nimetty työmaan olosuhtehenkilö, jonka jokapäiväisiin työtehtäviin kuului muun muassa ilmankuivaimien säiliöiden tyhjennys, puhaltimien suodattimien puhdistus ja lattiapintojen puhtaanapito sekä muut työmaan olosuhteisiin vaikuttavien jatkuvaa ylläpitoa vaativat toimet.

Lisäksi seuraavien työkohteiden suunnittelu- ja perustamisvaiheessa tulee huomioida tässä kohteessa ylimääräistä työtä ja kustannuksia aiheuttaneet tekijät:

Pääurakoitsijan toimessa tulee ottaa työmaan alusta asti tiukka linja sivu- ja aliurakoitsijoiden kanssa työmaaveden käytön kanssa. Rakenteiden kastumista ei tule vähätellä ja siihen tulee puuttua välittömästi. Mikäli työntekijä aiheuttaa toiminnallaan tai puutteellisella suojauksella rakenteiden kastumista, on työntekijä velvollinen minimoimaan aiheuttamansa kosteusvahingon tai hänen edustamansa yritys korvaamaan siitä aiheutuneet kustannukset. Myös lumen ja veden kulkeutumiseen työntekijöiden tai tavarain sisäänhaalauksen mukana tulee varautua. Nämä asiat kannattaa käydä lävitse jokaisen yrityksen ja työntekijän kanssa jo työmaahan perehdyttämisessä.

Maanvaraisten lattioiden kokonaismäärään (n. 2500 m<sup>2</sup>) nähden lattioissa onnistuttiin tasaisuuden ja suoruuden suhteen hyvin. Varsinkin kun lattioissa käytettiin suurta 600 x 600 mm laattaa, jolloin vaatimukset ovat suhteellisen tarkkoja. Luonnollisesti pieniä paikallisia patien hiontoja ja kuoppien tasoituksia jouduttiin tekemään lopputuloksen laadun kannalta. Mutta kahdessa noin 60 m<sup>2</sup>:n kokoisessa huoneessa (Kuvan 11 punaiset huonetilat) ilmeni poikkeuksellisen suurta reunojen kaareutumista. Kun ongelma huomattiin, oli korkeimman ja matalimman kohdan korkoero jopa yli 20 mm. Tasoeroa seurattiin kuivumisen edetessä ja reunat palautuivat hieman ennen laatoitustöiden aloittamista, joten reunojen kaareutumien ollessa vain suhteellisen pienellä alueella ei ongelman syitä lähdetty tutkimaan, vaan paikallisella hionnalla ja tasoitustyöllä päästiin jatkamaan töitä suunnitellussa aikataulussa. Kuitenkin tulevia kohteita ajatellen tulee tämä ongelman mahdollisuus tiedostaa ja tutkia millä keinoin se voidaan välttää.

Seuraavia kohteita ajatellen, mielestäni kannattaa huomioida mahdollisuus käyttää kuitumassaa vesikiertoisen lattialämmityksen kanssa, varsinkin jos kyseessä on saneerauskohteet ja haalausaukot sekä kulkutiet ovat ahtaat. Aikataulullinen hyöty on kuitumassaa käytettäessä huomattava, eikä lopputulos ole halkeilun tai muiden laatutekijöiden kannalta ainakaan huonompi.

## Lähteet

AL-Engineering Oy. Loadman. Saatavissa <https://www.al-engineering.fi/fi/loadman.html>

Betoniteollisuus ry. a. Betonityypit ja oikean betonin valinta. Saatavissa <https://betoni.com/koti-betonista/rakennustapavaihtoehdot/paikallavalu/betonityypit-ja-oikean-betonin-valinta/>

Betoniteollisuus ry. b. Laatuvaatimukset. Saatavissa <https://betoni.com/arkkitehtisuunnittelu/arkkitehtisuunnittelu/lattiat/laatuvaatimukset/>

By 201 Betonitekniikan oppikirja 2018. Suomen Betoniyhdistys ry.

By/BLY13 Polymeerikuidut betonissa 2012. Suomen Betoniyhdistys ry.

By45/BLY7 Betonilattiat 2018. Suomen Betoniyhdistys ry. Waasa Graphics Oys, Vaasa 2020.

Fescon Oy. Jälkihoitoaine. Saatavissa <https://www.fescon.fi/tuotteet/fescotop-lattiasirotteet/108/jalkihoitoaine>

Koski, H. 2010. Rakentamisen tuotantotekniikka Ratu KI-6020. Talonrakennusteollisuus ry.

Mittaviiva Oy. a. Rakentamisen kosteudenhallinta. Rakenteista tehtävät mittaukset. Saatavissa <http://www.kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/toimet/mittaus/103-rakenteista-teevaet-mittaukset>

Mittaviiva Oy. b. Rakentamisen kosteudenhallinta. Urakoitsijan aikataulusuunnittelu. Saatavissa <http://kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/rakennushankkeen-vaiheet/rakentamisen-valmistelu/urakoitsijan-aikataulusuunnittelu>

Peikko Group Oy 2020. TERAJOINT®-liikuntasaumajärjestelmä. Saatavissa <https://www.peikko.fi/tuotteet/tuote/terajoint-liikuntasaumajarjestelma/>

RT 103333 Betonin suhteellisen kosteuden mittaus 2021. Rakennustietosäätiö RTS / Rakennustieto Oy.

Rudus Oy. a. Kuitubetonilla parantavaa vetolujuutta ja kestävyyttä. Saatavissa <https://www.rudus.fi/tuotteet/betoni/kuitubetonit>

Rudus Oy. b. Nopeammin päällystettävä (NP) lattiabetoni käyttöohje. Saatavissa <https://www.rudus.fi/ohjeet/betonin-ohjeet/np-lattiabetoni-kayttoohje>

Semtu Oy. Lattiasaumamat. Saatavissa <https://www.semtu.fi/fi/tuotteet/liikuntasaumaprofiilit>

Sisäilmayhdistys ry. a. Kosteuden siirtyminen. Saatavissa <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Kosteustekninen-toiminta/Kosteuden-siirtyminen>

Sisäilmayhdistys ry. b. Maanvastainen betonilaatta. Saatavissa <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-korjaaminen/Maanvastaiset-rakenteet/Maanvastainen-betonilaatta>

Sisäilmayhdistys ry. c. Rakenteiden kuivattaminen. Saatavissa <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-korjaaminen/Purku-kuivaus-ja-puhdistus/Rakenteiden-kuivattaminen>

SisäRYL 2013 Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen sisätyöt. Rakennustietosäätiö RTS / Rakennustieto Oy. Meedia Zone OÜ, Viro 2012.

Suomen TPP Oy. a. Makrokuitu FortaFerro 54. Saatavissa <http://www.suomentpp.fi/kuidut/muovikuidut/fortaferro-54/>

Suomen TPP Oy. b. Teräskuitu CHO 80/60 NB. Saatavissa <http://www.suomentpp.fi/kuidut/teraskuidut/cho-8060-nb/>

Säteilyturvakeskus 2021. Asuntojen radonia koskevat viitearvot ja määräykset. Saatavissa <https://www.stuk.fi/aiheet/radon/asuntojen-radonia-koskevat-viitearvot-ja-maaraykset>

Säteilyturvakeskus 2019. Radon Suomessa kunnittain. Saatavissa <https://www.stuk.fi/aiheet/radon/radon-suomessa/suomen-radonkartat/radon-suomessa-kunnittain>

VTT:n tutkimusraportti. VTT-R-04026–11. Maanvastaisen alapohjan lämmöneristys 2011.

Wiiste Oy. Tuotteet. Saatavissa <https://www.wiiste.com/rakennekosteusmittarit>

## Liite 1. Loadman-kannettava pudotuspainolaite (AL-Engineering Oy)



Loadman on kevyt kannettava pudotuspainolaite, joka mittaa laitteen sisällä olevan painon pudottamisen aiheuttamaa painumaa. Laitetta on helppo käsitellä ja sitä voidaan käyttää käytännöllisesti katsoen kaikilla rakennustyömailla ja kaikenlaisilla rakenteilla. Sillä voidaan tehdä kantavuus- ja tiiviyksmittauksia sellaisissakin kohteissa, joihin muilla yleisesti käytetyillä mittalaitteilla ei niiden koon asettamien rajoitusten vuoksi pääse.

Loadman II on kehitetty versio alkuperäisestä Loadmanista. Siinä on sisäinen muisti tulosten tallentamista varten. Tulokset voi siirtää suoraan USB-muistitikulle jatkokäsittelyä varten.

Uudistimme Loadman II:n siten, että siitä on nyt kaksi versiota - Bluetooth®-yhteydellä ja ilman. Bluetooth®-yhteydellisestä laitteesta voi vanhaan tapaan lähettää tulokset langattomasti tietokoneelle, matkapuhelimelle tai tabletille. Lisäksi laitteen voi nyt yhdistää Bluetooth®-GPS:ään tai GPS:llä varustettuun Android-puhelimeen. Mittaustuloksiin tallentuu tällöin myös paikkatieto. Varhaisimpia laitteita lukuun ottamatta uudenmalliset Loadman II:t on mahdollista päivittää tähän uudempaan ohjelmaversioon.

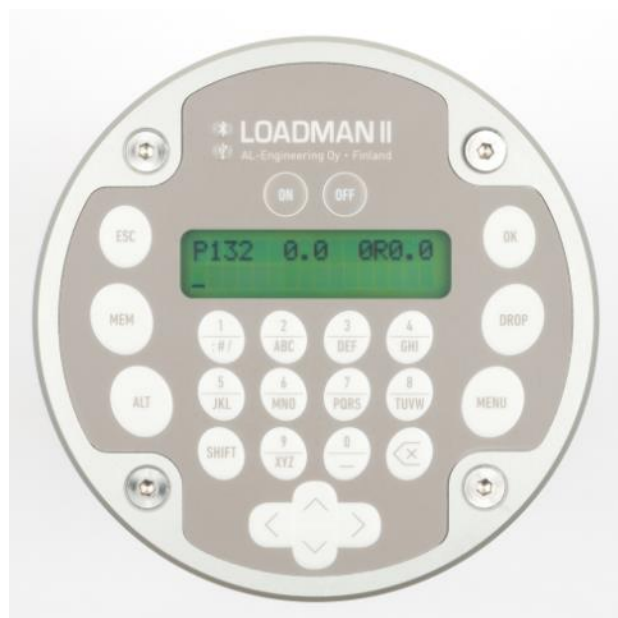
Molemmat Loadman-mallit saavat virtansa ladattavista akuista. LCD-näyttö on taustavalaistu huonossa valaistuksessa työskentelyä ajatellen. Molemmissa laitteissa on kalvonäppäimistö.

### Käyttökohteet


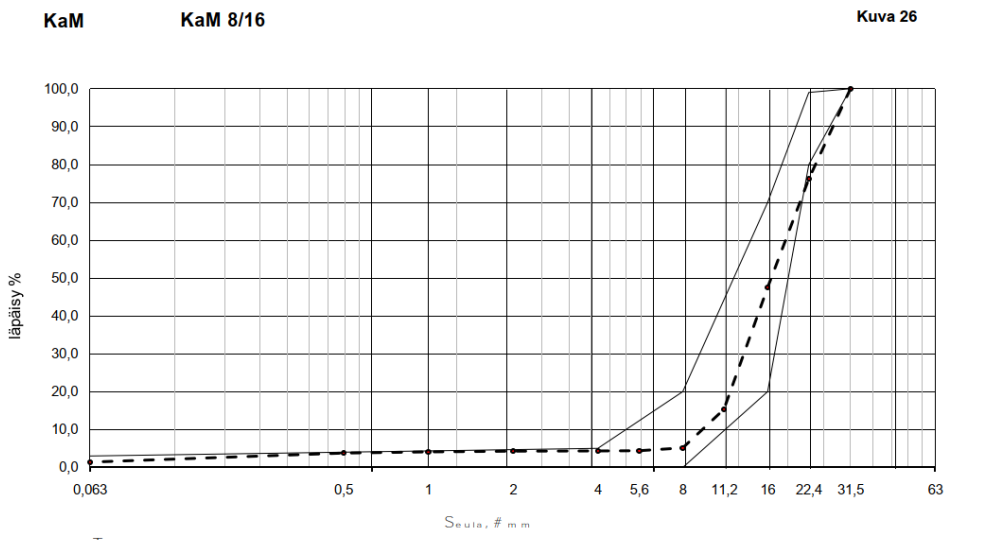
Laitetta voidaan käyttää kaikenlaisilla rakennustyömailla kantavuusmittauksiin ja tiivistyksen tarkkailuun sidotuilla ja sitomattomilla kerroksilla. Sitä käytetään esim. teillä ja kaduilla, siltatyömailla, talonrakennustyömailla, kaivannoissa, urheilukentillä (jalkapallo-, pesäpallo-, tennis- ja golfkentillä) sekä erilaisten materiaalien testaamiseen laboratoriossa.

### Mittausperiaate

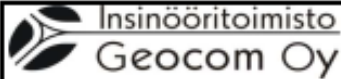
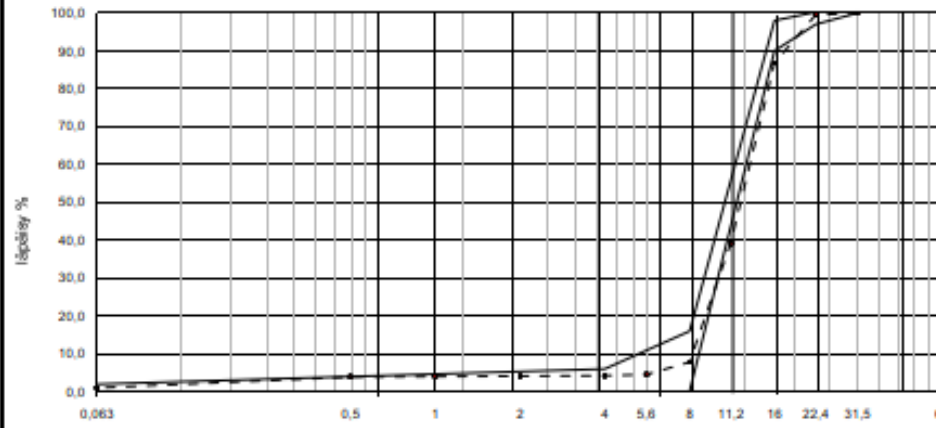
Pudotuspainon aiheuttama kuormitus mitataan kiihtyvyyksanturilla. Painuma lasketaan kiihtyvyydestä integroimalla. Mittaustuloksena saadaan maksimitaipuma, laskettu kantavuusmoduuli E ja tiiviyssuhteena ao. mitatun E-moduulin suhde 1. mittaustulokseen (vrt. levykuormituskokeen E2/E1-suhde).



## Liite 2. Kapillaarisoran rakeisuuskäyrät

		<b>Maalaboratorio</b> <b>PANK hyväksytty</b> <b>Sert. N:o 9555-01</b>	<b>Työ numero:</b> <b>Päivämäärä:</b> 14.2.2020 <b>Tutkimus pvm:</b> 17.2.2020
Lentokentäntie 47 a, <b>53600 LAPPEENRANTA</b>			
<b>Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset</b>			<b>SFS-EN 933-1</b>
<b>MURSKAUSTYÖT</b>			
Näytteenottoaikka:	Kemppilä	- Märkäpaino (g)	4142
Paalu/Piste	Näyte 2	- Kuivapaino (g)	4061
Näytteen syvyys:	Kasa	- Paino pesun jälkeen (g)	4006
Näytteen ottaja:	j.vihtonen	- Pesuhäviö (g)	54
Tutkija:	vm.arponen	- Kosteuspitoisuus(%)	2,0
Tarkasti	m.salonen	- Humuspitoisuus (%)	
Tilaaajan yht.henkilö.	vihtonen oy	- Paino seulonnan jälkeen	4062
Tilaaaja:	vihtonen oy	- Seulontahäviö (%)	0,0
Tilaaajan osoite:	vihtonen oy		
<b>KaM # 8/16</b>		<b>Laboratorio nro: 2821</b>	
<b>Seulonta</b>	<b>Seulalle jäi</b>	<b>läpäisi</b>	<b>SUORITUSTASOILMOITUS</b>
	g %	%	
63		100,0	Raekoko
45		100,0	Rakeisuus
31,5		100,0	Raemuoto
22,4	968,2 23,8	76,2	Hienoainespitoisuus
16	1162,6 28,6	47,5	Iskunkestävyys
11,2	1309,9 32,2	15,3	Vedenimeytymisen
8	412,2 10,1	5,2	Kiintotiheys
5,6	31,6 0,8	4,4	Radioaktiivinen säteily
4	1,7 0,0	4,3	Koostumus
2	3,1 0,1	4,3	Jäädytys-sulatuskestäv.
1	7,2 0,2	4,1	
0,5	11,8 0,3	3,8	
0,063	97,7 2,4	1,4	
Pohja	56,1 1,4	0,0	
	4062,1		
			8/16
<b>KaM KaM 8/16 Kuva 26</b>			
			
Tulokset koskevat vain testattua näytettä			



		<b>Maalaboratorio</b> <b>PANK hyväksytty</b> <b>Sert. N:o 9555-01</b>	<b>Työ numero:</b> <b>Päivämäärä:</b> 14.2.2020 <b>Tutkimus pvm:</b> 17.2.2020
<b>Lentokentäntie 47 a,</b> <b>53600 LAPPEENRANTA</b>			
<b>Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset</b>			<b>SFS-EN 933-1</b>
<b>MURSKAUSTYÖT</b>			
<b>Näytteenottoaika:</b> <b>Paalu/Piste</b> <b>Näytteen syvyys:</b> <b>Näytteen ottaja:</b> <b>Tutkija:</b> <b>Tarkasti</b> <b>Tilaaajan yht.henkilö.</b> <b>Tilaaaja:</b> <b>Tilaaajan osoite:</b>	<b>Kemppiä</b> <b>Näyte 2</b> <b>Kasa</b> <b>j.vihtonen</b> <b>vm.arponen</b> <b>m.salonen</b> <b>vihtonen oy</b> <b>vihtonen oy</b> <b>vihtonen oy</b>	<b>- Märkäpaino (g)</b> <b>- Kuivapaino (g)</b> <b>- Paino pesun jälkeen (g)</b> <b>- Pesuhäviö (g)</b> <b>- Kosteuspitoisuus(%)</b> <b>- Humuspitoisuus (%)</b> <b>- Paino seulonnan jälkeen</b> <b>- Seulontahäviö (%)</b>	<b>3927</b> <b>3848</b> <b>3813</b> <b>36</b> <b>2,0</b> <b></b> <b>3849</b> <b>0,0</b>
<b>KaM # 8/16</b>		<b>Laboratorio nro: 2821</b>	
<b>Seulonta</b>	<b>Seululle jäi</b> <b>g</b>	<b>%</b>	<b>läpäisi</b> <b>%</b>
<b>SUORITUSTASOILMOITUS</b>			
<b>63</b> <b>45</b> <b>31,5</b> <b>22,4</b> <b>16</b> <b>11,2</b> <b>8</b> <b>5,6</b> <b>4</b> <b>2</b> <b>1</b> <b>0,5</b> <b>0,063</b> <b>Pohja</b>	<b>19,3</b> <b>487,1</b> <b>1829,7</b> <b>1211,3</b> <b>128,0</b> <b>9,7</b> <b>5,1</b> <b>3,6</b> <b>4,5</b> <b>111,4</b> <b>39,0</b> <b>3848,7</b>	<b>0,5</b> <b>12,7</b> <b>47,5</b> <b>31,5</b> <b>3,3</b> <b>0,3</b> <b>0,1</b> <b>0,1</b> <b>0,1</b> <b>2,9</b> <b>1,0</b>	<b>100,0</b> <b>100,0</b> <b>100,0</b> <b>99,5</b> <b>86,8</b> <b>39,3</b> <b>7,8</b> <b>4,5</b> <b>4,3</b> <b>4,1</b> <b>4,0</b> <b>3,9</b> <b>1,0</b> <b>0,0</b>
		<b>Raekoko</b>	
		<b>8/16</b>	
		<b>Rakeisuus</b>	
		<b>Raemuoto</b>	
		<b>Hienoainespitoisuus</b>	
		<b>Iskunkestävyys</b>	
		<b>Vedenimeytymisen</b>	
		<b>Kiintotiheys</b>	
		<b>Radioaktiivinen säteily</b>	
		<b>Koostumus</b>	
		<b>Jäädätyt-sulatuskestäv.</b>	
<b>KaM KaM 8/16 Kuva 26</b>			
			
<b>Tulokset esitetään vain testattua näytettä</b>			

## TERAJOINT®- ja TERAJOINT® Strong -liikuntasaumajärjestelmät

Liikuntasaumajärjestelmät raskaasti kuormitettuihin  
betonilattioihin

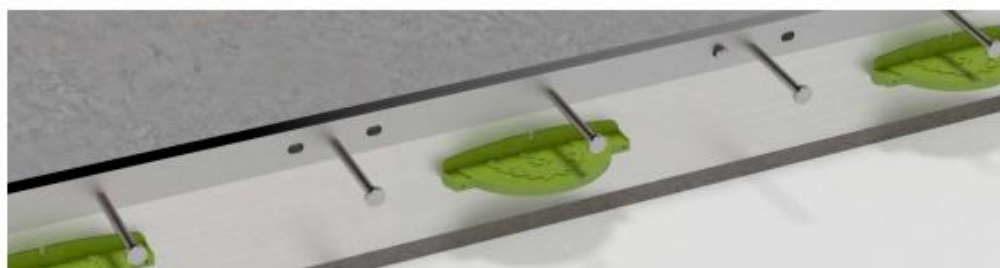
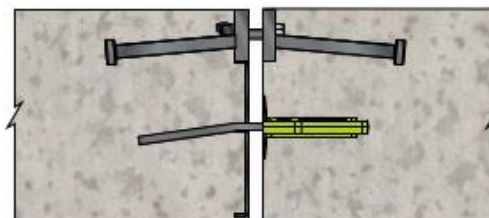
- Esivalmistettu, paikalleen jätettävä liikuntasaumajärjestelmä, jonka erilaiset kuormansiirtomenetelmät sopivat kaikkiin lattiakuormituksiin.
- Erinomainen sauman reunojen kestävyys ja suojaus suurille rasituksille 40 mm x 10 mm:n kylmävedetyllä lattateräksellä.
  - **TERAJOINT®** on suunniteltu erityisesti kohtalaisille ja keskisuurille kuormituksille.
  - **TERAJOINT® Strong** on kehitetty täyttämään erityisesti raskaiden kuormitusten asettamat vaatimukset.
- Soveltuu korkean tasaisuusluokan lattioihin.
- Nopea asennus erilaisten kiinnitysmenetelmien ja tarvikkeiden avulla.
- Kaikki tuotteen valmistamiseen käytetyt materiaalit ovat 100-prosenttisesti kierrätettävissä.

TERAJOINT® on raskaiden liikuntasaumajärjestelmien vakiomenetelmä, joka soveltuu kaikkiin maanvaraisten ja paaluilla tuettujen betonilattioiden valumenetelmiin. Kylmävedetyt lattateräksiset antavat äärimmäisen kestävästi suojan laattojen reunoille, joten järjestelmä on ihanteellinen raskaan liikenneympäristön lattioihin.

Järjestelmä varmistaa luotettavan kuormansiirron liikuntasauvoissa, joiden sauman aukeama on enintään 30 mm, ja soveltuu 100...300 mm paksuihin laattoihin.

TERAJOINT® on saatavilla ilman pintakäsittelyä, kuumasinkittynä tai ruostumattomasta teräksestä valmistettuna, joten järjestelmä tarjoaa ratkaisun kaikkiin käyttöympäristöihin.

TERAJOINT®-liikuntasaumajärjestelmään kuuluu valikoima esivalmistettuja liitoskappaleita, kuten T- ja X-risteykappaleita sekä pyörästettyjä "R"-kappaleita.



## Liite 4. Kuitubetoni Makrokuitu FortaFerro 54



Makrokuitu  
**FortaFerro**



**FortaFerro on synteettinen rakenteelliseen käyttöön tarkoitettu kierteinen polymeerikuitu.**

FortaFerro parantaa betonin sitkeyttä, iskunkestävyyttä ja suuren kimmomodulin ja korkean vetolujuuden ansiosta sen ominaisuudet vastaavat virumaltaan lähes teräskuidun ominaisuuksia.

FortaFerro makrokuitu on polypropyleenikuitu, joka on muodoltaan kierteitetty. Kuitu koostuu kahdesta eri tyyppin polymeeristä ja sen avulla voidaan hallita jo plastisen vaiheen halkeilua rakenteellisen lujituksen lisäksi.

**Käyttökohteet:**

- pintalattiat
- maavaraiset laatat
- kelluvat lattiat
- betoniputket ja betoniset pihakivet ja laatat
- ruiskubetonointi

**Tekniset tiedot:**

- ominaispaino: 0,91
- pituus: 54 mm
- hoikkusuulu: 110
- vetojuuluus: 570-660 MPa
- sulamispiste: 160 °C
- väri: harmaa
- alkali-, hapon- ja suolankestävyys erinomainen

**Annostelu:**

Annostelu vaihtelee käyttötarkoituksen mukaan: lattioissa yleensä 3-5 kg/m<sup>3</sup> ja ruiskubetonoinnissa 6-8 kg/m<sup>3</sup>.

Annostelun jälkeen sekoitusta on jatkettava kunnes kuidut ovat sekoittuneet hyvin.

Yleensä tarvitaan notkistinta työstettävyyden säilymiseksi.

Kuitutoimittaja mitoittaa maavaraisen lattian lähtötietojen perusteella tarvittavan kuitumäärän ja laatan paksuuden.

**Pakkaus:**

- liukenevat 1 kg:n annospussit, 16 kg/ltk, 192 kg/lavalla
- suursäkki, josta voidaan annostella teräskuitujen annosteluun tarkoitetuilla laitteilla

**Varastointi:**

Kuivassa varastossa

**Hyväksynät (mm):**

A.S.T.M. C-1116  
CE-hyväksyntä

**Valmistaja:** Forta Corporation, USA

## Liite 5. Kuitubetoni Teräskuitu CHO 80/60 NB



## Teräskuitu HIC Steelfiber CHO 80/60 NB

**Liimaus helpottaa ja nopeuttaa annostelua  
sekä varmistaa tasaisen sekoittumisen**



**CHO 80/60 NB teräskuitu** on 0,75 mm vedetystä teräslangasta 60 mm pituuteen muotoiltu, katkottu ja levyiksi liimattu teräskuitu. Kuidun hyvä tartunta betoniin on saatu aikaiseksi muotoilemalla koukut kuidun molempiin päihin. Kuidun annostelua ja sekoittumista tasaisesti betonimassaan helpottaa kuitujen liimaus levyiksi, jotka hajoavat irtokuiduiksi betonin sekoitusvaiheessa.

### Käyttökohteet

- maanvaraiset betonilattiat ja -laatat
- saumattomat lattiat (> 40 kg/m<sup>3</sup>)
- pintalattiat
- kelluvat lattiat
- siltojen siirtymälaatat
- pankkiholvit, kassakaapit
- hyvää iskunkestävyyttä sekä murtositkeyttä vaativat rakenteet

### Tekniset tiedot

- teräksen vetolujuus vähintään 1200 N/mm<sup>2</sup>

- kuidun hoikkuusluku 80 (pituus/halkaisija)
- kuituja noin 4700 kpl/kg
- pienin suositeltu käyttömäärä 20 kg/m<sup>3</sup>
- kuitumäärä mitoitetaan tapauskohtaisesti

### Pakkauskoot

- 20 kg:n säkeissä, 1200 kg lavalla
- 1000 tai 1100 kg:n suursäkeissä



### Valmistaja:

HIC Corporation  
[www.hookfiber.com](http://www.hookfiber.com)

### Mitoituspalvelu

Teräskuitubetonilattioiden kuitumäärän mitoituksen saa Suomen TPP Oy:stä.

## Liite 6. Työvaiheen tarkastuskortti


**TYÖVAIHEEN  
TARKASTUSKORTTI**

1(1)

Työmaa: \_\_\_\_\_ Urakoitsija: \_\_\_\_\_

Tarkastaja(t): \_\_\_\_\_

Työvaihe: \_\_\_\_\_

**Työvaiheeseen liittyvät suunnitelmat ja asiakirjat:**

Rakennustyöt: LV: Sähkö:
--------------------------------

	Tarkistus tehty	Kuittaus
<b>Kapillaarikatko</b>	Kerrospaksuus____, rakeisuuskäyrät____, tiivistys____, tasaisuus & korko____	
<b>Viemärointi/kaivot</b>	Kaadot____, arinat ja täytöt____, kaivojen sijainnit____, korot____	
<b>Eristykset</b>	Kerrospaksuus____, materiaali____, asennus (raot yms.)____, suodatinkangas____, korkoerot____	
<b>Radonkatko/irr.kaistat</b>	Sokkelin radonhuopa____ Irrotuskaistat: reuna-alueet____, läpiviennit____	
<b>Raudoitus / varaukset</b>	Verkkokoko____, lisäraudoitukset____, jatkospituudet____, suojaetäisyydet____ Varaukset	
<b>LVIS</b>	LV: vesijohdot____, lattialämm____, painekoe____ Sähkö: maadoitukset____, muut____	
<b>Betonointi</b>	Olosuhteet____, massan laatu____, työtavat/tiivistys____, laaduntarkkailu____	
<b>Jälkihoito</b>	Jälkihoitoaine____, lämmitykset____, suojaukset____	

**Muuta/liitteet:**

Pohja/täyttömaan kantavuuskokeet (levykuormitus/Loadman) \_\_\_kyllä \_\_\_ei, raportti liitteenä.

 \_\_\_\_\_  
 Allekirjoitus

 \_\_\_\_\_  
 Päivämäärä

## Liite 7. Betonin jälkihoitoaine

**FESCON**

Jälkihoitoaine

1 / 2

Hämeenkatu 9  
05800 HYVINKÄÄ  
Puh. 020 789 5900  
www.fescon.fi

Päivitetty 15.2.2021 Tulostettu 16.4.2021

**JÄLKIHOITOAINE****Tuotekuvaus**

Fescon Jälkihoitoaine on yksikomponenttinen vesiohenteinen polymeeridispersio, joka on tarkoitettu tuoreelle betonille estämään betonin liian nopean kuivumisen.

**Käyttökohteet**

Tuotetta voidaan käyttää tuorelle betonille sekä vaaka-, että pystypinnoilla, käyttökohteena kaikki betonipinnat. Hajuttomuutensa ja nopean kuivumisen vuoksi tuote soveltuu käytettäväksi lähes kaikissa käyttökohteissa. Jälkihoitoainetta ei yleensä tarvitse poistaa, tartunta on kuitenkin aina varmistettava ennakkokokein. Tarvittaessa ja pinnoitteen alustavaatimusten niin vaatiessa, kalvo voidaan poistaa hiomalla.

Tuote soveltuu käytettäväksi Joutsenmerkityissä kohteissa.

**Käyttöohjeet**

Tuote on käyttövalmis liuos, jota ei suositella laimennettavaksi. Ennen käyttöä tuote tulee sekoittaa huolellisesti. Tuote suositellaan levitettäväksi puutarharuiskulla tai teollisuusruiskulla tasaisesti.

Työvälineet pestään vedellä.

**Jätteenkäsittely**

Kovettunut tuote ja tyhjät, kuivat pakkaukset voidaan toimittaa kaatopaikalle. Nestemäinen tuote toimitetaan ongelmajätteiden vastaanottoaikaan.





Jälkihoitoaine

2 / 2

Päivitetty 15.2.2021 Tulostettu 16.4.2021

Hämeenkatu 9  
05800 HYVINKÄÄ  
Puh. 020 789 5900  
www.fescon.fi

## Tekniset tiedot

Materiaalimenekki	n. 10 m <sup>2</sup> / l
Olomuoto	neste
Väri	valkoinen, kuivuttuaan kirkas
Pakkausko	5 l ja 20 l
Varastointi	12 – 15 kk kuivissa olosuhteissa +5°C...+30°C lämpötilassa, tiiviisti suljetuissa astioissa.
Partikkelikoko	0,1 µm
Alin käyttölämpötila	+ 5°C
Kuivumisaika	1 – 4 tuntia, riippuen ilmankosteudesta ja lämpötilasta
pH	7-9
Kiinteäainepitoisuus	8 - 10 %
Viskositeetti	10 – 200 mPa.s
Paino	Ominaispaino 1,02 kg / l

Tiedot perustuvat kokeisiin ja käytännön kokemukseen. Emme voi vaikuttaa työkohteen olosuhteisiin, joten emme voi ottaa vastuuta lopputuloksesta, johon paikalliset olosuhteet vaikuttavat.



**WIISTE**TUOTEKORTTI  
4 / 2019  
1(2)**SH1  
TARKKA JA NOPEA KOSTEUSANTURI****Wiiste  
SOLIDRH**

Wiisteen SH1 on Suomessa suunniteltu ja valmistettu anturi, jonka käyttötarkoitus on betonin kosteuden ja lämpötilan mittaaminen. SH1 sisältää uudenlaisen W-Tip -mittapäärakenteen. Merkittävästi nopeutuneen tasaantumisaikansa ansiosta anturi mahdollistaa tarkan betonin kosteuden mittaamisen heti valun jälkeen, myös vaihtelevassa lämpötilassa.

Työmaaolosuhteisiin kehitetty SH1 mahdollistaa työmaavaiheen lisäksi kosteudenseurannan koko rakennuksen elinkaaren ajan. Tiedot luetaan ja tallennetaan käsilukijalla (Wiiste SolidRH RD1).

**Raportointi ja tietojen jako pilvipalvelussa**

Tiedot on helppo siirtää käsilukijan usb-liitännän kautta tietokoneella pilvipalvelu Reliaan. Selainpohjaisen, eri päätelaitteille skaalautuvan Relian muita ominaisuuksia ovat tietojen arkistointi, raportointi, jakaminen ja mittausten suunnittelu pohjakuvien päälle.

**Mittaussyvyys**

Anturit toimitetaan valmiiksi mitoitettuna ja mittaussyvyys ohjelmoituna anturin muistiin. Lisätietoa oikean mittaussyvyyden valinnasta mm. RT ohjekortissa RT 14-10984 "Betonin suhteellisen kosteuden mittaaminen".

**Kalibrointi**

Kiinteästi asennettavat SolidRH SH-sarjan anturit toimitetaan tehdaskalibroituina. Ohjeiden mukaisesti säilytettyinä ja asennettuna kalibrointi on voimassa yhden vuoden. Antureita ei tyypillisesti kalibroida enää asennuksen jälkeen, jolloin ajan myötä tapahtuva mittaus-tarkkuuden heikentyminen (kts. tekniset tiedot) on huomioitava mittaustuloksia tarkastellessa.

**SH1-OMINAISUUKSIA**

- Betonin kiinteästi valun aikana asennettava
- Langaton lähiluku (SolidRH RD1)
- Nopea Wiiste W-Tip -mittapää
- Mittaussyvyys 15 - 70 mm



## TEKNISET TIEDOT

### Kosteuden mittaus

Mitta-alue <sup>(1)</sup>	10 ... 100 %RH
Mittaustarkkuus <sup>(2)</sup> (kts.kuva 1)	±2,5 %RH (10 ... 80 %RH)
Toistettavuus <sup>(3)</sup>	±0,2 %RH
Hystereesi	< ±1 %RH
Resoluutio	0,1 %RH
Lineaarisuusvirhe	< ±1 %RH
Vasteaika (T10-90%)	< 20 s
Ryömintä	< 0,5 %RH/a
Anturityyppi	Kapasiitiivinen polymeeri

(1) Maksimi kastepiste on rajoitettu 80°C.

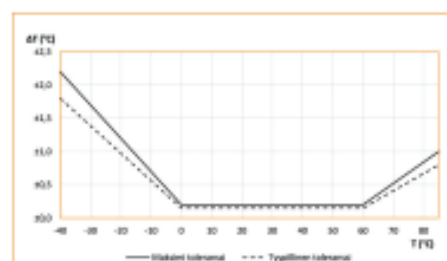
(2) Tarkkuus testattu 23°C nousevan suhteellisen kosteuden suuntaan. Tarkkuudessa ei ole huomioitu lineaarisuusvirhettä tai hystereesiä.

(3) Toistettavuus on mitattu samaan suuntaan, eikä ota huomioon hystereesiä.



### Lämpötilan mittaus

Mitta-alue	-40 ... 85 °C
Mittaustarkkuus (kts. kuva 2)	±0,2 °C (0 ... 60 °C)
Toistettavuus	±0,1 °C
Resoluutio	0,1 °C
Vasteaika (T10-90%)	< 10 min
Ryömintä	< 0,05 °C/a
Anturityyppi	PTAT



### Sähköiset ominaisuudet

Lähilukuetäisyys	0 ... 40 mm
------------------	-------------

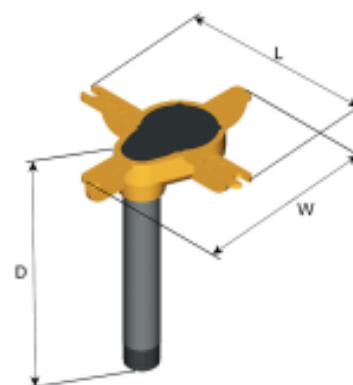
### Mekaaniset ominaisuudet

Ulkomitat (kts.kuva 3)	
L	60 mm
W	60 mm
D	≥ 15 mm
Paino	7 ... 15 g (D = 15 ... 70 mm)
Tiivistysluokka	IP68

### Käyttö ja varastointi

Käyttölämpötila-alue	-40 ... 85 °C
Varastointiolosuhteet	20 ... 30 °C / 40 ... 60 %RH

Säilytettävä auringonvalolta, pölyltä, kemikaaleilta ja niiden höyryiltä suojattuna.



## VALMISTUS, MYYNTI JA NEUVONTA

WIISTE OY  
 Tiiliruukinkatu 22  
 33200 TAMPERE

Puhelin 050 442 3232  
 info@wiiste.com  
 www.wiiste.com



# Kosteusmittausraportti

## Betonirakenteen suhteellinen kosteus



**Kesämäenrinteen koulu**  
**Kapteeninkatu 1, 53600 Lappeenranta**

---

Mittaukset: 28.12.2020  
Raportointi: 28.12.2020

## Lähtötiedot

Kohde:	Kesämäenrinteen koulu
Osoite:	Kapteeninkatu 1, 53800 Lappeenranta
Tilaaaja:	Mika Vartiainen Kymenlaakson Rakennus Oy Torikatu 4, 45100 Kouvola
Mittauksen suorittaja	Olli Inkinen Pätevöitynyt kosteudenmittaaja, PKM RakLamit Oy Revonhätä 5, 55320 Rauha

## Rakennekosteusmittaus

### Kosteusmittauksen tarkoitus:

Selvittää betonirakenteen ja tasoitekerroksen suhteellinen kosteus pinnoitusta varten.

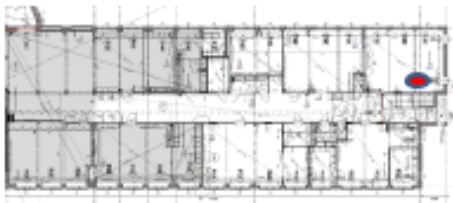
### Mittausmenetelmä:

Betonirakenteen suhteellisen kosteuden mittauksessa on käytetty porareikämittausta. Valittuun mittapisteeseen porattiin 3kpl 16 mm:n mittausreikä eri arviointisyvyyteen. Porausten jälkeen, puhdistettuihin porareikiin asennettiin Vaisalan tiivisteelliset mittausholkit, joiden tiiveys rakenteen rajapinnasta varmistettiin vesihöyryä läpäisemättömällä kitillä. Tulokset mittapisteistä kirjattiin mittalaittevalmistajan ilmoittaman tasaantumisaajan jälkeen. Kosteusmittaukset perustuvat RT 14-10875 ohjekortin mukaiseen mittausmenetelmään.

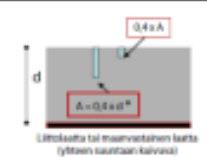
### Mittauksessa käytetty mittalaite ja mittapäät:

Mittalaite: Vaisala SHM 40		
Mittapäät: Vaisala HMP 110	1. M0520372 2. JH2710014 3. JH2710015 4. JH2810014	Kalibroitu 7.7.2020
Mittapäät: Vaisala HMP 40S	1. M2610360 2. M2610361 3. M2610362 4. M2610370 5. M2610371	
Mittalaitteiston mittaustarkkuus	0...+40°C, ± 1,5 % RH (0...90 % RH) 0...+40°C, ± 2,5 % RH (90...100 % RH)	

## 1. Opetustila 049

Kosteusmittauksen lähtö- ja olosuhdetiedot mittauspisteessä:		Mittauspiste 1. → Opetustila 049 
Mittareikienporaus:	23.12.2020	
Mittauspäivämäärä:	28.12.2020	
Anturien asennus:	Mittauspäivä	
Anturien tasaantuminen:	≥ 60 min	
Sisäilman lämpötila (°C):	21,4	
Sisäilman suhteellinen kosteus (RH %):	31,0	
Sisäilman absoluuttinen kosteus (g/m <sup>3</sup> ):	5,85	

### 1.1 Mitattava rakenne ja arviointisyvydet

Rakenne	AP- maanvastainen, d ≈ 100 mm	
Kuivumissuunta	yhteen suuntaan kuivuva	
Arviointisyvyys (A)	40 mm	
Pintarakenne (A <sub>pinta</sub> )	0,4 x A = 16 mm	
Maksimiporaussyvyys enintään	70 mm	

### 1.2 Kosteusmittaustulokset


Mittapää	Mittaussyvyys (mm)	Lämpötila (°C)	Suht.kosteus (RH %)	Kosteusmäärä (g/m <sup>3</sup> )
M0520372	41	20,1	71,4	12,47
M2810362	40	20,1	71,3	12,47
M2810360	15	21,4	31,0	5,85

#### Huom!

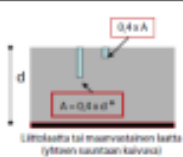
Mittaustuloksia tarkasteltaessa tulee ottaa huomioon myös mittalaittevalmistajan ilmoittama mittalaitteen mittaustarkkuus, mittausten menetelmästä ja mittauspisteen olosuhteista ja niiden muutoksista aiheutuva mittauserävarmuus.

Kokonaispäivävarmuutena mittauksessa on arvioitu olevan ± 4 RH-yksikköä

## 2. Käsityö 061B

Kosteusmittauksen lähtö- ja olosuhdetiedot mittauspisteessä:		Mittauspiste 2. → Käsityö 061B 
Mittareikienporaus:	23.12.2020	
Mittauspäivämäärä:	28.12.2020	
Anturien asennus:	Mittauspäivä	
Anturien tasaantuminen:	≥ 60 min	
Sisäilman lämpötila (°C):	18,6	
Sisäilman suhteellinen kosteus (RH %):	36,5	
Sisäilman absoluuttinen kosteus (g/m <sup>3</sup> ):	5,82	

### 2.1 Mitattava rakenne ja arviointisyvydet

Rakenne	AP- maanvastainen, d ≈ 100 mm	
Kuivumissuunta	yhteen suuntaan kuivuva	
Arviointisyvyys (A)	40 mm	
Pintarakenne (A pinta)	0,4 x A = 16 mm	
Maksimiporaussyvyys enintään	70 mm	

### 2.2 Kosteusmittaustulokset

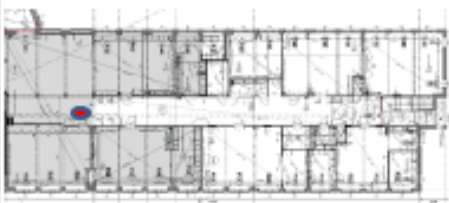
Mittapää	Mittaussyvyys (mm)	Lämpötila (°C)	Suht.kosteus (RH %)	Kosteusmäärä (g/m <sup>3</sup> )
M2610370	42a	20,2	70,2	12,30
M2610371	42b	20,2	68,9	12,07
M2610361	17	19,9	50,7	8,73

#### Huom!

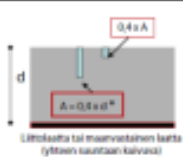
Mittaustuloksia tarkasteltaessa tulee ottaa huomioon myös mittalaittevalmistajan ilmoittama mittalaitteen mittaustarkkuus, mittausten menetelmästä ja mittauspisteiden olosuhteista ja niiden muutoksista aiheutuva mittauserävarmuus.

Kokonaisepävarmuutena mittauksessa on arvioitu olevan ± 4 RH-yksikköä

### 3. Käytävä 058

Kosteusmittauksen lähtö- ja olosuhdetiedot mittauspisteessä:		Mittauspiste 3. → Käytävä 058 
Mittareikienporaus:	23.12.2020	
Mittauspäivämäärä:	28.12.2020	
Anturien asennus:	Mittauspäivä	
Anturien tasaantuminen:	≥ 60 min	
Sisäilman lämpötila (°C):	16,7	
Sisäilman suhteellinen kosteus (RH %):	39,0	
Sisäilman absoluuttinen kosteus (g/m <sup>3</sup> ):	5,57	

#### 3.1 Mitattava rakenne ja arviointisyvydet

Rakenne	AP- maanvastainen, d ≈ 100 mm	
Kuivumissuunta	yhteen suuntaan kuivuva	
Arviointisyvyys (A)	40 mm	
Pintarakenne (A <sub>pin</sub> )	0,4 x A = 16 mm	
Maksimiporaussyvyys enintään	70 mm	

#### 3.2 Kosteusmittaustulokset

Mittapää	Mittaussyvyys (mm)	Lämpötila (°C)	Suht.kosteus (RH %)	Kosteusmäärä (g/m <sup>3</sup> )
J2710014	41	16,7	75,6	10,80
J2710015	40	16,7	74,6	10,62
J2810014	16	16,6	60,9	8,64

#### Huom!

Mittaustuloksia tarkasteltaessa tulee ottaa huomioon myös mittalaittevalmistajan ilmoittama mittalaitteen mittaustarkkuus, mittausten menetelmästä ja mittauspisteestä olosuhteista ja niiden muutoksista aiheutuva mittauserävarmuus.

Kokonaispäivävarmuutena mittauksessa on arvioitu olevan ± 4 RH-yksikköä

## Yhteenveto

Kesämäenrinteen korjausrakennuskohteessa mitattiin betonirakenteisen maanvastaisen alapohjan kosteutta porareikämenetelmällä. Mittauksen tarkoituksena oli selvittää rakenteen suhteellinen kosteus pinnoitettavuutta varten.

Betonirakenteesta saatuihin mittausarvoihin, tulee huomioida, mittalaitteen tarkkuudesta, ympäristötekijöistä ja mittauksen suorituksesta aiheutuva mittauksen tarkkuuden epävarmuus. Mittauksen kokonaisepävarmuutena on arvioitu olevan  $\pm 4$  RH-yksikköä.

Taulukkoon 1 on koottu yhteenveto kosteusmittausarvoista arviointisyvyydeltä (A) ja pintarakenteesta (A pinta).

**Taulukko 1.** Mittaustulosten yhteenveto

Mittauspiste		Arviointisyvyys (A) RH %	Pintarakenne (A pinta) RH %
1.	Opetustila 049	71,4	55,0
2.	Käsityö 016B	70,2	50,7
3.	Käytävä 058	75,6	60,9

Huom. tulosten mittausepävarmuus  $\pm 4$  RH -yksikköä

Porareikämittauksella saadut tulokset osoittavat rakenteessa mittaushetken tasoa. Rakenteen pinnoitusvalmiutta voidaan arvioida tarkemmin, kun tiedetään materiaalivalmistajan määrittämä suhteellisen kosteuden enimmäisarvo betonialustalle.

Rauha 28.12.2020



Olli Inkinen Rkm. Amk

Jakelu:

- Mika Vartiainen, Kymenlaakson Rakennus Oy
- RakLamit Oy, arkisto