



Maanvaraisen betonilaatan toteutus KVR-urakoitsijan työnjohdon näkökulmasta

Jarmo Pynttari

OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2023

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Rakennustuotanto

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkinto-ohjelma
Rakennustuotanto

PYNTTÄRI, JARMO:

Maanvaraisen betonilaatan toteutus KVR-urakoitsijan työnjohdon näkökulmasta

Opinnäytetyö 36 sivua, joista liitteitä 2 sivua
Huhtikuu 2023

Tämä opinnäytetyö on tehty tilauksena rakennusliike Vestera Oy:lle. Opinnäytetyössä käsitellään maanvaraisen betonilaatan toteutusta KVR-urakoitsijan työnjohdon näkökulmasta.

Opinnäytetyössä esitellään maanvaraisen betonilaatan rakennusprosessi kokonaisuudessaan sekä perehdytään siihen erityisesti työnjohdon näkökulmasta. Työn tarkoituksena oli luoda työnohjeistusmalli maanvaraisen betonilaatan toteutuksesta alihankintana. Työssä on käytetty esimerkkikohdetta havainnollistamaan töiden kulkua.

Opinnäytetyössä selvitettiin lähdeaineiston sekä betonilattiamääräysten avulla maanvaraisen betonilaatan eri työvaiheet sekä niiden järjestys. Työssä on käsitelty maanvaraisen betonilaatan rakennuksessa käytettävien alusrakenteiden, eristeiden, raudoitusten, betonilaatujen sekä jälkihoidon vaikutusta lopputulokseen. Tärkeänä käsittelyn kohteena on myös laadunvarmistus sekä betonilaatan kosteuden hallinta.

Opinnäytetyön tuloksena tilaajalle luotiin nykyisiin määräyksiin sekä tietoon perustuva työnohjeistusmalli maanvaraisen betonilaatan toteutuksesta. Työn tulosta voidaan käyttää ohjeistuksena seuraavissa rakennushankkeissa. Erityisesti työssä on pyritty saamaan työnjohdolle työkalu, johon on koottu asiat, jotka on otettava huomioon ennen urakkaa, sen aikana ja valutyön jälkeen.

Asiasanat: maanvarainen betonilaatta, betonilaatta, laadunvarmistus, työnjohto, aliurakointi

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Engineering
Building Production

PYNTTÄRI, JARMO:

The Implementation of Ground Slab from the Point of View of Contractor's Management

Bachelor's thesis 36 pages, appendices 2 pages
April 2023

This thesis has been done for construction company Vestera Ltd. This thesis deals with ground slab from the point of view of the management of the main contractor.

The aim of this thesis was to create a clear working guide model how to build a ground slab. Guide is specially targeted for contractor's management. At the beginning of the thesis has been processed theoretically what is involved in the work. At the end of the work has been used example construction site for illustrative purpose how the ground slab has been done in practice.

The methodology of this study was to sort out with source material and existing concrete standards how to build a high-quality ground slab. Source material has been used for different literary and websites. One of the essential parts also includes moisture technical behavior. The importance of understanding these issues to avoid unnecessary mistakes.

The conclusion of this thesis is working model for contractor management. The results of the thesis can be used for the following construction sites to build high-quality ground slab. Especially conclusions of this thesis are instructions for contractor's management what should be considered before subcontracting, during the subcontracting and after subcontracting.

Key words: concrete, ground slab, management, subcontract

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	ALIURAKKA.....	8
2.1	Aliurakoitsijan valinta.....	8
2.2	KVR-urakoitsijan työnjohdolle keskeisiä asioita ennen aliurakan alkua	8
2.2.1	Aliurakkasopimus	9
2.2.2	Aloituskokous	9
2.2.3	Perehdytys	10
2.2.4	Lomakkeet.....	11
3	MAANVARAINEN BETONILAATTA	13
3.1	Alusrakenteet	14
3.2	Lämmöneristeet	14
3.3	Raudoitustavat	15
3.4	Betonimassa	16
3.5	Lujuus- ja rasitusluokka sekä suunniteltu käyttöikä.....	16
3.6	Koostumus	17
3.7	Betonityypit	17
3.7.1	Normaali tai nopeasti sitoutuva lattiabetoni	17
3.7.2	Tehonotkistettu lattiabetoni.....	18
3.7.3	Säänkestävä betoni	18
3.7.4	Nopeammin päällystettävä betoni.....	18
3.7.5	Itsetiivistyvä lattiabetoni.....	19
3.7.6	Teräs- tai polymeerilattiakuitubetoni	19
4	MAANVARAISEN BETONILAATAN LAADUNVARMISTUS	20
4.1	Luokitusjärjestelmä	20
4.2	Suoruuksivaatimukset.....	21
4.3	Lattiapäällysteiden ja -pinnoitteiden asettamat vaatimukset	21
4.3.1	Pinnan lujuus	22
4.3.2	Pinnan sileys	23
4.3.3	Pinnan puhtaus.....	23
4.4	Lattiabetoni ja kosteus	24
4.5	Valuolosuhteiden hallinta	25
5	MAANVARAISEN BETONILAATAN TOTEUTUS KÄYTÄNNÖSSÄ ...	27
5.1	Alustäytön rakentaminen.....	27
5.2	Eristeasennukset.....	29
5.3	Rauditus.....	30

5.4 Vesikiertoinen lattialämmitys	31
5.5 Betonointi	32
5.5.1 Toimenpiteet ennen valua	33
5.5.2 Betonivalu.....	34
5.5.3 Pinnan hierto	36
6 JÄLKIHOITO	37
6.1 Jälkihoidon tarkoitus.....	37
6.1.1 Varhaisjälkihoito	37
6.1.2 Varsinainen jälkihoito.....	38
7 TOIMENPITEET ENNEN SEURAAVIA TYÖVAIHEITA.....	39
8 POHDINTA	40
LÄHTEET.....	41
LIITTEET	43
Liite 1. Työnjohdon muistilista maanvaraisen betonilaatan toteutuksen avuksi.....	43

LYHENTEET JA TERMIT

tilaaja	KVR-urakoitsija
KVR	kokonaisvastuurakentaminen
urakoitsija	aliurakoitsija
NP-massa	nopeasti pinnoitettava betoni
betoniliippa	betonitasoitin
liippaaja	tasoittaja
RH (%)	ilman suhteellinen kosteusprosentti

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on maanvaraisen betonilaatan toteutus KVR-urakoitsijan työnjohdon näkökulmasta. Työssä käsitellään kokonaisuudessaan maanvaraisen betonilaatan rakennetta ja sen toteutusta alihankintana, joka on nykyään yleinen toimintatapa rakennustyömaalla. Tarkasteluun sisältyvät alusrakenne ja eristeasennus, talotekniikka, valutyö, lattiarakenteen kuivatus, jälkihoito sekä aikataululliset seikat seuraavien työvaiheiden osalta. Laatu- ja olosuhdetarkastelu on keskitetty lähinnä betonivaluun, koska sillä on ratkaisevin rooli koko rakenteen onnistumisessa. Työssä keskitytään käsittelemään 80–100 mm raudoitettua, vesikiertoisesti lattialämmitettyä rakennetta, joka valetaan eristekerroksen päälle. Betonilaatan toteutukseen liittyy työnjohdollisesti erilaisia huomioitavia kohtia, joihin tällä työllä pyritään vastaamaan.

Työn tilaajana on rakennusliike Vestera Oy. Työn tilaaja halusi selvityksen maanvaraisen, vesikiertoisesti lattialämmitetyn, betonilaatan toteutuksesta alihankintana, joka auttaisi jatkossa ennakoimaan ja tunnistamaan huomioitavia kohtia lattiaurakan eri vaiheissa. Työn lähtökohtana on myös hyvä työn suunnittelu työnjohdon puolelta, jolla pyritään varmistamaan aikataululliset sekä kustannukselliset haasteet seuraavien työvaiheiden osalta.

Työssä käsitellään aliurakoidusti toteutettua maanvaraista betonilaattaa. Tarkemmin työssä perehdytään teoreettisesti maanvaraisen betonilaatan rakenteisiin, laatuun, materiaaleihin sekä olosuhdehallintaan. Asiaa käsitellään myös työnjohdon näkökulmasta, mitä toteutuksessa pitää ottaa huomioon alusrakenteiden, valutyön, jälkihoidon, laadunvarmistuksen sekä olosuhdehallinnan vuoksi. Työn lopussa olevan esimerkkikohteen kautta on mahdollista hahmottaa työn kulkua paremmin.

Tässä työssä ei tarkastella tai oteta kantaa aliurakoinnin sopimusasiakirjojen sisältöihin tai muihin juridisiin asiakirjoihin. Luvussa 2 on yleisellä tasolla selostettu, mitä aliurakointi tarkoittaa ja sen valintaan liittyvät tärkeimmät kohdat.

2 ALIURAKKA

Aliurakalla tarkoitetaan hankintoja rakennustyömaan eri työvaiheille. Aliurakka voidaan toteuttaa pelkkänä työnä, työnä ja materiaaleina tai näiden yhdistelmänä. Yleensä aliurakka pyritään toteuttamaan työn ja materiaalien kokonaisuutena, jolloin tilaajan työnjohdolle jää ainoastaan työmaan yleinen työnjohto.

Aliurakoita teetetään parantamaan tilaajan aikataulutusta, laatua, taloudellisuutta jne. Toinen mittava etu syntyy, työ teetettäessä alan ammattilaisella, kun urakoitsija voi keskittyä työhön, johon se on erikoistunut ja kehittämään omaa ammattiosaamistaan, tiedon hallintaa sekä työllistämään alan ammattilaisia. (Kankainen & Junnonen 2016, 435.)

2.1 Aliurakoitsijan valinta

Aliurakoitsijan valinta tapahtuu KVR-urakassa vertailemalla eri aliurakoitsijoiden tarjouksia. Niistä laaditaan yleensä taulukko, josta eri urakoitsijoiden keskinäistä asemaa on helppo vertailla. Taulukkoon listataan muun muassa yksikköhinnat, kokonaishinta poikkeamat urakkaohjelmasta, hintaerittelyt yms. (Junnonen & Kankainen 2020, 80.)

2.2 KVR-urakoitsijan työnjohdolle keskeisiä asioita ennen aliurakan alkua

Kun aliurakka on saatu sovittua kaikkien osapuolten kesken, työmaan työnjohto ottaa vastuun työvaiheiden yhteensovittamisesta ja aikatauluttamisesta. Maanvaraista betonilaattaa toteutettaessa voi aliurakoitsijoita olla useita, koska jokaiselle vaiheelle on monesti oma ammattilaisensa. Eri urakoitsijoita ovat maanrakennus-, putki-, eriste-, raudoitus-, lattialämmitys- sekä valu-urakoitsija. Yleensä koko pakettia ei saada yhdeltä urakoitsijalta.

Työnjohdolle on tärkeää ennen varsinaisen työn alkamista perehtyä huolellisesti aliurakkaa koskeviin sopimuksiin sekä tehdä esimerkiksi tehtävänsuunnitelma, joka helpottaa työn toteutusta ja ennakointia mahdollisiin ongelmatilanteisiin.

2.2.1 Aliurakkasopimus

Aliurakkasopimuksesta käy ilmi kaikki, mitä urakoitsijan kanssa on sovittu. Tämä Sopimus toimii lähtökohtana urakalle ja sen sisältöä tutkitaan ensimmäisenä, jos urakan aikana tulee erimielisyyksiä siitä, mitä työsuoritukseen sisältyy. Työnjohdon on hyvä tutustua sopimukseen riittävän ajoissa ennen töiden alkua. Hyvin laaditun kaupallisen aliurakkasopimuksen sisällössä on määritelty seuraavat asiat

- sopimustunnisteet
- osapuolien suoritusvelvollisuudet (pääsuoritus, sivuvelvollisuudet, työmaapalvelut ja työmaan johtovelvollisuus)
- maksuperuste, urakkahinta (yksikköhinnat), mahdolliset muutostyöhinnat ja urakkahinnan maksaminen
- sopimuksessa noudatettavat asiakirjat ja niiden pätevyysjärjestys
- urakka-aika, mahdolliset välitavoitteet ja viivästyssakot
- aliurakassa vaadittava laadunvarmistus
- vakuudet
- vakuutukset
- takuut
- lisä- ja muutostyökäytännöt
- aliurakoitsijalta vaadittavat dokumentit (esimerkiksi käyttö- ja huolto-ohjeet)
- riitaisuuksien ratkaisu
- kohdekohtaiset erityisehdot ja määräykset. (Kankainen & Junnonen 2016, 437.)

2.2.2 Aloituskokous

Aloituskokouksen merkitystä ei voi turhaan korostaa. Se olisi hyvä pitää aina kaikkien alkavien aliurakoiden alussa ennen töiden aloitusta. Aloituskokoukseen osallistuvat päätösvaltaiset edustajat KVR-urakoitsijan ja aliurakoitsijan puolelta. Tarpeen mukaan kokoukseen kutsutaan myös edellisten tai seuraavien työvaiheiden edustajia. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 71). Aloituskokouksessa tarvittaessa käsiteltäviä asioita

- työtä varten laaditut suunnitelmat ja asiakirjat (työselostukset, piirustukset)
- urakka- ja vastuurajat
- laatuvaatimukset (myös luokittelemattomat laatutekijät)
- laadun toteamiseksi käytettävät menetelmät
- urakoitsijan laatujärjestelmä tai työmaakohtainen laatusuunnitelma
- betonin ominaisuudet
- valuolosuhteet ja sääsuojan tarve
- ajoreitit, työjärjestys ja betonointisuunnitelma mukaan lukien betonin siirto, betonin tiivistymistapa, pinnan viimeistely ja jälkihoitotoimenpiteet
- toimittavat tehtaat, varautuminen häiriöihin (varatehdas, varapumppu), toimitusnopeus
- rakenteelliset yksityiskohdat ja erityistä tarkkuutta tai poikkeavaa työtekniikkaa edellyttävät kohdat
- aikataulu
- urakan liittyminen muihin työvaiheisiin
- vastuuhenkilöt ja yhteystiedot
- työn aikana tehtävistä ja suunnitelmista poikkeavista muutoksista päättävät henkilöt
- urakoitsijan vastattavana olevat dokumentit
- lattian käyttöönotto (kuormittaminen, muut työvaiheet)
- lattian huolto-ohjeet ja luovuttaminen tilaajalle. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 134.)

2.2.3 Perehdytys

Sopimusten ja aloituskokousten jälkeen aliurakassa seuraavana vaiheena on töiden aloitus. Kaikki aliurakat alkavat työnjohdon kannalta samalla tavalla – perehdytyksellä. Perehdytys perustuu työturvallisuuslakiin (2002/738) ja se pidetään aina uusille työntekijöille. Perehdytys koostuu työmaan yleistiedosta ja pelisäännöistä. Työmaan työnjohto on osittain vastuussa työmaalla olevasta henkilöstöstä. (Mäki, Sahlstedt & Mäkeläinen 2016.)

Perehdytysaineisto on yrityksestä riippuen joko paperisena tai digitaalisena aineistona. Aineistossa pitää olla yleisen turvallisuustiedon lisäksi kerrottuna työmaakohtaisesti turvallisuudesta sekä sen erityispiirteistä. Aineistoa on tarpeen mukaan myös voitava päivittää, jos hanke muuttaa oleellisesti muotoaan. (Mäki, Sahlstedt & Mäkeläinen 2016.)

Perehdyttämisen kulku pääpiirteittäin menee seuraavasti

1. perehdytettävien pätevyyksien tarkastaminen
2. perehdytysaineiston läpikäynti
3. työmaakierros
4. perehdytyslomakkeen täyttö
5. työmaaoppaan tai muun materiaalin jakaminen työntekijöille
6. kertaavat kysymykset työntekijöille. (Mäki, Sahlstedt & Mäkeläinen 2016.)

Työnjohdolta perehdytettävien asiakirjojen tarkastus sisältää voimassa olevan kuvallisen veronumerolla varustetun henkilökortin sekä työturvallisuuskortin tarkastuksen. Näiden perusteella voidaan täyttää perehdytyslomake ja useimmiten tiedot tallennetaan työmaan sähköiseen järjestelmään kulunseurannan helpottamiseksi. Ulkomaalaisilla työntekijöillä on lisäksi oltava voimassa oleva työlupa, jos he tulevat EU-alueen ulkopuolelta.

Työmaakierros ja perehdytysaineiston läpikäynti ovat tärkeimpiä asioita. Näistä työmaakierros melkein pä tärkeämpi. Kierroksen aikana saadaan konkretisoitua kaikki aineistossa käsitellyt asiat ja työntekijälle jää heti yleiskäsitys esimerkiksi kulkureiteistä, siisteydestä, työmaatiloista sekä työturvallisuudesta yleisesti, että henkilökohtaisella tasolla. (Mäki, Sahlstedt & Mäkeläinen 2016.)

2.2.4 Lomakkeet

Ennen aliurakan töiden aloitusta työnjohdon on hyvä laatia siihen liittyviä asiakirjoja. Maanvaraista betonilaattaa toteutettaessa on järkevää tehdä kokonaisvaltainen tehtävänsuunnitelma. Tehtävänsuunnitelma sisältää työvaihekohtaisesti tehtävän toteutuksen suunnittelun, ohjauksen ja valvonnan. Tehtävänsuunni-

telma koostuu tehtävän sisällöstä, ajallisesta suunnittelusta ja ohjauksesta, talouden tarkastuksesta, työturvallisuudesta, laadusta ja sen valvonnasta sekä riskeihin varautumisesta ja niiden ratkaisuehdotuksista. (Koski 2010.)

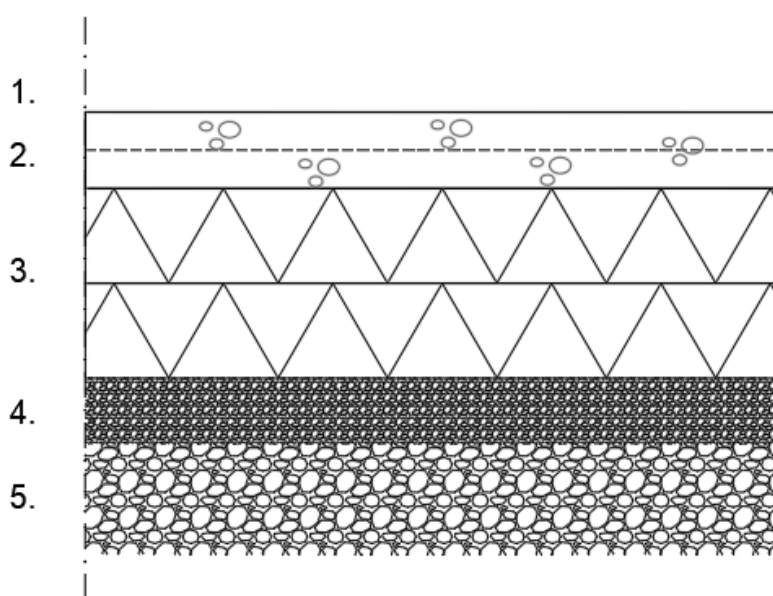
Muita mahdollisesti tarpeellisia suunnitelmia voivat olla betonointi-, olosuhde- ja kosteudenhallinta- sekä talvibetonointisuunnitelma. Yleensä aliurakoidussa työssä talvi- sekä kesäbetonointisuunnitelma tulee itse urakoitsijalta, jolloin työnjohdon ei sitä tarvitse tehdä. Talvi vaikuttaa työnjohdon tehtäviin enemmän olosuhde- ja kosteudenhallintasuunnitelmaa laadittaessa. Se olisi hyvä laatia varsinkin, jos betonilaatta joudutaan valamaan niin, ettei koko rakennuksen vaippa ole ummessa. Ilmankosteus ja ilman lämpötila ovat suurimpia syitä valun kuivumiseen vaikuttavia tekijöitä.

3 MAANVARAINEN BETONILAATTA

Maanvaraisella betonilaatalla tarkoitetaan, joko eristeen tai suoraan maan päälle valettavaa lattialaattaa. Maanvaraisia betonilaattoja alettiin toteuttaa 1950-luvulla kellarittomiin rakennuksiin. Sen käyttö yleistyi vauhdilla asennusnopeuden ja edullisuuden vuoksi. (Maanvastainen betonilaatta n.d).

Maanvarainen betonilaatta on mahdollista mitoittaa kimmoisalle alustalle jännitettynä betonirakenteena joko tartunnattomilla jänteillä, kuitubetonilla tai teräsbetonisena. Mitoituksessa on otettava huomioon eristeen ja alustan kantavuus sekä pakkovoimat. Maanvaraisen betonilaatan käyttö vaatii maapohjalta riittävän kantovaatimuksen. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 10.) Nykyään maanvaraista laattaa käytetään aina pientaloista suuriin teollisuusrakennuksiin asti. Pientalo-kohteisiin riittää 80 mm laatta, mutta verkkoraudoitettuihin kohteisiin suositellaan 100 mm laattaa.

Maanvaraista betonilaattaa käytettäessä on suunnittelussa otettava huomioon erilaiset pakkovoimat, kuten lämpötilavaihtelut ja kuivumiskutistuminen. Pakkovoimia hallitaan suunnittelemalla se kohteen käyttötarkoituksen mukaan. Pakkovoimien aiheuttamia vetojännityksiä hallitaan esimerkiksi saumajaolla, raudoituksella sekä alustan ja laatan välisen kitkan hallinnalla. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 10.)



KUVIO 1. Maanvarainen betonilattia-alapohja, rakennetyyppi. (1. pintamateriaali, 2. betonilaatta, 3. lämmöneriste, 4. täyttömaa, 5. perusmaa)

3.1 Alusrakenteet

Maanvaraisen betonilaatan alusrakenne koostuu seuraavista

- luonnon pohjamaa
- kerroksittain päälle rakennettavat tai aiemmat täyttömateriaalit
- mahdollinen lämmöneriste.

Pohjamaana voi olla luonnontilaista perusmaata, vanhaa täyttömaata, mitä ei ole suunniteltu lattiaa varten tai suunnitellusti lujitettua maata, kuten esimerkiksi massanvaihdoilla toteutettu pohjamaa. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 71.)

Kun maanvaraista lattiaa aletaan toteuttaa, pohjamaan päälle tulevia täyttöjä kutsutaan lattian rakennetäytöiksi ja niiden alle tulevia täyttöjä puolestaan pengeriä ja alustäytöiksi. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 71.)

Maanvarainen alapohja painuu ajan myötä. Suunniteltaessa alapohjarakennetta on otettava huomioon mahdollinen painuma, joka pitää pysyä riittävän pienenä muuttuvien ja pysyvien kuormien alla. Painumia syntyy, jos alustäyttöjä ei ole tehty kunnolla tai tiivistys on jäänyt heikoksi. Erilaisia kuormia syntyy muun muassa pitkäaikasiesta hyötykuormasta, alustäytöistä, pohjaveden korkeuden vaihtelusta tai perustuksien kuormista. Yksi tärkeimmistä keinoista välttää painumia on, ettei täyterakennetta rakenneta jäätyneen maapohjan varaan. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 71.)

Täyttömateriaalina on käytettävä seka- ja karkearakeista kivilouhetta tai mursketta. Näin varmistetaan, ettei lattian täyttö roudi. Suodatinkangas on asennettava aina täytön alle, kun perusmaana on silttiä, savea tai moreenia. Sillä estetään maa-ainesten sekoittuminen, lujitetaan rakennetta ja estetään eroosiota. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 71.)

3.2 Lämmöneristeet

Maanvarainen betonilaatta tulisi lämmöneristää koko pinta-alaltaan. Kuitenkin joissakin tapauksissa, jos laatta on todella laaja, esimerkiksi hallirakennus, on mahdollista eristää vain laatan reuna-alueet. Alapohjaa suunniteltaessa saa

maapohjan lämmönvastuksen ottaa mukaan. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 79.) Laatan eristys ainoastaan reuna-alueilta voi aiheuttaa kosteuden kapilaarista nousua rakenteisiin keskialueilla, joka puolestaan aiheuttaa sisäilmaongelmia sekä lisää energiankulutusta. (Maanvastainen betonilaatta n.d).

Lämmöneristeeksi valitaan kohteeseen sopiva eriste. Sen valintaan vaikuttavat muun muassa betonilaattaan kohdistuvat kuormat, varsinkin saumojen kohdalla, joissa pistekuormat saattavat nousta hyvinkin suuriksi. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 79.) Eristeeksi suositellaan paisutettua polystyreenilevyä (EPS) tai suulakepuristettua solupolystyreenilevyä (XPS) joka on vahvuudeltaan vähintään 150 mm. Lattialämmityksellisiin kohteisiin suositellaan 250–300 mm eristekerrosta. (Maanvastainen lattia, n.d). Sillä saadaan aikaan vaadittava lattian U-arvo.

3.3 Raudoitustavat

Maanvaraisen betonilaatan, kuten kaikkien teräsbetonirakenteiden toiminta perustuu siihen, että betoni pystyy ottamaan vastaan hyvin puristusjännityksiä. Maanvaraiselle betonilaatalle niitä syntyy lähinnä hyötykuormista ja joistakin yksittäisistä pysyvistä kuormista kuten kiintokalusteista tai ilmanvaihtokoneista. Raudoitusta käytetään laatussa ottamaan vastaan vetojännityksiä, joita betoni kestää heikosti. Laatan raudoitukseen vaikuttaa muun muassa alustan kantavuus ja kitka, kuormitus sekä sallittu halkeamaleveys. (RIL 149–2019 Betonirakenteiden työmaatoteutus, 205).

Maanvaraisen lattialaatan raudoitukseen käytetään yleensä esivalmistettua harjateräksistä verkkoraudoitetta tai irtonaisia tankoraudoitteita. Raudoitus sijoitetaan laattaan keskeisesti. Yleisin tyyli raudoittaa maanvarainen laatta on verkko-raudoitus, joita saadaan varastoverkkomitoin tai teetettynä erikoismitoin kohteeseen. Irtotankoja käytetään lisänä muun muassa nurkissa, pilarien ympärillä sekä kehäraudoitteina. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 80–81.) Raudoitus on nostettava muovisilla raudoitusvälikkeillä irti alustastaan, jotta se kestää tarvittavat työkuormat, asettuu keskeisesti laattaan sekä saa tarvittavan suojapeitteen betonista ympärilleen.

Tankorauditus maanvaraisessa betonilaatassa voidaan korvata teräslangasta tai polypropeenista valmistetuilla kuiduilla, jotka sekoitetaan suoraan betoniin. Yleisimmin Suomessa käytetään teräskuituja. Kuituraudoitetulle laatalle ei pysytäkään asettamaan samoja kuormitusvaatimuksia kuin tankoraudoitettulle, etenkin jos kyse on väli- tai yläpohjan laatasta. Siitä syystä pelkästään kuituraudoitettua laattaa voidaankin tällä hetkellä käyttää ainoastaan maanvaraisissa betonilaatoissa, missä rauditus voidaan korvata kokonaan niillä. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 80–81.) Kuituraudoitus aiheuttaa kuitenkin oman haasteensa, jos lattiaan on tulossa vesikiertoinen lattialämmitys. Lattialämmityspotket on helpoin sitoa kiinni suoraan rauditusverkkoon.

3.4 Betonimassa

Maanvaraisen betonilaatan betonimassan valinta perustuu sille asetettuihin vaatimuksiin. Näitä osatekijöitä ovat laatu, suunnitteluratkaisu, valittu toteutustapa ja olosuhteet. Edellä mainitut tekijät asettavat betonille vaatimukset, joilla saadaan aikaan haluttu lopputulos. Lattiabetonia valittaessa on pyrittävä minimoimaan halkeilu ja kutistuma, jonka vuoksi on työnjohdollisesti tärkeää ymmärtää betonin käyttäytyminen plastisessa vaiheessa, kun puhutaan suurien pinta-alojen betonoinnista. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 80–81.)

3.5 Lujuus- ja rasitusluokka sekä suunniteltu käyttöikä

Suomessa käytetään normaalisti lattiabetonina lujuusluokaltaan C20/25...C50/60. Lujuusluokkien merkinnässä ensimmäinen luku tarkoittaa lie-riölujuutta ja toinen kuutiolujuutta. Työmaiden kiristyneet aikatauluvaatimukset saattavat johtaa korkeamman lujuusluokan valintaan, jolloin rakennetta päästään jatkamaan aikaisemmin. Lujuusluokan määrittelemään lujuustasoon päästään vasta 28 vuorokauden päästä, jos kuivumisolosuhteet ovat optimaaliset +20°C. (Mantila & Petorow 2014, 81.)

Rasitusluokat kertovat minkälaisia olosuhteita betoni kestää. Rakenteeseen kohdistuu usein useampia samanaikaisesti, joten betonin tulee kestää ne. Vaativiin olosuhteisiin on viranomaisohjeita sekä standardeja, joissa esitetään käyttöiälle

ja rasitusluokille vaadittavia vesisementtisuhteita, minimisementtimääriä sekä si-deainetyyppejä. Yleisimmät rasitusluokat, ennen lisäominaisuutena määritelty pakkasenkesto, ilmoitetaan nykyään XF-luokkina. (Mantila & Petrow 2014, 81.)

3.6 Koostumus

Betonimassan notkeutta valittaessa tulee ottaa huomioon rakenteen mitat, raudoitteet ja olosuhteet. Betonimassan notkeus vaikuttaa suuresti tiivistettävyyteen, työstettävyyteen sekä kustannuksiin. Nyrkkisääntönä massan notkeutta valittaessa voidaan pitää seuraavaa: valitaan niin jäykkä massa kuin mahdollista. Laa-tassa olevat yksittäiset ahtaat välit tai kolot eivät saa vaikuttaa valitsemaan liian notkeaa massaa. (Mantila & Petrow 2014, 81.)

Toinen suuri vaikuttava tekijä betonimassassa on raekoko. Sen valintaan vaikuttavat rakenteen mitat, raudoitus, massan siirtotapa sekä betonilaatan hiertotapa. Tässäkin asiassa nyrkkisääntönä on valita isoin raekoko kuin mahdollista. Maksimi raekoko on 32 mm ja pienin 4 mm. Liian pientä raekokoa tulee välttää kutis-tuman, viruman, halkeilun sekä ylimääräisen sementtiliiman vuoksi. Ongelmat ovat siis samat kuin liian notkean massan kanssa. (Mantila & Petrow 2014, 81.)

3.7 Betonityypit

3.7.1 Normaali tai nopeasti sitoutuva lattiabetoni

Normaalia tai nopeasti sitoutuvaa lattiabetonia käytetään Suomessa yleisimmin. Se soveltuu tyypillisimmin pintalattioihin, maanvaraisiin lattioihin sekä muihin hierrettäviin rakenteisiin. Sen ominaisuutena ovat helppo työstettävyys ja hierret-tävyys sekä vähäinen veden erottumien ja nopea sitoutuminen verrattuna raken-nebetoneihin. Nopeasti sitoutuva lattiabetoni puolestaan sitoutuu nimensä mu-kaisesti normaalia nopeammin ja onkin siksi soveltuvaa pakkasaikaan käytettä-väksi. (Mantila & Petrow 2014, 84.)

3.7.2 Tehonotkistettu lattiabetoni

Tehonotkistettua lattiabetonia käytetään erityistä kulutusta vaativissa kohteissa. Tehonotkistuksella voidaan saavuttaa jopa 1-luokan kulutuskestävyys. Notkistuksella on tarkoitus helpottaa betonin työlästä imukäsittelyä. Tehonotkistettu betoni saadaan aikaan vähentämällä vettä ja lisäämällä massaan notkistetta, joka vähentää kutistumaa. (Mantila & Petrow 2014, 85.)

3.7.3 Säänkestävä betoni

Säänkestävä betoni sietää nimensä mukaisesti pakkasrasitusta. Sitä käytetään yleensä ohuissa säälle alttiissa pinta-lattioissa sekä laattarakenteissa. Se on säänkestävää rakennebetonia parempi vaihtoehto, kun haetaan helpommin työstettävää betonia sekä massaa, joka sopii paremmin tiheästi raudoitettuihin kohteisiin. (Sorri 2019, 14.) Säänkestävä betoni on käytettävä riittävän nopeasti valmistuksen jälkeen sillä liiallinen massan sekoitus ja notkistus saattavat muuttaa säänkesto-ominaisuuksia. Varhaisjälkihoito sekä pinnan nopea kuivumisen esto on hoidettava huolellisesti käytettäessä säänkestävää betonia. (Mantila & Petrow 2014, 85.)

3.7.4 Nopeammin päällystettävä betoni

Nopeammin päällystettäviä betonilaatuja voidaan käyttää kaikissa rakennekohdeissa. Se soveltuu erinomaisesti muun muassa liittolaattoihin, pinta- ja kallistuslattioihin, massiivilaattoihin, kelluviin lattioihin sekä elementtisaumauksiin ja kosteudelle araan materiaalin pinnoittamiseen. NP-massan ominaisuus on sen nopea rakennekosteuden kuivumisnopeus ja varhaislujuuden kehitys. Huonona puolella sillä on kuitenkin suuren hieno- ja lisäainemäärän vuoksi lyhyt työstettävyyss-aika, jonka takia sitä ei kannata käyttää hitaissa valuissa. NP-massalla valetun lattian jälkihoito on tärkeää. Sitä ei saa päästää kastumaan eikä sitä saa kastella, jotta nopea kuivuminen voidaan saavuttaa. NP-betonia saa normaalisti valmistettuna lujuusluokkiin C25/30 ja C30/37. (Mantila & Petrow 2014, 85.)

3.7.5 Itsetiivistyvä lattiabetoni

Itsetiivistyvä lattiabetoni on nimensä mukaisesti itsestään tiivistyvää. Se ei tarvitse työstöön erillistä tiivistystä, joten sen työstäminen on nopeaa ja helppoa. Pinta tasataan ainoastaan siihen soveltuvalla erikoistyökalulla. Se on koostumukseltaan erittäin notkeaa ja osaava työryhmä saa sillä aikaan tasaisen lopputuloksen, jolloin tasoitettavan osuuden tarve vähenee huomattavasti. Käyttökohteiksi soveltuvat lattia- ja holvivalut, joissa halutaan minimoida tasoituksen tarve. Näitä ovat esimerkiksi pinnoitettavat betonilattiat ala- ja välipohjissa. (Mantila & Petrow 2014, 85.)

3.7.6 Teräs- tai polymeerilattiakuitubetoni

Teräs- tai polymeerikuitulattiabetoni on lattiabetonilaatu, johon tehtaalla sekoitetaan valmiiksi teräs- tai polymeerikuituja. Kuidut korvaavat osittain tai kokonaan lattialaatassa tarvittavan verkkoraudoituksen. Suurin hyöty on laatassa paraneva vetolujuus, kuormien kestävyys sekä sitkeän murtolujuuden paraneminen. Kelluviin lattioihin, kuten maanvaraiseen laattaan, se auttaa hillitsemään nurkkien ylösnousua. Kuitujen määrä on tyypillisesti riippuen suunnitellusta noin 30 kg/betoni-m³. Tyypillisimmät käyttökohteet ovat maanvaraiset laatat, ohuet pintalaatat ja kelluvat laatat. (Mantila & Petrow 2014, 87.)

4 MAANVARAISEN BETONILAATAN LAADUNVARMISTUS

4.1 Luokitusjärjestelmä

Maanvaraisen betonilaatan laadulle on kehitetty oma luokitusjärjestelmänsä, jonka tarkoituksena on esittää yleiset ja tärkeät laatutekijät, jotka voidaan sovitulla tavalla mitata valmiista rakenteesta. Laatutekijät on luokiteltu suoruuden, kulutuskestävyyden ja halkeamaleveyden mukaan. Näillä laatutekijöillä on tärkeä merkitys lattian käytölle. (Betoni, n.d.)

Lattioiden laatuluokka ilmoitetaan kirjain-numero-numero yhdistelmällä. Esimerkiksi B-3-III. Yhdistelmän ensimmäinen kirjain ilmoittaa suoruusvaatimuksen, toisena oleva numero puolestaan kulutuskestävyyden luokan ja viimeinen roomalainen numero halkeamien sallitun leveyden. Luokiteltujen laatutekijöiden lisäksi on erikseen määriteltäviä laatutekijöitä, joita käytetään tarvittaessa. Näitä ovat muun muassa karheus, sähkönjohtavuus, säilyvyys, kemiallinen kestävyys, värierot, kuitujen määrä pinnassa ja muu pinnan laatuun vaikuttava tekijä. (Betoni, n.d.)

Erittäin vaativiin kohteisiin luokituskoodin perään liitetään aina T-kirjain. Tämä tarkoittaa, että lattiaurakoitsijaa edustaa aloituspalaverissa FISE:n toteama betonilattiatyönjohdon pätevyyden omaava henkilö. Erittäin vaativien lattioiden kohteita ovat esimerkiksi laaja-alaiset ja saumattomat, kulutusrasitetut sekä valuolosuhteilta vaativat lattiat. (Betoni, n.d.)

TAULUKKO 1. Laatutekijöiden valintaohje tavanomaisella vaatimustasolla. (Betoni, n.d.)

Kohde	Laatuluokka		
	Suoruus	Kulutuskestävyys	Halkaaisu
Asunnot ja toimistot - Päälystettävät lattiat, sisätilat	A	3	III
- Parvekkeet ym. kylmät tilat ¹⁾	C	4	2)
- Käytävä	C	4	II
- Sauna- ja pesutilojen päälystettävät kaatolattiat	A	4	II
Teollisuuslattiat - tasaisuus tärkeä laatutekijä, kuten korkeat varastot (esim. trukkiliikenne)	A ₀ (A)	2	II (I)
- kulutuskestävyys tärkeä laatutekijä (esim. suuret liikennekuormat, vilkas liikenne, pienet ja kovat trukin pyörät)	B	1 (2)	I (I)
- teollisuuslattiat yleensä (esim. pienteollisuuslaitokset, kevyt teollisuus)	C	2	II
Pysäköintilaitokset - kulutuskestävyys ja pinnan karheus tärkeitä laatutekijöitä. Kaltevuudet suunniteltava niin, että lattialle ei muodostu lammikoita	B	2	II ²⁾
Toisarvoiset päälystämättömät tilat - esim. kellaritilat asuinrakennuksessa	C	3	II

¹⁾ Pakkaskestävyys varmistettava ulkorakenteissa

²⁾ Kantavissa rakenteissa noudatetaan voimassa olevien suunniteluohjeiden vaatimuksia

4.2 Suoruuksvaatimukset

Maanvaraisen betonilaatan suoruuksvaatimukset riippuvat kohteen käyttövaatimuksista. Laatan suoruus täytyy olla sellainen, että paikallaan tai liikkuvien laitteiden käyttö on mahdollista. Kaltevissa tiloissa vedenpoiston on toimittava kunnolla. Suoruuksa verrataan vaakasuoraan tasoon ja kaltevilla osilla nimelliskaltevuuteen. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 21.)

Jos maanvarainen betonilaatta pinnoitetaan tai päällystetään se asettaa omat vaatimuksensa pinnan suoruudelle. Pinnoitettavan laatan tulee täyttää suoruuksvaatimukset ohjekortin RT 14-11039 *Tasaisuuden mittaus* mukaan. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 21.)

TAULUKKO 2. Lattian suurimmat sallitut suoruukspoikkeamat. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 21.)

Suoruuspoikkeama		Mittausluokka L (mm)	Suurin sallittu poikkeama (mm)			
			A ₀	A	B	C
Hammastus			0	0	1	1
Poikkeama vaakasuurasta tai nimellisarvosta	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 ¹⁾	10	14	20	28

¹⁾Yli 50000 mm sovitaan tapauskohtaisesti.

Ajoluiskien ja vastaavien vaatimukset ja mittausmenetelmät sovitaan tapauskohtaisesti. Mahdolliset suoruuspoikkeamat koskevat aina kunkin valualueen rajaamalla alueella olevia poikkeamia.

4.3 Lattiapäällysteiden ja -pinnoitteiden asettamat vaatimukset

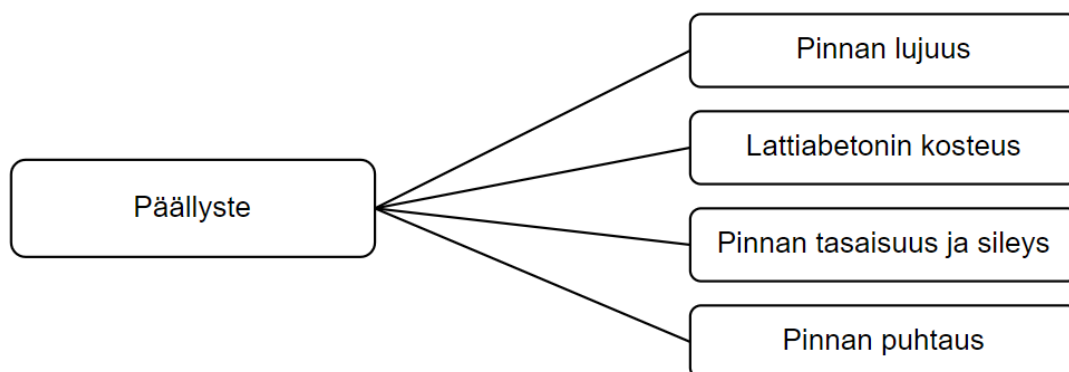
Maanvarainen betonilaatta voidaan päällystää monella eri tapaa, joka aiheuttaa erilaisia laatuvaatimuksia betonipinnalle. Erilaiset lattiapäällysteet on jaoteltu seuraavasti

- mosaiikki-, sauva-, lautaparketit ym. puulattiat
- pehmeäpohjaiset muovimatot sekä ilman pehmeää pohjaa olevat muovimatot ja muovilaatat

- linoleumi
- korkkilaatat
- kumimatot
- tekstiilimatot, joissa alusrakenteena kumi, PVC tai kumilateksisively
- luonnonmateriaalista tehdyt tekstiilimatot ilman alusrakennetta
- täyssynteettiset tekstiilimatot ilman alusrakennetta
- ohuet (8–12 mm) laatat
- paksut laatat. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 38.)

Lattioiden päällystämällä tarkoitetaan teollisesti valmistettua, joko valmista tai viimeistelyä vaille valmiin tuotteen asentamista betonipinnan päälle. Pinnoitus puolestaan tarkoittaa betonin päälle levitettävää pintakerrosta, joka saa ominaisuuksensa vasta levityksen aikana tai sen jälkeen. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 38.)

Pinnoitettavan tai päällystettävän betonilattian laatutekijöitä on useita. Kaaviossa 2 on esitetty päällysteen laatuvaatimukset.



KUVIO 2. Päällystetyypin aiheuttamat laatuvaatimukset. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 21.)

4.3.1 Pinnan lujuus

Maanvaraisessa laatussa käytettävä betonin lujuus valitaan suunnitteluvaiheessa tilan käyttötarkoituksen mukaan. Yleensä suositeltava lujuusluokka on C25/30. Korkealujuusbetoneja käytettäessä esiintyy pinnoittaessa tartunnan heikkenemistä, joten pohjusteen valinta ja käyttö on ensiarvoisen tärkeää. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 42.)

4.3.2 Pinnan sileys

Päällystettävän tai pinnoitettavan pinnan tulee olla sileä. Sileys ja karheus ovat tasaisuuden eri asteita, joista karheus tulee esille päällysteen läpi. Karheus johtuu pääasiallisesti hiertotyöstä. Pinnan sileys todetaan käsin tunnustelemalla. Eritysit huomiota kiinnitetään seinien ja pilarien ympäristöön. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 48.)

TAULUKKO 3. Eri päällystetyyppien asettamat käsittelyt sileysvaatimusten saavuttamiseksi. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 48.)

Päällystetyyppi	Päällystettävän pinnan käsittely
Maalaus Lakkaus Itsesiliävät muovimassat	Hiottu tai kyllin luja teräshierretty betonipinta, josta nystermät ja hiertojäljet hiottu pois.
Paksut muovimassat	Alusbetonin karhea pinta suositeltava.
Sementtipolymeerimassat	Alusbetonin karhea pinta suositeltava.
Sementtipohjaiset matot Tekstiilimatot	Teräshierro- tai tasoitepinta.
Muovimatot Muovilaatat	Hienotasoitepinta tai teräshierretty betonipinta, josta nystermät ja hiertojäljet hiottu pois.
Mosaiikkiparketti	Hiottu betonipinta tai kyllin luja tasoitettu tai teräshierretty betonipinta.
Sauvaparketti (puulevyalusta)	Vain tasaisuusvaatimus oleellinen, sileys yleensä riittävä.
Lautaparketti	Vain tasaisuusvaatimus oleellinen, sileys yleensä riittävä.
Keraamiset laatat	Hiottu pinta suositeltava.

4.3.3 Pinnan puhtaus

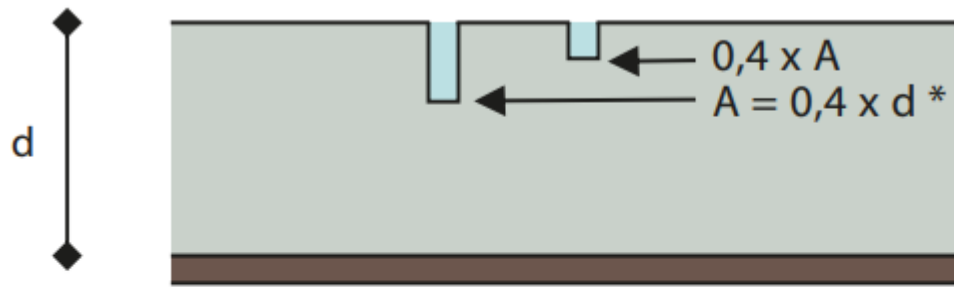
Päällystettävä tai pinnoitettava betonilaatta pitää olla puhdas eikä siinä saa olla imeytyneenä tai pintaan kiinnittyneenä liiallisia määriä siihen kuulumattomia aineita. Siveltävää, liimattavaa tai levitettävää päällystettä käytettäessä on kiinnitettävä erityistä huomiota pinnan puhtauteen. Puhtaus todetaan silmämääräisesti ja käsin tunnustellen. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 48–49.)

4.4 Lattiabetoni ja kosteus

Maanvaraisen betonilaatan kosteustekninen ymmärtäminen on tärkeä osa laadunvarmistusta. Ennen kuin valun jälkeisiä työvaiheita voidaan aloittaa, on laatan kuivuttava kunkin päällyste- tai pinnoitemateriaalin raja-arvon alapuolelle. Erityisesti kosteusherkkien materiaalien kannalta pitää päästä kriittiseen kosteusarvoon. Kriittinen kosteusarvo on mittatarkkuus huomioiden kosteusarvo arvostelumittasyvyydeltä. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 49.)

Maanvaraisen betonilaatan kosteustekninen käyttäytyminen eroaa tavanomaisista lattioista (välipohjista). Maanvaraisen betonilaatan kosteuspitoisuus voi kasvaa sillä sen toimintaan vaikuttavat maapohjan kosteussisältö, maapohjan, rakennekerrosten, betonilaatan ja pintarakenteiden vesihöyryn läpäisevyys. Pitkällä aikavälillä kosteasta maaperästä, jonka huokosvälikosteus voi olla lähes 100 % RH, voi nousta diffuusin vaikutuksesta kosteutta betonilaattaan. Tällöin pinnoitemateriaalin vesihöyrynläpäisevyydellä on tärkeä merkitys rakenteen toiminnan kannalta. Tämän vuoksi maanvaraista rakennetta on käsiteltävä aina kokonaisuutena. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 49–50.)

Betonilaatan päällystettävyyden ja pinnoituskosteus määritetään mittaamalla suhteellinen kosteus (RH%) betonista. Käytettävät mittausmenetelmät suhteellisen kosteuden määrittämiseen ovat porareikä- ja näytepalamittaus. Kosteus mitataan RT 10-103333 *Betonin suhteellisen kosteuden mittaus* mukaan, jossa on kuvattu yksityiskohtaisesti menetelmät sekä mittauksen tarkkuus. Päällystettävien lattioiden mittaus syvyys määrittyy rakenteen paksuuden mukaan. Kosteuspitoisuus varmistetaan mittaamalla kosteus sekä pinnasta (0–5 mm) että syvemmältä (0,4 x d*). Pinnoitettavien lattioiden kosteuden arvostelumittaus syvyys mitataan sekä pinnasta (0–5 mm) että 15 mm syvyydeltä betonipinnasta. Pinnoituksessa noudatetaan aina materiaalitoimittajan ohjeita 15 mm syvyydeltä ja pintamittauksesta joko materiaalitoimittajan tai suhteellisen kosteuden vaatimusta, joka on aina < 90 % RH. Pois lukien epoksi- ja akryylinpinnoitteet, joiden alustan kosteusraja-arvo on yleensä < 97 % RH. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 50–52.)



Liittolaatta tai maanvastainen laatta
(yhteen suuntaan kuivuva)

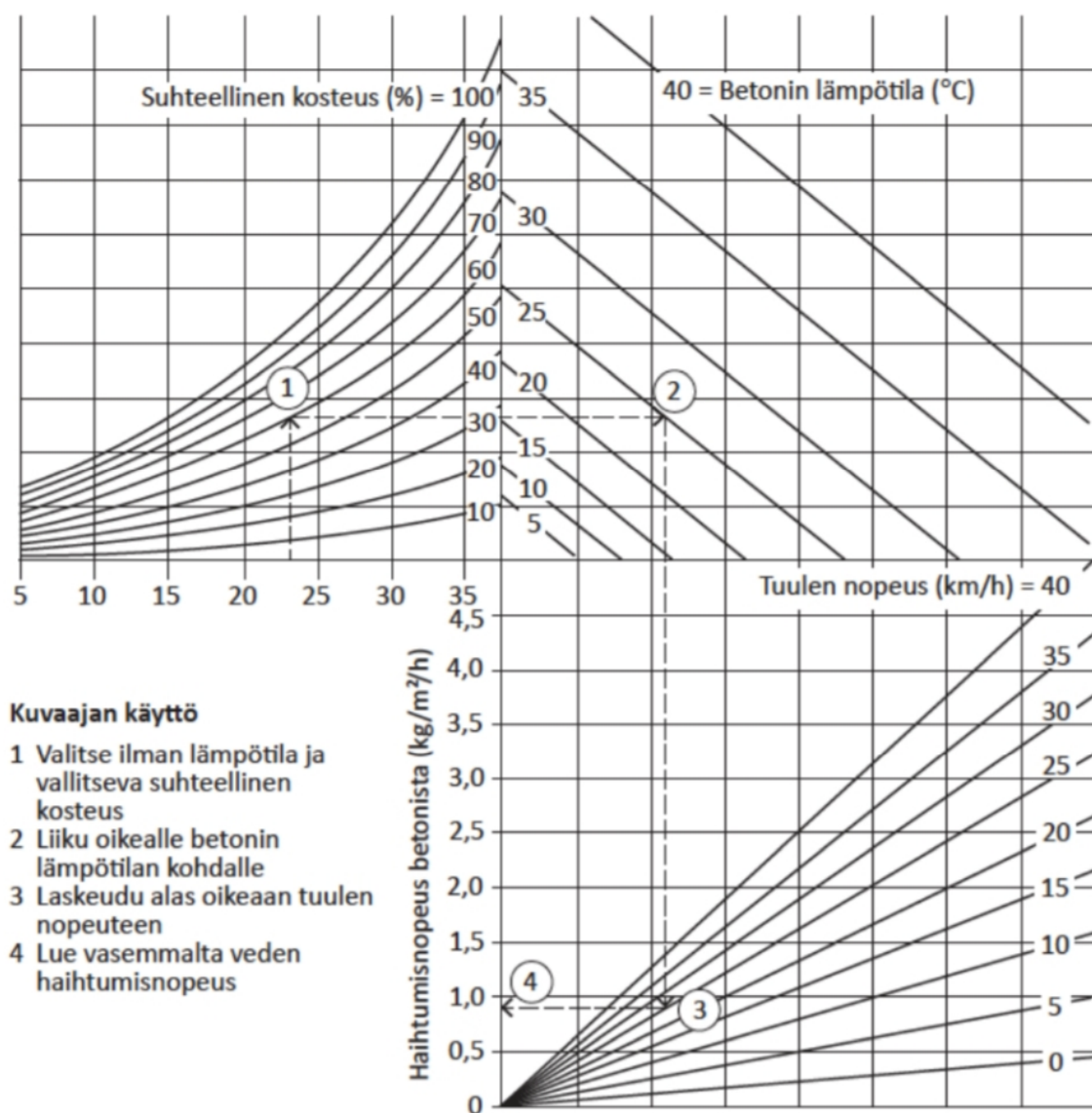
KUVIO 3. Periaatekuva mittaussyvyydestä (*mittaussyvyys enintään 70mm). (RT 10-103333 Betonin suhteellisen kosteuden mittaus 2021.)

4.5 Valuolosuhteiden hallinta

Yksi tärkeimpiä tekijöitä maanvaraisen betonilaatan laatuvaatimusten saavuttamisessa on valuolosuhteiden hallinta. Laatuvaatimuksista suurin osa kohdistuu betonilaatan yläpintaan, mikä korostaa olosuhdehallinnan tärkeyttä. Olosuhdehallinnan tarkoituksena on varmistaa betonin kohtuullinen sitoutumisaika ja estää liiallinen kosteuden haihtuminen betonin pinnalta. Huonoja olosuhteita ei voi korvata työmenetelmiä tai betonin koostumusta muuttamalla. Tärkeimmät valuolosuhdetekijät ovat ilman, valualustan ja betonin lämpötila sekä ilmavirtaukset, auringonpaiste, ilman kosteuspitoisuus ja valaistus. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 166.)

Lämpötilalla on oleellinen merkitys tuoreen betonin ominaisuuksiin. Betonin oma lämpötila vaikuttaa sitoutumiseen. Betonin matala lämpötila hidastaa sitoutumista sementtityypistä riippumatta. Karkeana sääntönä lämpötilan noustessa kymmenellä asteella sitoutumisaika puolittuu ja laskiessa puolestaan kaksinkertaistuu. Valutilan, massan ja ympäröivien rakenteiden yhtäläinen ja tasainen lämpötila antaa ihanteellisimmat olosuhteet betonivalun onnistumiselle. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 168.)

Valutilan lämpötilan tulisi olla vähintään $+10^{\circ}\text{C}$ saavutettuna edellisenä päivänä, jotta ympäröivät rakenteet saavuttavat myös tasaisen lämpötilan. Vetäviin kohtiin kuten nurkkiin ja oviaukkoihin täytyy kiinnittää erityistä huomiota, että ne pysyvät tasalämpöisinä. Ilmavirtaukset lisäävät kosteuden haihtumisnopeutta ja kuivattavat nopeasti betonipintaa tehden sen alttiiksi halkeilulle. Siksi työnaikaiset aukot rakennuksen vaipassa olisi syytä olla suljettuna. Valutilan lämmitystä ei suositella kuin vasta laatan ollessa suojattu. Mitä korkeampi ilman lämpötila on, sitä nopeammin betoni sitoutuu, jolloin sen hiertokelpoisuusaika lyhenee. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 168.)



KUVIO 4. Ympäristöolosuhteiden vaikutus kosteuden haihtumisnopeuteen betonin pinnalta. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 167.)

5 MAANVARAISEN BETONILAATAN TOTEUTUS KÄYTÄNNÖSSÄ

Tässä luvussa on esitelty maanvaraisen betonilaatan toteutus käytännön tasolla. Luvussa kerrotaan pääpiirteittäin maanvaraisen betonilaatan työvaiheet sekä tarkastellaan toteutusta pääurakoitsijan työnjohdon näkökulmasta. Aliurakan toteutuksen aikana työnjohdon on otettava huomioon, varmistettava ja valvottava erilaisia tekijöitä töiden aikana, jotta päästään onnistuneeseen lopputulokseen. Toteutuksen käsittelyn apuna on käytetty kuvia esimerkkityömaalta, jossa opinnäytetyön kirjoittaja oli työnjohtoharjoittelussa kesän 2022 aikana.

5.1 Alustäytön rakentaminen

Maanvaraisen betonilaatan työt aloitetaan rakennuksen alapohjan täyttötöillä. Maanrakennusurakoitsija tekee koneillaan täytöt sekä massojen tiivistykset rakennuksen sisäpuolelle. Pohjamaan päälle asennetaan ensimmäisenä suodatinkangas, jolla estetään pohjamaan ja täyttökerroksen sekoittuminen. Sen tarkoituksena on myös auttaa kuivattamaan pohjamaan pintaa. Suodatinkangas on asennettava aina kun perusmaa on savea, silttiä tai moreenia. Jos täyttöjä tehdään liian märälle pohjamaalle se voi löyhtyä, erottua, jäädä märäksi ja myöhemmin painua valmiin betonilaatan alla. (Betonilattiat kortisto n.d., 45–46.)

Täyttömateriaalina käytetään routimatonta kalliomursketta tai soramoreenia, joka ei saa sisältää humusta. Tiivistys suoritetaan käyttäen raskasta tärylevyä 80–150kN. Tiivistystä tehtäessä työnjohdon on huomioitava kosteusolosuhteet, eikä liian märkää täyttöä saa tiivistää. Tiivistettäessä liian märkää maata, vesi nousee pintaan ja estää täyttö- ja pohjamaan rajan tiivistymisen. Liian heikko tiivistys aiheuttaa myöhemmin painaumia rakenteissa. (Betonilattiat kortisto n.d., 45–46.)

Täyttökerroksen jälkeen pintaan levitetään 6–32 mm sepelistä 200–300 mm paksuinen salaojitus-/kapilaarikerros. Suosituksena käytetään 300 mm paksua kerrosta, jos sepeliä ei ole pesty. Sepeli levitetään kauttaaltaan lattiapohjan alle tasaisena kerroksena ja tasaisuus on varmistettava n. 3 m ruuduissa sekä tarkistettava viemärien ja kaivojen kaadot. Sepelikerroksen tasaisuus on työnjohdollisesti yksi tärkeimmistä tarkastettavista osuuksista sillä se vaikuttaa koko lattia-valun laatuun. (Betonilattiat kortisto n.d., 45–46.)



KUVA 1. Esimerkkikohteen tiivistetty täyttömaa ja salaojakerrosta.

Täyttömaalle tulee tehdä tiiveys- ja kantavuusmittauksia maanrakennusurakoitsijan tekemien töiden aikana. Mittaukset tehdään pohjarakennesuunnittelijan määrittelemässä laajuudessa sekä menetelmin. Suositeltava laite mittauksiin on kevyt pudotuspainolaite, esimerkiksi Loadman-laite. Kokonsa puolesta se mahtuu helposti pienempiin paikkoihin ja tulos on välittömästi luettavissa pudotuksen jälkeen. Laite sopii noin 20–50 cm täyttökerroksiin. Jos täyttökerros on paksumpi, täytyy mittauksia tehdä myös välikerroksista. Täyttömaan tulee täyttää tiiveysluokka 1 tai 2 riippuen suunnitelmien asettamista vaatimuksista. Työnjohdon on varmistettava tiiveys teettämällä asianmukaiset kantavuus ja tiiveys kokeet sekä saatava näistä asianmukaiset dokumentit. (Betonilattiat kortisto n.d., 45–47.)

5.2 Eristeasennukset

Huolella tiivistetyn ja tasoitetun salaojituserroksen jälkeen on vuorossa eristeasennukset. Sitä ennen on työnjohdollisesti tärkeää tarkistaa, että salaojituskerrokseen tulevat talotekniikka-asennukset ovat paikallaan. Eristeasennusten jälkeen niiden lisääminen tai korjaaminen on erittäin työlästä.

Eristeasennukset tehdään rakennesuunnittelijan laatimien suunnitelmien mukaan. Eristeet ladotaan paikalleen käsin. Työstöön käytetään mattoveistä, käsisahaa tai eristeleikkuria. Työnjohdollisesti on tarkastettava ja valvottava työn aikana oikeiden materiaalien käyttö, paksuudet, kantavuudet, saumojen limitykset sekä mahdolliset vahvennokset esimerkiksi lattian reuna-alueilla. Eristekerrokseen tulevat talotekniikka-asennukset täytyy myös asentaa tässä vaiheessa ja varmistaa että ne tulevat suunnitelmien mukaan.



KUVA 2. Esimerkkikohteen eristeasennuksia sekä eristekerrokseen tulevia lämpölinjoja.

5.3 Raudoitus

Maanvaraisen betonilaatan rakennusjärjestyksessä seuraavana on vuorossa raudoitus. Betonilaatan raudoitukseen käytetään yleensä valmiita raudoitusverkkoja. Verkoissa käytetty tankokoko määräytyy suunnitelmien mukaan. Verkot asennetaan käsin oikeaan paikkaan. Asennus tapahtuu keskeisesti betonilaatan nostamalla ne ylös alustastaan käyttäen apuna yksittäisiä raudoitusvälikkeitä tai jatkuvia tankovälikkeitä. Välikkeet asennetaan jaolla k 750 mm. Raudoitusverkot limitetään kahden silmän verran jokaisessa valualueessa, jotta rakenne pysyy yhtenäisenä. Verkot sidotaan yhteen kuparista tai raudasta valmistetulla sidelangalla. Raudoitusasennusten yhteydessä asennetaan liikuntasaumot suunnittelijan määrittämiin paikkoihin, joilla estetään hallitsematonta halkeilua betonilaatassa. Tällä tavalla syntyy helposti myös erilliset valualueet. Esimerkkikohteessa käytettiin muovisia K-Form liikuntasaumalaitteita, jotka ruuvattiin suoraan kiinni eristeeseen tarkoitukseen soveltuvilla eristeruuveilla.

Raudoitustyössä seuraavana on vuorossa kaikkien verkotettujen valualueiden rengasraudoitukset sekä lisäraudoitukset. Rengasteräokset asennetaan kiertämään jokaisen valualueen tai tilan ympäri. Niiden tarkoitus on estää kuivumiskutistumisesta aiheutuva reunojen nousu. Lisäraudoitukset ovat suunnittelijan määrittämiä, esimerkiksi pilarin tai kaivon ympärille, jotka estävät niin ikään kuivumiskutistuman aiheuttamaa halkeilua.

Muita mahdollisia betonivaluun tulevia asennustöitä ovat laatan maadoituskaapelioiden sitominen raudoituksiin sekä paksuihin valukohtiin, laatanvahvennoksiin tulevat lämmityskaapeli-asennukset. Lämmityskaapelioiden tarkoitus on varmistaa, että vahvennokset kuivuvat tasaisesti muun laatan mukana.



KUVA 3. Esimerkkikohteen K-Form liikuntasaumalaite oviaukossa.



KUVA 4. Esimerkkikohteen raudoiteasennuksia.

5.4 Vesikiertoinen lattialämmitys

Raudoitustöiden yhteyteen oleellisesti liittyy vesikiertoisen lattialämmityspotkiston asennus, jos kohteeseen on se suunniteltu. Lattialämmityspotkien asennus

aloitetaan valmiiksi raudoitetusta tiloista. Putket asennetaan erillistä lattialämmityssuunnitelmaa noudattaen, jotta vesi kiertää putkissa oikein. Varsinainen putkien asennus tapahtuu jakotukeilta alkaen kiertämällä koko tilan lattia suunnitelmien mukaisella määrällä lämmitysputkea. Putket asennetaan sitomalla ne rautalangoilla suoraan raudoitusverkkoon kiinni. Näin ne pysyvät paikallaan betonointivaiheessa. Työnjohdolle merkittävimmät valvonnan ja tarkastusten paikat ovat suunnitelmien mukainen asennus, suojaputkien asennus liikuntasauvojen kohdalla sekä nousukohdat jakotukkien kohdalla. Jakotukkikaapin ja betonilaa- tasta nousevien lämmitysputkien pitää osua väliseinien sisälle, jolloin vältetään turhien koteloiden teko. Sen vuoksi on suositeltavaa merkata väliseinien paikat merkintämaalilla eristekerrokseen. Valokuvaus LL-putkien asennuksista on suositeltavaa varsinkin kohdissa, joissa ne alittavat väliseiniä.



KUVA 5. Esimerkkikohteen lattialämmitysputkiasennuksia.

5.5 Betonointi

Työvaiheista seuraavana on vuorossa betonivalu. Valutyö aloitetaan suunnittele- malla se huolellisesti. Ensimmäisenä on tärkeä pitää tilaajan ja urakoitsijan kes- ken aloituspalaveri, josta on kerrottu tarkemmin luvussa 2.2. Työssä on otettava

huomioon, että lattian kuivumiselle ja jälkihoidolle jää riittävä aika ennen seuraavien työvaiheiden aloitusta. Työsaavutukset päivää kohden kannattaa suunnitella niin että valualueet osuvat valmiiden liikuntasaumojen kohdalle eikä näin ollen työsaumojä vaadita.

5.5.1 Toimenpiteet ennen valua

Ennen betonilaatan valun aloitusta työnjohdon on huolellisesti kierrettävä ja tarkastettava, että edelliset työvaiheet ovat varmasti valmiita ja valu voidaan suorittaa. Tarkistuksen kohteena ovat eristepohjan tasaisuus, vaadittavat raudoitteet, irrotuskaistat seinillä ja talotekniikan ympärillä, liikuntasauhat, suojaputket, radonkaistat sekä tarvittavat valutukkeet. Lisäksi viemärien ja kaivojen paikat sekä lattialämmityspotket tulee tarkastaa, jotta ne eivät jää seinien alle. Märkätiloissa kaivoille ja viemäreille tehdään juurivalu tai uretaanikiinnitys alustaan, jotta ne saadaan suoraan, oikeaan korkoon ja niille saadaan tehtyä riittävä kaato valun yhteydessä. Märkätiloihin tulevat kaatoalueet on hyvä merkata kulmista esimerkiksi harjateräksen pätkillä ja käydä valuryhmän kanssa läpi. Lattiakaadoista tarvitaan erillinen suunnitelma suunnittelijalta, jonka mukaan lopulliset kaadot tehdään. Seiniin kannattaa merkata 1 m korkeuteen korkomerkki avustamaan valuryhmää tasaisen pinnan aikaansaamiseksi.



KUVA 6. Esimerkkikohteen valuvalmista aluetta.

Ennen valua on vielä päätettävä betonoinnissa käytettävä massa, kuljetus- ja siirtotapa. Kuljetus- ja siirtotapa valitaan kohteen vaatimuksien mukaan. Yleisin tapa kuljettaa ja siirtää massa betonipumppuautolla. Massan valinnassa noudatetaan lähtökohtaisesti suunnitelmissa määriteltyjä betonityyppejä. Esimerkkikohteen valittiin NP-massa aikataulullisista syistä. Massan valmistus, siirto ja kuljetus on nykyään erittäin vaivatonta, koska sille löytyy lähes aina oma alihankintaketjunsuoraan betonin valmistavan tehtaan kautta paikkakunnasta riippumatta.

5.5.2 Betonivalu

Kun on saatu varmistuttua, että valettava alue on kunnossa, voidaan aloittaa itse valutyö. Betonivalun kulku on seuraava

- valu (levitys, vibraus ja tasoitus)
- hierto
- jälkihoito
- sementtiliiman poisto.

Betonilaatan valu aloitetaan aina kohteen kauimmaisesta nurkasta pumppuautoon nähden. Betonivalun työryhmään kuuluu vähintään kolme työntekijää: massan levittäjä, liippaaja sekä tiivistäjä. Tarvittaessa ryhmä voi olla isompi. Betonimassan levittäjä levittää massaa suoraan pumppuautosta tulevan letkun avulla kohteeseen. Valu tapahtuu kaista kerrallaan laidasta toiseen. Betonimassa levitetään esimerkiksi lapiolla ja tiivistetään sauvamaista tärytintä apuna käyttäen. Liiallista tiivistystä on kuitenkin vältettävä, ettei betonimassassa tapahdu erottumista.

Levityksen ja tiivistyksen jälkeen pinta tasataan betoniliipalla. Pinta tasataan oikeaan korkotasoon tekemällä massaan liipan välille oikeassa korkotasossa olevia merkkejä, joiden avulla välit tasataan. Onkin suositeltavaa, että pinta jätetään alkulevityksessä 10–20 mm lopullista korkoa ylemmäs. (Sarkaranta 2011, 45.) Lopullisen korkotason määrittämisessä käytetään apuna tasolaseria sekä ennakoon seiniin merkattua 1 m korossa olevaa merkkiä.



KUVA 7. Esimerkkikohteen tasoitettu valu.

5.5.3 Pinnan hierto

Oikeaan korkoon tasoitetun valun seuraava työvaihe on pinnan hierto. Sillä saadaan aikaan betonilaatan pinnan lopullinen tasaus. Hierto vaikuttaa pinnan laatuun, ulkonäköön, tasaisuuteen ja kulutuskestävyyteen. Hiertokertojen määrä riippuu millaiset olosuhteet, laatuvaatimukset sekä pinnoite laattaan on tulossa. (Sarkaranta 2011, 47.) Tavoiteaika hierron aloitukselle on neljän tunnin kuluessa valusta. Hiertovalmiin massan tunnistaa, kun pintaan erottuva vesi on poistunut eikä hiertokaan nosta sitä enää pintaan. (Suomen Betonilattiayhdistys ry 2018, 170–171.)

Hierto tehdään koneellisesti, kun betonivalu on sitoutunut niin että se kestää koneen ja työntekijän painon. Koneita on sekä päältä ajettavaa että käsin työnnettävää mallia. Koneellinen hierto aloitetaan levyllä ja lopullinen pinta saavutetaan siivillä hiertämällä. Siivillä tehty hierto viimeistelee pinnan sileyden. Saumakohdat, reunat ja ahtaat paikat viimeistellään käsin. (Suomen Betonilyhdistys ry 2018, 171.)

6 JÄLKIHOITO

6.1 Jälkihoidon tarkoitus

Jälkihoito on tärkeä työvaihe valun jälkeen. Se jaetaan tavallisesti heti valun jälkeen aloitettavaan varhaisjälkihoitoon sekä hiertojen jälkeen tehtävään varsinaiseen jälkihoitoon. Sen tarkoituksena on varmistaa oikeat kosteus- ja lämpötilaolosuhteet sekä suojata betonia ulkoisilta rasituksilta kovettumisen alkuvaiheessa. Jälkihoidon ensisijaisin tarkoitus on estää liian aikainen kuivuminen. Talvella sen tarkoitus on estää betonimassan liian nopea jäähtyminen sekä jäätyminen. Oikea ja huolellinen jälkihoito vaikuttaa seuraaviin tekijöihin myönteisesti

- pinnan lujuus ja kulutuskestävyys
- pinnan tiiviys
- pinnan pölyävyys
- pintalattian tarttuvuus alustaan
- päällystettävyyys
- halkeiluriski. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 174.)

Puutteellinen tai kokonaan tekemättä jätetty jälkihoito vaikuttaa koko betonilaatan laatuun ja sille asetettuihin vaatimuksiin. Puutteellisen jälkihoidon seurauksena betonipinta kuivuu liian nopeasti, josta aiheutuu muun muassa halkeilua, heikkolujuista pintaa sekä pölyävyyttä.

6.1.1 Varhaisjälkihoito

Varhaisjälkihoito tehdään pinnan oikaisun ja tiivistyksen yhteydessä. Valutilan ilmavirtauksen ollessa suuri, suhteellinen ilmankosteus on alhainen tai betonipinnan lämpötila on korkea, varhaisjälkihoito on merkittävää. Varhaisjälkihoito on tehtävä myös käytettäessä notkistettuja, säänkestäviä ja korkealujuusbetoneita. Varhaisjälkihoito toteutetaan sumuttamalla pinnalle jälkihoitoainetta, pitämällä pinta kosteana vesisumulla tai levittämällä pinnalle muovikalvo. (Sarkaranta 2011, 56)

6.1.2 Varsinainen jälkihoito

Varsinainen jälkihoito estää betonipinnan liiallisen kuivumisen ja sillä taataan hierron jälkeen suotuisat kovettumisolosuhteet. Olosuhteilla on suuri merkitys jälkihoidolle ja oikeat jälkihoitotoimenpiteet takaavat hyvän lopputuloksen. Varsinainen jälkihoito suoritetaan samaan tapaan kuin varhaisjälkihoitokin. Betonipinnalle sumutetaan jälkihoitoaine, suojaamalla pinta muovikelmulla, kastelemalla pintaa jatkuvasti tai kastelemalla ja levittämällä pinnalle muovikeltu. (Suomen Betonilattaiyhdistys ry 2018, 176.) Käytettäessä nopeasti kuivuvia betonityyppejä, varsinaisena jälkihoitona ei saa käyttää kuitenkaan kastelua, jotta nopea pinnoitettavuusvalmius säilyy. (Sarkaranta 2011, 57).

Jälkihoidon aika riippuu vallitsevista olosuhteista. Aurinkoisiin tai tuulisiin sekä alle RH 50 %:n olosuhteisiin jälkihoidon aika tulisi olla 7 vuorokautta. Talvisiin ja kosteisiin olosuhteisiin, joissa RH nousee yli 80 %:n lattian jälkihoitoaika tulisi olla vähintään 3 vuorokautta. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 171.)

7 TOIMENPITEET ENNEN SEURAAVIA TYÖVAIHEITA

Maanvaraisen betonilaatan työt eivät pääty vielä täysin valun jälkeiseen hiertoon ja jälkihoitoon. Ennen seuraavia vaiheita betonilaatalle on tehtävä urakoitsijalle kuuluva hionta. Työmaan työnjohdon on puolestaan varmistettava kuivumisen edellytykset ja seuranta. Betonilaatan vaadittu RH on edellytys muun muassa pinnoitus-, päällystys-, vedeneristys- ja väliseinätöille. Esimerkiksi liian kostealle betonilaatalle aloitetut päällystys- tai väliseinätyöt voivat aiheuttaa sisäilmaongelmia myöhemmin kosteuden imeytyessä materiaaleihin.

Ensimmäiseksi tehtävä betonilaatan hionta tapahtuu työnnettävällä hiontakoneella. Hionta aloitetaan heti, kun betonilaatta sen kestää. Mitä pidemmälle hionnan aloitus venyy, se on aina työläämpää. Hionnan tarkoitus on poistaa pinnasta sementtiliima sekä jälkihoitoaineet. Niiden poisto on tärkeää, jotta tuleva päällyste tai pinnoite tarttuu kunnolla alustaan. Hionnan yhteydessä syntyvä pöly imuroidaan työnaikana pois.

Työmaan työnjohdon tehtäviin valun jälkeen tärkeimpänä kuuluvat kuivumisen seuranta sekä varmistaa oikeat olosuhteet kuivumiselle. Kosteusprosentin mittaaminen kannattaa tilata asianmukaiselta yritykseltä, jotta saadaan riippumaton ja varma tulos kosteudesta. Betonilaatan kosteuden mittaukseen on käytettävissä nykyään valuun asennettavia etäluettavia antureita, mutta lopullinen kosteusprosentti pitää mitata aina porareikä- ja näytepalamittauksella. Menetelmistä sekä olosuhteista on kerrottu tarkemmin luvuissa 4.4 ja 4.5.

8 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli luoda kirjallinen työohjeistusmalli maanvaraisen betonilaatan toteutuksesta alihankintana. Lopputuloksena on esimerkkikohteen avulla luotu vaihe vaiheelta ohjeistus maanvaraisen laatan toteutuksesta. Ohjeistus on tarkoitettu eritoten työmaan pääurakoitsijan työnjohdolle. Tähän lopputulokseen päästiin mielestäni hyvin asian laajuudesta huolimatta. Aihetta jouduttiinkin rajaamaan laajuuden vuoksi ja tämän vuoksi suurin huomio on annettu valutoille sen ratkaisevan aseman vuoksi koko rakenteessa.

Kokonaisuutena maanvaraisen betonilaatan toteutus on käsitelty hyvin. Teoria osuudessa on pyritty käsittelemään aihetta mahdollisimman laajasti keskittyen kuitenkin tärkeimpiin vaikuttaviin tekijöihin. Opinnäytetyötä kirjoittaessa huomattiin suurimpien tekijöiden liittyvän työn laatuun tai olosuhteisiin. Teorian, lähdemateriaalin ja betonityömääräyksiin perustuvan faktan lisäksi opinnäytetyössä on hyvänä lisänä käytetty esimerkkikohtetta havainnollistamaan laatan toteutusta käytännössä.

Maanvaraisen betonilaatan toteutus ei kuitenkaan suju käytännössä täysin teoriapohjaisesti vaan on otettava huomioon eri työvaiheiden ammattilaisten näkökulmia. Ne aiheuttavat haasteita ja työmaan työnjohdolle sekä muille urakoitsijoille ja lisäävät toteutusvirheiden mahdollisuuksia. Erilaisten virheiden käsitteelyyn olisin tarvinnut enemmän esimerkkikohteita tai muuta materiaalia, joten niiden käsittely jäi vähäiseksi. Joitakin pahimpia virheitä on pyritty mainitsemaan, jottei niitä ainakaan tehtäisi seuraavissa kohteissa.

Kehityskohteenä jatkon kannalta olisi tavat ennaltaehkäistä mahdollisia virheitä betonilaatan työmaatoteutuksessa. Tapoina voisi olla tässä opinnäytetyössä esitetyt ohjeet sekä erilaiset seuraustoimenpiteet valutyössä, erityisesti kosteudenhallinnassa. Virheiden esilletulo maanvaraisessa betonilaattarakenteessa kestää yleensä kauan, joten niitä olisi ehkä jatkon kannalta hyvä tutkia omana opinnäytetyönä.

LÄHTEET

Maanvastainen betonilaatta. n.d. Sisäilmayhdistys. Verkkosivu. Viitattu 18.1.2023.

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

Suomen Betoniyhdistys ry. 2018. Betonilattiat. BY 45/BLY7. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy. Viitattu 18.1.2023.

Jackon. n.d. Eristä oikein. Maanvastainen lattia. Verkkosivu. Viitattu 20.1.2023
[Maanvastainen lattia \(jackon.fi\)](https://www.jackon.fi/maanvastainen-lattia)

Suomen Betoniyhdistys ry. 2019. Betonirakenteiden työmaatoteutus. BY71 RIL 149-2019. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry. Viitattu 10.2.2023.

Kankainen, J. & Junnonen, J-M. 2016. Urakoitsijan Sopimusasiat. Helsinki: Rakennustieto Oy. Viitattu 20.2.2023.

Mäki, T., Mittaviiva Oy; Sahlstedt, S. & Mittaviiva Oy; Mäkeläinen, J. 2016. Perehdyttäminen rakennustyömaalla. Työturvallisuuskeskus. Verkkosivu. Viitattu 28.2.2023.

[Perehdyttäminen rakennustyömaalla - Työturvallisuuskeskus \(ttk.fi\)](https://www.tyoturvallisuuskeskus.fi/tutkimusraportit/perehdyttaminen-rakennustyomaalla)

Koski, H., Koskenvesa, A., Mäki, T. & Kivimäki, C. 2010. Rakentamisen tuotantotekniikka. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Betoni. n.d. Betonilattioiden laatuvaatimukset. Verkkosivu. Viitattu 5.3.2023.
<https://betoni.com/suunnittelu/arkkitehtisuunnittelu/lattiat/laatuvaatimukset/>

Rakennusteollisuus RTT ry, Betoniteollisuus ry, Betonilattiyhdistys ry, n.d. Betonilattiat kortisto. Verkkosivu. Viitattu 14.2.2023
<https://www.rudus.fi/Haku?term=betonilattiat+kortisto#>

Mantila, A. & Petrow, S. 2014. Lattiabetonin valinta. Betonilehti 3/2014. Verkkosivu. Viitattu 3.2.2023.
https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/09/BET1403_76-89.pdf

Sorri, N. 2019. Betonilattian valu- ja pinnoitusvaiheen suunnittelu ja toteutus. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Viitattu 3.2.2023.
https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/227922/Sorri_Niilo.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Sarkaranta, J. 2011. Lattiavalujen pohjatyöt, valutyö ja jälkihoito. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Viitattu 2.3.2023.
https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/28955/Sarkaranta_Janne.pdf?sequence=1&isAllowed=y

RT 10-103333 Betonin suhteellisen kosteuden mittaus. 2021. RT-kortisto. Rakennustieto Oy. Viitattu 15.3.2023. Vaatii käyttöoikeuden. <https://kortistot.rakennustieto.fi/>

LIITTEET

Liite 1. Työnjohdon muistilista maanvaraisen betonilaatan toteutuksen avuksi

Alusrakenteet

- suunnitelmien mukainen toteutus
- suodatinkangas
- kantavuus- ja tiiveysmittaukset
- viemärien ja kaivojen kaadot
- salaojakerrokseen tuleva talotekniikka
- salaojakerroksen tasaisuus
- valokuvaus

Eristeasennukset

- suunnitelmien mukainen toteutus
- eristekerrokseen tuleva talotekniikka
- saumojen limitys
- eristevahvennokset esim. reuna-alueilla
- valokuvaus

Raudoitukset

- suunnitelmien mukainen toteutus
- eristekerroksen tasaisuus ennen raudoitusten aloitusta
- radonkaistat ovat paikoillaan
- raudoitusverkkojen ja irtotankojen limitykset
- liikuntasaumalaitteet
- raudoitusvälikkeet k750
- rengas- ja lisäraudoitukset
- valokuvaus

Lattialämmityspotket

- suunnitelmien mukainen asennus
- suojaputket tarvittaviin paikkoihin
- riittävä sidonta raudoitukseen
- valokuvaus

Betonivalu

- suunnitelmien mukainen toteutus
- tehtäväsuunnitelma ja mahdolliset muut suunnitelmat
- betonin kuljetus- ja siirtotapa
- betonimassan valinta
- eristepohjan tasaisuus
- raudoitukset
- irrotuskaistat
- liikuntasaumat
- suojaputket
- radonkaistat
- valutukkeet
- viemärien ja kaivojen paikat
- LL-putket
- märkätilojen kaatoalueiden merkintä
- juurivalut tai uretaanikiinnitys kaivoille ja viemäreille
- korkomerkintä valuryhmälle seinään
- valokuvaus

Valun jälkeen

- jälkihoidon toimeenpano ja valvonta
- kosteuden seuranta ja mittausten teettäminen