

Ville Mestari

Maakostealla betonilla valmistettujen ja perinteisten betonilattioiden vertailu kerrostalokohteessa

Maakostealla betonilla valmistettujen ja perinteisten betonilattien vertailu kerrostalokohteessa

Ville Mestari
Opinnäytetyö
Kevät 2019
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma, talonrakentamistekniikka

Tekijä: Ville Mestari

Opinnäytetyön nimi: Maakostealla betonilla valmistettujen ja perinteisten betonilattioiden vertailu kerrostalokohteessa

Työn ohjaaja: Martti Hekkanen

Työn valmistumisaika: Syksy 2019

Sivumäärä: 41+10

Opinnäytetyön tilaajayritys Peab Oy oli havainnut ongelmia kerrostalokohteiden pintalattioissa. Ongelmia esiintyi esimerkiksi pintojen laadussa sekä kuivumisajojen pituudessa. Heikko pinnanlaatu aiheuttaa ylimääräisiä oikaisu- ja tasointustöitä. Pitkät kuivumisajat taas venyttävät pahimmillaan hankkeen aikataulua. Tilaajayritys halusi kokeilla maakosteaa betonia märkätilojen kaatolattioiden teossa ja selvittää, minkälaisia käyttömahdollisuuksia sillä on kerrostalojen pintalattioissa. Työssä haluttiin vastaus sille, voidaanko maakosteaa betoni valitsemalla välttää pintabetonilattioissa havaittuja ongelmia.

Opinnäytetyön tavoitteena oli vertailla maakosteasta betonista valmistettuja lattioita perinteisiin betonilattioihin. Työn tavoitteena oli muodostaa aineistoa, josta on tulevaisuudessa hyötyä yritykselle valittaessa lattiaratkaisua esimerkiksi kerrostalokohteeseen.

Työssä tutkittiin, mistä tekijöistä onnistunut pintalattiatyö koostuu ja miten erilaiset menetelmävalinnat niihin asioihin vaikuttavat. Lisäksi käytiin läpi maakostean betonin erityispiirteet ja sen käyttö lattiamateriaalina

Maakosteaa betonia tutkittiin perehtymällä kirjallisuuteen sekä haastattelemalla alan ammattilaisia. Työssä haastateltiin Peab Oy:n toimihenkilöitä sekä maakosteasta betonista lattioita valmistavia urakoitsijoita. Lisäksi käytettävänä oli esimerkiksi kustannustietoja ja kosteusmittaustuloksia Peab Oy:n kahdesta kerrostalokohteesta.

Opinnäytetyössä todettiin, että maakosteaa betoni on erittäin käytännöllinen ja ominaisuuksiltaan erinomainen valinta kerrostalokohteen pintabetonilattioiden lattiabetoniksi. Maakostealla betonilla voidaan saavuttaa monia etuja normaaleihin lattiabetoneihin nähden, sillä sen käytöllä on mahdollista nopeuttaa kuivumista ja vähentää työmäärää.

Avainsanat: Maakosteaa betoni, pintabetonilattia, kerrostalo

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Civil Engineering, House Building Engineering

Author(s): Ville Mestari

Title of thesis: Comparison of semi-dry concrete floor and traditional concrete floor in apartment building

Supervisor(s): Martti Hekkanen

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2019 Number of pages: 41+10

This thesis was made because of the weak surface quality and long drying times that were observed in concrete floors. Because of these problems the company wanted to try new method for bathroom floors. The company wanted also to examine the possibilities of semi dry concrete in apartment buildings's floors.

The goal of this thesis was to compare normal concrete floors to semi-dry concrete floors. The thesis also examines the factors that make floor successful and how different methods affect to these things. This thesis also reviews the qualities of the semi-dry concrete and the process of using it in floors.

Thesis was executed by scoping the literature that has been written about the topic and interviewing professionals of this line of business. There were also data from Peab Oy's building sites that were used for this thesis, for example expence-data and results from humidity measurements.

Meaning of this thesis was to create comparison data for the company which they can use in their projects in the future. The data was made to help choosing and planning the floorsolutions in the projects to come. It will be seen how the data helps.

Results of this thesis were that semi-dry concrete has qualities that make it excellent choise for the apartment buildings floors. By choosing semi-dry concrete there are benefits that can be reached comparing to normal concrete, for example quicker drying times and less workhours.

Keywords: semi-dry concrete, concrete surface floor, apartment building

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ.....	3
ABSTRACT.....	4
SISÄLLYS.....	5
1 JOHDANTO.....	7
2 PINTABETONILATTIAT	8
2.1 Pintabetonilattian laatuvaatimukset.....	8
2.1.1 Yleiset laatuvaatimukset	8
2.1.2 Laatuvaatimukset kaatolattioille	9
2.2 Pintalattian työvaiheet.....	11
2.2.1 Suoran lattian työvaiheet	11
2.2.2. Kaatolattian työvaiheet	12
2.2.3 Betonointityö	14
2.3 Huomioitavat asiat pintalattioiden betonoinnissa	15
2.3.1 Valuolosuhteet.....	15
2.3.2 Betonimassan valinta	16
2.3.3 Lattiabetonointia varten tehtävät pääurakoitsijan työnjohtajan toimenpiteet	17
2.4 Jälkihoito	18
2.5 Betoni ja kosteus	18
2.6 Betonilattian kuivuminen	19
2.6.1 Betonin kuivumiseen vaikuttavat tekijät.....	20
2.6.2 Kuivatustoimenpiteet työmaalla	21
3 MAAKOSTEA BETONI LATTIOISSA.....	25
3.1 Maakostean betonin ainesosat	25
3.2 Ominaisuudet	26
3.3 Käyttökohteet.....	26
4 MAAKOSTEAN BETONILATTIAN TOTEUTUS	28
4.1 Edeltävät työt.....	28
4.2 Valuolosuhteet	29
4.3 Sekoitus- ja pumppauskalusto	30

4.3.1 Estrich-pumppu.....	30
4.3.2 Isommat pumppauskalustot	30
4.4 Työryhmä ja työsaavutukset	32
4.5 Työstö	32
4.6 Maakostean betonilattian jälkihoito.....	33
4.7 Jälkityöt	34
4.8 Kuivuminen	34
4.9 Laadunvarmistus	35
5 MAAKOSTEAN BETONILATTIAN JA NORMAALIN BETONILATTIAN VERTAILU	36
6 YHTEENVETO.....	37
LÄHTEET	39
LIITTEET	42
Liite 1 Normaalin pintabetonilattian ja maakostean betonilattian vertailu	

1 JOHDANTO

Peab Oy:n työntekijät ovat havainneet ongelmia pintabetonilattioissa. Lattioita joudutaan oikaisemaan ennen pinnoitteiden asennusta, lisäksi kuivumisaikojen pitkittyminen viivästyttää pinnoitteiden asennusta ja venyttävät kohteiden sisävaiheiden aikatauluja. Työssä halutaan tutkia, voidaanko näiltä ongelmilta välttyä valitsemalla maakostea betoni lattiabetoniksi.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tarkastella maakostea betonia ja vertailla maakostealla betonilla ja perinteisellä betonilla toteutettuja pintabetonilattioita kerrostalokohteen huoneistoissa, märkätiloissa ja käytävillä. Tavoitteena on tutkia, mitä asioita menetelmät työmaalta vaativat ja mitä niissä tulee ottaa huomioon.

Työssä tarkastellaan myös pintalattiatyövaihetta kokonaisuutena valmistelevista töistä kuivatukseen asti ja selvitetään, minkälaisista tekijöistä onnistunut pintalattiatyökokonaisuus koostuu.

Opinnäytetyössä on tarkoitus tuottaa vertailuaineistoa erilaisista lattiaratkaisuista yritykselle helpottamaan tulevien hankkeiden lattiabetoni- ja lattiaratkaisujen valintaa sekä suunnittelua. Vertailua tehdään kuivumisajoista, tuntimääristä ja työsaavutuksista sekä kustannuksista

Työ toteutetaan tutkimalla aiheesta kirjoitettua kirjallisuutta, haastatteleamalla alan ammattilaisia sekä perehtymällä kohteina olevista taloista saatuihin mittaustuloksiin ja muihin dokumentteihin, kuten esimerkiksi kustannustietoihin. Työtä varten haastateltiin useita maakosteita lattioita valmistavien urakoitsijoiden edustajia ja Peab Oy:n työmaatoimihenkilöitä sekä työpäälliköitä. Lisäksi työtä varten oli käytettävissä vertailun tekemiseksi esimerkiksi kosteusmittaustuloksia, kustannustietoja ja muita dokumentteja kahdesta Peab Oy:n kerrostalokohteesta.

2 PINTABETONILATTIAT

Pintabetonilattioilla tarkoitetaan lattioita, jotka valetaan kantavan rakenteen päälle. Kerrostaloissa kantavana välipohjarakenteena toimii yleensä joko ontelo-laatasto tai paikallavaluholvi. Pintalattian paksuus on usein noin 30-80 mm ja lattiat toteutetaan yleensä raudoittamattomina. (1, s.11-12.)

Pintalattian voi myös toteuttaa "kelluvana". Tällä tarkoitetaan sitä, että lattia irrotetaan alapuolisesta kantavasta rakenteesta sekä ympäröivistä rakenteista. Tällä ratkaisulla parannetaan rakenteen ääneneristystä. (1, s.12.)

2.1 Pintabetonilattian laatuvaatimukset

2.1.1 Yleiset laatuvaatimukset

Betonilattioille on luotu keskeisten laatutekijöiden esittämiseksi ja laatuluokan valitsemisen helpottamiseksi luokitusjärjestelmä, jossa esitetään lattian käytön kannalta tärkeät ja standardien mukaan mitattavat laatutekijät. Luokitusjärjestelmässä esitetään seuraavat tekijät:

- suoruus (A₀, A, B, C), joista A₀ vaativin
- kulutuskestävyys (1,2,3,4), joista 1 vaativin
- halkeamaleveys (I, II, III), joista I vaativin
- lattian luokitusjärjestelmän (taulukko 1) mukainen laatuluokka ilmoitetaan siis esimerkiksi näin: A-3-III. (1, s. 14.)

TAULUKKO 1. Lattian luokitusjärjestelmä BY45 / 7 (1, s. 15)

Taulukko 1.1 Laatu-tekijöiden valintaohje tavanomaisella vaatimustasolla.			
Kohde	Laatuluokka		
	Suoruus	Kulutuskestävyys	Halkeilu
Asunnot ja toimistot	□		
Päällystettävät lattiat, sisätilat	A	3	III
Parvekkeet ym kylmät tilat ¹⁾	C	4	²⁾
Käytävä	C	4	II
Sauna ja pesuhuonetilojen päällystettävät kaatolattiat	A	4	II
Teollisuuslattiat			
-tasaisuus tärkeä laatu-tekijä, kuten korkeat varastot (esim. trukki-liikenne)	A ₀ (A)	2	II (I)
-kulutuskestävyys tärkeä laatu-tekijä (esim. suuret liikennekuormat, vilkas liikenne, pienet ja kovat trukin pyörät)	B	1 (2)	II (I)
-teollisuuslattiat yleensä (esim. pienteollisuus-tilat, kevyt teollisuus)	C	2	II
Pysäköintilaitokset			
-kulutuskestävyys ja pinnan karheus tärkeitä laatu-tekijöitä. Kaltevuudet suunnitellaan niin, että lattialle ei muodostu lammikoita.	B	2	II ²⁾
Toisarvoiset päällystämättömät tilat			
-esim. kellaritilat asuinrakennuksissa	C	3	III

¹⁾ Pakkasekestävyys varmistettava ulkorakenteissa.

²⁾ Kantavissa rakenteissa noudatetaan voimassa olevien suunnitteluohjeiden vaatimuksia.

Pintabetonilattian tulee olla joko kauttaaltaan kiinni tai irti alustastaan. Tartunnan pettäminen voi aiheuttaa hallitsematonta käyritystä ja halkeilua. Laatan tartunta alustaan kauttaaltaan varmistetaan koputuskokeella. Tartuntalujuuden tulee olla asunnoissa, toimistoissa ja muissa toisarvoisissa päällystämättömissä tiloissa vähintään 0,6 MN/m² ja muualla 1,0 MN/m². (1, s. 11, 25.)

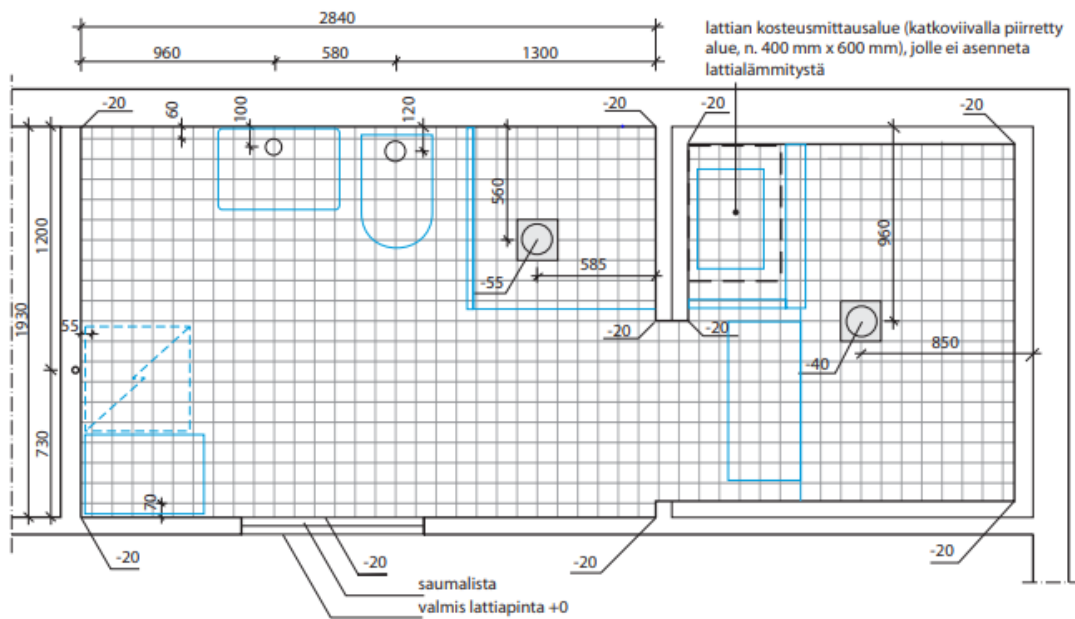
Moni pintabetonilattian laatu-tekijä riippuu pinnoitevalinnasta. Esimerkiksi betonin pintakäsittelytavat, sileys, pinnan vetolujuus ja betonin suhteellinen kosteus pinnoitushetkellä ja näiden ominaisuuksien raja-arvot riippuvat siitä, mikä pinnoite betonilattian päälle asennetaan. (1, s. 32-46.)

2.1.2 Laatuvaatimukset kaatolattioille

Kaatolattioilla tarkoitetaan lattioita, joihin tehdään kallistukset vesien poisjohtamiseksi. Kerrostaloissa kaatolattiat tehdään asuntojen märkätiloihin. Muita yleisiä tiloja, joihin kaatolattioita voidaan kerrostalokohteessa tehdä, ovat esimerkiksi yhteiset saunatilat sekä talopesula. Lisäksi paikallisia kaatoja tehdään yleensä ivkonehuoneisiin ja siivouskomeroihin. (2.)

Lattioiden vähimmäiskaltevuus on 1:100 ja suihkun alueella 500 mm:n säteellä lattiakaivosta vähintään 1:50. Kaltevuuksista voidaan poiketa esimerkiksi pyykinpesukoneen tai wc-istuimen kohdalla, mutta vesien on silti valuttava aina lattiakaivoon. (3, s. 3.)

Lattiakaivot tulisi sijoittaa aina tilan kosteusrasitetuimpiin kohtiin. Lattiakaivojen tulee olla 500 mm irti kaikista kiinteistä seinäpinoista, poikkeuksena suihkuvyvennykset. Muiden viemäripisteiden tulee olla vähintään 40 mm irti kiinteistä seinäpinoista. Kaivojen ja viemäripisteiden sijoittelussa tulee ottaa huomioon myös laatoitusjako. Esimerkki lattian korkomaailman suunnittelusta esitetään kuvassa 1. (3, s. 2-5.)



KUVA 1. Esimerkki lattian märkätilojen lattioiden korkomaailman suunnittelusta (3, s.4)

Viemäriputkien kaatojen tulee olla vähintään 1:100. Viemäriin ylösnostot tulee katkaista tarpeeksi korkealta valmiin lattiapinnan yläpuolelta, jotta ne voidaan onnistuneesti vesieristää. Viemäriputket tulee myös tukea riittävän hyvin, jotta niiden päälle työn aikana astuttaessa ne eivät väännä mutkalle. Mutkalle vääntynyt putki voi aiheuttaa hajuhaittoja rakennuksen käytön aikana, koska likavesi jää seisomaan putkeen eikä valu viemäriin. (2; 4, s. 7.)

2.2 Pintalattian työvaiheet

2.2.1 Suoran lattian työvaiheet

Suorilla lattioilla tarkoitetaan lattioita, joissa ei ole kaatoja. Yleensä kerrostalossa nämä lattiat tehdään huoneistoihin raudoittamattomina. (2.)

Huoneiston lattioiden sisälle on myös joissakin tapauksissa sijoitettu sähkövetoja. Vetoja asennettaessa on huomioitava riittävän tiheä kiinnitys, jotta massa ei pääse sähköputken alle ja nosta putkea pintaan. Putken on myös oltava ehyt ja sen päiden suojattu, jotta sisälle ei pääse massaa. (2.)

Lattiavalun valmistelu alkaa korkomerkkien merkkäamisellä sekä niiden oikeellisuuden tarkistamisella. Kerroksiin on runkovaiheen aikana merkattu niin sanottu metrikorko, eli korko, josta lattianpintaan on matkaa yksi metri. Tämä ajetaan joka huoneiston seinälle käyttäen tasolaseria sekä mittaa. Korko tulee merkata sellaiseen paikkaan, että siitä on tasolaserin valolla esteetön matka huoneiston jokaiseen kohtaan. Koron oikeellisuus tarkistetaan ennen valua. (2.)

Irroituskaistan ja kutistumisraudoitusten asennus halkeilun välttämiseksi tulee kyseeseen, jos huoneistossa on esimerkiksi pilareita tai betonisia hormielementtejä. Irroituskaista asennetaan näihin pilareihin ja elementteihin esimerkiksi kiinnittämällä se lyöntiniiteillä. Mahdolliset kutistumisraudoitukset suunnittelee rakennesuunnittelija ja niiden asennus on tapauskohtaista. (2.)

Topparit tulee asentaa laatan työsaumoihin, yleensä huoneistojen oviaukkoon. Muita toppareita asennetaan käytäville porras- ja hissikuilujen kohtiin, portaan lepotoasoille sekä auki jäävien varausten kohdalle. Työsauman toppariksi käy esimerkiksi lankku, joka kiilataan oviaukkoon tiukasti puukiiloilla. Porras- ja hissikuilun kohdille topparit kiinnitetään holvin otsapintoihin esimerkiksi betoniruuveilla. (2.)

Lopuksi pinnat suojataan rakennusmuovilla valuroiskeilta. Muovi asennetaan levypintaisiin rakenteisiin, sillä niihin tarttuneet betoniroiskeet repivät niiden irroituksen yhteydessä kipsilevypaperin mukanaan ja aiheuttavat ylimääräisiä tasointustöitä. Muovia tulee asentaa sopivan korkea kaista, mutta muovia ei saa asentaa liian matalalle, jotta seinänvierustojen työstö onnistuu valuporukalta. Myös ovet, patterit ja matalapenkkiset ikkunat tulee suojata valuroiskeilta. Betonipintoja ei tarvitse suojata, vaan niihin tulevat roiskeet irroitetaan petkeleellä valun jälkeen betonin ollessa vielä kohtuullisen tuoretta ja helposti irtoavaa. (2.)

Lopuksi huoneisto imuroidaan, jotta valuun ei sotkeudu ylimääräisiä partikkeleita ja laatan tartunta saadaan mahdollisimman hyväksi (2).

2.2.2. Kaatolattian työvaiheet

Kaatolattioilla tarkoitetaan lattioita, joiden pinta on kallistettu veden pois johtamiseksi. Kerrostaloissa kaatolattiat toteutetaan kylpyhuoneisiin. Kaatolattioita tehdään myös teknisiin tiloihin, joissa lattioille muodostuu käytön aikana kosteusrasitusta. (2.)

Kylpyhuoneiden kaatolattiat voidaan toteuttaa monella eri tavalla ja eri vaiheessa rakennushanketta. Toteutustavan ja ajankohdan määräävät urakoitsijan omat käytännöt, välipohjan rakenneratkaisut sekä hankkeen aikataulu. (2.)

Luvussa 2.2.2 tarkastellaan kaatolattioita, jotka on toteutettu ontelolaattavälipohjaan ja valetaan kahdessa kerroksessa. Osa työvaiheista on samoja kuin suorissa lattioissa, kuten esimerkiksi korkojenmerkkäus siivous ja suojaus, joten niitä ei tässä luvussa käydä sen enempää läpi.

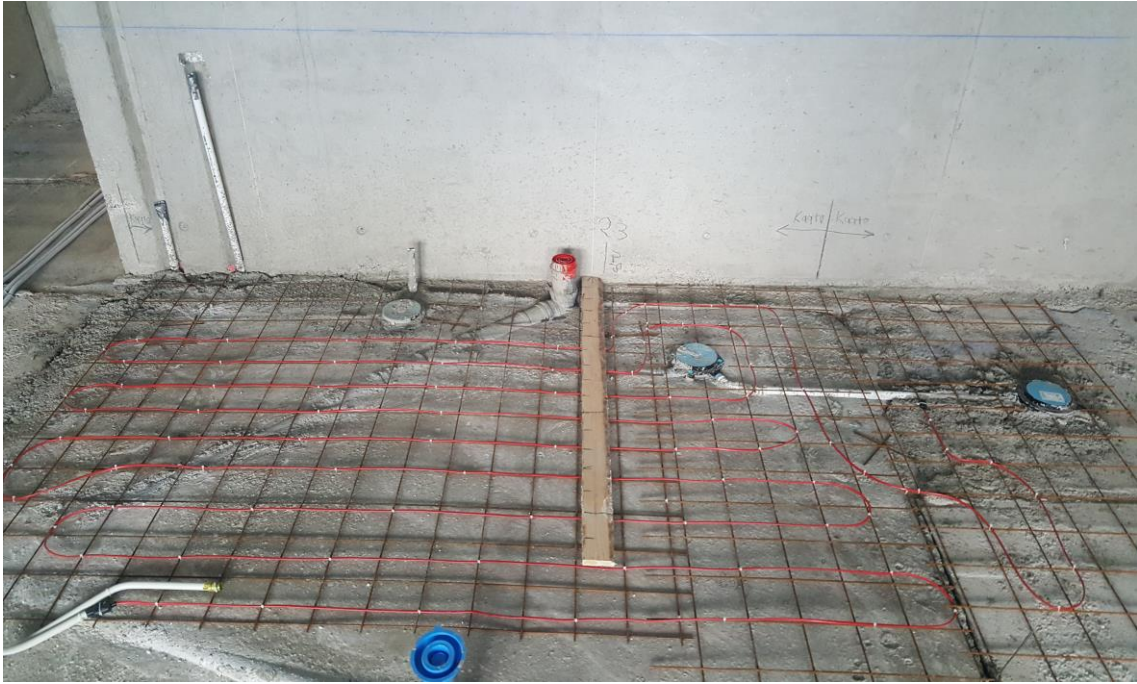
Kaatolattioiden valmistelu alkaa talotekniikan asentamisella. Kolon mitat ja korkeusasema tarkastetaan, jotta kaikki tekniikka sinne varmasti mahtuu. Viemäripisteet ja lattiakaivot asennetaan oikeaan korkoon ja viemäriin tehdään tarvittavat kaadot ja ne kiinnitetään laatanpohjaan. (2.)

Ennen ensimmäisen betonikerroksen valua on myös hyvä merkata kylpyhuoneen seinälinjat. Seinälinjat merkataan sekä LVIS- että lattiaurakoitsijaa varten. Merkeistä LVIS-urakoitsija näkee väliseinän paikat ja pystyy sijoittamaan putkien nousut seinän sisään. Huolellisella mittaamisella ja merkkauksella vältetään ikäviltä piikkaustöiltä väliseinätyön yhteydessä. Lattiaurakoitsija taas näkee, mistä kohdin kaatojen työstö tulee aloittaa ja mihin rajata. Seinän nurkkapisteeet merkataan seiniin esimerkiksi merkkkausliiduilla ja poraamalla ontelolaattaan reikä ja asentamalla reikään harjaterästanko. (2.)

Kun tekniikka on asennettu, voidaan ensimmäinen kerros valaa putkien kiinnitystä varten. Valussa pyritään tekemään suoraa ja oikeankorkoista pintaa, jotta raudoitus ja lattialämmityskaapeli tai -putkisto saadaan asennettua vaivattomasti. Betoni tulee myös tiivistää huolellisesti. (2.)

Kun ensimmäinen kerros on betonoitu, voidaan aloittaa raudoitustyöt. Laatta raudoitetaan, jotta saadaan lattialämmityskaapeli tai -putkisto kiinnitettyä. Raudoitus tehdään yleensä verkkoraudoituksesta. Verkko asennetaan kylpyhuoneen kohdalle ja kiinnitetään riittävästi, jotta se ei pääse valun aikana nousemaan. Verkon joutuu myös yleensä katkaisemaan ainakin viemäripisteiden ja lattiakaivojen kohdalta. Nämä kohdat tulee paikata irtoteräksillä. Raudoitustyössä on huomioitava raudoituksen limitykset sekä raudoituksen suojaetäisyydet. (2.)

Raudoituksen jälkeen pääsee talotekniikkaurakoitsija asentamaan lattialämmityskaapelin, tai -putkiston. Asennusten jälkeen kannattaa lattiasta ottaa kuva, jotta vältetään kosteusmittauksien yhteydessä lämmityskaapeliin poraamiselta. Kuvan tulisi myös sisältää esimerkiksi paperilappu tai muu merkintä siitä, mistä huoneistosta kuva otetaan (kuva 2). (2.)



KUVA 2. Kylpyhuoneen lattia ennen toisen betonikerroksen valua (6)

2.2.3 Betonointityö

Betonointityö aloitetaan yleensä huoneiston kauimmaisesta nurkasta oviaukkoon nähden, ja työ etenee nurkasta kohti oviaukkoa. Betonointityössä betoni levitetään sopivan levyisiksi kaistoiksi karkeasti oikeaan korkoon ja tiivistetään tärysauvalla, minkä jälkeen massa vedetään liipalla eli oikolaudalla oikeaan korkoon. Korot tarkastetaan aina uutta kaistaa levitettäessä tasolaserilla. Kaatolattioiden kohdalla tulee betoni liipata siten, että korkolaudan toinen pää on kaivon päällä ja toinen oikeakorkoisen betonikaistan päällä. Lautaa pyöritetään ympyrän kehän suuntaisesti oikean kaadon aikaansaamiseksi. (2; 5, s. 9-10.)

Betonilattiat tulee myös hiertää hyvän tasaisen ja kestävä betonipinnan saavuttamiseksi. Hierron merkittävä laatutekijä on sen ajankohta. Hierto tulee aloittaa, kun betonista pintaan valussa erottuva vesi on poistunut eikä sitä saa enää hiertämälläkään nousemaan pintaan. Oikean ajankohta riippuu sekä betonimassan ominaisuuksista, että vallitsevista olosuhteista. Hierto toteutetaan joko käsin tai koneella. Kuitenkin seinän vierustat ja lattian saumakohdat hierretään aina käsin. Hiertokertoja voi myös olla useita riippuen pinnan laatuvaatimuksista ja käytetystä betonimassasta. (1, s. 163-164; 5, s.10.)

2.3. Huomioitavat asiat pintalattioiden betonoinnissa

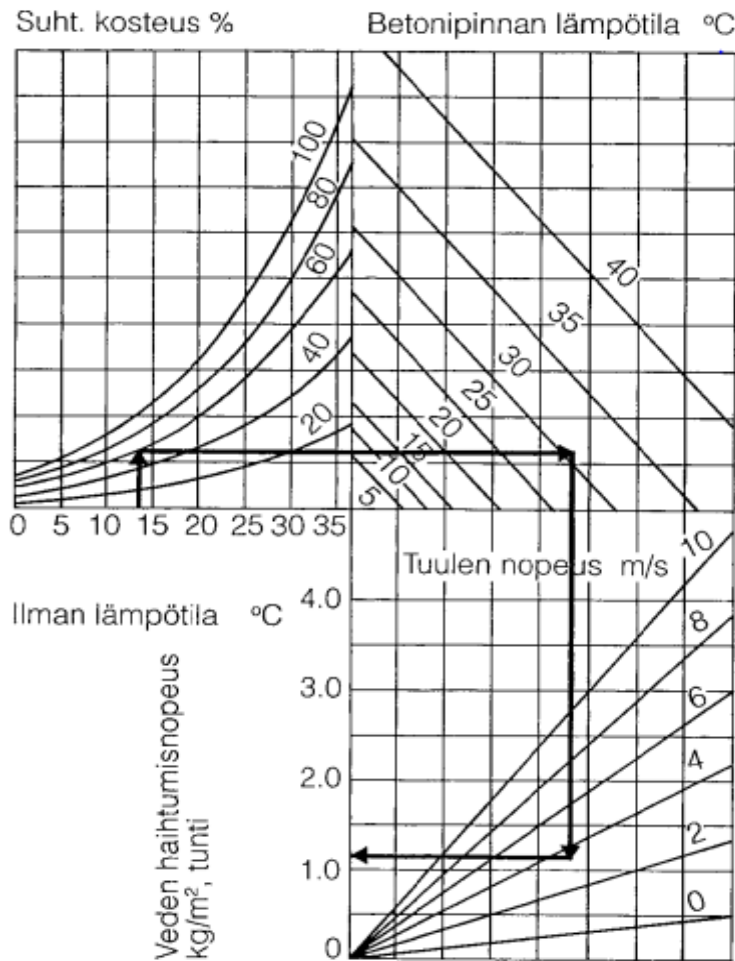
2.3.1 Valuolosuhteet

Lähtökohta lattiavalun onnistumiselle ovat oikeat valuolosuhteet. Pintabetonilattian sitoutumisreaktioihin vaikuttavia olosuhteita ovat lämpötila, kosteus ja ilmavirtaukset. Hyvät valuolosuhteet mahdollistavat lattian laatuvaatimusten toteutumisen ja laadukkaan lopputuotteen. (1, s. 159.)

Valuolosuhteiden hallintaa varten tulee rakennuksen vaippa olla kiinni, jotta ulkopuolisen lämmön, kosteuden ja ilmavirtauksien pääsyä rakennuksen sisälle voidaan rajoittaa. Talvisin tulee rakennuksessa olla lämmöt päällä, jotta voidaan saavuttaa tarpeellinen lämpötila valua varten. Rakennuksen tasalämpöisyyteen tulee myös kiinnittää huomiota betonin tasaisen sitoutumisen saavuttamiseksi. (1, s. 159; 2.)

Pintabetonilattian alustana toimiva ontelolaataston tai paikallavaluholvin lämpötila tulee myös olla riittävän korkea. Talvisin tällaisten kylmien massiivirakenteiden lämmittämiseen tulee varata riittävästi aikaa. Kylmä pohjalaatta laskee myös lattiabetonin lämpötilaa, jolloin sitoutumisreaktiot hidastuvat. (2.)

Betonin pinnasta haihtuvan kosteuden määrä on pyrittävä pitämään sopivana valun aikana ja sen jälkeen ylimääräisen halkeilun välttämiseksi sekä sopivan hiertoajankohdan saavuttamiseksi. Ilmavirtaukset lisäävät betonin pinnasta haihtuvan kosteuden määrää. Ilmavirtauksia rajoitetaan sulkemalla vaippa. Jos betonoitavaa tilaa lämmitetään esimerkiksi lämpöpuhaltimilla, tulee ne sulkea valun ajaksi. Korkea lämpötila lisää betonin pinnasta poistuvan kosteuden haihtumisnopeutta. Betonipinnoilta haihtuvan kosteuden haihtumisnopeus voidaan määrittää diagrammilla (kuva 3), kun tiedetään vallitsevat olosuhteet. Lämpimissä ja vetoisissa olosuhteissa betonin hiertoajankohda aikaistuu, mihin voidaan varautua esimerkiksi lisäämällä työntekijöitä lattiavalutyöryhmään. (1, s. 159-161; 2.)



KUVA 3. Betonipinnan kosteuden haihtumisnopeuden määrittäminen (1, s.160)

2.3.2 Betonimassan valinta

Betonimassan valintaan vaikuttavat lattian laatuvaatimukset, työstettävyysominaisuudet, valuolosuhteet ja haluttu kuivumisnopeus. Oikea betonimassa valitsemalla luodaan edellytyksiä pintalattioiden onnistumiselle. (1, s. 130.)

Pintabetonilattioiden betonoinnissa käytetään yleensä normaaleja betonilaatuja, mutta erilaisiin tilanteisiin ja tarpeisiin on myös olemassa vaihtoehtoja. NP-betonit eli nopeasti pinnoitettavat betonit voidaan valita, jos halutaan lyhentää kuivumisaikaa esimerkiksi aikataulullisista syistä. Kuitubetoneita taas tulee harkita, jos halutaan vähentää halkeiluriskiä tai korvata rauditus kuiduilla. (7.)

Jos valuolosuhteet ovat vaikeat esimerkiksi kylmät tai todella kuumat, tulee betonin ominaisuuksia muokata olosuhteiden mukaisiksi. Kylmässä voidaan valita kuumabetoni tai rapid-betoni eli nopeammin sitoutuva betonilaatu. Kuumassa taas betonin sitoutumisnopeutta voidaan hidastaa esimerkiksi lisäaineita käyttämällä. (7.)

Hiertoajan oikeellisuus on tärkeä tekijä lattiavalun onnistumisessa. Massaa ja sen työstöominaisuuksia valittaessa tulee myös konsultoida valuporukkaa. Valuporukalle tuttu betonimassa varmistaa oikea-aikaisen hierron ja hyvän lopputuloksen. (7.)

2.3.3 Lattiabetonointia varten tehtävät pääurakoitsijan työnjohtajan toimenpiteet

Työnjohtajan tehtävänä on laskea ja tilata tarvittava määrä massaa. Massan oikean määrän laskemiseen kannattaa kiinnittää huomiota, sillä kesken loppuva massa aiheuttaa turhaa odotusta ja hiertoajankohdan viivästymistä. Ylimääräinen massa taas aiheuttaa jätekustannuksia. (2.)

Lattiabetonointi suoritetaan kerrostaloissa lähes poikkeuksetta pumppuautolla. Pumppu tulee tilata työmaalle hyvissä ajoin, jotta sen saaminen varmistetaan. Pumpun tilaamisessa tulee kiinnittää huomiota logistiikkaan. Pumppauspaikka tulee suunnitella logistisesti tehokkaaksi, eli samalta pumppauspaikalta tulisi yltää valamaan koko tarvittava alue ilman turhia auton siirtoja. Pumpulla ja betoni-autoilla tulee myös olla esteetön kulku pumppauspaikalle. Pumpun letkun tulee olla myös riittävän pitkä, jotta tarvittavat tilat yletytään valamaan. Ylipitkän letkun tilaaminen ja ylimääräiset pumpun siirrot aiheuttavat kustannuksia. (2; 8, s. 17.)

Betoniautot tulee tilata sopivin väliajoin, jotta betoinointityö etenee jouhevasti. Liian harva väli aiheuttaa valuporukalla odotustunteja ja liian tiheä taas autoille odotustunteja. Sopivan autovälin löytämiseen tulisi siis pyrkiä, jotta betonointityö saadaan ajallisesti ja taloudellisesti tehokkaaksi. (2; 8, s. 17.)

2.4. Jälkihoito

Jälkihoidolla tarkoitetaan oikeiden olosuhteiden luomista betonin kovettumisen alkuvaiheessa. Ensisijaisesti jälkihoidolla pyritään estämään liian nopea kosteuden haihtuminen betonin pinnasta ja tästä seuraava plastinen halkeilu. (1, s. 167; 9, s. 1.)

Ensisijainen jälkihoitomenetelmä on jo aiemmin mainittu olosuhteiden hallinta. Muita menetelmiä ovat esimerkiksi jälkihoitoaineet, betonin kastelu tasaisin väliajoin, pinnan kastelu ja sen peittäminen muovilla sekä pinnan kastelu suodatin-kankaan läpi. (1, s. 167-168; 9, s. 1-2.)

Jälkihoitomenetelmän valinta ja jälkihoitoajan kesto riippuu betonilattian laatuvaatimuksista, käytettävästä massasta sekä olosuhteista. Kerrostalon pintalattiat valetaan yleensä vasta kun vaippa on kiinni ja lämmöt päällä. Tällä vältetään suurilta lämpötilaeroilta betonissa ja sen alusrakenteissa sekä haitallisilta voimakailta ilmvirtauksilta. Yleisesti voidaan todeta, että kerrostalokohteen pintalattiat, jotka valetaan hyvissä olosuhteissa, eivät tarvitse vaativia jälkihoitotoimenpiteitä, mutta esimerkiksi kesähelteillä valaessa on syytä harkita jälkihoitoaineen tai muovikelmun käyttöä. (1, s. 167-169; 2.)

2.5 Betoni ja kosteus

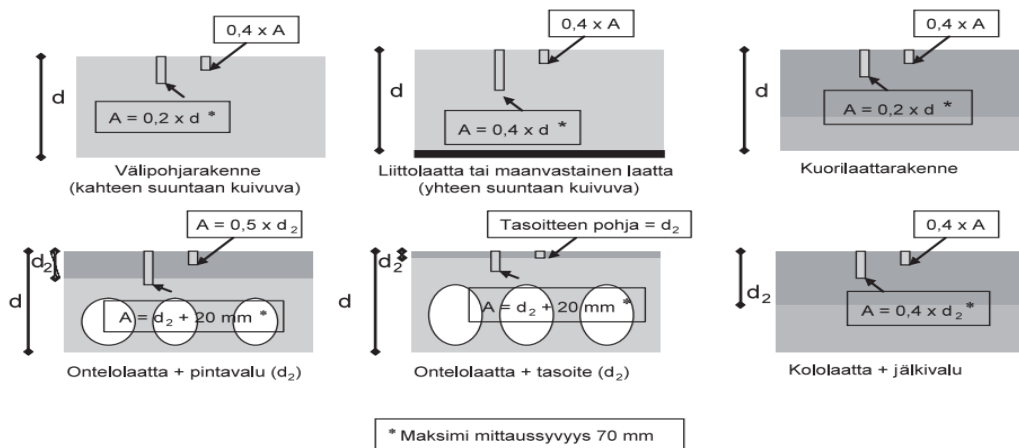
Betoni itsessään kestää kosteutta hyvin, toisin kuin osa lattianpinnoitteista. Osa lattianpinnoitteista, tasoitteista ja liimoista eivät kestä kosteita olosuhteita. Kosteus voi aiheuttaa näissä materiaaleissa esimerkiksi tartunnan pettämistä, lujuuden menetystä sekä erilaisia hajoamisreaktioita. Näiden reaktioiden vaikutuksesta voi huoneilmaan emittoitua haitallisia yhdisteitä, jotka voivat aiheuttaa sisäilmaongelmia. (1, s. 43.)

Betonin suhteellinen kosteus tulee saada ennen pinnoittamista lattianpinnoitteen ilmoittaman raja-arvon alle arvostelusyvyydellä A. Lisäksi betonin suhteellinen kosteus pinnan arvostelusyvyydellä tulee olla aina alle 75 %. Arvostelusyvydyt

riippuvat rakenneratkaisuista ja rakennepaksuuksista. Arvostelusyvytydet on havainnoinut kuvassa 5. (1, s.44.)

Pinnoituskelpoisuutta arvioidessa tulee myös huomoida käytössä olevan mittaus-tavan ja mittauskaluston mittaustarkkuus ja toleranssi. Esimerkiksi jos vesieris-teen ilmoittama kosteuden raja-arvo on RH 90 % ja kosteusmittaaja ilmoittaa mit-taustarkkuudeksi ± 2 % tulee kosteus saada alle RH 88 %, jotta lattia voidaan todeta pinnoituskelpoiseksi. (2.)

BETONIRAKENTEIDEN KOSTEUDEN MITTAAMINEN JA ONNISTUNUT PÄÄLLYSTÄMINEN



Kuva 1. Mittausyvytydet eri rakenneratkaisuilla rakennepaksuuksista riippuen. [1]. Jos pintabe-tonilaatan paksuus on 60 mm tai suurempi, tulee kosteuspitoisuus mitata lisäksi arvostelusyvytyden A yläpuolella syvyydellä $0,4 \times A$, jossa RH:n tulee yleensä olla alle 75 %:a.

KUVA 4. Arvostelusyvytyksien määrittäminen (10)

2.6 Betonilattian kuivuminen

Betonilla on kaksi kuivumistapaa: kemiallinen kuivuminen ja haihtumiskuivumi-nen. Kemiallisella kuivumisella tarkoitetaan kuivumista, joka tapahtuu sementin sitoutumisreaktioiden yhteydessä tapahtuvien hydraatioreaktioiden aikana. Nor-maaleilla rakennebetoneilla tämä kuivumistapa laskee betonin suhteellisen kos-teuden vain noin 98 %:iin, joten myös haihtumiskuivumista on tapahduttava, jotta saavutetaan pinnoitteiden määrittämät raja-arvot. Kuitenkin osalla alhaisen vesi-sementtisuhteen betoneista voi pelkästään kemiallisen kuivumisen vaikutuksesta betonin suhteellinen kosteus laskea jopa 90 %:iin. (11, s. 21.)

Haihtumiskuivumisessa betonin sisällä oleva kosteus liikkuu kohti pintaa, josta se haihtuu ympäröivään ilmaan. Tämän edellytyksenä on, että betonin huokosissa

oleva vesihöyryn osapaine on suurempi kuin ympäröivän huoneilman. Kosteus voi siirtyä betonissa sekä kapillaarisesti että diffuusion avulla. Kapillaarista kosteuden siirtymistä esiintyy erityisesti kuivumisen alkuvaiheessa, kun betonin pinta on vielä märkä. Kun pinta kuivuu, estyy kapillaari-ilmiön tapahtuminen betonin huokosissa ja ainoaksi kuivumistavaksi jää diffuusio. Diffuusio on verrattain hidasta verrattuna kapillaariseen kosteuden siirtymiseen. Kuivuminen hidastuu koko ajan betonin kuivuessa, koska kosteuden kulkema matka pitenee. (11, s. 21.)

2.6.1 Betonin kuivumiseen vaikuttavat tekijät

Betonin kuivumiseen vaikuttavat esimerkiksi seuraavat tekijät:

- rakennepaksuus: paksumpi rakenne pidentää kosteuden kulkemaa matkaa ja hidastaa kuivumista
- kuivumissuunnat: yhteen suuntaan kuivuva lattia kuivuu hitaammin kuin kahteen suuntaan kuivuva
- betonin vesisementtisuhte: pieni vesisementtisuhte lisää kemiallisen kuivumisen osuutta. Pienen vesisementtisuhteen omaavat betonit kuitenkin muodostuvat rakenteeltaan tiiveiksi. Tiiveissä betonirakenteissa huokoisuus on pieni ja diffuusiokuivuminen hidastuu
- betonin huokoisuus: huokoisuus lisää kapillaariverkoston muodostumista betonissa ja näin ollen lisää diffuusio kuivumisen nopeutta (huokoisuus toimii myös toisinpäin eli jos huokoinen betoni pääsee kastumaan uudelleen, imeytyy kosteus syvälle rakenteeseen)
- ilman suhteellinen kosteus: pieni suhteellinen kosteus lisää diffuusioilmiön voimakkuutta ja näin ollen betonista pääsee siirtymään enemmän kosteutta ilmaan.
- ilman lämpötila: ilman lämmitessä se pystyy ottamaan enemmän kosteutta itseensä. Ilmaa lämmittämällä lasketaan suhteellista kosteutta ja voimistetaan diffuusiovirtausta

- rakenteen lämpötila: rakennetta lämmittämällä lisätään betonin huokosilman kosteutta. Lisääntynyt kosteus kasvattaa kosteustasapainon eroa rakenteen ja ilman välillä ja diffuusion voimistumista
- betonin pintakäsittely: Betonin pintaan muodostuu tiivis sementtiliimakerros valun jälkeen. Tämä kerros tulee hioa pois jälkihoidon jälkeen, jotta kuivuminen voimistuu. (11, s. 21, 24; 12, s. 19.)

2.6.2 Kuivatustoimenpiteet työmaalla

Betonilattian kuivatuksella pyritään varmistamaan se, että laatta saavuttaa lattianpinnoitteen määrittämä suhteellisen kosteuden raja-arvon ennen pinnoitushetkeä. Kuivatustoimenpiteitä ovat ilman lämmittäminen, ilman suhteellisen kosteuden laskeminen, rakenteen lämmittäminen ja ilmanvaihdon hallinta. Kuivatustoimenpiteiden ja -menetelmien valinnassa tulee ottaa huomioon vallitsevat olosuhteet, työmaan aikataulu sekä kuivatusmenetelmien kustannus- ja energiatehokkuus. (2; 13.)

Pintalattioiden kuivatus aloitetaan yleensä, kun betoni on saavuttanut 75-85 % nimellislujuudestaan. Erityisesti ohuiden laattojen kuivumisaikaa saadaan lyhennettyä aloittamalla kuivattaminen ennen nimellislujuuden saavuttamista. (13.)

Olosuhteista kuivumisen kannalta tärkeimmät ovat ilman suhteellinen kosteus, sekä lämpötila. Näitä olosuhteita pyritään hallitsemaan ja saattamaan kuivumisen kannalta edullisiksi rakennuksen sisällä. Tämän edellytyksenä on, että rakennuksen vaippa on kiinni ja vedenpitävä. Tällä estetään myös ulkopuolisten vesien, kuten sadevesien pääsy rakennuksen sisälle ja lattioiden uudelleen kastuminen. (2; 13.)

Ilman lämmittäminen

Talvella ilman sisältämä absoluuttinen kosteus on pieni ja lämpötila matala, joten ilmaa lämmittämällä saadaan suhteellinen kosteus laskemaan ja näin ollen kuivuminen voimistuu. Lämpötilan ja suhteellisen kosteuden riippuvuutta kuvataan taulukossa 2. Lämmitettäessä ilmaa tulee lämmitettävän tilan olla suljettu,

jotta lämpövuotoja ei pääse tapahtumaan ja lämmittäminen saadaan tehokkaaksi. (12, s. 25.)

TAULUKKO 2. Ilman suhteellisen kosteuden ja absoluuttisen kosteuden suhde lämpötilaan (14)

Suhteellinen kosteus:	20%	40%	60%	80%	90%	100%
Ilman lämpötila °C	absoluuttinen kosteus: g/m ³					
80	58	116	174	232	261	290
70	39	78	118	157	176	196
60	26	52	78	104	117	130
50	17	33	50	66	75	83
40	10	20	31	41	46	51
30	6,1	12	18	24	27	30
20	3,5	6,9	10	14	16	17
10	1,9	3,8	5,6	7,5	8,5	9,4
0	1,0	1,9	2,9	3,9	4,4	4,9
-10	0,44	0,88	1,3	1,8	2,0	2,2
-20	0,18	0,35	0,53	0,70	0,79	0,88
-25	0,11	0,22	0,33	0,44	0,50	0,55
-30	0,07	0,13	0,20	0,26	0,30	0,33

Ilmaa voidaan lämmittää esimerkiksi sähkö-, nestekaasu- tai polttoöljykäyttöisillä lämpöpuhaltimilla, joita on erikokoisia, joita on esitetty kuvassa 5. Tutkimukset osoittavat, että useampi pieni lämmitin on tehokkaampi lämmitystapa kuin yksi iso. (12, s. 25.)



KUVA 5. Lämmittimiä (15; 16)

Tehokkainta ilman lämmittäminen on kuitenkin rakennuksen omalla lämmitysjärjestelmällä. Lämmitysjärjestelmän käyttöönotto vaatii aikataulusuunnittelua LVIS-urakoitsijan tai urakoitsijoiden kanssa. Oman lämmitysjärjestelmän käytöllä säästytään lämmittimien aiheuttamilta kustannuksilta. (12, s. 25.)

Ilman kuivattaminen

Kesällä ilma on lämmintä ja sen absoluuttinen kosteus on korkeammalla kuin talviaikana. Kesällä hyvien kuivumisolosuhteiden luonti voi vaatia myös ilman kuivattamista. Kuivattaminen voidaan toteuttaa käyttämällä tähän tarkoitettuja sorptio- tai kondenssikuivaimia (kuva 6). Kuivaimet keräävät ilmasta kosteutta ja laskevat absoluuttista kosteutta, jolloin myös suhteellinen kosteus laskee. Tämän avulla myös kuivuminen voimistuu. (12, s. 21-22.)

Kuivaimien käytössä on huolehdittava kuivatettavan tilan tiiveydestä, sillä muuten tilaan pääsee vuotamaan kosteaa ulkoilmaa, jolloin suhteellinen kosteus nousee. Myös kuivaimien keräämien vesien poistosta tulee huolehtia. Kondenssikuivaimia käytettäessä vesi lasketaan joko suoraan viemäriin tai kuivaimen omaan kondenssivesiastiaan, joka tulee tyhjentää ennen kuin se täyttyy. Sorptiokuivaimia käytettäessä ohjataan kostea ilma ulos kuivatettavasta tilasta putken tai sukan avulla. (12, s. 22.)



KUVA 6. Sorptiokuivain ja kondenssikuivain (17; 18)

Rakenteen lämmitys

Rakenteen lämmittäminen on tehokkain tapa kuivattaa betonilaatta. Laattaa lämmittämällä nostetaan sen absoluuttista kosteutta ja kasvatetaan kosteustasapainoeroa laatan ja ilman välillä. Kun tasapaino ero kasvaa, diffuusiointi voimistuu ja kuivuminen nopeutuu. (12, s. 23-24; 12.)

Energiatehokkain ja taloudellisin tapa lämmittää laattarakenteita on käyttää laatan omaa lattialämmitysjärjestelmää sen kuivattamiseen. Muita rakenteen lämmitystapoja ovat esimerkiksi lämpömatot, lämpölevyt ja lämpösauvat. (12, s. 24.)

Ilmavirtaukset

Ilmavirtauksilla voidaan ajaa kosteaa ilmaa pois kuivatettavasta tilasta tai tuoda sinne kuivaa ilmaa. Lattian pintaan voi myös muodostua mikroilmasto eli ilmapatja, jonka kosteuspiitoisuus on korkea. Tämä patja on helpointa hajottaa ilmavirtauksilla. Ilmavirtauksia voidaan luoda esimerkiksi erilaisilla puhaltimilla tai tuulettamalla rakennusta avaamalla ovia, ikkunoita ja muita aukkoja. (12, s. 25.)

3 MAAKOSTEA BETONI LATTIOISSA

Maakostealla betonilla tarkoitetaan betonia, joka sisältää vähän vettä ja on koostumukseltaan hyvin irtonaista ja pakkautuvaa. Maakostea betonilla on perinteisesti käytetty mosaiikkilattojen kiinnitykseen esimerkiksi kauppojen lattioissa. Lisäksi sitä on käytetty pihakivetysten kiinnittämiseen ja infrarakentamisen puolella erilaisina betonipäällysteinä. Maakostea betoni kuuluu koostumuksen mukaisiin betoneihin. (19; 20, s. 8.)

Maakostealla betonilla voidaan myös valaa lattioita. Lattioiden valmistuksessa betonin ainesosat sekoitetaan työmaalla esimerkiksi peräkoukulla vedettävässä, tai rekan sisään rakennetussa sekoitin-pumppu-yksikössä. Tämä työtapa pohjautuu Keski-Euroopassa yleiseen Zement estrich -menetelmään. Saksassa, Hollannissa ja Sveitsissä 95 % kaikista asuinrakennusten lattioista tehdään maakosteasta betonista. Maakostean betonin käyttö lattioissa on myös Suomessa lisääntymässä. (20, s. 8; 21; 22.)

Maakostean betonin ominaisuuksien ja käyttökohteiden selvittämiseksi opinnäytetyössä haastateltiin maakosteasta betonista lattioita valmistavia urakoitsijoita. Urakoitsijoiden tuotteet erosivat jonkin verran toisistaan ominaisuuksiltaan. Haastatteluissa nousi esille asioita, jotka kuuluvat yrityssalaisuuksien piiriin, minkä vuoksi opinnäytetyössä ei mainita urakoitsijoiden nimiä.

3.1 Maakostean betonin ainesosat

Maakostea betoni sisältää sementtiä, kiviainesta ja vettä. Lisäksi massaan voidaan lisätä erilaisia lisäaineita massan ominaisuuksien parantamiseksi. Lisäaineilla voidaan saavuttaa nopeampia kuivumisaikoja sekä parantaa massan työominaisuuksia. (22.)

Urakoitsijoiden käyttämien kiviainesten rakeisuuskäyrät vaihtelivat, ja osalla urakoitsijoista on erilaisia kiviaineita erilaisiin käyttökohteisiin. Suurimmalla osalla

urakoitsijoista kiviaineksen maksimikoko on kuitenkin 8 mm. Sementtinä käytetään CEM 1 -sementtiä. (22.)

3.2 Maakostean betonin ominaisuudet

Maakostealla massalla valetun lattian lujuus ei nouse kovin korkeaksi. Haastattelujen urakoitsijoiden mukaan lujuus sijoittuu välille C15/20-C20/25. Näin pienilujuuksista betonia ei voida käyttää kantavissa rakenteissa eikä raskaan kuormituksen ja kovaa kulutuskestävyyttä vaativissa lattioissa. (22.)

Maakostean betonin vesisementtisuhde asettuu välille 0,3-0,45. Normaaleilla betoneilla pieni vesisementtisuhde aiheuttaa yleensä erittäin tiiviin rakenteen, jolloin betonin huokoisuus jää pieneksi, mikä taas hidastaa kuivumisprosessia. Kuitenkin maakosteat betonit ovat rakenteeltaan erittäin huokoisia. Huokoisuus maakosteassa betonissa on noin 10 %. (4, s. 14; 22.)

Maakostean betonin kutistuma on erittäin pieni, vain noin 3-5 mm/m. Tämä johtuu betonin pienestä sementti ja vesimäärästä. Betonin pieni kutistuma vähentää halkeiluriskejä merkittävästi. Kuitenkin kutistumis- ja liikuntasaumat tulee myös toteuttaa maakostealla betonilla tehtyihin lattioihin, jos se on rakenteen toimivuuden kannalta tarpeellista. (22.)

3.3 Maakostean betonin käyttökohteet

Maakostean betonin yleisimpiä käyttökohteita kerrostalokohteissa ovat kylpyhuoneiden kaatolattiat ja suorat lattiat niin huoneistoissa kuin käytävilläkin. Lisäksi muita käyttökohteita ovat kelluvat lattiat, omakoti- ja rivitalojen maanvaraiset lattiat sekä autotallin lattiat. Lisäksi sitä on käytetty onnistuneesti erilaisissa saneerauskohteissa, joissa on tarvittu erityisen ohuita, 3,5-5 cm paksuja valukerroksia. (22.)

Maakostea betonilattia voidaan valita lattiaratkaisuksi tiloissa, joissa ei ole kovia lujuus- ja kulutuskestävyysvaatimuksia eikä rasitusluokkavaatimuksia. Tämä johtuu maakostean betonin pienestä lujuudesta ja siitä, ettei sille myönnetä rasitusluokkia. Lisäksi maakostea betonia ei aina suositella sellaisten pinnoitteiden, joilla on korkea tartuntalujuus, alustaksi. Esimerkkeinä tällaisista pinnoitteista ovat akryylibetoni sekä liimattavat parketit. Tällaisten korkean tartuntalujuuden omaavien pinnoitteiden käyttö voi aiheuttaa laatan pinnan irtoamisen. Jos tällaisia pinnoitteita halutaan käyttää, tulee pinnan vetolujuus varmistaa vetokokeilla. (22.)

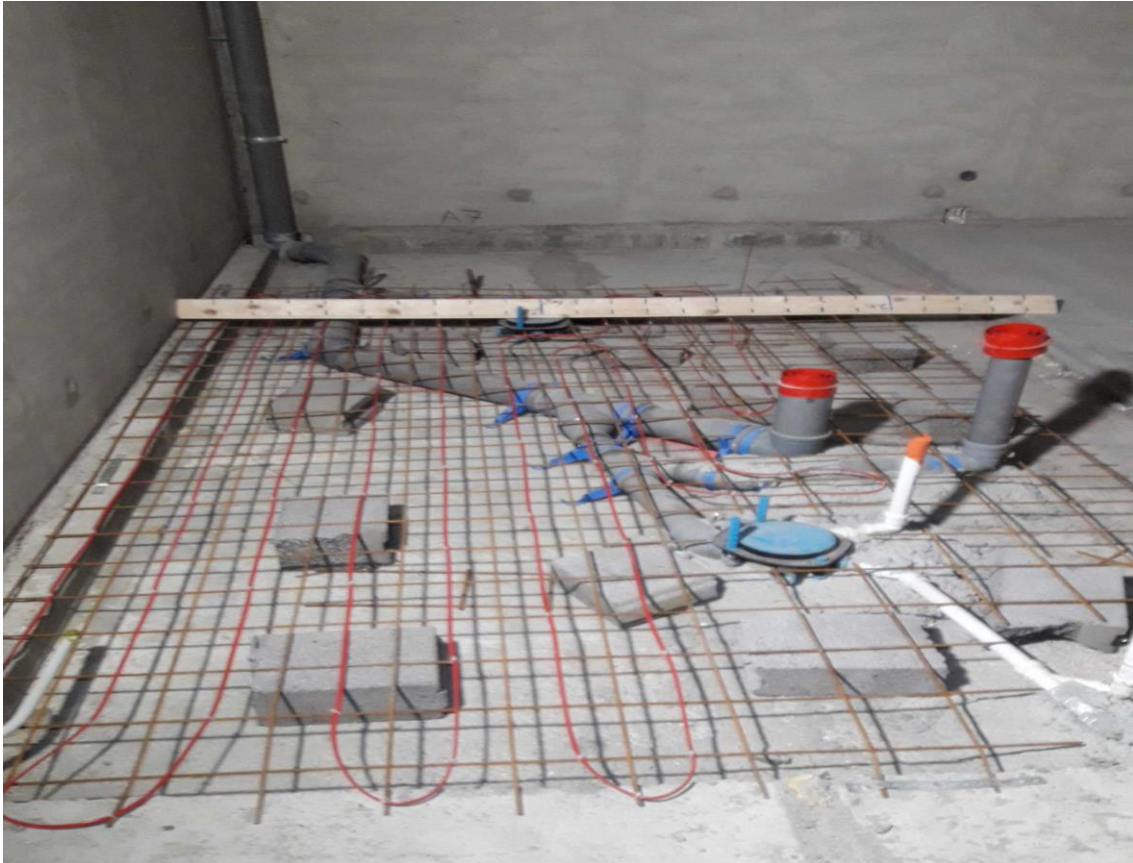
4 MAAKOSTEAN BETONILATTIAN TOTEUTUS

Luvussa 4 käydään läpi maakostean betonilattian valmistus edeltävistä töistä aina kuivatukseen asti. Luvussa tarkastellaan erityisesti lattiatyön työmenekkiä, lattiatyöhön tarvittavaa kalustoa, optimaalisia valuolosuhteita, jälkihoitoa ja laadunvarmistusta.

4.1 Edeltävät työt

Lattiavalua edeltävät työt eivät eroa juurikaan luvuissa 2.1.1 Suoran lattian työvaiheet (kuva 2) ja 2.2.2 Kaatolattian työvaiheet esitettyihin työvaiheisiin (kuva 2; kuva 7). Ainoat eroavaisuudet tulevat siitä, että maakostealla massalla toppari-työt vähenevät. Työsaumoihin ei tarvita toppareita ja kylpyhuoneen kaatolattia voidaan valaa yhdellä valukerralla ilman toppareita. Maakostean betonin koostumus on niin jäykkää, että massasta voidaan muotoilla, vaikka pykälä lattiaan ilman toppareita. (2; 22.)

Lisäksi massan koostumuksen ollessa huomattavan karkeaa verrattuna normaaliin betoniin vähenee valuvaiheessa aiheutuva sotku esimerkiksi seinäpinnoilta. Maakostean betonin käytöllä vähennetään suojaus- ja jälkiputsitöitä merkittävästi. (2; 22.)



KUVA 7. Kylpyhuoneen lattia valmiina maakostean valua varten (6)

4.2 Valuolosuhteet

Maakostealla betonilla valettaessa tulisi valettavan tilan lämpötila saada kauttaaltaan vähintään +5 °C ennen valua. Lisäksi suositellaan, että tila tulisi saada mahdollisimman vedottomaksi, jotta betonin pinnalta ei pääse kosteus haihtumaan liian nopeasti. Maakosteaa betoni on vähävetistä massaa ja tästä syystä liiallinen kosteuden haihtuminen tulisi estää. On tapauksia, jossa kosteus on päässyt häviämään betonista ennen sitoutumisreaktioiden muodostumista betonin pinnassa. Tästä on ollut seurauksena pehmeä lattianpinta, joka lähtee harjaamalla pois. Myös kova kuumuus voi aiheuttaa samanlaisen ilmiön. (22.)

Talviolosuhteissa betonoitaessa tulee pakkasrajasta keskustella urakoitsijan kanssa. Pakkasraja on yleisesti -10 °C, mutta yksi urakoitsija ilmoittaa pakkasrajaksi -30 °C. Pakkasraja tulisi aina varmistaa valitun urakoitsijan kanssa. Syy pakkasrajoille on kaluston hyytyminen ja etenkin veden jäätyminen kylmällä ilmalla. (22.)

4.3 Sekoitus- ja pumppauskalusto

4.3.1 Estrich-pumppu

Estrich-pumppu on henkilöautolla vedettävä laite, jota käytetään massan sekoittamiseen ja siirtämiseen. Käyttövoimana pumpussa on joko sähkö tai diesel. Estrich-pumppua käytettäessä betonin ainesosat annostellaan laitteeseen käsin. Tämän kaluston etuna on sen pieni tilan tarve ja heikkoutena betonin tasalaatuisuuden varmistaminen. Lisäksi sekoituspaikkaan tulee varata tilaa sementtisäkeille sekä kiviainekselle. Kaluston (kuva 8), pumppausnopeus on noin 4-5 m³/h ja pumppauspituus noin 100 metriä. (22, s.15; 24.)



KUVA 8. Estrich-pumppu (20, s. 12)

4.3.2 Isommat pumppauskalustot

Sekoitus- ja pumppauskalustona käytetään maakostea betonia pumpattaessa erilaisten rekka- tai kuorma-autojen perään rakennettua sekoitin-pumppausyksik-

köä (kuva 9). Betonin valmistus näissä laitteissa on tietokoneohjattua ja mittatarkkaa. Koneeseen syötetään haluttu resepti, jota kone noudattaa, eli käytännössä laite toimii samoin kuin valmisbetoniasema. Laite laskee tarkasti ainemäärät, jota betonin valmistukseen käytetään ja tulostaa asiakkaalle kuitin, josta niitä voi tarkastella. Etenkin kilohinnalla laskutettaessa tämä on tärkeää tilaajalle. (2; 22.)

Laitteeseen mahtuu betonin runkoainesta noin 17 m³ verran riippuen kaluston koosta. Lisäksi sitä voidaan isompien valujen yhteydessä täyttää suoraan kasetti- tai nuppiauton karrystä hiab-nosturilla, jonka päässä on kauha. (22; 23.)

Pumppausnopeus ja pumppauspituus vaihtelevat kaluston koon mukaan. Pumpaus- ja työstönopeus on laitteissa yleensä 3-6 m³/h ja pumppauspituus 150-250 metriä. (22.)



KUVA 9. Rekan perässä vedettävä maakostean betonin sekoitin-pumppu kalusto (24)

4.4 Työryhmä ja työsaavutukset

Yleensä yhdessä työryhmässä on 3-4 työntekijää. Yksi käyttää pumppua ja loput työstävät lattiaa. Työsaavutukset ovat noin 50-70 m² kylpyhuoneen kaatolattiaa per päivä työryhmää kohti. Suoraa lattiaa taas saadaan valmiiksi 200-300 m² per päivä työryhmää kohti. Työsaavutuksiin vaikuttaa oleellisesti valettavien tilojen koko ja lattian paksuus. (22.)

4.5 Työstö

Maakostean betonin karkean koostumuksen vuoksi sen tiivistäminen ei onnistu esimerkiksi tärysauvaa käyttämällä. Sen sijaan maakostean betonin tiivistys tapahtuu polkemalla tai painamalla massaa kasaan käsin. Lisäksi pintakerrokset tiivistetään linjalaudalla. Tiivistykseen on myös olemassa eräänlainen tiivistysauva, jolla massaa painellaan tiiviiksi (kuva 10). Massan hyvä tiivistäminen on erittäin tärkeää sen loppulujuuden kannalta. (22.)

Maakostean betonilattian pinta hierretään joko käsin tai koneella riippuen lattian koosta. Kaatolattiat hierretään aina käsin. Jos lattioihin tulee kutistumissaumoja, ne voidaan tehdä painamalla liipalla ura haluttuun kohtaan lattiaa. (22.)

Maakostealla betonilla voidaan tuottaa erinomaista pinnanlaatua lattioihin. Maakostealla massalla voidaan toteuttaa pinnanlaatuokaltaan A₀-lattioita. Urakoitsijoiden mukaan hyvä pinnanlaatu johtuu massan työstöominaisuuksista, rauhallisesta työsaavutuksesta sekä laadukkaista työntekijöistä. (22.)



KUVA 10. Maakostean betonilattian työsty käynnissä. Kuvassa näkyy myös maasan tiivistykseen tarkoitettu sauva (25)

4.6 Maakostean betonilattian jälkihoito

Maakostea betoni on vähävetistä massaa ja siksi on tärkeää, että liiallinen kosteuden haihtuminen betonin pinnasta estetään. Jos kosteutta pääsee sitoutumisreaktioiden aikana haihtumaan liikaa, seurauksena voi olla reagoimatonta sementtiä ja epäonnistunut lattia. (22.)

Jälkihoitomenetelmäksi soveltuu ainoastaan lattian peittäminen muovilla. Maakostea betoni on todella huokoista, joten sen kasteleminen voi aiheuttaa radikaalia kuivumisajan pitenemistä. Myöskään jälkihoitoaineita ei haastateltujen urakoitsijoiden mukaan tällä menetelmällä toteutetuissa lattioissa käytetä. (22.)

Jälkihoidon tarve riippuu maakostealla betonilla valettaessa samoista asioista kuin normaalillakin betonilla. Kuumat, vetoiset ja kuivat olosuhteet lisäävät jälkihoidon tarvetta massalla kuin massalla. (22.)

4.7 Jälkityöt

Maakostea betonilla käytettäessä voidaan saavuttaa erinomaista pinnanlaatua ja tasaisuutta lattioihin. Urakoitsijoiden ja heille tulleen palautteen mukaan lattioiden tasoitus- ja oikomistyöt vähenevät maakostea betonilla käytettäessä. (2;22.)

Maakostea betoni on jäykkää ja sen pumppausnopeus on kohtalaisen rauhallinen verrattuna normaaleihin betoneihin. Tämän vuoksi pumppauksen yhteydessä seinille lentävä betonimäärä on alhainen, mikä vähentää suojaustarpeita ja jälkipuhdistustöitä merkittävästi. (2;22.)

Maakostea betoni ei muodosta lattianpintaan sementtiliimakerrosta, joten maakostealla betonilla tehtyjä lattioita ei tarvitse hioa ennen pinnoitusta. Käytännössä siis maakostea betoni ei vaadi minkäänlaisia jälkitöitä ennen pinnoitusta. (22.)

Maakostea betoni lisää huokoisen rakenteensa vuoksi vesieristemenekkiä merkittävästi. Urakoitsijat suosittelivat, että lattiapinnoille tehdään primerointi ja levitetään ohut tasoitekerros ennen vesieristeen levittämistä. Näin vältetään suurilta vesieristemenekeiltä. (22.)

4.8 Kuivuminen

Maakostean betonin kuivumisominaisuudet ovat hyvät. Se sisältää vähän vettä, mikä lisää kemiallista kuivumista. Lisäksi sen huokoinen rakenne lisää diffuusioiden voimakkuutta betonissa ja tämä nopeuttaa kuivumista. Urakoitsijoille tehtyjen haastattelujen mukaan 10 cm:n betonilattia on saatu nopeimmillaan kuivaksi (RH alle 90 %, pinnan RH alle 75 %) 5-10 vrk:n kuluessa. Tällaiset kuivumisajat edellyttävät kuitenkin loistavia kuivumisolosuhteita sekä sitä, että massaan on käytetty kuivumista nopeuttavia lisäaineita. (22.)

Maakostea betoni on erittäin huokoista ja siksi kuivatuksen kannalta on erittäin tärkeää, että kuivatusolosuhteet ovat kunnossa ja lattian uudelleen kastuminen estetään. Lattian uudelleen kastuessa voi maakostean betonin kuivumisaika pidentyä huomattavasti. Lisäksi lattian pohjarakenteiden tulee olla kuivat ennen valua. (22.)

4.9 Laadunvarmistus

Maakostea betoni kuuluu koostumuksen mukaisiin betoniin ja näillä betonilaa-
duilla on varmistettava, että massa tehdään aina valmiiksi määritellyn koostu-
muksen mukaan. Lisäksi tulee varmistaa, että betoni saavuttaa koostumuksen-
mukaiset ominaisuutensa niin massana, kuin kovettuneena betoninakin. Maa-
kostealle pumpattavalle lattiabetonille on tulossa oma normistonsa. (20, s. 11.)

Massaa voidaan työmaalla erilaisilla luvussa 4.3 mainituilla kaluistoilla. Osa ka-
lustoista valmistaa massan tietokoneohjatusti ja näillä laitteilla saadaan massan
koostumus tarkasti selville myös valujen jälkeen. Tämä ominaisuus auttaa selvit-
tämään mahdollisten laatuvirheiden syitä ja rajaamaan niitä pois. (22.)

Käytössä on myös kalustoa, jossa betoni annostellaan koneeseen käsin. Näitä
kalustoja käytettäessä ei massan tarkkaa koostumusta ja ainesosien tarkkoja
määriä pystytä välttämättä todentamaan. Kuitenkin urakoitsija, joka tällaista ka-
lustoa käyttää, kertoo, että työntekijät on perehdytetty valmistamaan betonia tar-
kalleen saman reseptin mukaisesti. Lisäksi betonin koostumusta arvioidaan jat-
kuvasti työn yhteydessä silmämääräisesti ja jos tarvetta on, koostumusta muute-
taan. (4, s. 14, s. 20; 22.)

Urakoitsijat pyrkivät varmistamaan, seuraamaan ja kehittämään tuotteidensa
laatua esimerkiksi koelaattoja ja kappaleita valamalla ja mittamalla niiden lujuuk-
sia ja kuivumisaikoja. Lisäksi kiviaineskäyriä seurataan ja tutkitaan. (22.)

5 MAAKOSTEAN BETONILATTIAN JA NORMAALIN BETONILATTIAN VERTAILU

Tässä työssä vertailtiin kahta Peab Oy:n toteuttaman kohteen välipohja- ja etenkin lattiaratkaisuja. Toisessa kohteessa pintalattiat valmistettiin normaalista betonista, toisessa taas osassa lattioista käytettiin maakostea betonista.

Työssä vertailtiin esimerkiksi työhön käytettyjä tunteja, kuivumisaikoja, työmenekkejä, työn sisältöä sekä kustannuksia. Vertailuun käytettiin hankkeiden aikana saatua aineistoa, esimerkiksi kosteusmittaustuloksia ja tuntilaskelmia. Vertailun tulokset esitetään liitessä 1 (yrityksen sisäisessä käytössä).

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön lähtökohtina olivat perinteisissä betonilattioissa havaitut ongelmat, kuten esimerkiksi pitkät kuivumisajat ja pinnanlaadun ongelmat. Tilaajayritys halusi tutkia, voidaanko näiltä ongelmilta välttyä valitsemalla maakostea betoni lattiabetoniksi. Työn tavoitteena oli vertailla maakostea betonia ja perinteistä lattiabetonia ja tuottaa tilaajayritykselle vertailuaineistoa, jota se mahdollisesti voisi hyödyntää tulevien hankkeiden lattiabetonimateriaalin valinnassa. Työ toteutettiin perehtymällä kirjallisuuteen sekä haastattelemalla aiheesta tietäviä alan ammattilaisia. Työn tulokseksi saatiin vertailuaineistoa monesta erilaisesta asiasta ja ominaisuudesta materiaalien välille.

Työn tulosten perusteella voidaan todeta, että maakostealla massalla voidaan saavuttaa nopeampia kuivumisaikoja normaalilla lattiabetonilla. Kuitenkin tarkkojen tulosten saamiseksi kosteusmittauksia olisi pitänyt suorittaa tiheämmin ja valu- ja kuivatusolosuhteet saada lähes identtisiksi. Mittaustulosten perusteella kuivumisaikojen ero on reilu neljä viikkoa. Näin suurilla kuivumisaikojen eroilla voidaan säästää aikaa kerrostalokohteen sisävalmistusvaiheen aikana. Lisäksi kuivumisaikaa lyhentämällä vähennetään teoriassa lämmitykseen ja kuivatukseen liittyviä kalusto- ja energiakustannuksia.

Suurena maakostean betonin etuna märkäbetoneihin nähden ovat suojaus-, hionta- ja oikaisutöiden väheneminen. Näiden jäädessä vähemmäksi helpottuu työn aikataulun ja kustannusten ennustaminen huomattavasti. Kokonaistuntimäärän pieneneminen voi parhaimmillaan vähentää työmaalla tarvittavaa työntekijäresurssia. Näiden töiden vähentäminen myös tekee lattiamestan siirtymisen pinnoittajalle sujuvammaksi.

Lisäksi maakostean betonin hyviä puolia ovat pölyttömyys ja ekologisuus, jotka ovat rakentamisessa ajankohtaisia aiheita. Pölyntorjuntaan ja yritysten hiilijalanjälkeen kiinnitetään enemmän huomiota kuin aiemmin.

Opinnäytetyössä havaittiin, että maakostea betonia käyttämällä voidaan myös saavuttaa kustannusetuja. Itse betoni ja työ ovat kalliimpia kuin normaalilla määrällä pumpattavat, mutta vähentyneiden suojaus- ja jälkitöiden johdosta kokonaiskustannuksissa voidaan saavuttaa säästöjä. Maakostea betoni valitsemalla vapautetaan myös työjohtoresursseja raskaista massalaskelmista ja valulogistiikan hoitamisesta esimerkiksi kuivumisolosuhteiden hallintaan ja lattiatyön laadunvalvontaan.

Kaiken kaikkiaan voidaan todeta, että maakostea betoni voi tulevaisuudessa syrjäyttää normaalin lattiabetonin ainakin kerrostalon pintalattioissa. Nopeammat kuivumisajat, ekologisempi ja pölyttömämpi materiaali, pienemmät jälkityömäärät ja kustannukset ainakin ajavat mielestäni tätä asiaa. Tulevaisuudessa tarvitaan kuitenkin enemmän tutkimusta ja selvitystä maakosteasta massasta, jotta materiaalista saadaan enemmän tietoa sekä sen ominaisuuksia voidaan myös monipuolistaa ja käyttökohteita laajentaa esimerkiksi kovemmin kuormitettuihin lattioihin.

LÄHTEET

1. By45 / BLY7. 2014. Betonilattiat 2014. Helsinki: BY-koulutus Oy.
2. Peab Oy:n työmaatoimihenkilöiden haastattelut. 2019.
3. RT 84-11166. 2014. Märkätilojen rakenteet. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/84-11166> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 25.3.2019.
4. Basili, Tim 2017. Maakostea betoni kaatolattioissa. Insinööriyö. Metropolia ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/135170/Basili_Tim.pdf?sequence=4&isAllowed=y. Hakupäivä 25.3.2019.
5. Ratu 0404. 2012. Pintabetonityöt. Menekit ja menetelmät. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%200404> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 21.5.2019.
6. Toimihenkilöiden ottamat valokuvat työmaalta. 2018-2019. Peab Oy.
7. Anttila, Vesa 2015. Lattiabetonin valinta eri käyttökohteisiin. Saatavissa: <https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/11/6-Vesa-Anttila-Rudus-Oy2.pdf>. Hakupäivä 18.4.2018.
8. Valmisbetonihinnasto Etelä-Suomi. 2019. Rudus Oy. Saatavissa: <https://www.rudus.fi/hinnasto-ja-esitteet/hinnastot/betonihinnasto>. Hakupäivä 18.4.2019.
9. Betonilattian jälkihoito. BLY-3 2002. Saatavissa: <http://www.bly.fi/File/bly-3.pdf?rnd=1290757363>. Hakupäivä 18.4.2019.

10. Niemi, Sami. Betonirakenteiden kosteuden mittaaminen ja onnistunut päälystäminen. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK100401.pdf>. Hakupäivä 20.4.2019.
11. Merikallio, Tuija 2009. Betonilattian ”riittävän” kuivumisen määrittäminen uudisrakentamisessa. Väitöskirja. Espoo. Teknillinen korkeakoulu. Rakenne- ja rakennustuotantotekniikan laitos. Saatavissa: <https://aalto-doc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/4656/isbn9789512299577.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Hakupäivä 14.4.2019.
12. Suutarinen, Lauri 2016. Teräsbetoni laatan kuivumisen arviointi ja arvioimiseen vaikuttavat tekijät. Opinnäytetyö. Oulun ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/113249/suutarinen_lauri.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Hakupäivä 14.4.2019.
13. Rakenteiden kuivattaminen. 2008. Sisäilmayhdistys Ry. Saatavissa: <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-korjaaminen/Purku-kuivaus-ja-puhdistus/Rakenteiden-kuivattaminen>. Hakupäivä 20.4.2019.
14. Tekeville. Ilman kosteus. Saatavissa: <http://www.tekeville.fi/ilmankosteus>. Hakupäivä 21.5.2019.
15. Remko 9KWh lämpöpuhallin. Etra verkkosivut. Saatavissa: <https://www.etra.fi/fi/lampopuhallin-remko-elkomat-9kw-e26040134>. Hakupäivä 20.4.2019.
16. El-björn lämpöpuhallin. Ahlsell verkkosivut. Saatavissa: <https://www.ahlsell.fi/34/sahko/lammitimet-tuulettimet-ja-pumput/81-lammityslaitteet/lammityslaitteet-el-bjorn/sf8102908/>. Hakupäivä 20.4.2019.

17. Sorptiokuivain. 2019. Cramo verkkosivut. Saatavissa: https://www.cramo.fi/fi/category/rakennuskoneet_kuivaus--ja-ilmanpuhdistus-ilmankuivaimet/product/sorptiokuivain--330m3-h---15l-dstdr20. Hakupäivä 21.4.2019.
18. Ilmankuivaintyyppinen rakennuskuivain. 2019. Rakennuskuivain verkkosivut. Saatavissa: <https://www.rakennuskuivain.fi/rakennuskuivaimet/>. Hakupäivä 21.4.2019.
19. Maakostea betoni. 2015. Wikipedia. Saatavissa: https://fi.wikipedia.org/wiki/Maakostea_betoni. Hakupäivä 22.4.2019.
20. Nordberg, Jussi 2016. Maakostean betonin käyttö betonilattioissa. Mestariintyö. Metropolian ammattikorkeakoulu. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/115233/Nordberg_Jussi.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Hakupäivä 20.4.2019.
21. Ecofloor. Saatavissa: <https://ecofloor.fi/>. Hakupäivä 21.4.2019.
22. Maakosteasta betonista lattioita valmistavien urakoitsijoiden haastattelut. 2019.
23. Ecofloor 2018. EcoFloor Bremat esittelyvideo. Video. Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=m8L8nXrtokc>. Hakupäivä 22.4.2019.
24. Bekason Oy. 2014. Facebook. Saatavissa: <https://www.facebook.com/1569532113268045/photos/pcb.1569564559931467/1569564399931483/?type=3&theater>. Hakupäivä 22.4.2019.
25. Pekala, Annu 2018. Lattiavalu maakostealla betonilla. Blogiteksti. Saatavissa: <http://tuleentuijottaja.blogspot.com/2018/02/lattiavalu-maakostealla-betonilla.html>. Hakupäivä 22.4.2019.

26. Työmailta kerätyt kosteusmittaus-, aikataulu-, ja kustannustiedot. 2018-2019. Peab Oy.

NORMAALIN PINTABETONILATTIAN JA MAAKOSTEAN BETONILATTIAN VERTAILU

Tätä liitettä ei julkaista.