

Perttu Herva

NP-BETONIN KÄYTTÖ LATTIAVALUISSA

NP-BETONIN KÄYTTÖ LATTIAVALUISSA

Perttu Herva
Opinnäytetyö
Kevät 2015
Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma, talonrakennustekniikka

Tekijä: Perttu Herva
Opinnäytetyön nimi: NP-betonin käyttö lattiavaluissa
Työn ohjaaja: Hannu Kääriäinen
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2015 Sivumäärä: 39 + 2 liitettä

Opinnäytetyössä tutkittiin nopeammin päällystettävän betonin käyttöä lattiavaluissa sekä syitä yleisimpiin betonilattioissa ilmeneviin ongelmiin. Tavoitteena oli selvittää Rakennusliike T. Myllyneva Oy:n toteuttamissa kohteissa havaittujen betonilattioiden ongelmien syitä sekä etsiä keinot niiden ehkäisemiseksi. Lisäksi tarkasteltiin teoreettisesti laskemalla olisiko Kittilän kirkonkylän päiväkodin lattiat pystytyt pinnoittamaan aikataulun mukaisesti normaalia lattiabetonia käytettäessä.

Työ toteutettiin etsimällä tietoa kirjoista, lehdistä ja internetistä. Kuivumisaika-arvion pohjana käytettiin mallikohteesta dokumentoituja betonin kuormakirjoja. Kuivumisaika-arviot on toteutettu Suomen Betoniyhdistys ry:n ohjelmalla.

Tuloksista voidaan päätellä nopeammin päällystettävän betonin olleen järkevä valinta Kittilän kirkonkylän päiväkodin lattioihin. Aikataulussa ei todennäköisesti olisi pystytty, mikäli lattiat olisi valettu normaalilla lattiabetonilla.

Asiasanat: lattiat, alapohjat, betonirakenteet

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
SISÄLLYS	4
1 JOHDANTO	6
2 BETONIN OMINAISUUDET	7
2.1 Betonin lujuus	7
2.2 Kulutuskestävyys	8
2.3 Pakkasekestävyys	10
2.4 NP-betonin ominaisuudet	11
3 BETONIN KUTISTUMA	13
3.1 Kutistuman syyt	13
3.2 Plastinen kutistuma	14
3.3 Plastinen painuma	15
3.4 Autogeeninen kutistuma	15
3.5 Lämpömuodonmuutos	15
3.6 Kuivumiskutistuma	16
4 BETONILATTIAN KUIVUMINEN	18
4.1 Lattian rakennetyypin vaikutus kuivumiseen	19
4.2 Lattialämmityksen vaikutus kuivumiseen	20
5 BETONILATTIAN VAURIOT	21
5.1 Lattioiden halkeilu	21
5.2 Halkeilun estäminen	22
5.3 Lattian käyristyminen	23
6 BETONILATTIAN JÄLKIHOITO	26
6.1 Varhaisjälkihoito	26
6.2 Varsinainen jälkihoito	27
6.3 Jälkihoitoaika	28
6.4 Jälkihoidon laiminlyönnin seuraukset	29
7 KOSTEUSMITTAUSMENETELMÄT	30
7.1 Porareikämittaus	31
7.2 Pintakosteusilmaisimien	32
7.3 Näytepalamenetelmä	33

8 KITTILÄN KIRKONKYLÄN UUSI PÄIVÄKOTI	35
9 POHDINTA	36
LÄHTEET	37
LIITTEET	

Liite 1. Kosteusmittausraportti

Liite 2. Kuivumisaika-arvio

1 JOHDANTO

Betonin kutistuminen ja käyristyminen aiheuttavat vaurioita ja korjaustarvetta betonilattioihin varsin usein. Väärät materiaalivalinnat, puutteellinen toteutus ja jälkihoito sekä ulkoiset kuormitukset aiheuttavat ongelmia lattioissa. Nykypäivän rakennushankkeiden kiristyneet aikataulut ja lattioilta vaadittavat alhaisemmat suhteellisen kosteuden arvot ennen pinnoittamista hankaloittavat tilannetta entisestään. Tästä johtuen niin betonitoimittajat kuin urakoitsijatkin ovat joutuneet kehittämään nopeammin pinnoitettavia betonilaatuja sekä työmenetelmiä vastaamaan nykypäivän kiristyneitä kriteereitä.

Tässä työssä perehdytään betonilattioiden yleisimpiin ongelmiin sekä käsitellään vaihtoehtoja, joilla niitä voidaan ehkäistä. Lisäksi työssä on pyritty käsittelemään sisällysluettelon mukaisia asioita nimenomaan nopeammin päällystettävän betonin kannalta.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää rakennusliike T. Myllyneva Oy:lle, heidän toteuttamissaan kohteissa betonilattioissa esiintyneiden ongelmien syitä sekä etsiä ratkaisuja niiden ehkäisemiseksi. Työssä tarkasteltavana kohteena on Kittilän kirkonkylän uusi päiväkotikoti, joka valmistui kesällä 2014.

2 BETONIN OMINAISUUDET

Betoni on maailman yleisimmin käytetty rakennusmateriaali. Muottien avulla betonista voidaan valaa haluttuja rakenteita ja monimuotoisuutensa vuoksi lähes kaikenlaiset rakenteet ovat toteutettavissa betonilla. Betonin etuja muihin rakennusmateriaaleihin verrattuna ovat suuri rakenteellinen lujuus, kosteudenkestävyys ja pitkäikäisyys. Suunnittelijan, rakennuttajan ja urakoitsijan tulee yhteistyössä valita betonin laatu, niin että se täyttää sille asetetut vaatimukset valettavuuden, lujuuden kehityksen, loppulujuuden sekä säilyvyyden osalta. (1.)

Betonin kolme pääraaka-ainetta ovat vesi, sementti ja kiviaines. Näillä ainesosien suhteilla on tärkeä merkitys betonin ominaisuuksiin. Lisäksi betonin ominaisuuksiin voidaan vaikuttaa lisä- ja seosaineilla, jotka parantavat mm. betonin työstettävyyttä ja hidastavat tai nopeuttavat kovettumisaikaa. (1.)

2.1 Betonin lujuus

Betonille on ominaista suuri puristuslujuus. Betonin lujuuden mittayksikkönä käytetään megapascalialta (MPa). Esimerkiksi merkinnöillä K30 tai C25/30 molemmilla tarkoitetaan, että betonin lujuus 150 mm:n kuutiokoekappaleilla määritettynä on 30 MPa. Lisäksi jälkimmäisessä merkintä C25 tarkoittaa, että saman betonilaadun lujuus on lieriökoekappaleilla määritettynä 25 MPa. Tavanomaisella sementillä valmistetun standardisäilytyksessä olevan betonin lujuutta arvioitellaan yleensä 28 vuorokauden iässä, vaikka lujuuden kehitys jatkuu pitkään tämän jälkeenkin. (2.)

Betonin puristuslujuuteen vaikuttaa ennen kaikkea vesi-sementtisuhde, jolla tarkoitetaan betonin sisältämän vesimäärän ja sementin painon suhdetta. Vedden lisäämisellä voidaan parantaa betonin työstettävyyttä, mutta halutun lujuuden saavuttamiseksi on lisättävä myös sementtiä. Pienellä vesimäärällä suhteessa sementin määrään taataan betonille hyvä lujuus sekä tiiveys. Lisäksi sementtillaadulla sekä kiviainesten ominaisuuksilla voidaan vaikuttaa betonin ominaisuuksiin. (3.)

Betonilattian luokka ilmoitetaan luokitusperusteiden mukaisesti kirjain-numero-numero-yhdistelmänä (esim. B-3-40), jossa ensimmäinen kirjain ilmoittaa tasaisuusvaatimuksen, ensimmäinen numero kulutuskestävyysvaatimuksen sekä toinen numero betonin lujuusluokan. Neljäntenä osana luokitusmerkintään voidaan liittää kirjain T (esim. B-3-40-T), jos kohdetta voidaan pitää erityisen vaativana. Merkintä tarkoittaa, että työtä aloitettaessa sekä tarvittaessa toteutuksessa paikalla on lattiaurakoitsijan edustajana henkilö, jolla on Suomen Betoniyhdistys ry:n toteama betonilattiatyönjohtajan pätevyys. (4.)

Betonilattioiden suositellut lujuusluokat:

K30:

- pehmeän päällysteen alustana asunnoissa
- tavanomaiset kellaritilat (ei ajoneuvoliikennettä)
- mosaiikkiparketin alustana asunnoissa
- julkiset tilat
- pienet työpajat, korjaamot, autosuojat, tavanomaiset varastot.

K40:

- autohallit, pysäköintitalot
- korjaamot, varastot, teollisuuslattiat, kuormaustasot.

K50:

- kohteet, joissa betonipinnalta edellytetään erittäin hyvää kulutuskestävyyttä tai kemiallista kestävyyttä
- kohteet, joissa kyseisen lujuusluokan betonia käytetään vain ohuena pintakerroksena alusbetonin ollessa selvästi alemmaa lujuusluokkaa. (4.)

2.2 Kulutuskestävyys

Lattioiden kulutuskestävyyttä voidaan parantaa erilaisilla levitettävillä siroteilla, kuten myös varsinaisella betonin suhteutuksella. Betonisuhteutuksessa kestäväällä kiviaineella, riittävällä sideainemäärällä ja tiiviillä sementtikivellä eli alhaisella vesisementtisuhteella saadaan aikaan hyvin kulutusta kestävä betonikoos-

tumus. Betonisuhteutuksessa karkean kiviaineksen määrän kannattaa olla mahdollisimman suuri, jolloin betonin kulutuskestävyys määräytyy kiviaineen kestävyden mukaan. (4, s. 56–57.)

Kulutuskestävyysluokkaa voidaan nostaa kulutusrasitustyyppin ja tilan käyttöasteen mukaan hierron yhteydessä pinnalle levitettävillä siroteilla, kun betonin rakenteellinen lujuus ei enää täytä vaatimuksia. Siroteet sisältävät tyypillisesti erittäin lujan mineraalipohjaisen tai teräksisen runkoaineen sekä hydraulista sideainetta, joka hierron yhteydessä reagoi tuoreesta betonimassasta nousevan kosteuden kanssa. Pintaan hierrettyinä siroteet lisäävät myös pinnan tiiveyttä mm. kloridien tunkeutumista vastaan. (4, s. 57–59.) Taulukossa 1 betonilattioiden kulutuskestävyys on jaettu neljään luokkaan niiden tyypillisimpien käyttökohteiden mukaisesti.

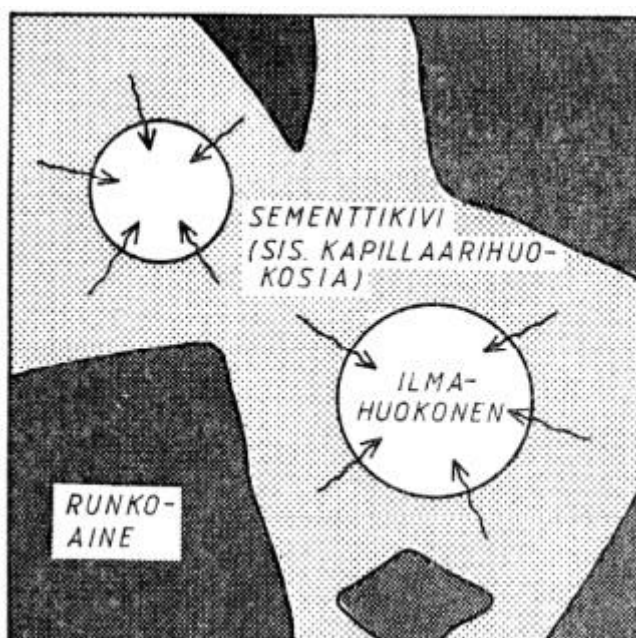
TAULUKKO 1. Betonilattioiden kulutuskestävyysluokat (4)

Kulutuskestävyysluokka	Tyypillinen käyttökohte
1	Lattiat, joihin kohdistuu erittäin suuret, metalliset pyörä- tai telaketjukuormat. Lattiat, joiden pintaan kohdistuu kovia iskuja
2	Teollisuuslattiat, joissa suuret liikennekuormat, vilkas liikenne sekä pienet ja kovat trukin pyörät. Voimakkaan kulutusrasituksen alaiset ajoväylät ja ramppirakenteet (jatkuva ajoneuvoliikenne).
3	Teollisuuslattiat yleensä, pysäköintitalot (tasot ja ajoväylät), autohallit, kuormaus- tasot ja yleensä kumipyörärasituksen alaiset lattiapinnat.
4	Asunnot, toimistot ja muut päällystettävät lattiat. Kellaritilat asuinrakennuksessa.

2.3 Pakkaskestävyys

Suomessa lähes kaikkiin ulkobetonirakenteisiin kohdistuu pakkasrasitus. Pakkasrasituksen voimakkuuteen vaikuttaa olennaisesti betonin kosteuspitoisuus jäätymisen tapahtuessa sekä jäätymissykliä lukumäärä. Rakenteelle aiheuttava pakkasrasitus voidaan vähentää mm. suojaavilla rakenteilla, kuten räystäillä. Pakkasrasituksen vaikutus on sitä lievempi, mitä kuivempänä betonirakenne on pidetty. Tavallinen huokostamaton betoni kestää yleensä huonosti pakkasrasitusta. (5, s. 9.)

Pakkaskestävyydellä tarkoitetaan kovettuneen betonin kykyä kestää märkänä toistuvaa jäätymistä ja sulamista. Pakkaskestävyyteen vaikuttaa merkittävästi betonin sisältämät suojahuokokset. Ne pysyvät kosteassakin betonissa ilmatäytteisinä ja pystyvät tasaamaan kapillaarihuokosissa olevan veden jäätyksen aiheuttamaa hydraulista painetta. Lisäksi ne toimivat kapillaarihuokosten sijasta paikkana, johon jääkiteet voivat muodostua aiheuttamatta rasiitusta betonille. (5, s. 10) (Kuva 1.)



KUVA 1. Veden tunkeutuminen kapillaarihuokosesta ilmahuokoseen betonin jäätyessä (5, s. 10)

2.4 NP-betonin ominaisuudet

NP-betoni eli nopeammin päällystettävä lattiabetoni on kehitetty kuivumaan normaaleja lattiabetonilaatuja jopa 2–3 kertaa nopeammin. Tähän vaikuttaa siinä käytetty alhaisempi vesimäärä ja suurempi sementtimäärä eli vesisementtisuhde. Nopeammin päällystettävässä betonissa alhainen vesimäärä tekee siitä sitkeämpää työstää, jolloin sen työstettävyyttä on jouduttu parantamaan notkistimilla ja huokostimilla. Taulukossa 2 on esitetty valupaksuuden perusteella suositellut maksimirae- ja pumppulinjakoko. Sitkeämmillä lattiamaasoilla valmistajat suosittelevat riittävän notkeiden betoneiden (S3 – S5) valitsemista alle 100 mm paksuihin laattavaluihin. (6.)

TAULUKKO 2. Valupaksuuden perusteella suositellut maksimirae- ja pumppulinjakoko (7, s. 1)

Valun paksuus	Max. raekoko	Minimi pumppulinjakoko
< 45 mm	8 mm	2,5 "
Yli 45 mm	12 mm	2,5 "
Yli 50 mm	Hieno 16 mm	2,5 "
Yli 60 mm	16 mm	3 "
> 100 mm	32 mm	4 "

Normaalia nopeamman kuivumisominaisuuden vuoksi NP -betonilaadun kutistuma on normaalia betonia suurempi, varsinkin kuivumisen alkuvaiheessa. Nopean kuivumisen lisäksi sen varhaislujuuden kehitys on selvästi nopeampaa. Siitä on hyötyä mm. lattioiden valussa, jolloin betoni on ehtinyt sitoutua tarpeeksi ottamaan vastaan lattian kuivumisesta aiheutuvia jännityksiä. Hierretyn NP-betonin pinta on merkittävästi tiiviimpi normaaliin lattiabetoniin verrattuna eikä näin ollen ole yhtä herkkä valun jälkeiselle kastumiselle (kuivumisen hidastumiselle). (6.)

Nopeasti päällystettävää lattiabetonia valmistetaan lujuusluokissa K30, K35 ja K40. Saatavissa olevat kiviaineksen maksimirakoot ovat 8 (ainoastaan K30), 16 tai 32 mm. Tarpeettoman pientä maksimirakoon valintaa tulee välttää, koska silloin betonin kutistuma sekä alustasta irtoamis- ja halkeilutaipumus kasvavat. Lisäksi hienommat massat ovat karkeampia kalliimpia. (6.)

3 BETONIN KUTISTUMA

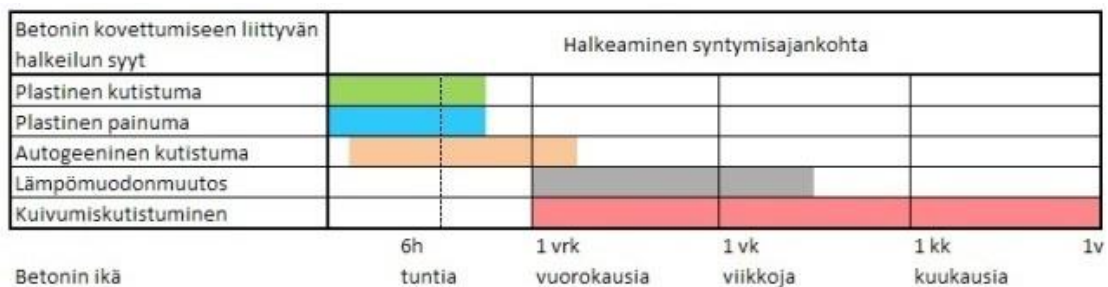
Betonin kutistuma johtuu sen tilavuuden pienentymisestä, johon vaikuttavat yleensä betonin kuivuminen sekä sementin hydrataatioreaktio veden kanssa. Tilavuuden pienentyminen aiheuttaa vetojännityksiä esimerkiksi lattioiden betonipintaan, joka hallitsemattomana johtaa usein betonipintojen halkeiluun. Halkeiluriski ja suuruus riippuvat kutistumatasojen suuruudesta ja betonin vetolujuuden kehittymisnopeudesta. (8.)

Käytännössä kutistumat voidaan jakaa varhaisvaiheen (< 24 h) tai myöhäisvaiheen kutistumaan (> 24 h), mutta parhaan lopputuloksen takaamiseksi on betonin useita eri kutistumatyyppejä ajateltavana kokonaisuutena. (8.)

3.1 Kutistuman syyt

Betonin ominaisuudet ovat seurausta hydrataatioreaktiosta, jossa sementti ja vesi reagoivat muodostaen sementtikiveä eli pastaa. Hydrataatioreaktiossa syntyvän sementtikiven tilavuus pienenee alkuperäisestä sementin ja veden yhteistilavuudesta, minkä vuoksi betoni kuivuu sisäänpäin. Näin ollen betoni voi kuivua ja kutistua veden haihtumatta. "Sisäisestä kuivumisesta" johtuvaa kutistumaa nimitetään autogeeniseksi kutistumaksi. (8.)

Kutistumaa betonirakenteissa aiheuttaa myös betonin kuivuminen. Betonin tilavuus pienenee veden haihtuessa, mikä johtaa aina kutistumaan. Haihtumisesta johtuvaa kutistumaa nimitetään kuivumiskutistumaksi (9). Kuvassa 2 on esitetty kutistumatyyppien ajoittuminen valusta. Kutistumaa betonirakenteissa voidaan estää mm. hyvällä jälkihoidolla, kuiduilla tai yliraudoituksella. (8.)



KUVA 2. Kutistumatyyppien ajoittuminen (8)

3.2 Plastinen kutistuma

Kutistumatyypeistä halkeilun kannalta merkittävin on plastinen kutistuma, sillä se voi kasvaa aina kymmenkertaiseksi kuivumiskutistumaan verrattuna. Plastista kutistumaa esiintyy ensimmäisen vuorokauden aikana valusta, kun betoni on vielä tuoreessa vaiheessa. Plastinen kutistuma on lähes yleisin syy betonin halkeiluun. (8.)

Plastinen kutistuma syntyy, kun betonin pinnalta haihtuva vesi ei enää korvaudu betonipinnan alta nousevalla vedellä. Suurimman riskin aiheuttavat tilanteet, joissa betonipinnalta pääsee haihtumaan runsaasti vettä ennen sen sitoutumista. Sitoutumisen jälkeen betonipinta sulkeutuu, eikä haihtuminen ole enää niin merkittävää. (8.)

Olosuhteet, joissa plastisen kutistuman riskit ovat suurimmat:

- voimakas tuuli ja kuuma sää (runsaas ja nopea haihtuminen ennen sitoutumista)
- voimakas tuuli ja kylmä sää (haihtuminen jatkuu pitkään ennen sitoutumista)
- voimakkaasti notkistettu betoni ja alhainen v/s-suhde (betonipintaan ei nouse vettä) (8).

Halkeiluongelmat ovat tyypillisiä rakenteissa, joissa olosuhteet eivät ole hallinnassa, kuten lämpötila ja tuuli. Rakenteet, joissa haihduttava pinta-ala on suuri, kuten lattiat ja sillat, tulee jälkihoitoon kiinnittää erityistä huomiota. Plastinen kutistuma on merkittävin halkeilun aiheuttaja ja usein sen aiheuttamat halkeilut hierretään piiloon. Piiloon hierretty halkeama kasvaa kuitenkin näkyviin ajan kuluessa ja kuivumiskutistuman kasvaessa. (8.)

Käytännössä plastista kutistumaa voidaan estää seuraavasti:

- levittämällä varhaisjälkihoitoaine heti tasauksen jälkeen ja pintojen hieron jälkeen varsinainen jälkihoitoaine (jälkihoitoaineissa huomioitava riittävät kerrokset)
- suojaamalla pinnat heti muovilla

- suihkuttamalla kevyttä vesisumua pinnoille tai pitämällä pinta kosteana kasteltavan kankaan avulla (8).

3.3 Plastinen painuma

Plastinen painuma tarkoittaa korkeissa rakenteissa massan painumista alaspäin, jolloin vesi kevyempänä nousee pinnalle. Plastisen painuman halkeamia syntyy, kun tuoreen betonimassan painuminen jollain tapaa estyy. Tämä aiheuttaa muun muassa terästen kohdalla halkeilua, kun raudoitustanko estää yläpuolellaan olevan betonin painumisen. Painumaa tapahtuu myös raudoituksen alapuolella, jonne jää painuman vuoksi tyhjä tila, joka voi aiheuttaa puutteita betonin ja raudoituksen yhteistoiminnassa. (10, s. 4.)

Plastisen painuman aiheuttamat halkeamat muodostuvat tyypillisesti rakenteen yläpintaan ja ovat säännöllisen muotoisia. Halkeilua esiintyy myös rakenteissa, joissa poikkileikkauksessa tapahtuu jyrkkiä muutoksia. Plastista painumaan voidaan ehkäistä käyttämällä jälkitärytystä betonin ollessa vielä tiivistettävässä muodossa. Uudestaan tiivistettäessä betoni pääsee muokkautumaan ja plastisen painuman aiheuttamat painumaerot tasaantuvat. (10, s. 4.)

3.4 Autogeeninen kutistuma

Autogeeninen kutistuma tarkoittaa sementin hydrataation aiheuttamaa kutistumaa ja sitä sanotaan myös hydrataatio- tai kemialliseksi kutistumaksi. Sementin ja veden reagoidessa syntyvän sementtikiven tilavuus pienenee alkuperäisten aineiden tilavuudesta ja reaktion seurauksena betoni kuivuu sisäänpäin, eikä kosteutta poistu betonista. Kutistumaa voidaan rajoittaa pitämällä sementin ja veden määrät kohtuullisina sekä kiviaineisuus suurena. (8.)

3.5 Lämpömuodonmuutos

Betonirakenteita valettaessa ja sementin alkaessa sitoutua kehittyy myös lämpöä. Lämmöntuottoon voidaan vaikuttaa käyttämällä alhaislämpösementtiä, sementtiä ja kuonaa yhdessä tai laskemalla betonin lämpötilaa jo betoniasemalla. (8.)

Massiivirakenteissa betonin lämpötila nousee yleensä korkeaksi valun keski-
osissa. Lämmöntuoton loppuessa ja rakenteen alkaessa jäähtyä ulkopinnoiltaan
nopeammin syntyy kutistuma, jossa betonin tilavuus pienenee ensin rakenteen
pinnoilla. Massiivirakenteissa ydin jäähtyy huomattavasti hitaammin ulkopinto-
ihin verrattuna, jolloin kutistuma voi olla suuri ja aiheuttaa estettynä rakenteiden
halkeilua. Tarvittaessa lämpötilaeroihin voidaan vaikuttaa pintojen lämmöneris-
tämällä, jolloin lämmöt laskevat tasaisesti sekä pinnoilla että ytimestä. (8.)

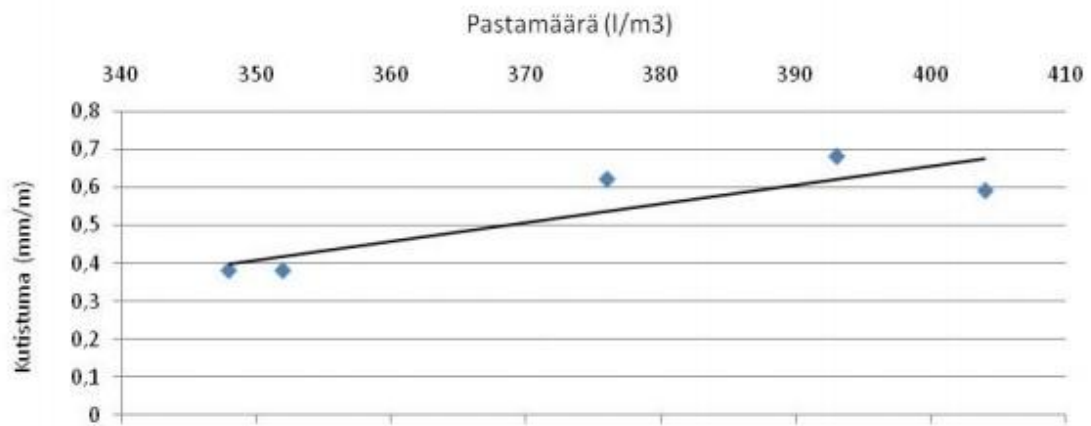
3.6 Kuivumiskutistuma

Kuivumiskutistuma on yleisin tunnettu kutistumatyyppi, jossa on kyse betonin
kuivumisesta. Työstettävyyden saavuttamiseksi betoniin valmistusvaiheessa
lisätty vesi ei yleensä kokonaan reagoi sementin kanssa, jolloin osa vedestä jää
vapaaksi haihtumaan pois rakenteesta. Kuivumiskutistuman suuruus ja sen
kasvunopeus riippuvat olosuhteista. Kuivumiskutistumasta johtuvaa rakenteiden
halkeiluerkkyyttä tulee arvioida niissä olosuhteissa, joissa rakennetta käyte-
tään (kosteus, lämpötila). (8.)

Kuivumiskutistumaa voidaan etukäteen rajoittaa suunnittelemalla sopivat beto-
nisuhteutukset. Kuivumiskutistuman rajoittaminen perustuu betonin kutistuvan
aineosan, eli sementtikiven rajoittamiseen. Mitä enemmän betonissa käytetään
karkeaa kiviainesta, sitä vähemmän kutistuvaa aineosaa tilavuusyksikköön jää.
Käytännössä tulisi suhteutuksissa olla mahdollisimman paljon #12 mm:n, #16
mm:n ja #32 mm:n kiveä, mielellään yli 35 %. Rakeisuuskäyrää ei kuitenkaan
kannata rajoittaa tarpeettomasti, jotta riittävä työstettävyys ja pumpattavuus (3"
letku) säilyvät. (8.)

Rakeisuudeltaan #8 mm:n hiekkamassoilla tai massoilla, joissa karkeaa kivi-
ainesta on vähän (<15 %) ei tulisi valaa halkeiluerkkiä rakenteita, koska suuri
hiekan osuus ja pieni karkean kiven määrä lisäävät veden tarvetta ja siten se-
mentin määrää pyrittäessä tavoitelujuuteen. Silloin kutistuvan sementtikiven, eli
pastan määrä kasvaa lisäten kutistumaa. (Kuva 3.) Tämän vuoksi nopeaa sitou-
tumista ei tulisi tavoitella vain korkealla sementtimäärällä ja nopealla sementillä.
(8.)

Pastamäärän vaikutus kutistumaan (91d, RH 50, +20 °C)



KUVA 3. Pastamäärän vaikutus kutistumaan (8)

4 BETONILATTIAN KUIVUMINEN

Betoni on huokoinen rakennusmateriaali, joka pystyy vastaanottamaan sekä luovuttamaan kosteutta. Kosteus on peräisin betonin valmistamiseen käytetystä vedestä sekä betoniin ympäristöstä siirtyneestä kosteudesta. Betonin valmistukseen käytettävästä vedestä yleensä vain pieni osa sitoutuu kemiallisesti sementin hydrataatioreaktiossa. Loppuosa vedestä on fysikaalisesti betonin huokosrakenteeseen sitoutunutta haihtumiskykyistä vettä, joka poistuu ympäristöön betonin pyrkiessä tasapainokosteuteen sitä ympäröivän tilan kanssa. (11, s. 12.)

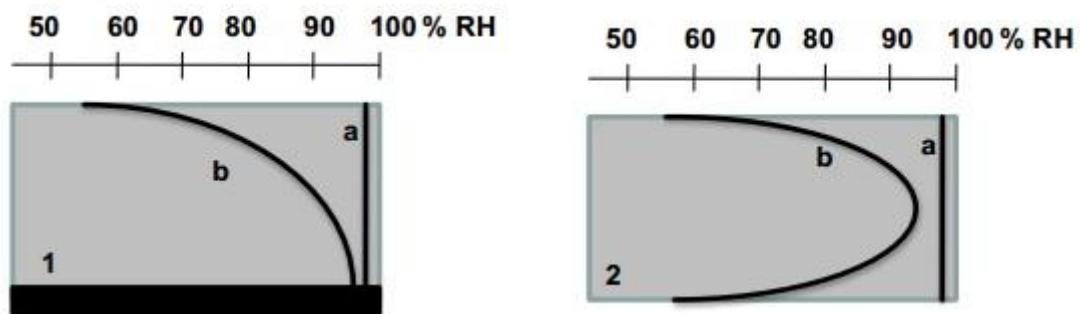
Betonilattian rakennekosteuden kuivuminen on hidas prosessi. Kuivumisnopeuteen vaikuttavat erityisesti betonin ominaisuudet, jälkihoito, rakenteen paksuus ja lämpötila, haihtumispinta-ala sekä ympäröivän tilan suhteellinen kosteus ja lämpötila. Haihtumiskuivumisessa kosteus liikkuu kohti rakenteen pintaa, josta se haihtuu ympäröivään ilmaan. Alkuvaiheessa kosteutta siirtyy pintaa kohti lähinnä kapillaarisesti, mutta pinnan kuivuttua nopeasti kapillaarinen siirtyminen estyy, jolloin kosteuden ainoaksi siirtymismuodoksi jää diffuusio eli kosteuden siirtyminen vesihöyrymuodossa. Kosteuden siirtyminen diffuusiolla on kapillaariseen kosteuden siirtymiseen verrattuna erittäin hidasta. Kuivuminen hidastuu ajan kuluessa ja haihtumisrintaman siirtyessä aina syvemmälle rakenteeseen, mutta jatkuu niin kauan kuin rakenteen sisällä sekä rakenteen ja ympäristön välillä on kosteuspitoisuusero. (11, s. 21.)

Rakentamisen aikana betonilattioilta edellytetään kuivumista, mutta lattioiden ei tarvitse kuivua tasapainotilaan niitä ympäröivän huonetilan kanssa, mikä tarkoittaisi noin 50 - 60 %:n suhteellista kosteutta. Tavoitteena on, että lattiat kuivuvat niin paljon, ettei kosteudesta ole haittaa pintaan asennettaville materiaaleille. (11, s. 23.)

Betonilattioissa kuivumista ja lattioiden päällystettävyyttä mitataan yleensä suhteellisen kosteuden arvona RH (%), joka määräytyy betonin huokosten ilmatilassa olevan vesihöyryn (g/m^3) sekä lämpötilan perusteella. (11, s. 15.)

4.1 Lattian rakennetyypin vaikutus kuivumiseen

Betonilattiaan muodostuu haihtumiskuivumisen seurauksena kosteusjakauma, jossa suhteellinen kosteus rakenteen sisällä on korkeampi kuin rakenteen pinnalla. Kosteusjakauman muotoon vaikuttavat lämpötila, suhteellinen kosteus, kuivumisjakson pituus, betonin ominaisuudet sekä kuivumissuunnat. Välipohjarakenteissa kosteusjakauma on yleensä muodostunut niin, että suhteellinen kosteus on korkein laatan keskiosassa ja laskee keskeltä laatan pintaan tai pohjaan päin mentäessä. Laatan pohjan ollessa vesihöyrytiivis esimerkiksi liittolaatan päälle valettaessa tai, jos suhteellinen kosteus laatan alapuolella on korkea, kuten maanvaraisissa lattioissa, on suhteellinen kosteus korkein laatan alaosassa ja laskee ylöspäin mentäessä. (Kuva 4.) (11, s. 23.)



KUVA 4. Suhteellisen kosteuden (RH) jakauma yhteen ja kahteen suuntaan kuivuvassa rakenteessa. Poikkileikkauksen osalta suhteellinen kosteus on sama koko rakenteessa lähtötilanteessa (a). Haihtumiskuivumisen seurauksena rakenteeseen on muodostunut kosteusjakauma (b) siten, että suhteellinen kosteus on alhaisin rakenteen pinnassa ja kasvaa syvemmälle mentäessä yhteen suuntaan (1) kuivuvassa rakenteessa. Suhteellinen kosteus on suurin rakenteen keskellä kahteen suuntaan (2) kuivuvassa rakenteessa. (11, s. 23.)

Rakennepaksuuden kasvaessa hidastuu rakenteen kuivuminen merkittävästi. Mitä paksumpi rakenne on, sitä pidemmän matkan rakenteessa oleva kosteus joutuu siirtymään päästäkseen haihtumiskykyiseen pintaan. Kun kuivuminen toiseen suuntaan estyy, kuivumisaika voi jopa nelinkertaistua rakennepaksuuden kaksinkertaistuessa. Muovin päälle tai liittolevyrakenteita valettaessa kui-

vumista pääsee tapahtumaan vain yhteen suuntaan. Kuori- ja ontelolaattojen päälle valetuissa pintalattioissa kuivuminen ylöspäin on yleensä alaspäin tapahtuvaa kuivumista selvästi nopeampaa. Maanvaraisissa lattioissa rakenteen kykyyn kuivua alaspäin vaikuttaa merkittävästi täyttökerroksen huokosilman suhteellinen kosteus ja lämpötila eli vesihöyrypitoisuus. Mikäli maaperän vesihöyrypitoisuus (vesihöyrynosapaine) on suurempi kuin betonirakenteen huokosilman, kosteutta ei haihdu alaspäin, vaan päinvastoin rakenne voi kostua. (11, s. 24.)

4.2 Lattialämmityksen vaikutus kuivumiseen

Lattialämmityksen käyttö betonilaatan ja ympäröivän tilan lämmitykseen voidaan aloittaa 2–3 viikon kuluttua laatan valusta huomioiden kuitenkin betonin riittävä jälkihoitoaika sekä lujittuminen. Lämpötilaa nostetaan rakenteessa vähitellen useamman päivän aikana vähintään käyttölämpötilaan. Lattialämmitystä on pidettävä päällä vähintään 2 viikkoa ennen kuin lattia päällystetään tiiviillä päällysteillä, jotta lämmityksen aiheuttama rakenteen kosteusvirta tasaantuu eikä vaurioita päällystettä. (12.)

Tampereen teknillisessä yliopistossa tehtyjen tutkimuksien mukaan tulisi maanvaraisessa alapohjassa lattialämmitystä käytettäessä eristettä olla noin 150 – 200 mm eristemateriaalista riippuen. Riittävällä eristepaksuudella estetään turhan energiankulutuksen lisäksi myös laatan alapuolisen maaperän lämpeneminen liian korkeaksi ja siten pienennetään maakosteuden aiheuttamaa riskiä rakenteille. (12.)

5 BETONILATTIAN VAURIOT

Betonilattioiden yleisimpiä vaurioita ovat halkeilu, reunojen ja nurkkien nousu sekä pinnan tasaisuusvirheet. Lattioissa varsinkin kutistuma- ja liikuntasaumojen puutteellisesta suunnittelusta ja toteutuksesta aiheutuvat korjauskustannukset ovat merkittäviä. Laadun kustannuksella saadut säästöt menetetään usein moninkertaisesti käytön aikana. Virheellisestä suunnittelusta ja toteutuksesta voi aiheutua myös terveydellisiä haittoja. Maapohjasta nouseva kosteus voi tunkeutua lattiarakenteisiin aiheuttaen kosteus- ja homevaurioita sekä terveydelle haitallisia päästöjä sisäilmaan. (13, s. 36.)

5.1 Lattioiden halkeilu

Lattioissa pääasiallinen halkeilun syy on kosteuden hallitsematon tai liian nopea poistuminen rakenteesta. Myös sementin hydrataatioreaktiolla on merkitystä suuren sementtimäärän betoneilla. Lattiarakenteissa on paljon haihduttavaa pinta-alaa suhteessa massaansa, joten rakenne on sitä riskialttiimpi halkeilulle, mitä ohuempi se on. Betonin sitoutumisvaiheessa (<4 tuntia valusta) tapahtuvasta veden haihtumisesta johtuva halkeilu on moninkertainen kuivumiskutistumisesta aiheutuvaan halkeiluun verrattuna. Hyvälaatuisella betonilla kuivumiskutistuman suuruus on 0,5–1,0 mm/m. Pyrittäessä alle 0,6 mm/m kutistumaan, tulee betonissa käyttää kutistumaa vähentäviä lisäaineita. (13, s.37)

Jotta betonilattioiden halkeilulta voidaan välttyä tai ainakin rajoittaa sitä, tulee halkeilun syyt tuntea. Maanvaraisissa lattioissa halkeilua voi aiheutua seuraavista syistä:

- veden haihtuminen tuoreesta rakenteesta sitoutumisen ja kovettumisen alkuvaiheessa (plastisen vaiheen halkeilu)
- veden ja sementin kemiallisesta reaktiosta (hydrataatio)
- veden haihtuminen betonin kovettumisen aikana (kuivumiskutistuma)
- lämpötilan muutokset rakenteessa, erityisesti jäähtyminen (ulkoisen lämpötilan muutos, rakenteen oma lämmöntuotto)
- kuormituksista tai alustan muodonmuutoksista johtuva halkeilu. (13, s. 37.)

Lattiarakenteissa lämpötilanmuutoksista johtuvaa halkeilua voidaan rajoittaa pitämällä olosuhteet mahdollisimman vakiona sitoutumisen sekä kovettumisen aikana. Rakenteen nopea jäähtyminen kovettumisen alkuvaiheessa on erittäin vaarallista ja voi johtaa suuriin halkeamiin. (13, s. 37.)

Alustan muodonmuutoksista ja kuormituksesta syntyvä halkeilu voi johtua esimerkiksi suunnitteluvirheistä tai alustan puutteellisesta tiivistyksestä. Laatan reunat ja nurkat nousevat koholle liikunta- ja kutistumissaumojen läheisyydessä, koska laatta kuivuu yleensä pintaosistaan nopeammin kuin laatan alapinta. Näissä kohdin halkeamia voi syntyä jo varsin pienillä kuormituksilla, jos suunnitteluvaiheessa rakennetta ei ole mitoitettu kestävästi kyseistä kuormitustilannetta. (13, s. 37.)

5.2 Halkeilun estäminen

Maanvaraisissa lattioissa perinteisin keino kutistumisesta syntyvien muodonmuutosten ja halkeilun hallintaan on jakaa lattia kutistumissaumoin. Jaettaessa lattia ruutuihin kutistumisesta syntyvät muodonmuutokset kohdistuvat saumoihin eikä hallitsematonta halkeilua synny. Yleisesti käytetty kutistumissaumojen väli on 6–9 metriä ja tavoitteena muodostaa neliön tai suorakaiteen muotoinen ruudukko, jossa pitempi sivu on korkeintaan 1,5-kertainen lyhyempään sivuun verrattuna. (13, s. 37.)

Kuivumiskutistumiseen ei jälkihoidolla voida vaikuttaa kovinkaan paljon. Jälkihoidolla sen sijaan voidaan ratkaisevasti vaikuttaa ajankohtaan, jolloin kuivumiskutistuminen alkaa. Lattiarakenteissa jälkihoidon tärkein tehtävä on turvata betonin riittävä vetolujuus, joka on kutistumishalkeilun kannalta ratkaiseva. Mikäli jälkihoitoa laiminlyödään tai se lopetetaan vaiheessa, jossa betonin vetolujuus on pieni, kasvaa halkeiluriski merkittävästi. (13, s. 38.)

Hallitsemattoman halkeilun torjumiseksi tulee huolehtia seuraavista asioista:

- lattiassa käytetään betonia, joka kutistuu mahdollisimman vähän (yli 16 mm:n raekoko, kohtuullinen lujuusluokka K30 tai K35 ja notkeusluokka S2 – S3 tai notkistus lisäaineilla)

- jälkihoito aloitetaan heti, kun se on mahdollista ja sitä jatketaan, kunnes betonilla on riittävästi vetolujuutta vastaanottamaan kutistumisesta syntyvät jännitykset
- kitka minimoidaan alustan ja betonilaatan välillä (suodatinkangas)
- valualustasta tehdään tasainen, jottei synny vaarnavaikutusta laatan ja alustan välille (halkeaman leveys liian suuri siirtääkseen kuormaa halkeaman toiselle puolelle)
- sahasaumojen sahaus ennen kutistumisen käynnistymistä
- lattian raudoittaminen käyttötarkoituksen mukaan
- mikäli halkeilu aiheuttaa esteettistä haittaa, tulisi halkeamaleveys olla korkeintaan 0,3 mm
- sijoitetaan lisäraudoitteet laatan yläpintaan laattakentän reuna-alueille estämään käyristymistä (laatan alapintaan sijoitetut raudoitteet lisäävät käyristymistä)
- lattia mitoitetaan kestämiin kuormitukset tilanteessa, jossa laatan reunat ja nurkat ovat käyristyneet. (13 , s. 39.)

Kuiduilla voidaan estää plastisen ja kuivumiskutistuman syntyä. Plastisen vaiheen halkeilua estävät erityisesti pienet muovikuidut, koska ne jakavat vetojännityksiä lattiassa. Teräskuituja tulee massaan vähemmän eikä niiden tehokkuus ole sama plastisessa kutistumassa, mutta kuivumiskutistumassa toimivuus on hyvä. Maanvaraisissa teollisuuslattioissa teräskuitujen käyttö on yleistynyt. Kuitujen määrä on yleensä varsin pieni 20–30 kg/m³. Edellä mainittu kuitumäärä on yleensä kuitenkin riittämätön estämään halkeilua tai rajoittamaan halkeamaleveyttä. Teräskuitumäärän tulisi olla yli 40 kg/m³, jotta sillä on merkitystä halkeilun rajoittamisen kannalta. Käytännössä on havaittu, että kuitujen sekoittuminen betoniin on epätasaista ja määrä voi vaihdella ± 20 % annostelutavoitteesta. (13 , s. 39.)

5.3 Lattian käyristyminen

Eristeen päälle valettaessa betonilaatta kuivuu aina yläosastaan huomattavasti nopeammin kuin laatan alapinta ja tämä sisäinen kosteusero (vastaava kutistumaero) laatan ylä- ja alapinnan välillä aiheuttaa käyristymistä reuna- ja etenkin

nurkka-alueilla. Mitä tasaisemmin lattian kuivuminen ylä- ja alapinnassa tapahtuu, sen pienemmäksi jää käyristymä. Lämpötilaero laatan ylä- ja alapinnan välillä aiheuttaa myös käyristymistä. Kuivumisen edetessä kosteus- ja kutistuserot tasaantuvat, jolloin reunojen ja nurkkien nousu palautuu vähitellen. Koska betoni kuivuu hitaasti, myös käyristymisen palautuminen on hidasta. Palautumisnopeus riippuu jälkihoidon pituudesta, kuivumisolosuhteista, lattian paksuudesta sekä betonin koostumuksesta. Palautuminen alkaa yleensä 1–3 kk:n kulluttua valusta. Käyristynyt lattia ei koskaan palaudu täysin entiselleen. (12, s. 2.)

Tärkeimmät lattian reunojen ja nurkkien käyristymiseen vaikuttavat tekijät ovat

- lattian mitat (lähinnä paksuus)
- betonin lujuus (korkea lujuus suurentaa pastamäärää)
- betonin koostumus (vesisementtisuhte, kutistumisominaisuudet, erottuminen ja tiiveys)
- olosuhteet valutyön aikana
- betonityön suoritus (jälkihoito, hierto ym.)
- lattian olosuhteet kuivumisen aikana. (14, s. 2.)

Käyristymistä esiintyy joissain määrin kaikissa betonilattioissa. Maanvaraisissa lattioissa eniten ongelmia aiheuttavat ohuet lattiat, joilla oman painon käyristymistä estävä vaikutus on pieni. Mitä suurempi on oma paino, sitä pienemmäksi jää käyristymä. Lattian paksuuden kasvaessa myös betonin kuivumiskutistuman suuruus ja nopeus pienenevät jonkin verran. Tarvittaessa oman painon vaikutusta voidaan lisätä reuna-alueilla ja saumojen vieressä vahventamalla reunoja. (14, s. 2.)

Lattioissa tarpeettoman suurta betonin lujuutta tulee välttää käyristymisen minimoimiseksi. Lujuuden kasvaessa betonin sementti- ja pastamäärä kasvavat, minkä johdosta kutistuma kasvaa. Lujuuden noustessa kasvaa myös kimmokerroin, jonka kasvaminen pienentää myöhemmin tapahtuvaa käyristymisen palautumista. (14, s. 2.)

Laatan yläpintaan (keskilinjan yläpuolelle) sijoitettu raudoitus pienentää käyritymistä ja alapinnassa oleva lisää sitä. Tavallisilla raudoitusmäärillä yläpinnassa oleva raudoitus pienentää käyritymistä 10–15 %. Myös raudoituksen tuennalla on erittäin suuri merkitys. Alan tutkimuksissa on todettu, että raudoitus on usein lähes laatan pohjassa, vaikka suunnitelmien mukaan sen olisi pitänyt sijaita ohuessa lattiassa keskellä tai paksummassa lattiassa molemmissa pinnoissa. Useasti yläpinnan raudoitus on alapinnan raudoituksessa kiinni, jolloin raudoituksen käyritysmää lisäävä vaikutus on merkittävä. (14, s. 4.)

Nopeasti päällystettävissä lattiabetoneissa käytetään yleisesti huokostinta kuivumisen nopeuttamiseksi. Huokostuksen vuoksi nopeasti päällystettävillä lattiabetoneilla kutistuma on varsinkin kuivumisen alkuvaiheessa normaalia lattiabetonia suurempaa. Lattian pintaosien nopea kuivuminen lisää käyritysmää. Huokostetussa betonissa joudutaan alentuneen lujuuden vuoksi kasvattamaan myös sementin määrää, mikä suurentaa kutistumaa.(14, s. 4.)

Laatta käyrityy voimakkaasti etenkin talvella, jolloin lämpimän sisäilman suhteellinen kosteus on alhainen ja laatan yläpinnan kuivuminen nopeaa. Nopeammin päällystettävän betonin käyttö voi näissä olosuhteissa nopeuttaa käyritymän syntymistä. Käyritymä palautuu sitä nopeammin, mitä nopeammin laatta kuivuu myös alapinnaltaan. Laatan kovettua tulisi irroituskaita poistaa etenkin nurkka-alueilta, jolloin vesihöyry pääsee poistumaan eristekerroksesta huoneilmaan. Laatan kuivumista alapuolelta voidaan nopeuttaa myös lattialämmitystä käyttämällä. (12, s. 2.)

6 BETONILATTIAN JÄLKIHOITO

Jälkihoidon ensisijainen tehtävä on varmistaa kovettumisvaiheen alussa olevan betonin kosteus- ja lämpötilaolosuhteet sekä suojata betonia ulkoisilta rasituksilta. Betonimassan ominaisuuksien lisäksi erittäin tärkeä tekijä onnistumiselle on riittävän hyvä sekä riittävän pitkään kestänyt jälkihoito. Tarvittaessa jälkihoito tulee aloittaa jo betonin ollessa notkeassa, muokkailtavassa tilassa sekä tapauskohtaisesti jatkaa ainakin kahden ensimmäisen viikon ajan. Betonipinnan jälkihoito parantaa sen ominaisuuksia vähentämällä huokosten määrää, estämällä halkeilua ja parantamalla kemiallista kestävyyttä. Jälkihoitamaton betonipinta on usein heikko ja runsaasti pölyävä. (15, s. 5.)

Erittäin tärkeää on estää betonia kuivumasta ja kutistumasta liian aikaisin, eli pitää betonin pinta kosteana, jottei pintaan muodostu kerrosta, jonka ominaisuudet kuten kosteuspitoisuus ja lämpötila poikkeavat merkittävästi tuoreessa betonissa syvemmillä olevista ominaisuuksista. (15, s. 5.)

6.1 Varhaisjälkihoito

Betonin jälkihoitomenetelmät jaetaan yleensä suoritusajankohdan mukaan joko varhaisjälkihoitoon tai hiertojen jälkeiseen varsinaiseen jälkihoitoon. Varhaisjälkihoitolla tarkoitetaan tuoreessa, plastisessa vaiheessa olevan betonipinnan hoitamista. Sen tarkoituksena on ehkäistä betonipinnan liian voimakas kuivuminen ensimmäisten tuntien aikana valusta. Varhaisjälkihoidon merkitys korostuu erityisesti, kun valutilan ilman virtausnopeus on suuri, suhteellinen kosteuspitoisuus alhainen ja kun ilman tai betonin lämpötila on korkea. Varhaisjälkihoidon tarpeellisuuden raja-arvona pidetään $1,0 \text{ kg/m}^2/\text{h}$ veden haihtumisnopeutta. (16, s. 1.)

Valettaessa lattioita ulkotiloissa tuulisuuden poistaminen on erittäin tärkeää. Noin 7 m/s ilmavirtauksen on todettu aiheuttavan neljässä tunnissa jopa noin 7 mm/m plastisen kutistuman, joka on kymmenkertainen kuivumiskutistumaan verrattuna. Tuulisissa olosuhteissa varhaisjälkihoito on toisinaan aloitettava välittömästi massan oikaisuvaiheessa levittämällä muovi massan päälle tai sumuttamalla varhaisjälkihoitoainetta massan pinnalle. Käytettäessä muovikalvoa ul-

ko-olosuhteissa on tärkeää estää tuulen pääsy muovin alle. Nestemäiset ruiskutettavat jälkihoitoaineet muodostavat kosteutta hidastavan tai läpäisemättömän kalvon betonin pinnalle. Koska jälkihoitoaineiden tehokkuuksissa on eroja, tulee ruiskutettavat määrät mitoittaa tuulen haihduttavan vaikutuksen sekä valmistajan antamien ohjeiden mukaan. Ruiskutettavia jälkihoitoaineita käytettäessä tulee aina varmistaa, onko aine itsestään haihtuva vai joudutaanko se poistamaan mekaanisesti, sillä pintaan jäänyt jälkihoitoaine voi heikentää pinnoitteiden tartuntaa. Pinnoitettavissa rakenteissa muovikalvon ja kastelun käyttö jälkihoitomenetelmänä on jälkihoitoainetta suositeltavampaa. (15, s. 6.)

Varhaisjälkihoito voidaan toteuttaa betonipinnan oikaisun yhteydessä

- sumuttamalla betonipinnalle valmistajan ohjeistuksen mukaan varhaisjälkihoitoainetta
- pitämällä pinta kosteana vesisumutuksen avulla (ei liikaa vettä)
- levittämällä pinnalle väliaikaisesti muovikelmu (hierrettävät pinnat) tai pysyvästi muovikelmu. (16, s. 1.)

6.2 Varsinainen jälkihoito

Varsinaisella jälkihoidolla tarkoitetaan käytännössä kosteuden haihtumisen estämistä kovettuneen betonin pinnasta, kunnes betonipinta kestää kosteuden poistumisesta aiheutuvan kutistumisrasituksen. Varsinainen jälkihoito tulee aloittaa välittömästi betonipinnan hierron jälkeen, viimeistään puolen tunnin kulluttua sekä vaikeissa olosuhteissa jopa hierron aikana. Tehokkaassa jälkihoidossa pintaan sumutetaan jälkihoitoaine viimeisen hierontokerran jälkeen ja jälkihoitoa jatketaan levittämällä muovikalvo tai kostea suodatinkangas rakenteen pinnalle vielä samana päivänä. Valettu rakenne tulee suojata eli pitää kosteana tai sitä tulee kostuttaa niin pian kuin se pintaa vahingoittamatta on mahdollista. Pintojen kostuttaminen on yleensä tarpeellista vain kulutusrasitukselle luokitelluissa lattioissa. Seuraavana aamuna tehty suojaus on usein liian myöhäinen, jolloin pinnat ovat jo ehtineet vaurioitua. (15, s. 7.)

Valutilan olosuhteiden ollessa kuivattavat voidaan jälkihoito-olosuhteita muuttaa otollisiksi kostuttamalla sisäilmaa, sulkemalla aukot ja poistamalla tuulisuuden sekä kohdistamalla lämpöpuhaltimet pois betonipinnalta. (15, s. 7.)

Varsinaiset jälkihoitomenetelmät ovat

- sumuttamalla betonipinnalle jälkihoitoaine viimeisen hierontokerran yhteydessä tuoteohjeiden mukaisesti
 - suojaamalla pinta muovikalvolla välittömästi pinnan viimeistelyn jälkeen
 - kastelemalla kovettunut pinta vedellä sekä levittämällä pinnalle sen jälkeen muovikalvo
 - pitämällä pinta jatkuvasti kosteana kasteltavan suodatinkankaan avulla.
- (16, s. 1.)

Näillä menetelmillä tulisi jälkihoitoa jatkaa vähintään kahden viikon ajan, minkä jälkeen jälkihoitoa voidaan vähentää asteittain. Betonipinnan lämpötilan tulee olla koko jälkihoitoajan vähintään +5 °C. Jälkihoidon päätyttyä betonipinnat tulee yleensä hioa puhtaaksi sementtiliimasta, jotta tiivis sementtiliimakerros ei hidasta rakenteen kuivumista. Samalla hionta poistaa pintaan sumutetun jälkihoitoaineen sekä antaa lujan tartuntapinnan alustaan kiinnitettävälle pinnoitteille. (15, s. 8.)

6.3 Jälkihoitoaika

Jälkihoidon aikana betoni tulee pitää lähes 100 %:n suhteellisessa kosteudessa. Jälkihoito tulee lopettaa hallitusti siten, etteivät lämpötila ja kosteus betonissa muutu liian nopeasti. Jälkihoitoa vähennetään asteittain, jolloin betoni ajan myötä saavuttaa ympäröivän tilan suhteellisen kosteuden ja lämpötilan. (16, s. 2.)

Jälkihoitoajan pituuteen vaikuttavat mm. kovettumisolosuhteet, betonilaatan rasitusluokka ja betonin kovettumisnopeus. Betoninormin 2004 BY 50 mukaan jälkihoito voidaan lopettaa rasitusluokissa XO ja XCI, kun betoni on saavuttanut 60 % ja muissa kuin XF2- ja XF4-rasitusluokissa 70 % nimellislujuudestaan. Rasitusluokkien XF2 ja XF4 tai erityistä kulutuskestävyyttä edellyttävillä raken-

teilla tulee jälkihoitoa jatkaa niin kauan, että betoni on saavuttanut 80 % nimellisuudesta. (Kuva 5.) (16, s. 2.)

Betoni- lämpö- tila (°C)	Aika (d), jolloin saavutetaan 60 % nimellis- lujuudesta			Aika (d), jolloin saavutetaan 70 % nimellis- lujuudesta			Aika (d), jolloin saavutetaan 80 % nimellis- lujuudesta		
	K30	K40	K50	K30	K40	K50	K30	K40	K50
10	11	9	7	17	15	13	26	24	22
20	6	4,5	4	9	7,5	6,5	14	12	12
30	3,5	3	2,5	5,5	4,5	4	8	7,5	7
40	2,5	2	1,5	3,5	3	3	5,5	5	5

KUVA 5. Suositeltavat jälkihoitoajat eri kovettumisolosuhteissa normaalisti kovettuvalle betonille (16, s. 2)

6.4 Jälkihoidon laiminlyönnin seuraukset

Varhaisjälkihoidon laiminlyönnin seurauksena on mahdollinen verkkohalkeilu. Betonipinnan liian voimakas kuivuminen ja siitä aiheutuva plastinen kutistuminen ilmenevät yleensä pinnan verkkomaisena tai yksittäisinä halkeamina. Halkeamat ovat sitä suurempia, mitä harvemmassa ne ovat. Niin sanottu postimerkkihalkeilu aiheuttaa lattioissa vain lähinnä esteettistä haittaa. Hierron yhteydessä plastiset kutistumahalkeamat yleensä peittyvät ja menevät umpeen, mutta ilmestyvät uudelleen näkyviin muutamien kuukausien jälkeen valusta pinnan kulumisen myötä, myöhemmin suoritettavan hionnan seurauksena tai aukeamalla kuivumiskutistuman kehittyessä. (16, s. 2.)

Jälkihoidon laiminlyönnin seurauksena on usein huonosti kulutusta kestävä, heikkolujuuksinen, pölyävä sekä halkeillut betonipinta. Pintalattioissa huono jälkihoito kasvattaa myös alustasta irtoamisen riskiä.

Käytännössä jälkihoidolla on merkitystä lähes kaikkiin betonin tärkeisiin ominaisuuksiin, kuten pakkasenkestävyyteen ja sitä kautta suunniteltuun käyttöikänsä. (16, s. 2.)

7 KOSTEUSMITTAUSMENETELMÄT

Betonilattioiden riittävää kuivumista voidaan arvioida monenlaisilla menetelmillä, joiden toiminta voi perustua betonin sähköisiin ominaisuuksiin, betonin huokosrakenteen vapaan veden määrän tai betonista haihtuvan kosteuden määrän mittaamiseen. Kuivumista voidaan arvioida myös kirjallisuudesta löytyvien erilaisten kuivumisaika-arvioiden ja taulukoiden avulla, mutta näitä menetelmiä ei pidetä kovinkaan luotettavina, sillä betonilattian kuivumisnopeuteen vaikuttaa monta eri tekijää, joita arvioinneissa ei huomioida riittävällä tarkkuudella. (11, s. 58.)

Betonilattioiden riittävää kuivumista mitataan, jotta voidaan varmistua ettei päällysteeseen kohdistu liian suurta kosteusrasitusta ja ettei betonin kutistuminen muodostu haitallisen suureksi. Tämä ehkäisee kosteuserkkien päällysteiden mikrobi- ja kemiallisia vaurioita sekä alustaan kiinnitettävien materiaalien irtoamista. (17, s. 1.)

Betonilattian kuivumisen tuloksena syntyy kosteusjakauma, jossa pintaosat ovat kuivimmat ja syvemmälle mentäessä kosteuspitoisuus nousee. Kuivumisen aikana pintaosat saattavat kastua sadevesistä tai lattian tasoittamisesta, jolloin kosteusjakauma saattaa olla sellainen, että pintaosat ovat sisäosia kosteampia. (17, s. 1.)

Mittauskohtia valittaessa on tärkeää huomioida valupäivät, olosuhde-erot sekä rakenteiden kastuminen. Mittauskohtien määrä ja sijainti valitaan tapauskohtaisesti, mutta minimiotantana on oletettu kuivin ja kostein kohta. Tarkempia kosteuden mittausohjeita on esitetty RT-kortissa. Tärkeintä on selvittää betonin kosteustilanne päällystyshetkellä. Usein kuitenkin tarvitaan myös seurantamittauksia, jotta tiedetään, miten kuivuminen etenee. Kuivumista voidaan tarvittaessa tehostaa päällystyshetken lähestyessä. (17, s. 1.)

7.1 Porareikämittaus

Porareikämittaus on Suomessa ja muissa pohjoismaissa yleisimmin käytetty betonin suhteellisen kosteuden mittausmenetelmä. Lisäksi se on monin paikoin ainoa hyväksytty menetelmä betonilattian kosteustilan määrittämiseksi. (11, s. 60.)

Porareikämittaus tehdään yleensä halkaisijaltaan 16 mm:n reiästä. Porareikien halkaisija voi olla muu kuin 16 mm käytettäessä mittalaitevalmistajan toimittamaa mittapääkohtaista asennusputkea. Mittapään ulkohalkaisijasta riippumatta porareiän halkaisijan tulee kuitenkin olla vähintään 10 mm, jotta reikä voidaan luotettavasti putkittaa tarkan mittasyvyyden saavuttamiseksi. Pienemmällä reiällä reiän pohjapinta-ala on liian pieni suhteessa putken ilmatilaan. (18, s. 4.)

Menetelmässä porataan kaksi rinnakkaista reikää kuivamenetelmällä sille syvyydelle, josta kosteus halutaan määrittää. Porauksen jälkeen mittasyvyys tarkastetaan ja reikä puhdistetaan huolellisesti pölystä, minkä jälkeen mittausputki painetaan reiän pohjaan ja tiivistetään reiän ympäriltä sekä yläpäästä huolellisesti vesihöyryntiiviillä kitillä. Porareikä suojataan lämpötilanvaihteluilta ja muilta häiriöiltä ja reiän annetaan tasaantua vähintään 3 vuorokautta, minkä jälkeen tasapainokosteus reiässä on saavutettu. Porauksen ja mittauksen välisenä aikana olosuhteet rakenteen pinnalla ja sitä kautta mittausputkessa eivät saa vaihdella oleellisesti, ettei mittausputkeen tiivisty esimerkiksi kosteutta. (18, s. 4.)

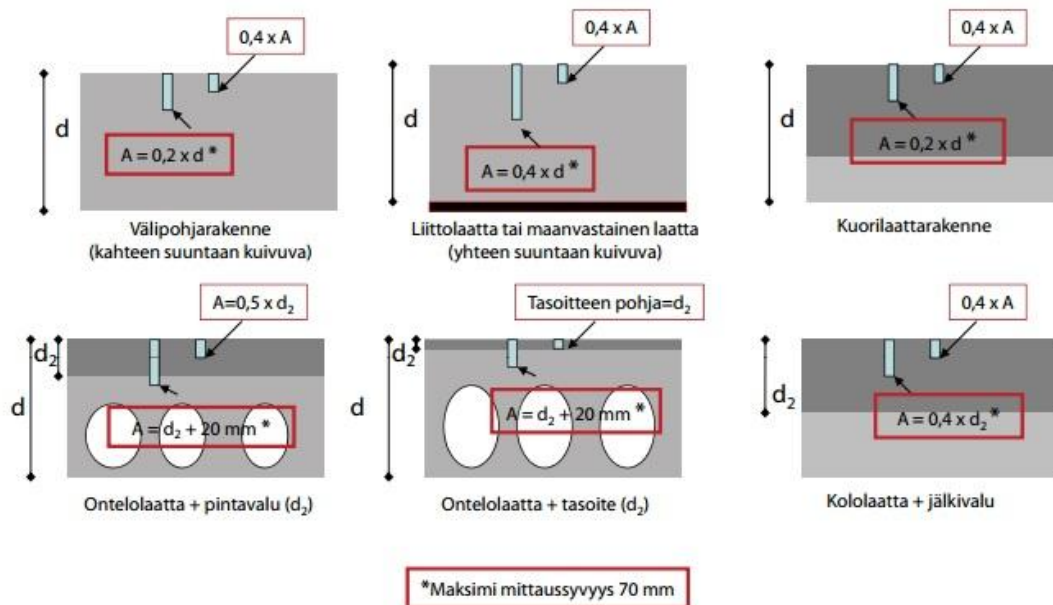
Mittapää tulee säilyttää ja kuljettaa niin, ettei niihin kohdistu suuria lämpötilanvaihteluja. Mittapäiden annetaan tasaantua mittauspistettä ympäröiviin olosuhteisiin riittävästi ennen asentamista mittausputkeen. Lisäksi tulee tarkistaa, että mittapää on kalibroitu ja kunnossa. (18, s. 4.)

Hyvän mittaustarkkuuden saavuttamiseksi tulee tietää käytettävän mittapään vaatima tasaantumisaika, joka riippuu mm. mittapäättyypistä ja betonilaadusta. Nopeimmatkin mittapääat vaativat yleensä vähintään tunnin tasaantumisaajan. (18, s. 4.)

Mittauksen luotettavuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa

- porareian syvyys, puhdistus, tiivistys ja tasaantuminen
- mittalaitteen kalibrointi ja muu kunto
- mittalaitteen tasaantumisaika
- ympäröivän ilman lämpötila ja sen vaihtelut mittauksen aikana
- betonin lämpötila ja sen vaihtelu mittauksen aikana (11, s. 60).

Poraaminen betoniin muuttaa merkittävästi betonin kosteuspuitoisuutta, koska kosteus työntyy porauksen vaikutuksesta reiän ympäristöön. Tästä johtuen ensimmäisinä tunteina porauksen jälkeen mitattu suhteellinen kosteus mittausputkessa on aina korkeimmillaan ja todellista poraussyvyydellä vallitsevaa kosteuspuitoisuutta korkeampi (18, s. 6) Kuvassa 6 on esitetty mittasyvyydet eri rakennetyypeille.



KUVA 6. Mittausvyvydet eri rakennratkaisuilla rakennepaksuuksien mukaan (18, s. 14)

7.2 Pintakosteusilmaisimien

Pintakosteuden ilmaisimien eli yleisemmin kutsutun pintakosteusmittarin toiminta perustuu mitattavan materiaalin vesipitoisuuden muuttuessa tapahtuviin materiaalin sähköisten ominaisuuksien muutoksiin. Pintakosteusmittari ei mittaa materiaalin suhteellista kosteutta vaan sähköisiä ominaisuuksia. Mittaus tehdään

materiaalin pinnalta ainetta rikkomatta, mikä on nopeuden lisäksi menetelmän suurimpia etuja. (11, s. 66.)

Menetelmän haittapuolena on sen mittatarkkuus. Betonirakenteen sähköisiin ominaisuuksiin voivat vaikuttaa kosteuden lisäksi sementtimäärä, metalliputket, sähköjohdot, teräkset ja betonissa käytettävät lisäaineet. Erityisesti nopeammin päällystettävän betonin suurempi sementtimäärä nostaa sen alkalisuolapitoisuutta, jolloin pintakosteusmittarit antavat liian suuria kosteuspitoisuuden arvoja. Suurimmat virhearviot esiintyvät vanhoissa kastuneissa ja sen jälkeen kuivatuissa rakenteissa, joissa betonin suolat ovat kulkeutuneet rakenteen pintaan. Laitteiden valmistajien antamiin muutostaulukoihin esimerkiksi lukemien muuttamiseen painoprosenteiksi tai suhteelliseksi kosteudeksi tulee aina suhtautua varauksella. (11, s. 66.)

Useimmat pintakosteusilmaisimet havainnoivat kosteutta vain muutamien senttimetrien syvyydeltä rakenteen pintaosasta, minkä vuoksi niitä ei voida suositella betonilattioiden päällystettyyskelpoisuuden mittaamiseen. Pintakosteusilmaisimet toimivat kuitenkin hyvin suuntaa-antavissa kartoituksissa, jolloin haetaan lattioiden kosteimpia alueita. (11, s. 66.)

7.3 Näytepalamenetelmä

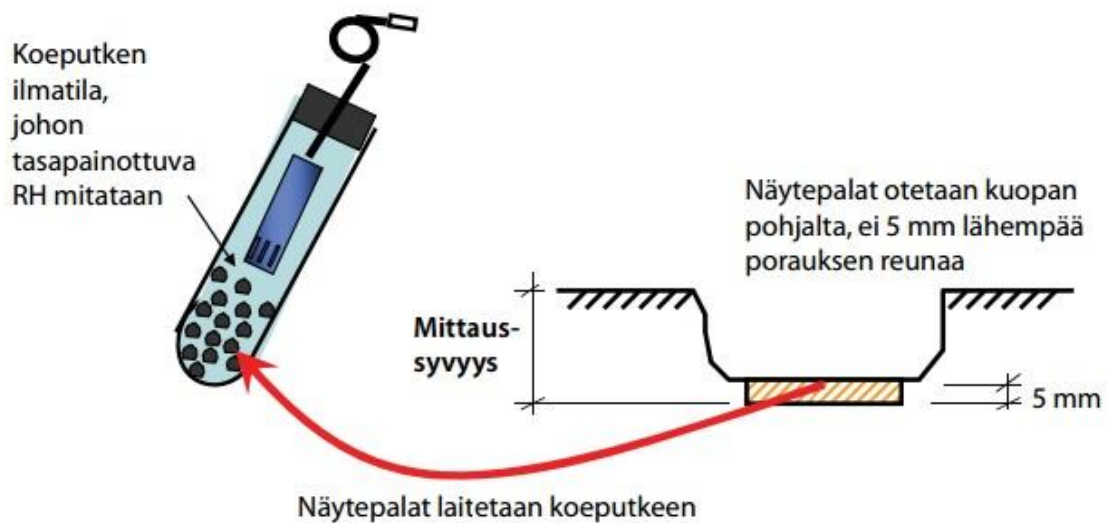
Näytepalamenetelmässä betonin suhteellinen kosteus mitataan betonista valitulta syvyydeltä irrotetuista koepaloista. Irroitettut betonipalat laitetaan tiiviiseen koeputkeen yhdessä mittapään kanssa. Koeputken annetaan tasaantua vakio-lämpötilassa (+ 20 °C) yleensä seuraavaan päivään tai kunnes tasapainokosteus on betonipalojen ja mittapään välillä on saavutettu. (11, s. 60.)

Näytepalamenetelmää pidetään porareikämittausta luotettavampana, koska porauksen vaikutus ja lämpötilan aiheuttamat mittausepä-tarkkuudet ovat vähäisemmät. Menetelmään liittyviä epävarmuustekijöitä syntyy esimerkiksi jos mittapään kosteuskapasiteetti on liian suuri ja kosteiden betonipalojen määrä puolestaan liian pieni, jolloin suhteellisen kosteuden arvo voi jäädä todellisuutta alhaisemmaksi. Alhainen suhteellisen kosteuden arvo voi johtua myös mittapään epätiiviydestä (vuoto mittapään vartta pitkin) tai mittapään ja koeputken välises-

tä puutteellisesta tiivistyksestä. Lisäksi betonin määrä, jauhetun betonin raeko-ko sekä palojen pinnan sileys vaikuttavat mittausarvoihin. (11, s. 60–61.)

Näytepalamittaukset tehdään mittapäillä, joiden kosteuskapasiteetti on pieni ja varret ehdottoman tiiviit, koska koeputkeen suljettavan betonimäärän kosteusmäärä on rajallinen. Mittauskohdan ilman kosteudella tai betonin lämpötilalla ei ole vaikutusta mittaustarkkuuteen. (18, s. 8.)

Mittaustarkkuuden arviointia varten täytyy vallitsevat mittaolosuhteet dokumentoida. Jos rinnakkaisista putkista saadaan riittävällä tarkkuudella sama tulos, voidaan todeta, että yhdessä putkessa käytetty betonimäärä on riittävä eikä koeputki vuoda mistään. (Kuva 7.) Mikäli rinnakkaisten koeputkien mittaustulosten ero samalta syvyydeltä otettujen näytteiden välillä on suurempi kuin $\pm 3\%$ RH, on mittaus uusittava tai syy mittaustulosten poikkeavuuteen selvitettävä esimerkiksi kalibroinnilla tai tarkistuksella. (18, s. 8.)



KUVA 7. Näytteenotto oikealta syvyydeltä riittävän kaukaa kuopan reunasta varmistaa mittauksen hyvän laadun. Näytemäärän tulee olla vähintään kolmasosa koeputken tilavuudesta. (18, s. 7.)

8 KITTILÄN KIRKONKYLÄN UUSI PÄIVÄKOTI

Tarkasteltavana on rakennusliike T. Myllyneva Oy:n toteuttama uudisrakennus, joka valmistui heinäkuussa 2014. Lattian kuivumisen kannalta olosuhteet olivat kohteessa ihanteelliset. Ilman suhteellinen kosteus oli noin 30 %RH ja lämpötila noin + 20 °C. Lattiavalun suoritti betonilattioihin erikoistunut aliurakoitsija. Kohteessa lattiat päästiin pinnoittamaan suunnitellussa aikataulussa liitteenä olevan kosteusmittausraportin pohjalta. (Liite 1.) Lattiarakenteena kohteessa on maanvarainen teräsbetonilaatta.

Lattiarakenne on ylhäältäpäin lueteltuna seuraava:

- pintakäsittely
- teräsbetonilaatta raudoituksena verkko 8–150, laatan paksuus 100mm
- suodatinkangas N2
- lämmöneriste Thermisol EPS100 lattia, paksuus yleensä 200 mm ja reuna-alueilla 300 mm
- tiivistetty sepeli # 8...16 mm, >1500 mm
- suodatinkangas N3
- perusmaa

Kuivumisaika-arvio normaalilla lattiabetonilla

Kuivumisaika-arvioon vaikuttavia tekijöitä ovat betonin tavoitekosteus, vesisideainesuhde, rakenteen tyyppi ja paksuus, valualusta, kastumisaika sekä kuivumisolosuhteet. Kuivumisen katsotaan alkavan siitä, kun rakenne ei saa enää lisäkosteutta.

Kohteesta laadittujen arvioiden perusteella voidaan todeta, että normaalia lattiabetonia käytettäessä olisi kuivuminen vaadittuun 75 %RH suhteelliseen kosteuteen kaksinkertaistanut tarvittavan kuivumisajan 14,5 viikosta 29 viikkoon nopeammin päällystettävään betoniin verrattuna. (Liite 2.)

9 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia nopeammin päällystettävän betonin käyttöä lattiavaluissa sekä etsiä syitä yleisimpiin lattiavaluissa esiintyviin ongelmiin. Työn mallikohteeksi valittiin Rakennusliike T. Myllyneva Oy:n kesällä 2014 toteuttama Kittilän Kirkonkylän päiväkotia, jossa lattiat valettiin nopeammin päällystettävällä betonilla. Lisäksi työssä selvitettiin teoreettisin laskelmin mallikohteen lattian kuivumisnopeutta normaalilla lattiabetonilla.

Työssä todettiin, että betonilattioiden toteutuksessa yleisimmät virheet valun kuin myös jälkihoidon aikana kyettäisiin minimoimaan ja jopa kokonaan välttämään työntekijöiden sekä työnjohtajien riittävällä käytännön ohjauksella ja koulutuksella. Tärkeää olisi, että aiemmin toteutetuissa kohteissa havaituista virheistä laadittaisiin raportit sekä selvitetäisiin virheiden syyt ja keinot niiden ehkäisemiseksi tulevaisuudessa.

Lopputuloksena voidaan nopeammin päällystettävän betonin valintaa Kittilän päiväkotia pitää järkevänä, koska tilaajan latioilta edellyttämään 75 %RH suhteellisen kosteuden arvoon olisi ollut vaikea päästä aikataulun puitteissa normaalia lattiabetonia käytettäessä.

LÄHTEET

1. Betonikoulu osa 2: Mitä betoni on?. Rudus Oy. Saatavissa:
<http://www.rudus.fi/aineistot/rudus-koulut/betonikoulu/osa-2-mita-betoni-on->
Hakupäivä 11.1.2015.
2. Betonin lujuus. Finnsementti Oy. Saatavissa:
<http://www.finnsementti.fi/tietoa-betonista/tietoa-betonista-pienrakentajalle-ja-rautakauppiaalle/betonin-lujuus>. Hakupäivä 12.1.2015.
3. Betonin lujuus riippuu vesi-sementtisuhteesta. Finnsementti Oy. Saatavissa:
<http://www.finnsementti.fi/tietoa-betonista/tietoa-betonista-pienrakentajalle-ja-rautakauppiaalle/betonin-lujuus-riippuu-vesi-sementtisuhteesta>. Hakupäivä 12.1.2015.
4. Betonilattiat 2002 by45 / BLY7. 2002. Suomen betoniyhdistys ry. Helsinki.
5. Leivo, Markku. 2000. VTT rakennustekniikka. Betonin pakkasenkestävyyden varmistaminen. Saatavissa:
<http://www2.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2000/T2047.pdf>. Hakupäivä 14.1.2015.
6. Nopeammin päällystettävät NP-lattiabetonit. Rudus Oy. Saatavissa:
<http://www.rudus.fi/Download/24672/Nopeammin%20p%c3%a4%c3%a4llystett%c3%a4v%c3%a4%20NP-lattiabetonit.pdf>. Hakupäivä 15.1.2015.
7. Nopeammin päällystettävä (NP) lattiabetoni käyttöohje. 2009. Rudus Oy. Saatavissa:
http://www.rudus.fi/Download/21992/Nopeammin%20p%c3%a4%c3%a4llystett%c3%a4v%c3%a4%20NP%20lattiabetoni%20k%c3%a4ytt%c3%b6ohje_2.pdf. Hakupäivä 15.1.2015
8. Betonin kutistuma ja sen huomioiminen. 2010. Rudus Oy. Saatavissa:
<http://www.rudus.fi/Download/24663/2010-1%20Betonin%20kutistuma%20ja%20sen%20huomioiminen.pdf>. Hakupäivä 15.1.2015

9. Leivo, Markku 2000. Betonin kutistuma. Saatavissa:
http://www.betoni.com/Download/21784/BL_2000_3_s52_53.pdf. Hakupäivä 27.1.2015
10. Komonen, Juha 2012. Betonilattioiden kutistuminen. BLY. Saatavissa:
<http://www.bly.fi/File/2012-1Komonen.pdf?rnd=1356604064>. Hakupäivä 31.1.2015
11. Merikallio, Tarja 2009. Betonilattian "riittävän" kuivumisen määrittäminen uudisrakentamisessa. Espoo. TKK Rakenne- ja rakennustuotantotekniikan laitos. Väitöskirja. Saatavissa
<https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/4656/isbn9789512299577.pdf?sequence=1>. Hakupäivä 6.2.2015
12. Maanvarainen betonilattia ja alustarakenteet. 2005. Rudus Oy. Saatavissa:
www.rudus.fi/download/21855/maanvarainen_betonilattia.pdf. Hakupäivä 19.12.2014
13. Petrow, Seppo 2010. Maanvaraiset lattiat. Saatavissa:
<http://www.betoni.com/Download/22460/BET1001%2036-41.pdf>. Hakupäivä 12.2.2015
14. Pitkänen, Pertti. Maanvaraisten lattioiden käyristymisongelmat. VTT. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK080305.pdf>. Hakupäivä 19.2.2015
15. Komonen, Juha. Betonirakenteiden kutistuminen ja halkeamien ehkäisy. Vahanen Oy. Saatavissa:
<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK100402.pdf>. Hakupäivä 24.2.2015
16. Betonilattioiden jälkihoito. 2004. Rudus Oy. Saatavissa:
http://www.rudus.fi/Download/21822/b_lattia_hoito.pdf. Hakupäivä 27.2.2015
17. Niemi, Sami. Betonirakenteiden kosteuden mittaaminen ja onnistunut päällystäminen. Vahanen Oy. Saatavissa:

<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK100401.pdf>. Hakupäivä
15.3.2015

18. RT 14-10984. 2010. Betonin suhteellisen kosteuden mittaus. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rt/kortit/10984.html.stx> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 27.3.2015



Rakennusliike T. Myllyneva Oy

3.4.2014

Kemintie 25

95400 Tornio

0405012737

Oulun Kuivaustekniikka Oy

Sonja Kvist

Huoltokuja 1

94400 Keminmaa

0443295213

sonja.kvist@oulunkuivaustekniikka.fi

Sertifikaatti nro VTT-C-10573-24-13 9.12.2013

UUDISVALUN MITTAUKSET

Tilauksen mukaisesti uudisvalun mittaukset Kittilän Havutiellä rakenteilla olevaan päiväkotiin. Mittaukset suoritettiin tilaajan poraamista ja tiivistämistä mittareista.

Mittaukset suoritettiin RT 14-10984 mukaisesti. Kohteessa lattiavalut suoritettu useammassa osassa, merkitty pohjakuvaan. Mittauspäivämäärä 2.4.2014, tasaantuminen yli 1h. Mittareiden syvyydet A=40 mm, B=16 mm, lattiavalu 100mm.

Positio	Mittapiste	RH%	T [°C]	abs [g/m ³]
5 / Huone 507	A1	71	21	13,23
5 / Huone 507	A2	71	21	13,27
5 / Huone 507	B	59	21	11,08
7 / Huone 835	A1	70	22	13,25
7 / Huone 835	A2	70	22	13,37
7 / Huone 835	B	54	22	10,29
9 / Huone 309	A1	73	20	12,9
9 / Huone 309	A2	72	21	12,9
9 / Huone 309	B	61	20	10,63
11 / Huone 823	A1	70	21	12,56
11 / Huone 823	A2	70	21	12,46
11 / Huone 823	B	57	21	10,16
16 / Huone 818	A1	73	21	12,56
16 / Huone 818	A2	72	21	12,94
16 / Huone 818	B	61	20	10,61
14 / Huone 808	A1	70	21	12,61
14 / Huone 808	A2	71	21	12,67
14 / Huone 808	B	61	20	10,63
4 / Huone 107	A1	70	20	12,15
4 / Huone 107	A2	71	20	12,57
4 / Huone 107	B	61	20	10,63
1 / Huone 207	A1	68	20	11,85
1 / Huone 207	A2	69	20	12,03
1 / Huone 207	B	56	21	9,91
Ilmankosteus laatan päältä		34	21	6,14
Ilmankosteus		32	22	6,2

Betonirakenteiden kuivuminen

"Tarja Merikallio. Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi. Betonikeskus 2002."

Kohde: **Kiinteistö Oy**

Maanvastainen teräsbetonilaatta

Kun olet ensin valinnut haluamasi rakennetyypin sivun alareunan taulukoista, syötä sitten arvot tavoitekosteudelle, vesi-sideainesuhteelle ja rakenteen paksuudelle. Valitse lisäksi vaihtoehdoista alusta, kastumisaika sekä kuivumisolosuhteista kosteus ja lämpötila. Kuivumisaika ilmoitetaan viikkoina. Kuivumisaikaan lasketaan alkavan siitä kun rakenne ei enää saa lisäkosteutta. Jos jälkihoito tehdään kastelemalla, lasketaan aika kastelun lopettamisen jälkeen. Jos jälkihoito tehdään peittämällä, lasketaan aika valusta.

	Syöttöarvot	Raja-arvo	Peruskuivumisaika
Tavoitekosteus	75,0 %	"80-100"	30,0
Vesi-sideainesuhde	0,46	"0,4-0,7"	Kerroin 0,40
Rakenteen paksuus	100,0 mm	"70-150"	Kerroin 1,56

BY1021

Alusta

Kuiva
 Muovi
 Märkä

Kastumisaika

Kuivassa
 Kosteassa yli 2 viikkoa
 Kastunut yli 2 viikkoa

Kosteus

35 %
 50 %
 60 %
 70 %
 80 %

Kuivumisolosuhteet

Lämpötila

10 C
 15 C
 20 C
 25 C
 30 C

Kuivumisaika viikkoina:

14,5



Betonirakenteiden kuivuminen

"Tarja Merikallio. Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi. Betonikeskus 2002."

Kohde: **Kiinteistö Oy**

Maanvastainen teräsbetonilaatta

Kun olet ensin valinnut haluamasi rakennetyypin sivun alareunan taulukoista, syötä sitten arvot tavoitekosteudelle, vesi-sideainesuhteelle ja rakenteen paksuudelle. Valitse lisäksi vaihtoehdoista alusta, kastumisaika sekä kuivumisolosuhteista kosteus ja lämpötila. Kuivumisaika ilmoitetaan viikkoina. Kuivumisajan lasketaan alkavan siitä kun rakenne ei enää saa lisäkosteutta. Jos jälkihoito tehdään kastelemalla, lasketaan aika kastelun lopettamisen jälkeen. Jos jälkihoito tehdään peittämällä, lasketaan aika valusta.

	Syöttöarvot	Raja-arvo	Peruskuivumisaika
Tavoitekosteus	75,0 %	"80-100"	30,0
Vesi-sideainesuhde	0,63	"0,4-0,7"	Kerroin 0,77
Rakenteen paksuus	100,0 mm	"70-150"	Kerroin 1,63

BY1021

Alusta

Kuiva
 Muovi
 Märkä

Kastumisaika

Kuivassa
 Kosteassa yli 2 viikkoa
 Kastunut yli 2 viikkoa

Kosteus

35 %
 50 %
 60 %
 70 %
 80 %

Kuivumisolosuhteet

Lämpötila

10 C
 15 C
 20 C
 25 C
 30 C

Kuivumisaika viikkoina: **29,0**

