

# **Kelluvien betonilattioiden kaareutuminen**

## **Flytande betonggolvs krökning**

Janne Nykänen

Opinnäytetyö, Rakennustekniikan koulutusohjelma

Examensarbete, Utbildningsprogrammet för byggnadsteknik

Raasepori- Raseborg 2013



# OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Janne Nykänen

Koulutusohjelma ja paikkakunta: Rakennustekniikka, Raasepori

Suuntautumisvaihtoehto/Syventävät opinnot: Rakennesuunnittelu

Ohjaajat: Jukka Teräväinen, Hartela Oy

Niklas Nyman, Ammattikorkeakoulu Novia

Nimike: Kelluvien betonilattioiden kaareutuminen

---

Päivämäärä 22.4.2013

Sivumäärä 35

Liitteet 8

---

## Tiivistelmä

Opinnäytetyössä tutkitaan kelluvaa betonilattiarakennetta. Työn tavoitteena on tutkia kelluvan betonilattian käyttäytymistä kuivaamisen alkuvaiheissa, lattiavalusta päällystysajankohtaan, pääosin työmaan näkökulmasta. Tutkimuksessa käytetään esimerkkikohdetta, joka on Hartela Oy:n urakoima hoivakodin lisärakennus Inkoossa.

Työn alussa kerrotaan yleisesti kelluvista betonilattioista, niiden rakenteesta sekä toimintaperiaatteista. Seuraavaksi työssä käsitellään lattiarakenteen ongelmia ja niiden estämistä. Lopuksi arvioidaan miten esimerkkikohteen menetelmät toimivat käytännössä ja miten menetellä vastaavissa kohteissa. Työn liitteenä on tutkimus esimerkkikohteen lattioiden kaareutumisesta.

Tulokset osoittavat, että kelluvien betonilattioiden kaareutumista ei pystytä estämään lisäraudoituksista ja jälkihoidosta huolimatta. Lattioiden laadun lopputulos ei ole kovin tyydyttävä. Lattioiden kaareutuminen alkoi noin kaksi viikkoa valuajankohdasta, ja laantui noin 60 päivän jälkeen. Painumisesta ei näkynyt selviä merkkejä ennen lattianpinnoitusta, mutta loppupainauma on mittava.

---

Kieli: Suomi

Avainsanat: Kelluva betonilattia, kaareutuminen, reunojen nousu

---

# EXAMENSARBETE

Författare: Janne Nykänen

Utbildningsprogram och ort: Byggnadsteknik, Raseborg

Inriktningalternativ/Fördjupning: Konstruktionsplanering

Handledare: Jukka Teräväinen, Hartela Oy

Niklas Nyman, Yrkeshögskolan Novia

Titel: Flytande betonggolvs krökning

---

Datum 22.4.2013

Sidantal 35

Bilagor 8

---

## Abstrakt

I examensarbetet undersöktes flytande betonggolvskonstruktioner. Målsättningen var att undersöka främst ur byggets synvinkel det flytande betonggolvs deformation under torkningsskedet, från att golvet gjöts tills att det ytbelagdes. Som undersökningsobjekt fungerade ett tillbygge till ett servicehem i Ingå, där Hartela Oy fungerade som huvudentreprenör.

I början av examensarbetet berättas det allmänt om flytande golv av betong, golvens konstruktion samt funktionsprinciper. Sedan behandlas golvkonstruktionens problem samt hur de eventuellt kan undvikas. Slutligen går det igenom hur undersökningsobjektets konstruktioner fungerade i praktiken samt hur konstruktionerna bör förverkligas i motsvarande objekt. Som bilaga till arbetet finns undersökningen om deformationen av undersökningsobjektets golvkonstruktioner.

Resultaten visar att de flytande betonggolvens krökning i undersökningsobjektet inte kunde undvikas trots tilläggsarmeringen och efterbehandlingarna. Golvens krökning började ca två veckor efter gjutningen och avtog först efter ca 60 dagar. Det syntes inga betydliga tecken av krökningens sättning före golvs ytbeläggning, men den slutliga sättningen var märkbar.

---

Språk: Finska

Nyckelord: Flytande betonggolv, stigning, krökning

---

# **BACHELORS'S THESIS**

Author: Janne Nykänen

Degree Programme: Construction Engineering, Raseborg

Specialization: Structural Engineering

Supervisors: Jukka Teräväinen, Hartela Oy

Niklas Nyman, Novia University of Applied Sciences

Title: The Curling of Floating Concrete Floors / Flytande betonggolvs krökning

---

Date 22 April 2013

Number of pages 35

Appendices 8

---

## **Summary**

The purpose of this thesis was to investigate the curling phenomenon of floating concrete floors that occurs when the concrete shrinks as it dries. A construction site that was located in Inkoo, and where Hartela Oy was the main contractor, was used as an investigation object.

In the beginning of this thesis there is general information about floating concrete floors, the construction of concrete floors and the functional principles. Then the problems that appear in this construction type are listed and how to avoid them. Lastly, it is described how the constructions at the investigation object functioned practically and how similar constructions should be done. As appendices there are the investigation results from the example building.

The investigation results indicate that the curling phenomenon could not be avoided, despite the use of additional reinforcement and the concrete curing methods. The floors started to curl after approximately two weeks and the curling decreased after approx. 60 days after the casting. There were no signs of the curling sinking before the floor coating but the final sinkage was significant.

---

Language: Finnish

Key words: Floating concrete floor, slab curling

---

# Sisällysluettelo

<b>1 Johdanto</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Lattian ääneneristysvaatimukset</b> .....	<b>2</b>
<b>3 Lattiarakenne</b> .....	<b>3</b>
3.1 Betoni .....	4
3.2 Pintalaatta .....	4
3.3 Perinteinen verkkoraidoitus.....	4
3.4 Kuituraidoitus.....	5
3.5 Askelääneneristys.....	6
3.6 Kantava rakenne.....	7
<b>4 Lattian liitoskohdat</b> .....	<b>8</b>
4.1 Irrotuskaista .....	8
4.2 Läpivientien eristys.....	8
4.3 Väliseinät .....	9
<b>5 Erityistilojen lattiarakenteet</b> .....	<b>11</b>
5.1 Lattiakaivolliset tilat .....	11
5.2 Pesulat.....	11
5.3 Kuntosalit .....	11
<b>6 Ongelmat</b> .....	<b>12</b>
6.1 Kelluvien lattioiden ongelmakohtia .....	12
6.2 Kaareutuminen.....	13
6.3 Halkeilu.....	14
<b>7 Ongelmien estäminen</b> .....	<b>16</b>
7.1 Kaareutumisen estäminen .....	16
7.2 Jälkihoito .....	16
7.3 Lisäraidoitus .....	17
7.4 Kuituraidoitus.....	17
7.5 Paksumpi pintalaatta.....	17
<b>8 Mittausmenetelmät</b> .....	<b>19</b>
8.1 Kaareutumisen mittaus .....	19
8.2 Betonin suhteellisen kosteuden mittaus porareikämenetelmällä.....	19
<b>9 Lattioiden pinnoitus</b> .....	<b>21</b>
9.1 Pinnoitusajankohta .....	21
9.2 Soveltuva pinnoite.....	22

<b>10 Esimerkkikohde .....</b>	<b>23</b>
10.1 Lattiat .....	23
10.1.1 Kelluva lattiarakenne.....	24
10.1.2 Lisäraudoitus .....	25
10.2 Jälkihoito .....	27
<b>11 Kaareutumisen mittaustulokset.....</b>	<b>28</b>
<b>12 Kosteus.....</b>	<b>32</b>
<b>13 Kaareutumisen lopputulos .....</b>	<b>33</b>
<b>14 Pohdinta.....</b>	<b>35</b>
<b>Lähdeluettelo .....</b>	<b>36</b>
<b>Yhteenveto ruotsiksi.....</b>	<b>37</b>

# 1 Johdanto

Opinnäytetyön aihe lähti kehittymään Hartela Oy:n Inkoossa sijaitsevalta työmaalta. Kyseiseen kohteeseen oli suunniteltu kelluvat betonilattiat sekä päällystysmateriaaliksi muovilattiamatto mattonostolla seinille. Urakoitsijoiden aiemmat kokemukset tämänkaltaisista rakenteista olivat osoittaneet, että rakenteisiin liittyy ongelmia, joita joudutaan korjaamaan viimeistään vuosiremontissa. Näin kehittyi ajatus tutkia lähemmin kelluvien betonilattioiden kaareutumista.

Opinnäytetyön tavoitteena on seurata esimerkkikohteen kelluvien betonilattioiden kaareutumista sekä kuivumista, jotta tiedettäisiin, paljonko lattiat kaareutuvat ja miten lisäraudoitukset ja jälkihoito vaikuttavat rakenteiden muodonmuutokseen. Tutkimuksen tavoitteena on myös saada selville ajankohdat, jolloin kelluvat lattiat alkavat yleensä kaareutua, milloin kaareutuminen vähenee ja sen lisäksi vielä milloin muodonmuutos palautuu ennalleen.

Työssä keskitytään pääasiallisesti asioihin, jotka vaikuttavat lattiarakenteen laatuun sekä siihen, miten saavutetaan kustannustehokas sekä vaivaton ratkaisu. Lattianvalun jälkeiset työvaiheet, kuten jälkihoito ja pinnoitustyöt ovat tärkeitä osia lattiaa valmistettaessa, joten myös tätä käsitellään työssä. Työn teoriaosuus perustuu tietokirjallisuuteen ja tutkimukset esimerkkityömaan mittauksiin.

## 2 Lattian ääneneristysvaatimukset

Asumisviihtyisyyden parantamiseksi, rakennusmääräysten äänitekniisiä vaatimuksia tiukennettiin 1.10.1998 voimaan tulleiden määräysten myötä. Vanhat äänieristysmääräykset olivatkin jo vuodelta 1985 ja mittaustapa oli toisenlainen kuin muissa Euroopan maissa. Äänieristysvaatimusten suurin muutos oli huoneistojen välinen askeläänieristys  $L'_{n,w}$ , joka kiristyi 58 desibelistä 53 desibeliin. (BLY 9 2000, 5).

**Taulukko 1.** Asuinkerrostalojen askeläänieristysvaatimukset.

	Vanha RakMK C1/1985	Uusi RakMK C1/1998
Askeläänitasoluku $L'_{n,w}$	<58 dB	<b>&lt;53 dB</b>
Ilmaääneneristysluku $R'_w$	>52/53 dB	<b>&gt;55 dB</b>

(BLY 9 2000, 5)

Askeläänieristysvaatimus ei kuitenkaan koske kaikkia tiloja, poikkeuksia ovat huolto- tai varastotilat, autosuojat ja vastaavat tilat. Askeläänivaatimus ei koske myöskään meluhäiriöitä jotka, saattavat kuulua wc-, kylpyhuone- sekä löylytilojen lattiarakenteiden läpi. Mainituista tiloista aiheutuvat meluhäiriöt on otettava huomioon suunnittelussa niin että asuinhuoneistoissa saavutetaan kuitenkin tarpeeksi hyvät ääniolosuhteet. (BLY 9 2000, 5). Välipohjarakenteiden ääneneristysominaisuuksia voidaan parantaa vaikka lisäämällä välipohjarakenteen alapintaan ääneneristysvillaa sekä kipsilevystä ääntä eristävä alakatto.

Askelääninen mittaustavan takia saadaan korkeampia lukuarvoja mitä suurempaa huonetta tutkitaan, vaikka rakenne olisi täysin samanlainen kuin pienemmässä huoneessa. Sen takia suunnittelussa on suositeltavaa, että käytettävät rakenteet alittavat vaatimukset ainakin 2 - 3 desibelillä. (BLY 9 2000, 5).

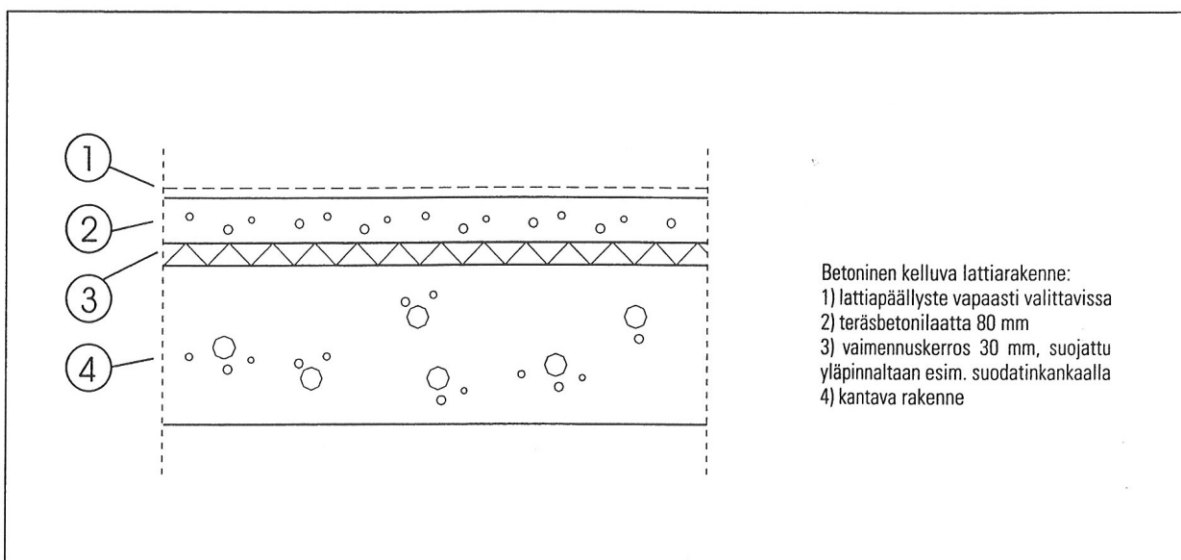
Lattiarakenteen askelääneneristävyyteen vaikuttaa rakenteen massa, lattiapäällyste, äänen sivutiesiirtymä ja kattoverhoukset. Askeläänieristystaso lattiarakenteissa voidaan toteuttaa kasvattamalla massiivista betonilaatan paksuutta, jonka päälle voidaan asentaa uiva parketti. Toinen tapa on asentaa erittäin joustava muovimatto ja viimeinen vaihtoehto on tehdä massiivilaatan tai ontelon päälle kelluva lattiarakenne. Kelluvan lattiarakenteen etu on siihen vapaasti valittava lattianpäällyste. (BLY 9 2000, 6).

### 3 Lattiarakenne

Kelluva lattiarakenne on yleinen käsite lattiarakenteesta, jolla on erillinen pintarakenne, kuten esimerkiksi teräsbetoni-laatta tai rakennuslevyistä tehty rakenne. Kelluva pintalaatta tulee olla irti kaikista kantavista pystyrakenteista sekä talotekniikan läpivienneistä esimerkiksi viemäriputkista, jotta tilojen välille voidaan tehdä mahdollisimman hyvä ääneneristävyys. Pintarakenne ”kelluu” alla olevan askeläänieristyslevyn päällä. Valun aikana betonia ei saa päästää eristekerrokseen ääniteknisistä syistä ja myös pintarakenteen tulee olla ääniteknisesti hyväksytty. (RT 83-10902).

Kelluvaa betoni-laattaa rakennettaessa voidaan rakenteeseen helposti myös lisätä lattialämmitys. Lattialämmön hyvän lämmönvarauskapasiteetin sekä mukavuuden takia lattialämmön käyttö on yleistä.

Ohutta betoni-laattaa käytetään niin asuin-, liike- kuin toimistorakennuksissa, joissa on korkeat äänieristysvaatimukset. Ohuella laattalla säästetään materiaalikustannuksissa ja myös kuivausaika lyhenee, teoriassa tämä kuulostaa hyvältä mutta käytännössä se voi olla eri asia. Liian ohuen betoni-laatan haittupuolet tulevat kalliiksi viimeistään vuosikorjauksissa, kun korjataan halkeamia, keiuvia lattioita, revenneitä muovimaton seinille nostoja tai jalkalistojen siirtoja.



**Kuva 1.** Betonisen kelluvan lattiarakenteen leikkauskuva. (BLY 9 2000, 7).

### 3.1 Betoni

Betonin koostumus sekä ominaisuudet ovat todella tärkeitä kelluvassa lattiarakenteessa. Kun halutaan saada paras mahdollinen lopputulos, on betonimassan oltava oikeanlainen ja suunnittelussa on huomioitava seuraavat kriteerit:

- Betonin lujuusluokaksi suositellaan C25/30.
- Betonin koostumus valitaan valuolosuhteiden huomioon ottaen. Olosuhteilla tarkoitetaan lähinnä lämpötilaa, kosteutta sekä vetoa. Kylmissä olosuhteissa soveltuu nopeasti sitoutuva ja kovettuva betonilaatu jotta hierto ei viivästyisi.
- Betonimassan kiviaineksen maksimirakokoksi suositellaan vähintään # 12 mm mutta mieluiten # 16 mm. Suurempaa kiviainesta käyttämällä rajoitetaan kuivumiskutistumaa ja halkeiluriskiä.
- Notkeusluokaksi suositellaan notkeaa S2 betonimassaa, tarvittaessa voidaan käyttää vetelää S3 betonimassaa. Notkeusluokkaa S4 ei suositella sen suuren kutistuman takia.

(Betonilattiat kortisto 2012, 32; BLY 9 2000, 9).

### 3.2 Pintalaatta

Kelluvan pintalaatan paksuus sekä raudoituksen määrä on suunniteltava käyttötarpeen mukaan, halutessa voidaan lisätä raudoitusta halkeamisen sekä kaareutumisen riskikohtiin. Pintalaattana käytetään yleensä 80 millimetrin paksuista teräsbetonilaattaa. Pintalaatta voidaan toteuttaa joko keskeisellä verkkoraudoituksella tai kuituraudoituksella. (Betonilattiat kortisto 2012, 32; BLY 9 2000, 13).

### 3.3 Perinteinen verkkorauditus

Verkkorauditus on yksi yleisimmistä käytetyistä rauditusmenetelmistä. Betoni kestää erittäin hyvin puristusta mutta vetoa se ei kestä yksin. Sen takia käytetään raudoitusta, jotta vetolujuus kasvaisi. Rauditus estää myös betonin halkeilua, jota kuivumiskutistuminen aiheuttaa. Raudoituksen määrä suunnitellaan betonilaatan kuormituksen ja alustan joustavuuden mukaan. Rauditusverkko sijoitetaan yleensä laatan keskelle, paksummissa laatoissa voidaan käyttää raudoitusta sekä ylä- että alapinnassa. Raudoitusta suojaavan betonipeitteen paksuus määräytyy rasitusluokan mukaan.

Raudoitus tehdään perinteisesti harjateräksellä seuraavasti:

- Suositeltava raudoitus on vähintään T6 #150 mieluiten T8 #200 -verkko. Raudoituksen tuenta on ongelmallista, jos raudoituksen halkaisija on alle 8 mm.
- Suunniteltaessa verkkoraudoitettua laattaa on huomioitava verkkojen limityksen tarvitsema tila sekä korkeus- että leveys suunnassa.
- Verkkoraudoituksen vaakateräs ei saa sijaita yli 100 millimetrin päässä laatan reunasta.
- Raudoituksen sijoittaminen lähemmäksi laatan yläpintaa vähentää yläpinnan halkeilua. Tämän takia suositellaan raudoituksen asentamista noin kolmannespaksuuden päähän laatan yläpinnasta huomioiden betonipeitteen nimellisarvo.

(Betonilattiat kortisto 2012, 32; BLY 9 2000, 13).

### 3.4 Kuituraudoitus

Kuitubetoni on normaalia betonia, johon on valmistuksen yhteydessä sekoitettu pieniä kuituja, jotta betonin ominaisuudet paranisivat. Kuidut sopivat lähes kaikkiin valmisbetonilaatuihin, betonimassaa on kuitenkin notkistettava kuitutyypin ja kuitumäärän mukaan. Yleisimmin käytettyjä kuituja ovat teräskuidut, muovikuidut sekä lasikuidut. (BY 201 2004, 534).

Kuidut eivät korvaa perinteistä raudoitusta kaikissa kohteissa mutta pintabetonilaatoissa sekä kelluvissa betonilaatoissa kuidut sopivat erinomaisesti. Kuidut lisäävät etenkin betonin vetolujuutta ja tekevät betonilaatasta kestävämmän ja sitkeämmän sekä rajoittavat myöhemmässä vaiheessa syntyvien halkeamien suuruutta sekä nurkan nousuja. (Rudus 2/2010)

Kuituraudoitusta suunniteltaessa on huomioitava:

- Betonin lujuusluokka on oltava vähintään C25/30, jotta betonin ja teräskuitujen välinen tartunta olisi riittävä.
- Kuitulattia tarvitsee lisäraudoitusta mm. työsaumoissa, pilareiden kohdalla sekä lattian sisänurkissa.

- Kuitubetonilattiat suunnitellaan kohdekohtaisesti rakennesuunnittelijan ja kuitubetonivalmistajan yhteistyönä.

(Betonilattiat kortisto 2012, 32 - 33; Rudus 2/2010).

### 3.5 Askelääneneristys

Askeläänieristyslevyn tulee läpäistä kovat vaatimukset puristuslujuuden ja painauman osalta. Pitkäaikainen kuormitus vääränlaisella ääneneristyslevyllä saa lattiat painumaan ja lopputulos on tuhoisa.

Eristeen puristuslujuus on oltava vähintään  $10 \text{ kN/m}^2$ , ja painauma mitoitettulla kuormalla saa olla korkeintaan 10 % eristeen paksuudesta. RakMK osa C5 suosittelee että dynaaminen jäykkyys saa kuitenkin olla korkeintaan  $20 \text{ MN/m}^2$ . Askelääneneristekerroksen paksuus tulee olla vähintään 30 mm. (Betonilattiat kortisto 2012, 32; BLY 9 2000, 10 – 12).

On olemassa erityyppisiä askelääneneristyslevyjä eri käyttötarkoituksiin. Voidaan käyttää joko mineraalivillaa tai elastisoitua polystyreeniä (EPS). Askelääneneristyslevyn on oltava ääniteknisesti hyväksytty kyseiseen käyttötarkoitukseen. (RT 83-10902) Mineraalivillan höyryä läpäisevä ominaisuus mahdollistaa pintalaatan kuivumisen myös alaspäin, mikä vähentää pintalaatan ylä- ja alapinnan kuivumiseroa ja näin ollen myös kaareutumista aiheuttava kutistumaero vähenee (BLY 9 2000, 10 – 11).

Askeläänieristekerros voidaan tehdä joko yhdestä tai useammasta levykerroksesta. Jos käytetään kahta kerrosta, voidaan asentaa eristelevyjen saumat limittäin, mikä estää betonin tunkeutumisen eristekerroksen läpi. Alempaan eristekerrokseen voidaan asentaa sähkö-, lämpö- tai vesijohtoja, jos siihen on tarvetta. Se ei kuitenkaan ole suositeltavaa työn vaikeutumisen ja mahdollisten vesivahinkojen takia. (BLY 9 2000, 10 – 12).

Eristekerrosten päälle levitetään vaimennuskerrosta suojaavaa materiaalia, esimerkiksi suodatinkangasta, mikä estää betonin tunkeutumisen eristekerroksen läpi valun aikana. Suodatinkankaan saumat tulee limittää vähintään 100 mm ja sen lisäksi saumat vielä teipataan käyttökohteeseen soveltuvalla teipillä, esimerkiksi ilmastointiteipillä. (Betonilattiat kortisto 2012, 32). Suodatinkankaalla on myös höyryä läpäisevä ominaisuus, mikä mahdollistaa kosteuden siirtymisen pintalaatasta alaspäin, mikä vähentää pintalaatan ylä- ja alapinnan kuivumiseroa ja näin ollen myös kaareutumista aiheuttava kutistumaero vähenee.

### **3.6 Kantava rakenne**

Kantavana rakenteena voi olla joko paikallavalettu massiivilaatta tai ontelolaatta. Kantavan rakenteen on oltava tarpeeksi kuiva ennen askeläänieristekerroksen asentamista, suhteellinen kosteus (RH %) saa olla korkeintaan 90 %, ellei muuta ole erikseen sovittu. Ennen eristekerroksen asennusta on kosteustaso varmistettava kosteusmittauksella. (BLY 9 2000, 10).

Kantava laatta tulee olla suhteellisen suora, eli mittapoikkeama saa olla maksimissaan  $\pm 5$  mm 2000 mm:n matkalla. Kaikki epätasaisuudet tulee poistaa esimerkiksi petkeleen avulla tai hiomalla, ja tarvittaessa laatan pinta tasoitetaan lattiatasoitteella tai kuivalla hiekalla. Ennen eristeen asennusta tulee myös puhdistaa alusta kaikesta roskasta sekä orgaanisista materiaaleista. (BLY 9 2000, 10; Betonilattiat kortisto 2012, 32).

## 4 Lattian liitoskohdat

Kelluvan laatan tulee olla irti kaikista ympäröivistä rakenteista: kovasta alustasta, seinistä, kynnyksistä, pilareista, viemäreistä sekä patteriputkista jne. Näin kelluva laatta estää äänien siirtymisen lattiasta muihin rakenteisiin. Ennen lattiavalua kiinnitetään irrotuskaistoja kaikkiin liitoskohtiin, mikä estää pintalaattaa koskemasta muihin rakenteisiin ja näin ollen estää askeläänen sivutiesiirtymän.

### 4.1 Irrotuskaista

Irrotuskaista on solumuovia, jonka sopiva paksuus 8 - 12 mm ja korkeus 100 - 200 mm. Irrotuskaistan jatkokohdat tulee teipata yhteen eikä jatkokohtiin saa jäädä rakoja. Irrotuskaistat tulee kiinnittää tiukasti alustaan esimerkiksi pisteliimauksella. Erityisesti ulko- sekä sisäkulmiin tulee reunakaista asentaa mahdollisimman suorakulmaisesti, jotta ei lattian kulmiin muodostu koloja. (BLY 9 2000, 13, 16).

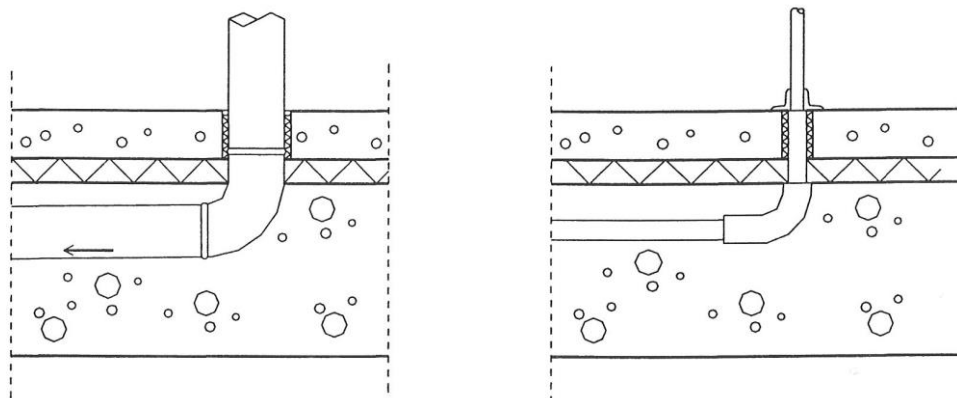
Suuremmissa pintalaatoissa tulee huomioida kuivumiskutistumisen aiheuttama kutistumisliike kohti pintalaatan keskipistettä. Tämä liike voi vetää pintalaatan kiinni runkorakenteisiin, erityisesti kutistumakeskipisteen nähden piiloon jäävien rakenteiden taustat. Mainituissa riskikohdissa kannattaa käyttää tuplasti paksumpaa irrotuskaistaa. (BLY 9 2000, 16 – 17).

Lattiavalun jälkeen irrotuskaistat poistetaan betonilaatan yläpinnan mukaan, tarvittaessa poistetaan tarpeeksi paljon, jotta sauma voidaan kitata elastisella massalla, joka estää veden pääsyn eristekerrokseen vesivahingon sattuessa.

### 4.2 Läpivientien eristys

Kelluvan pintalaatan läpäisevät putket, kuten viemäriputket, lämpöputket ja vesijohdot, eristetään kelluvasta pintalaatasta irrotuskaistalla tai putkieristykseen tarkoitettulla eristeellä (esim. Armaflex-eristeellä). Irrotuskaista kierretään putken ympäri ja liitoskohta teipataan. Irrotuskaistan ja askeläänieristeen sauma kannattaa tiivistää vaikka ilmastointiteipillä. Putkien eristämiseen kannattaa käyttää ohuempaa esimerkiksi 3 - 5 mm paksuista irrotuskaistaa, mikä helpottaa pinnan jälkipaikkausta. (BLY 9 2000, 18).

Jos laatan kohdalla sattuu olemaan putkikiinnike tai putkessa kohouma, kuten viemäriputken liitoskohta, voidaan tehdä varaus esimerkiksi lattiavillalla. (BLY 9 2000, 18).



**Kuva 2.** Läpivientien eristys pintalaatasta. (BLY 9 2000, 18).

Tiloissa, joissa käytetään vettä, esimerkiksi keittiön tiskialtaan alla, kannattaa läpiviennin yläpää kitata elastisella kitillä, jotta vesi ei pääse imeytymään eristekerrokseen vesivahingon sattuessa.

### 4.3 Väliseinät

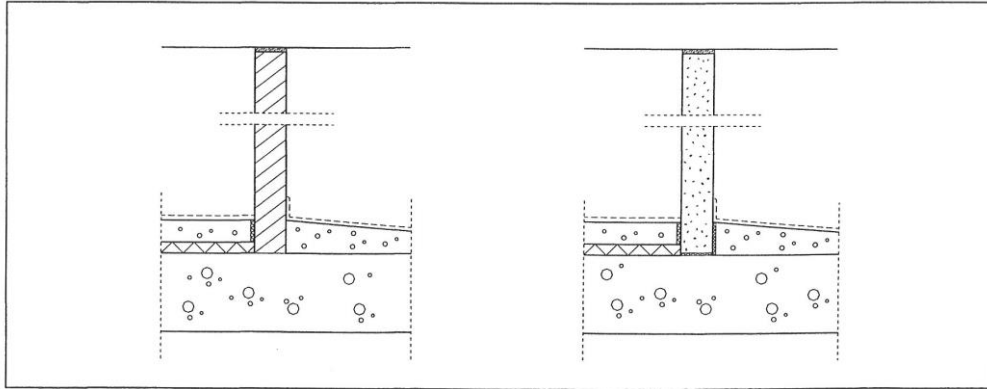
Väliseinän ja pintalaatan liitoskohta tehdään väliseinän rakenteesta riippuen muutamalla eri tavalla.

Muuratut väliseinät, kuten Kahi-tiili, muurataan suoraan kantavalle rakenteelle. Kelluvan lattian ja muuratun väliseinän väliin asennetaan irrotuskaista. Väliseinää ei muurata kattoon asti, vaan jätetään noin 10 mm korkea sauma, joka täytetään mineraalivillalla sekä kitataan molemmin puolin elastisella kitillä.

Kevyet Siporex- ja Aco-seinät asennetaan ohuen EPS-kaistaleen päälle kantavalle rakenteelle. Väliseinän molemmin puolin asennetaan irrotuskaistat, vaikka toisella puolella ei olisikaan kelluvaa lattiaa vaan pintabetonilattia. Väliseinän yläpäähän jätetään noin 10 mm korkea sauma, joka täytetään villalla sekä kitataan molemmin puolin elastisella kitillä.

Kevyet levyväliseinät rakennetaan yleensä lattiavalun jälkeen kelluvan pintalaatan päälle metallirankatekniikalla. Levyseinän voidaan myös tehdä suoraan kantavalle rakenteelle

ennen lattiavalua, silloin on asennettava lattian ja seinän väliin irrotuskaistat. Jos levyseinä rakennetaan kelluvan lattian ja pintabetonilattian liitoskohtaan, tulee levyseinän pohjaranka kiinnittää pintabetonilattiaan ja reunakaista tulee jättää kelluvan lattian puoleisen seinälevyn alle. Jos reunakaista on jätettävä seinärangan alle, tulee alaranka kiinnittää ainoastaan pintabetonilattian puolelta. (BLY 9 2000, 14).



**Kuva 3.** Muurattu väliseinä sekä siporexseinä kelluvan lattian ja pintabetonilattian yhteydessä. (BLY 9 2000, 14).

## **5 Erityistilojen lattiarakenteet**

Kelluvat lattiat eivät välttämättä sovi kaikkiin tiloihin rakenneteknisistä syistä. Askeläänivaatimukset eivät myöskään koske kaikkia huoneiston tiloja, wc-, kylpyhuone- ja löylytilojen ei tarvitse täyttää näitä vaatimuksia. Näistä tiloista johtuvat meluhaitat tulee vähentää muilla tavoin, niin että asuinhuoneistossa saavutetaan hyvät ääniolosuhteet. Joissakin tiloissa ei normaali askeläänieristys riitä, joten näissä tiloissa on käytettävä erikoissuunniteltuja rakenteita, kuten paksumpaa askeläänieristettä tai tärinän vaimentimia. (BLY 9 2000, 8).

### **5.1 Lattiakaivolliset tilat**

Kelluvaa lattiarakennetta ei suositella lattiakaivollisissa tiloissa eivätkä vaatimukset sitä yleensä vaadi. Ongelmat ovat lattiakaivon vaikea liitää pintalaattaan ilman kiinteää yhteyttä sekä toimivan vedeneristysten toteuttaminen. Jos lattiakaivot valetaan pintalaattaan kiinni, niin ongelmia ovat äänen siirtyminen lattiakaivon kautta rakenteen läpi, sekä pintalaatan halkeilu kiinteän yhteyden takia. (BLY 9 2000, 8).

### **5.2 Pesulat**

Tiloissa, joissa esiintyy normaalia enemmän tärinää, kuten talojen pesuloissa, on lattiarakenteet suunniteltava tapauskohtaisesti. Pesukoneille tarvitaan tärinäeristetty betonialusta, johon ne kiinnitetään. Betonialusta tuetaan tärinänvaimentimilla tasaiseen lattialaattaan. Betonialustasta ei saa olla mitään kiinteää yhteyttä ympäröiviin rakenteisiin, ja myös kaikki pesukoneen liitännät on oltava joustavia. Betonialustan ja lattian välisen sauman vedeneristys on oltava tarpeeksi joustava, ettei liike ja värinä vaurioita vedeneristystä. (BLY 9 2000, 8).

### **5.3 Kuntosalit**

Kuntosaleissa ja muissa tiloissa joissa luultavasti esiintyy normaalia suurempia askeläänieristystarpeita, on rakenteet suunniteltava tarpeeksi järeiksi ja ääntä eristäviksi. Näissä tiloissa ei 30 mm paksu askeläänieristelevy riitä, sopivampi eriste on 50 mm paksu kova mineraalivilla tai EPS- eriste, jonka puristusjäännitys on 50 kN/m<sup>2</sup>. (BLY 9 2000, 8).

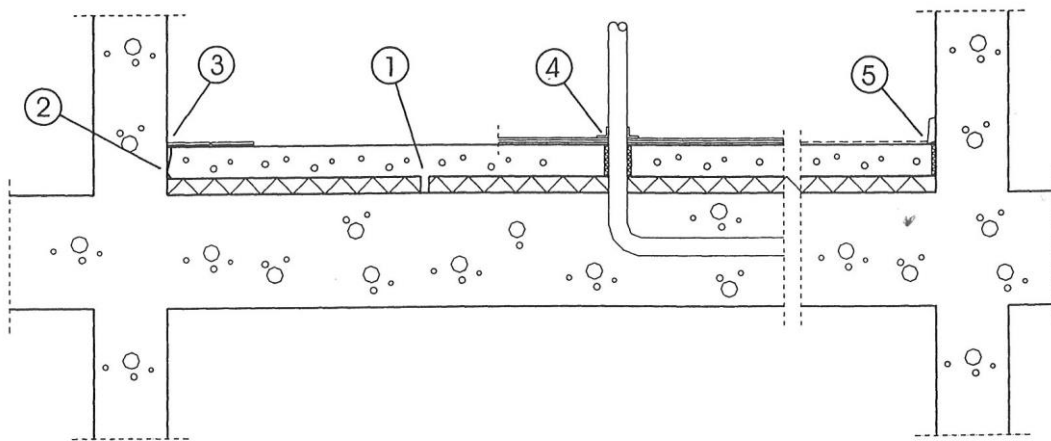
## 6 Ongelmat

### 6.1 Kelluvien lattioiden ongelmakohtia

Jotta kelluvasta lattiarakenteesta tulisi ääniteknisesti toimiva sekä laatuvaatimusten mukainen on erityisen tärkeää ottaa huomioon pienimmätkin yksityiskohdat rakennusvaiheessa. Pienet viat voivat ilmentyä vasta myöhään käyttöönoton jälkeen suurina haittoina, joiden korjaus on vaikeaa hyvän lopputuloksen saamiseksi. Yleisimmin sattuvat virheet kelluvan lattiarakenteen rakentaessa ovat seuraavat:

- Pintalaatan alla oleva valusuoja esimerkiksi suodatinkangas on jostain syystä päästänyt lävitseen betonimassaa eristekerrokseen, mikä voi muodostaa kiinteän yhteyden pintalaatan sekä kantavan rakenteen välille. Virhe on alla olevassa kuvassa 4 esitetty numerolla 1.
- Kelluvan pintalaatan alle on jäänyt kiinteää materiaalia, joka ulottuu pintalaatasta eristekerroksen lävitse kantavaan rakenteeseen.
- Pintalaatta on kosketuksessa ympäröiviin rakenteisiin, koska irrotuskaista on joko jäänyt asentamatta, liikkunut valun aikana pois paikaltaan tai irrotuskaistan ja suodatinkankaan sauma on vuotanut. Ongelman voidaan ehkäistä teippaamalla sauma tiiviiksi ja varmistamalla irrotuskaistan huolellinen asennus. Kuvassa 4 esitetty numerolla 2.
- Pintalaatta on suorassa yhteydessä pintalaatan lävistäviin rakenteisiin, esimerkiksi viemäriputkiin. Putkien ympärökset on irrotettava tarkoitukseen suunnitellulla irrotuskappaleella tai reunakaistalla. Putkeen asennetun reunakaistan ja eristekerroksen saumasta saattaa vuotaa betonia ellei saumaa ole tarkasti tiivistetty. Kuvassa 4 esitetty numerolla 4.
- Kynnykset eivät saa olla kiinteässä yhteydessä samanaikaisesti sekä lattiaan että kantaviin rakenteisiin. Kiinnitettäessä kynnyksiä lattiaan on käytettävä sopivan pituisia ruuveja jotka eivät yletä kantavaan rakenteeseen asti.
- Jalkalistat tulee jättää vähintään 1 mm irti kelluvasta lattiarakenteesta niin että ne eivät kiilaa kelluvaa lattiarakennetta alaspäin. Kuvassa 4 esitetty numerolla 5.

- Kelluvan lattian pintamateriaali tulee olla irti ympäröivistä rakenteista samalla tavalla kuin itse lattialaatta. Pintamateriaalin koskiessa esimerkiksi patteriverkoston putkiin ääni pääsee siirtymään sivutiesiirtymänä alapuoliseen tai yläpuoliseen asuntoon.
- Laatta- tai kivimateriaalia käytettäessä pintamateriaalina on varottava kytkemästä pintamateriaalia kiinnityslaastilla rakennusrunkoon. Kuvassa 4 esitetty numerolla 3.
- Ennen valua on kaikki orgaaniset sekä muut rakennusjätteet on siivottava pois. Olosuhteista riippuen voi orgaaniset aineet soveltua ravinnoksi mikrobeille ja ajan myötä aiheuttaa home- ja hajuhaittoja. (BLY 9 2000, 8 – 9).



**Kuva 4.** Kuvassa esitetään yleisimmät virheet kelluvassa lattiarakenteessa. Numeroiden selitykset esitetään luvussa 6.1. (BLY 9 2000, 9).

## 6.2 Kaareutuminen

Kaareutuminen tai käyristyminen on kelluvan betonilattian ongelma, joka esiintyy pintalaatan nurkkien ja reunojen nousuna.

Kaareutuminen esiintyy ainoastaan betonilaatan reuna-alueilla, kaareutuminen vaihtelee laatan paksuudesta riippuen, mitä ohuempi laatta sitä enemmän se kaareutuu, koska ohuen laatan alas painava momentti laatan reunalla on liian pieni. (BLY 9 2000, 21).

Voimakas kaareutuminen voi aiheuttaa betonilattian ylimääräisen oikaisun ja reunojen hionnan tarpeen ennen lattioiden pinnoitustyötä. Nurkan nousuja 70 mm:n paksuisessa

laatassa on mitattu olevan jopa 10 mm sekä keskellä seinälinjaa 3 - 5 mm. Yleensä nousu on kuitenkin vain 6 - 7 mm. Pieni nousu sijaitsee 5 - 15 cm laatan reunasta, suurempi nousu yleensä noin 30 - 100 cm reunasta. (BLY 9 2000, 21).

Ensisijaisesti betonilaatan kaareutumisen aiheuttaa toispuolinen kuivuminen. Betoni kuivuu nopeasti laatan yläpinnassa veden haihtuessa mutta laatan alapuoli ei kuivaa läheskään yhtä nopeasti. Betonilaatan suhteellisen kosteuspitoisuuden ero ylä- ja alapinnassa voi helposti olla 15 - 20 %. Betonin kuivuminen aiheuttaa kutistumista, joten betonilaatan yläpinta kutistuu ennen alapintaa mikä aiheuttaa betonilaatan kaareutumisen ylöspäin etenkin laatan reuna-alueissa. (Betonilattiat kortisto 2012, 34).

Kaareutuminen ei kuitenkaan ole täysin pysyvä deformaatio, sillä kokemuksista on todettu että betonilaatta painuu alas ajan myötä. Palautuminen alkaa todennäköisesti kun kosteus ja kutistumaero betonilaatassa ovat riittävästi tasaantuneet. Betoniyhdistyksen suunnitteluohjeiden mukaan betonilaatan painuminen alkaa yleensä 1 - 2 kuukauden kuluttua valusta. Koska palautuminen ei tapahdu täydellisesti ennen listoitustyötä, siitä seuraa ongelmia. Painumisen aiheuttavia ongelmia on mm. irronneet muovimaton seinille nostot sekä kasvaneet raot jalkalistojen alla. (BLY 9 2000, 21).

### **6.3 Halkeilu**

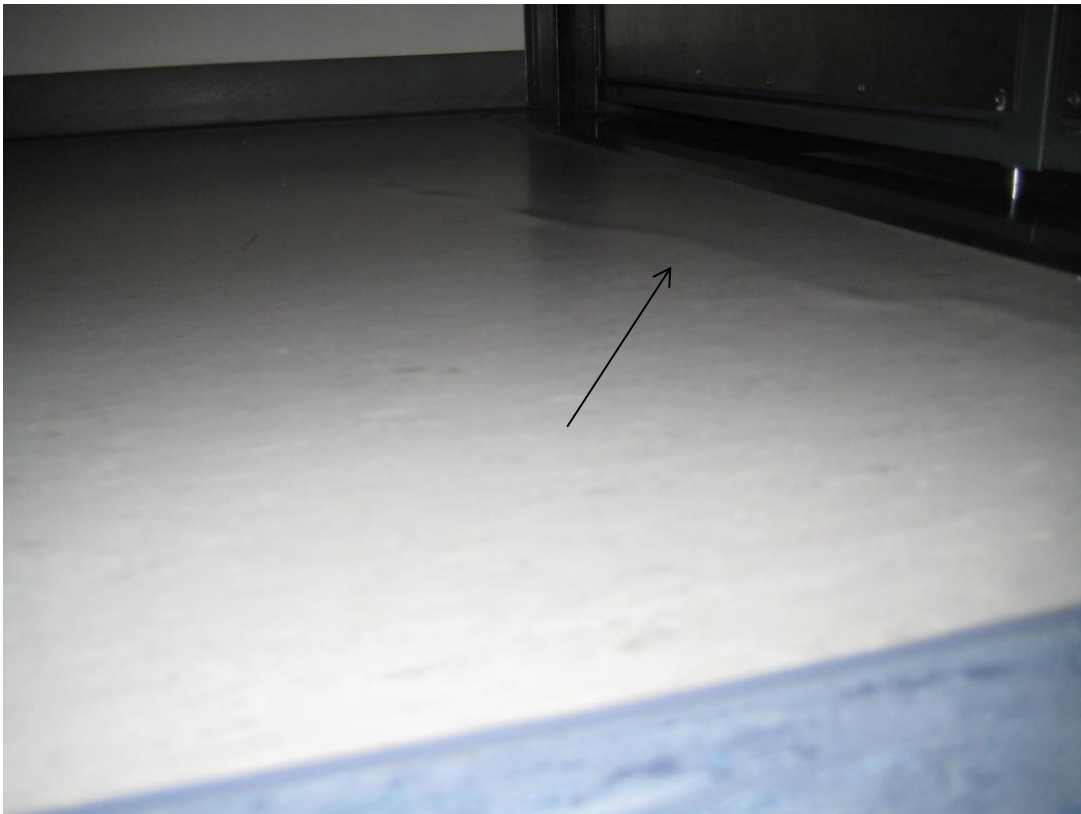
Halkeamat aiheuttavat lähinnä esteettisiä vikoja, sillä muovimaton alla oleva halkeama näkyy heti maton pinnassa. Halkeamia voidaan korjata valunjälkeen injektiohartseilla.

Plastisesta kutistumisesta aiheutuva halkeilu tapahtuu veden haihtuessa betonipinnasta heti valun jälkeen. Syynä on betonipinnan liian nopea kuivuminen. Tehokkaalla hierrolla voidaan saada halkeamat umpeutumaan. Plastisesta halkeamasta voi alkaa halkeama joka kuivumiskutistumisen myötä laajenee. Yleensä plastisesta kutistumisesta aiheutuneet halkeamat eivät aiheuta suurempia ongelmia. (BLY 9 2000, 22; BY 201 2004, 92).

Kuivumiskutistuminen on betonin kuivumisen aiheuttama kutistumaliike, mitä enemmän betonimassassa on vettä ja sementtiliimaa sitä suurempi on kutistuma. Kuivumiskutistumisen määrä on noin 0,5 mm/m 70 mm:n paksuisessa betonilaatassa. Kutistumaliike on tehtävä mahdolliseksi käyttämällä tarpeeksi paksua irrotuskaistaa. Mikäli kutistumaliike ei ole mahdollinen rakenteellisistä syistä, ilmestyy halkeamia laatan

heikoimpiin kohtiin. Laatan heikoimmat kohdat ovat mm. kapeat käytävät sekä oviaukot. Halkeamia syntyy usein myös laatan sisäkulmiin. (BLY 9 2000, 22).

Halkeamia voi ilmestyä myös kaareutuneen laatan reunan taivutuskohtaan kun laatalle asetetaan kuormia. Rakentaessa tehdyt virheet voivat myös aiheuttaa halkeamisen, esimerkiksi jos kelluva laatta on valettu kiinni kantavaan alustaan niin rajakohdassa saattaa syntyä halkeama.



**Kuva 5.** Halkeama pintalaatassa joka näkyy hyvin muovimaton lävitse (Janne Nykänen)

## **7 Ongelmien estäminen**

### **7.1 Kaareutumisen estäminen**

Kelluvan betonilattian kaareutumista voidaan teoreettisesti minimoida eri keinoin. Kaareutumisen rajoittamiseksi ei ole kuitenkaan keksitty täysin toimivaa tapaa eikä ehkäisykeinojen tuloksia ole pystytty todistamaan. Kaareutumisella on suora yhteys betonin kutistumiseen ja pintalaatan toispuoliseen kuivumiseen. Vähentämällä kuivumiskutistumista sekä tasoittamalla kuivumista voidaan minimoida betonilaatan muodon muutosta. (BLY 9 2000, 22).

Kuivumiskutistumaa voidaan rajoittaa betonimassan kutistuvaa ainesosaa vähentämällä. Mitä enemmän karkeaa kiveä betonissa käytetään, sitä vähemmän on kutistuvaa ainesosaa. Ohuessa laatussa käytettävän betonin maksimirakekoko on yleensä liian pieni, joten betonin kutistuma on suuri. Betonimassassa tulisi olla mahdollisimman paljon #12, #16 ja #32 mm:n kiveä. Tämä ei kuitenkaan ole aina mahdollista, työstettävyyden ja pumpattavuuden takia. (Rudus info 1/2010).

Kuivumista pystytään tasoittamaan ja näin ollen betonin kutistumaeroa ja kaareutumista vähentämään, käyttämällä askeläänieristeenä höyryä läpäisevää mineraalivillaa EPS-eristeen sijaan, sekä eristekerroksen suojaavana materiaalina hengittävää suodatinkangasta rakennusmuovin sijaan.

### **7.2 Jälkihoito**

Betonirakenteiden jälkihoito tarkoittaa oikean kosteuden ja lämpötilan varmentamisen sekä betonin suojaamisen ulkoisilta rasitteilta, betonin kovettumisen alkuvaiheessa (Rudus info 2/2004). Tasaisemmin kuivuva laatta ei tuota yhtä paljon yläpinnan ja alapinnan kutistumiseroa, joten betonilaatan kaareutuminen vähenee.

Jälkihoito voidaan suorittaa varhaisjälkihoitona, jolloin sumutetaan betonipinnalle varhaisjälkihoitoainetta tai vettä betonipinnan oikaisun yhteydessä. Varhaisjälkihoitoa käytetään erityisesti silloin kun valutilan ilmanvirtaus on suuri, ilmankosteus on alhainen ja kun lämpötila on korkea. (Rudus info 2/2004).

Jälkihoito liiallista kuivumista vastaan betonipinnan hierron jälkeen tehdään sumuttamalla betonipinnalle jälkihoitoainetta viimeisen hierron yhteydessä tai suojaamalla betonipinta muovikelmulla pinnan viimeistelyn jälkeen. (Rudus info 2/2004).

Betonilaatan peittäminen muovilla hidastaa betonilaatan yläpinnan kuivumista, joten betonilaatan kuivuminen tasaantuu. Tarpeeksi suuren kosteuden pitämisen muovin alla mahdollistetaan siten, että pintalaatalle levitetään ennen muovia suodatinkangas, jota kostutetaan viimeistään valuun jälkeisenä päivänä. Muovikaistojen saumat tulee limittää sekä reunakohdat kannattaa varmistaa painojen avulla, esimerkiksi laudoilla. Tällä tapaa saadaan kosteus pysymään laatussa ja betonille riittävästi vetolujuutta kuivumiskutistumisen aiheuttamaa jännitystä vastaan. Erityisesti laatan halkeilemista voidaan vähentää, pitämällä muovit paikallaan vähintään kaksi viikkoa. (Betonilattiat kortisto 2012, 65 – 66).

### **7.3 Lisäraudoitus**

Raudoitusta lisäämällä ongelmakohtiin saadaan enemmän momenttivastusta kutistumisen aiheuttamaan jännitykseen. Suurempi momenttivastus vähentää todennäköisesti kaareutumisen laajuutta. Lisäraudoitus saattaa myös vaikuttaa kaareutumisen palautumiseen negatiivisesti, toisin sanoen kaareutuminen voi jäädä osittain pysyväksi (BLY 9 2000, 21).

Lisäraudoitusta kannattaa käyttää kaikissa betonilaatan sisä- ja ulkokulmissa, lisäksi voidaan tehdä kiertävän raudoituksen koko laatan ympäri. Vaikka ei lisäraudoituksesta olisi kovin paljon hyötyä kaareutumisen estämiseen, niin siitä on kuitenkin hyötyä kuivumishalkeilun estämiseen.

### **7.4 Kuituraudoitus**

Kuituraudoituksen käyttö toisi monta parantavaa ominaisuutta sekä kaareutumista että halkeamista vastaan. Muovikuidut estävät halkeamien syntymistä varhaisvaiheessa. Teräskuidut rajoittavat myöhemmässä vaiheessa syntyvien halkeamien leveyttä sekä voivat Betonilattiat-kortiston mukaan vähentää betonilaatan kaareutumista jopa 30 %. (Betonilattiat kortisto 2012, 34).

### **7.5 Paksumpi pintalaatta**

Ensinnäkin paksumpi betonilaatta painaa enemmän joten reunat eivät nouse yhtä helposti. Lisäämällä kelluvan betonilaatan paksuutta voidaan käyttää suurempaa raekokoa betonimassassa, mikä vähentää kutistumista, halkeilua sekä nopeuttaa kuivumista.

Paksumpaan laattaan saadaan myös mahtumaan enemmän raudoitusta. Paksumman betonilaatan haittapuolet on pidempi kuivumisaika sekä suurempi betonimäärä.

Kuinka paljon paksumpi betonilaatta on tarpeeksi paksu? Jos käytetään 20 mm paksumpaa laattaa, esimerkiksi 100 mm paksua, 80 mm:n sijaan, lisää se paksuutta jo 25 prosenttia. Paksuuden lisääminen 20 millimetrillä vastaa  $0,5 \text{ kN/m}^2$  lisäpainoa. Saattaa olla että 50 kg lisäpainoa neliötä kohden ei kuitenkaan ole tarpeeksi paljon. Uskon, että lisäämällä raudoitusta 100 mm betonilaattaan, sekä käyttämällä suurempaa raekokoa betonimassassa vähentää kaareutumisen runsautta merkittävästi.

## 8 Mittausmenetelmät

### 8.1 Kaareutumisen mittaus

Betonilattian kaareutumisen mittaus voidaan suorittaa RT- 14–11039 -kortin (kuva 6) ohjeiden mukaisesti. Mittauksessa käytetään 2 metrin mittaista alumiinista mittalautaa. Mittaustulokset pyöristetään lähimpään kokonaislukuun 1mm:n tarkkuudella. Tällä mittaustavalla ei saada kovin tarkkaa lukemaa siitä, kuinka paljon lattia on noussut, mutta kaareutumisen kehitystä pystytään helposti seuraamaan.

Toinen mittaustapa on merkata mittauspiste seinään heti valun jälkeen, josta pystytään mittaamaan etäisyys laatan yläpintaan ja siitä laskea korkeusmuutokset. Tämä mittaustapa ei kuitenkaan toimi työmaalla käytännössä, sillä seinän tasoitustyö peittää mittauspisteet. (BLY 9 2000, 20).

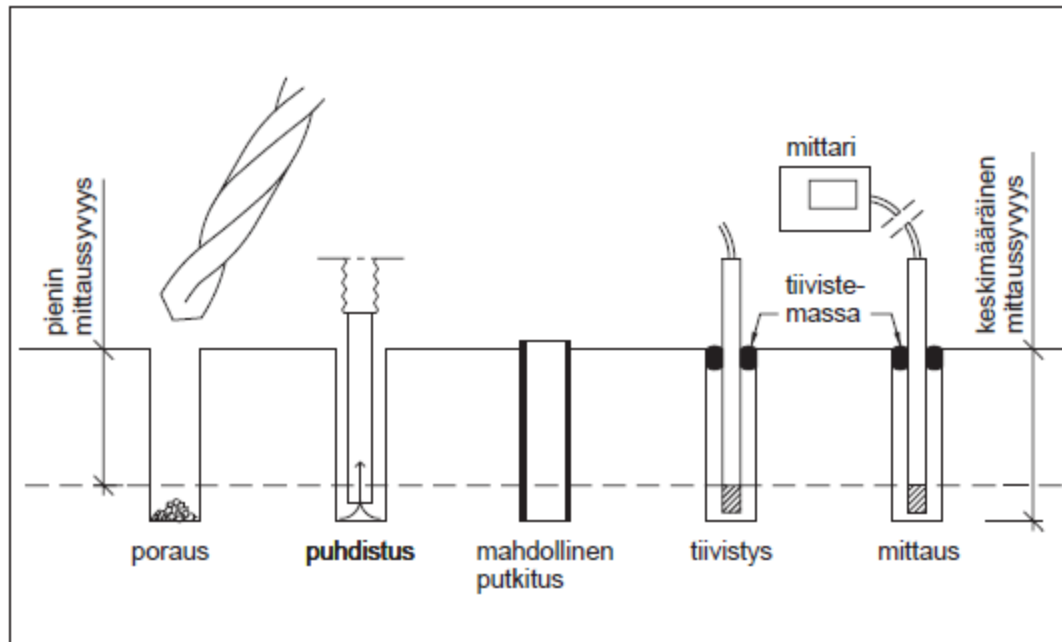
Mittaustuloksista voidaan laskea kaareutumisen keskiarvon eri valualueille, mistä voidaan päätellä laatan kaareutumisen alkamisajankohdan sekä ajan koska kaareutuminen tasaantuu.

Tarkan kaareutumisen esittävän mittaustuloksen saadaan mittaamalla kaareutumista samassa mittauspisteessä useamman kerran, korkeintaan viikon välein. Useamman mittaustuloksen avulla voidaan helpommin havaita sattuneita mittavirheitä.

### 8.2 Betonin suhteellisen kosteuden mittaus porareikämenetelmällä

Kosteuden mittaus voidaan tehdä esim. Vaisalan kosteusmittarilla. Ensin porataan reikä yleensä halkaisijaltaan 16 mm, kelluvanbetonilaatan puoliväliin eli tässä tapauksessa noin 40 mm:n syvyyteen, minkä jälkeen reikä puhdistetaan pölystä vaikka imurilla. Ennen reiän porausta kannatta varmistaa, että ei vahingossa poraa lattialämpöputken. Tarkistuksen voi helposti suorittaa lämpökameran avulla edellyttäen, että lämpö kiertää putkissa tarpeeksi hyvin. Lattialämmityksen tulee kuitenkin katkaista viimeistään viikkoa ennen mittausta, muuten mittauksissa saattaa esiintyä erittäin suuria epätarkkuuksia. Puhdistettuun reikään upotetaan pohjaan ylettyvä putki, esimerkiksi sähköputken pätkä, jonka ulkohalkaisija on sama kuin porareian halkaisija. Putken juuri tiivistetään vesihöyryntiiviillä kitillä ja putken pää tulpataan noin 3 päivää ennen mittaamista. Mittausanturi upotetaan reikään, tiivistetään ympäri ja annetaan rauhassa tasoittua vähintään tunnin ennen mittausrvon lukemista.

Mittauksesta saadaan Kosteuden RH -prosentti sekä lämpötilan celsius-asteissa. Porareikämittausta tehdessä betonin lämpötila tulee olla sama kuin valmiin rakenteen käyttölämpötila jotta mittausarvot olisivat luotettavat. (RT 14–10984, 3 – 5).



**Kuva 6.** Kuvassa esitetään kosteusmittauksen eri vaiheet porareikämenetelmällä. (RT 14–10984).

## 9 Lattioiden pinnoitus

### 9.1 Pinnoitusajankohta

Ennen lattiarakenteen pinnoitusta tulee pintalaatan kosteus olla tarpeeksi alhainen. Kuivumisaika 80 mm paksulla betonilaatalla tavallisella C25/30 – lattiabetonilla suhteelliseen kosteuteen  $RH < 85 \%$  on noin 12 - 16 viikkoa. Kuivumisaikaa voidaan lyhentää käyttämällä nopeammin kuivuvaa C25/30 – betonia, jonka kuivumisaika samaan kosteuteen on vain 6 - 8 viikkoa. Betonilaatan kuivumisaika riippuu kuitenkin valettavan kohteen lämpötilasta sekä erityisesti ilman kosteudesta. (BLY 9 2000, 13).

Betonin uudelleenkastuminen jälkihoidon sekä lattian tasoituksen yhteydessä vaikuttaa myös kuivumisaikaan. Siksi työmaalla olisi erittäin tärkeää vähentää kastumisriskiä, eli ei tasoitteiden sekoittamista eikä vesiletkuja tai vesipisteitä sisätiloissa lattiavalun jälkeen. Ennen kelluvan lattian rakentamista tulisi yläpohja olla tiivis, jotta sadevesi ei kasta rakenteita. Käytännössä vettä pääsee aina sisään jostakin raoista ennen kuin vesikatto on valmis, joten vuotoja kannattaa seurailta ja sisään tihkuva vesi kannattaa johdattaa vesiastioihin.

Ensisijaisesti rakentamisen yleisaikataulu määrää koska lattioiden pinnoitus tulisi aloittaa. Ennen pinnoitusta muovimatolla on betonilaatan kosteus kuitenkin oltava alle 85 %. Kaareutumisen kannalta optimaalinen pinnoitusajankohta olisi kaareutumisen palaututtua, jolloin lattian pinta on valun aikaisessa korossa. Tähän on harvoin aikaa koska täydelliseen palautumiseen kestää kuukausia. Mattotyö kuuluu viimeisiin työvaiheisiin ennen kalusteasennusta, joten työjärjestystäkään ei pystytä muuttamaan. Ainoa mahdollisuus on aikaistaa lattioiden valun heti kyseisen kerroksen rungon valmistumisen jälkeen, tämä vaatii järjestelyitä, kuten sääsuojan koko rakennuksen ylle. Tällä tavoin saataisiin lisäaikaa kaareutumisen palautumista varten. Lattian raudoitustyö teräsverkolla on työläs sekä aikaa vievä, kuitubetonin käyttö toisi myös kuivumiselle lisäaikaa.

## 9.2 Soveltuva pinnoite

Kelluvan lattiarakenteen pinnoite on oltava ääniteknisesti hyväksytty käytettäväksi kyseiseen rakenteeseen, yleensä kelluvan betonilattian äänieristystaso on kuitenkin tarpeeksi hyvä, joten pinnoitusmateriaali on vapaasti valittavissa (BLY 9 2000, 6).

Parketti on hyvin soveltuva lattiapinnoite, koska halkeamat betonilaatassa eivät ole haitallisia; kelluva parketti liikkuu kelluvan betonilaatan mukana jos se on oikeanlaisesti asennettu. Muovimaton alla olevat pienimmätkin halkeamat näkyvät heti muovimaton lävitse, siitä johtuen muovimaton käyttö tässä rakenteessa on hankalaa ja johtaa usein takuukorjauksiin. Lattian kaareutumisen johtuen on lattianpäällystysvaiheessa oltava tarkkana, ettei muovimatto tartu kiinni muuhun kuin lattiaan. Seinille tehtyjä mattonostoja on vältettävä ja niiden sijaan voidaan käyttää erillistä pehmeää muovijalkalistaa joka liimataan ainoastaan seinään kiinni. Tämä muovilista myötättyy lattian mukaan jonkin verran, lattian painautuessa alaspäin.



*Kuva 7. Muovinen jalkalista. (Janne Nykänen)*

## 10 Esimerkkikohde

Tutkimuskohteena oli Hartela Oy:n urakoima hoivakodin lisärakennustyömaa Inkoossa, jossa olin työharjoittelussa. Kohde on lisärakennus, joka on yhdistetty palvelutalon vanhaan osaan. Hoivakodin uudessa osassa on neljäkymmentä potilashuonetta, neljä oleskelu- ja ruokailutilaa sekä tarvittavat hoitohenkilökunnan tilat. Esimerkkikohde koostuu kellarista, kahdesta kerroksesta sekä IV-konehuoneesta ullakolla.

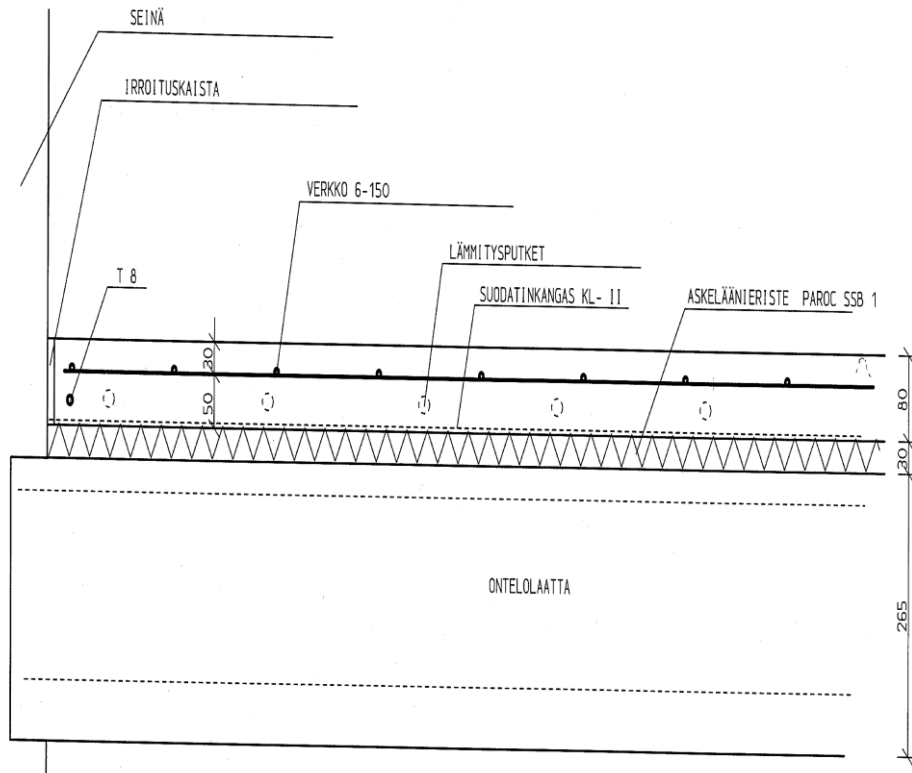


*Kuva 8. Esimerkkikohteen käytävä. (Janne Nykänen)*

### 10.1 Lattiat

Kelluvaa lattiapinta-alaa rakennuksessa on noin 1300 m<sup>2</sup>. Rakennuksen ykkös- ja kakkoskerroksessa on kelluva betonilattia lattialämmityksellä kauttaaltaan paitsi huoneistojen kylpyhuoneissa sekä deko- ja pesuhuoneissa. Kellarikerroksen lattiat ovat maanvaraisia laattoja. Lattiavalut tehtiin neljässä osassa kummassakin kerroksessa, joten kerralla valettavan alueen pinta-ala oli noin 150 – 200 m<sup>2</sup>, kellarin lattiat valettiin yhdellä kertaa.

Pinnoitteena kelluvissa lattioissa käytettiin muovimattoa ja muovisia jalkalistoja. Lattiatyöt toteutettiin kokonaisuudessaan aliurakkana.



**Kuva 9.** Esimerkkikohteen lattiarakenne (Vaahteramäki, Inkoo)

### 10.1.1 Kelluva lattiarakenne

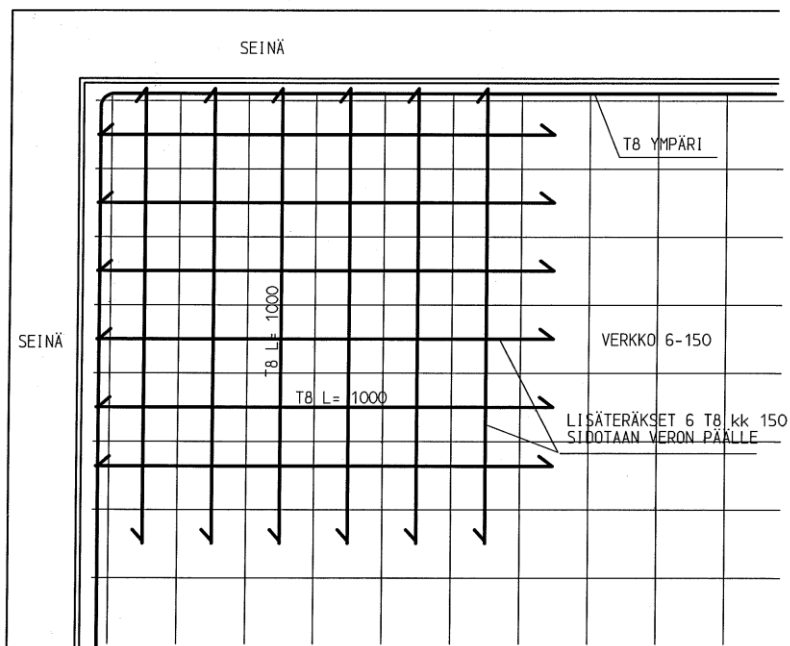
Kelluvan pintalaatan paksuus on 80 mm, ja se on valmistettu normaalisti kovettuvasta betonista, lujuudeltaan C25/30, käyttöikä 50 vuotta, maksimiraekoko 16 mm, Notkeus S4, Rasitusluokka XC1. Tarvittaessa on lisätty notkistimia ja nesteytintä. Pääraudoituksena on käytetty T6 # 150 -raudoitusverkkoa.

Ykkös-kerroksessa ontelokentän päällä ryömintätillaa vasten käytettiin askeläänieristeenä EPS-eristettä. Välipohjarakenteessa kellarin yllä sekä kakkos-kerroksessa käytettiin askeläänieristeenä kauttaaltaan Parocin valmistamaa lattiavillaa.

### 10.1.2 Lisäraudoitus

Rakennuttajan ja rakennesuunnittelijan kanssa sovittuna lisäraudoituksena käytettiin rengasraudoituksena 8 mm:n harjaterästä joka kiersi lattialaatan ulkoreunaa pitkin. Lattioiden sisä- sekä ulko-nurkissa käytettiin 8 mm:n harjateräskankia.

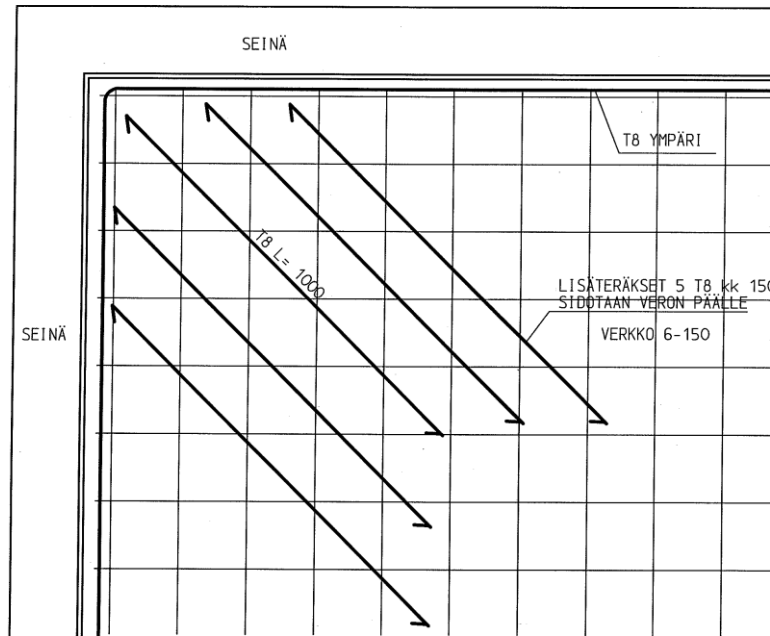
Suurissa huoneissa käytetään 8 mm:n harjateräksiä, joiden pituus on 1000 mm, harjateräskankit on sidottu verkoksi 6 kpl ja 6 kpl ristiin, raudoitusverkon päälle kuvan 10 mukaisesti.



SISÄNURKAT SUURET HUONEET

**Kuva 10.** Suurien huoneiden sisänurkkien lisäraudoitus. (Vaahteramäki, Inko)

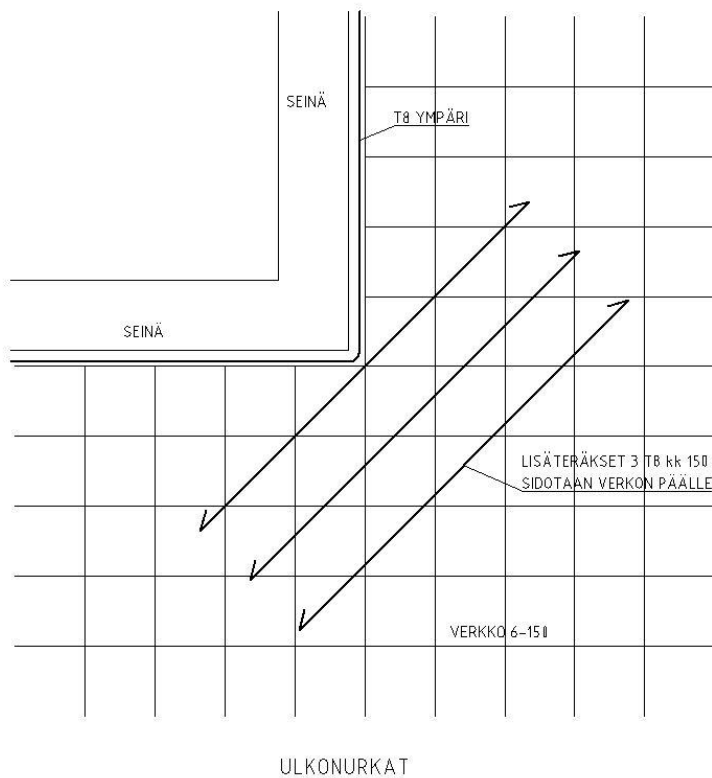
Pienempien huoneiden sisänurkissa käytetään 5 kpl 8 mm:n harjaterästä, pituudeltaan 1000 mm. Harjateräkset on sidottu rauditusverkon päälle 45 asteen kulmaan pääraudoitukseen verrattuna, kuvan 11 mukaisesti.



SISÄNURKAT PIENET HUONEET

**Kuva 11.** Pienien huoneiden sisänurkkien lisäraudoitus. (Vaahteramäki, Inkoo)

Lattioiden ulkonurkissa ja pilarien ympäri kaikissa kulmissa käytetään 3 kappaletta 8 mm:n harjaterästä, pituudeltaan 1000 mm. Harjateräkset ova asennettu 45 asteen kulmaan pääraudoitukseen verrattuna, kuvan 12 mukaisesti.



**Kuva 12.** Lisäraudoitus ulkonurkissa. (Vaahteramäki, Inko)

## 10.2 Jälkihoito

Kaikki lattiat kasteltiin valun jälkeisenä päivänä sekä peitettiin suodatinkankaalla sekä muovilla. Muovin saumat limitettiin ja lautapainot ulkoreunoissa varmistivat kosteuden pysymisen laatussa. Lattiat pidettiin muovilla peitettyinä tasan 2 viikkoa. Mitään jälkihoitokemikaaleja ei käytetty lattian valmistuksessa.

## 11 Kaareutumisen mittaustulokset

Kohteen lattioiden kaareutumista mitattiin heti valunjälkeisestä päivästä lattian pinnoituspäivämäärään asti noin kahden viikon välein. Lattian kaareutumista mitattiin 2 -metrisellä alumiinilaudalla, kuten luvussa 8.1 neuvotaan. Tulokset merkattiin ylös paperille josta ne myöhemmin siirrettiin Excel-taulukkoon. Jokaisella valualueella oli tarpeeksi monta kaareutumisen mittauspistettä, jotta voitiin laskea kaareutumisen keskiarvo.



*Kuva 13. Mittauslautta ja sen keskikohta, josta mittaus otettiin. (Janne Nykänen)*

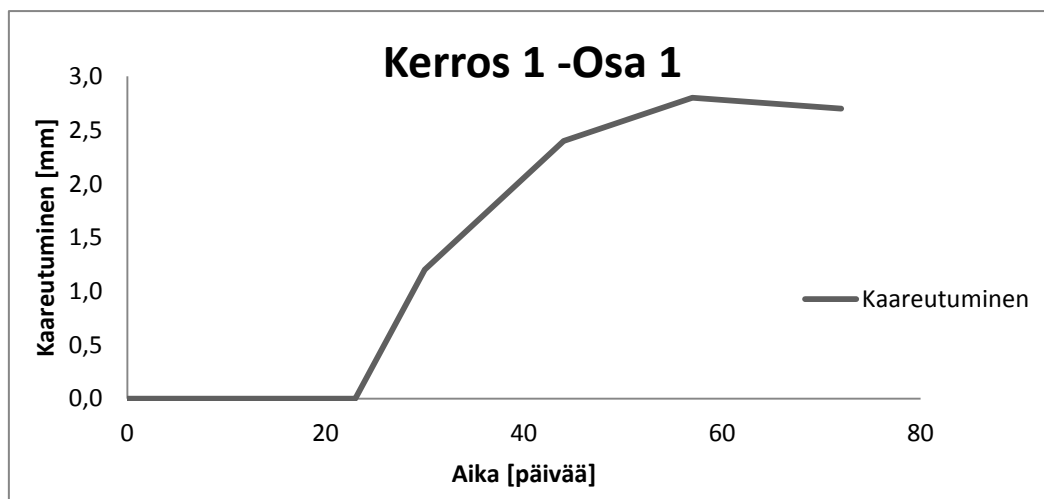
Päätin esitellä mittaustuloksista kaksi aluetta, jotka parhaiten osoittavat, kuinka kaareutuminen tapahtuu ajan funktiona. Kaikki mittaustulokset löytyvät opinnäytetyön liitteistä. Mittaustulosten päivämäärät muunnettiin yksikköön päiviä valusta, jotta ajan tulkinta olisi helpompaa. Parempien mittaustulosten saamiseksi olisi kannattanut lisätä mittauskertojen määrää, ja mittauksen helpottamiseksi vastaavasti vähentää mittauspisteiden määrää.

Mittaustulokset lisättiin Excel-taulukkoon jossa laskettiin päivämääräkohtaiset kaareutumisen keskiarvot (ks. Taulukko 2). Taulukossa 2 on esitetty mittaustulokset ensimmäisen kerroksen ensimmäisen valualueen kaareutumisesta. Suurin kaareutuminen on 5 mm.

**Taulukko 2.** 1-kerroksen 1-valualueen mittaustulokset. (Janne Nykänen)

		Muovit poistettu				Lämpö päälle			
		pvm. 16.5.				pvm. 18.6.			
		nr. 14				nr. 47			
<b>KERROS 1</b>									
OSA 1		<b>VALETTU</b>							
pvm.		2.5.	4.5.	11.5.	25.5.	1.6.	15.6.	28.6.	13.7.
pv nr.		0	2	9	23	30	44	57	72
M.Piste	tulos [mm]								
1		0	0	0	0	1	3	3	3
2		0	0	0	0	2	3	4	3
3		0	0	0	0	0	0	2	1
4		0	0	0	0	0	2	1	1
5		0	0	0	0	4	4	5	4
6		0	0	0	0	2	3	3	4
7		0	0	0	0	3	4	4	5
8		0	0	0	0	0	2	1	2
9		0	0	0	0	0	2	3	2
10		0	0	0	0	0	1	2	2
keskiarvo		0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	2,4	2,8	2,7

Mittaustuloksista lasketut päivämääräkohtaiset keskiarvot muodostavat kuvaajan, joka demonstroi kaareutumisen ajan funktiona, (ks. kuva 14). Kuvasta 14 pystytään toteamaan, että 1-kerroksen 1-valualueen lattiat alkavat kaareutua noin 20 päivän kuluttua valupäivästä. Laatan alettua kaareutua, se nousee huomattavasti noin 40 päivän ajan, kunnes se äkillisesti laantuu ja pysähtyy noin 60 päivän jälkeen valupäivästä. 70 päivän jälkeen näkyy merkkejä kaartumisen palautumisesta. Kaareutumisen suurin keskiarvo on 2,8 mm.



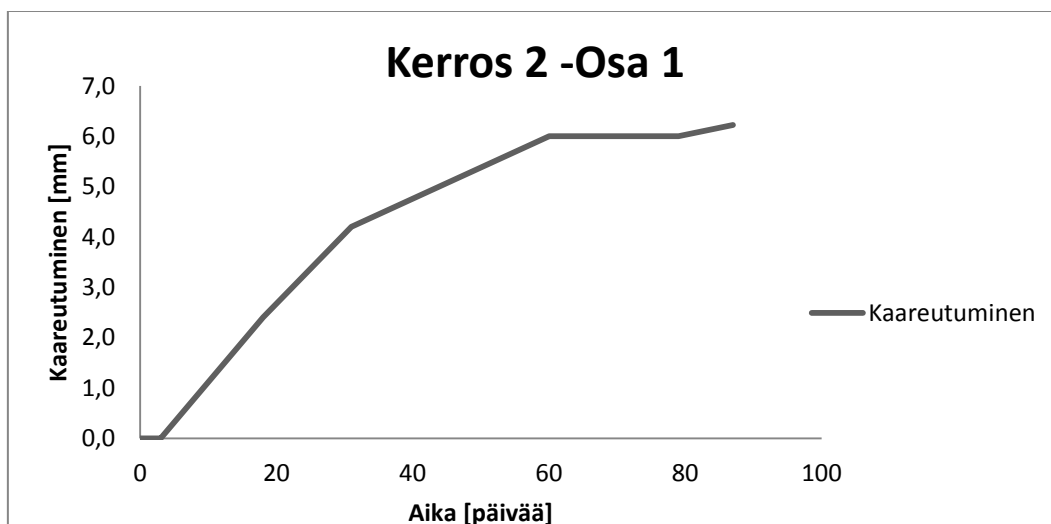
**Kuva 14.** Kuvassa esitetään aiemmat kaareutumisen mittaustulokset ajan funktiona. (Janne Nykänen)

Taulukosta 3 nähdään, että toisen kerroksen 1-valualueen mittaustulokset olivat huomattavasti 1-kerrosta suurempia. Kaareutuminen alkoi jo aikaisemmassa vaiheessa, ja suurin kaareutuminen on jopa 8 mm.

**Taulukko 3.** 2-kerroksen 1-valualueen mittaustulokset. (Janne Nykänen)

KERROS 2 OSA 1		VALETTU						
		Muovit poistettu pvm. 5.6. nr. 15			Lämpö päälle pvm. 18.6. nr. 28			
pvm.		21.5.	24.5.	8.6.	21.6.	20.7.	8.8.	16.8.
pv nr.		0	3	18	31	60	79	87
M.Piste	tulos [mm]							
1	0	0	0	2	3	5 xx	xx	
2	0	0	0	0	3	5	4	5
3	0	0	0	2	4	5	5	5
4	0	0	0	3	5	7	7	7
5	0	0	0	4	5	8	8	8
6	0	0	0	3	5	7	7	7
7	0	0	0	3	5	6	6	6
8	0	0	0	2	4	5	5	6
9	0	0	0	3	4	7	7	7
10	0	0	0	2	4	5	5	5
keskiarvo		0,0	0,0	2,4	4,2	6,0	6,0	6,2

Kuvan 10 kuvaajasta nähdään miten 2-kerroksen 1-valualueen lattiat alkavat kaareutua jo noin 5 päivän kuluttua valusta, ja kaareutuminen laantuu vasta 60 päivän jälkeen. Kaareutumisen keskiarvo on jopa 6,0 mm.



**Kuva 15.** Kuvassa esitetään Kerros 2, osa-1 kaareutuminen ajan funktiona. (Janne Nykänen)

Vaikutta siltä, että 1-esimerkissä kaareutuminen on alkanut painua takaisin noin 70 päivän jälkeen valusta. Kyseinen alue on kuitenkin ainoa, joka näyttää merkkejä painumisesta näin aikaisessa vaiheessa. Betoniyhdistyksen suunnitteluohjeiden mukaan lattian kaareutuminen alkaa palautua jo 1 - 2 kuukautta valuun jälkeen.

Lattian kaareutumista ei pystytty tutkimaan enää päällystysajankohdan jälkeen, lattia-tasoitteen takia. Joten kauanko siihen kestää että lattian korko palautuu ennalleen, ei saatu tehtyä tässä tutkimuksessa.

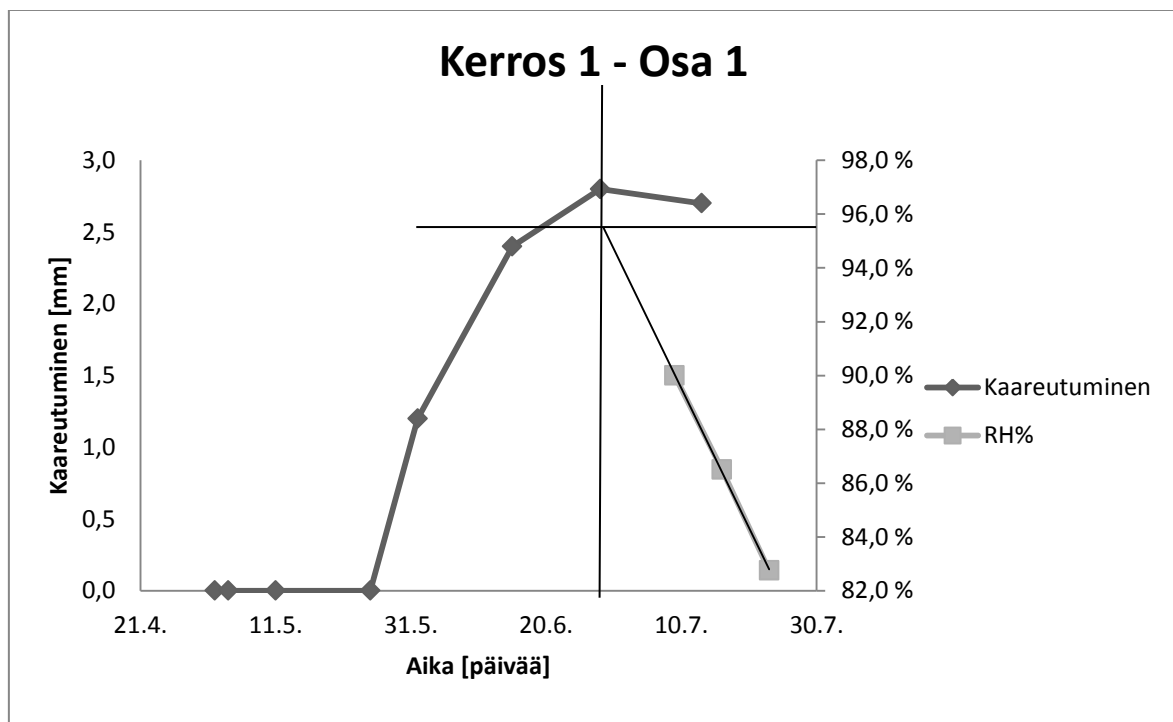
Toisen kerroksen lattiat alkoivat kaareutua aikaisemmin ja olivat selvästi nousseet ensimmäisen kerroksen lattioita enemmän. Ainoa selitys siihen on eri kuivumisolosuhteet sekä lattialämmityksen vaikutus kuivumiseen.

## 12 Kosteus

Esimerkkikohteen lattioiden kuivatuksessa jouduttiin käyttämään useita kosteudenpoistajia sekä tuulettimia, jotta pysyttiin aikataulussa. Lattialämpöä hyödynnettiin myös kuivauksessa heti kun saatiin rakennuksen kytkettyä kaukolämpöverkkoon ja lämmitysjärjestelmän kuntoon.

Kun lattian kosteus oli laskenut tarpeeksi pieneksi pinnoitusta varten, niin kaareutuminen oli jo pysähtynyt. Kaareutuminen lakkaa, kun kosteustaso ylä- sekä alapinnan välillä tasaantuu. Kosteusmittaustuloksista voidaan olettaa, että kaareutuminen pysähtyy siinä vaiheessa, kun kosteus lattialaatan puolivälissä alittaa noin RH 95 %. Tämän osoittaa kuvan 16 kuvaaja. Selvää kosteuden raja-arvoa ja se että onko teoria totta, ei kuitenkaan pystytä todistamaan tarpeeksi hyvin tällä tavoin.

Nopeuttamalla lattian kuivumista voitaisiin nopeuttaa kaareutumisaikaa. Kuivumista ei kuitenkaan kannata nopeuttaa ulkoisilla menetelmillä, kuten lämmön ja vedon lisäämisellä, sillä se taas aiheuttaa kaareutumisen kasvamista, koska betonin alapintaa ei tällä tavalla saada kuivumaan nopeammin. Käyttämällä nopeammin kuivuvaa betonimassaa voisi olla ratkaisu kaareutumisen nopeuttamiseen ja näin ollen myös palautumiseen.



**Kuva 16.** Kuvassa kosteuden yhteys kaareutumiseen. (Janne Nykänen)

### 13 Kaareutumisen lopputulos

Kävin 12.2.2013 tarkastamassa miltä esimerkikohteen lattiat näyttävät noin yhdeksän kuukautta lattia valuun jälkeen. Tulokset eivät olleet kovin miellyttäviä. Lisäraudoituksen sekä jälkihoitotöiden hyödyt voidaan kyseenalaistaa.

Esimerkkikohteessa käytetty lisäraudoitus ei vaikuttanut kaareutumisen palautumiseen, ei ainakaan nähtävästi. Betonilaatta oli painunut yhtä paljon kuin aikaisemmin nousut. Kaareutumisen palautumisesta oli merkkejä jopa seinälinjojen keskeltä (katso kuva 17).



*Kuva 17. Seinälinjan kohdalta painunut lattiapinta. (Janne Nykänen)*

Lattian hiominen oikeaan korkoon ennen kaareutumisen palautumista johtaa siihen, että palautumisen myötä lattia laskee alle tarkoitetun koron (katso kuva 18). Tästä oli esimerkikohteessa monta todistetta, etenkin kelluvan lattian ja seinäelementin liitoksessa, oviaukon kohdalla. Tämä on hyvä todiste siitä, että lattian tasoitus ja mattotyö tulisi tehdä vasta kun kaareutuminen on täydellisesti palautunut.



**Kuva 18.** Kuvassa näkyy miten lattia on laskenut selvästi alle valukoron. Vasemmalla sijaitsevan ovenaukon alapinta on lattian alkuperäinen korko. (Janne Nykänen)

Jostakin syystä lattiamatto oli useissa kohdissa kiinni seinässä ja sen takia noussut irti lattiapinnasta. Muovimaton irtoaminen lattiasta tekee lattiapinnan epätasaiseksi sekä saa sen näyttämään erittäin rumalta (katso kuva 19).



**Kuva 19.** Kulmassa muovimatto on kiinni seinässä ja lattia on painunut alas monta millimetriä. (Janne Nykänen)

## 14 Pohdinta

Kaareutumista ei esimerkkikohteessa pystytty estämään keinoilla, joita siellä käytettiin. Rakenteellisia syitä siihen, miksi lattiat kaareutuivat esimerkkikohteessa, on useita. Esimerkiksi raudoituksena käytettiin T6 # 150 -raudoitusverkkoa, vaikka mieluummin suositellaan T8 # 200 -verkon käyttöä. Suuremmalla raudoitusmäärällä kaareutuminen olisi luultavasti ollut vähäisempää. Lattiassa käytetty betonin notkeusluokka S4, ei myöskään ollut suositeltua betonin suuren kutistumamäärän takia.

Syy siihen, miksi lattioiden kaareutumisen estämiseen ei ole keksitty selviä ohjeita, on selvästi suunnittelun ja tutkimustyön puute. Vaikka ongelmista tiedetään sekä tuotannossa että suunnittelussa, ei muutosta kelluvassa betonilattiarakenteessa saada aikaiseksi. Ennen kuin tämän rakenteen ongelmat on saatu kuriin ja sen rakentamiseen on selkeät ohjeet, ei tämänkaltaista rakennetta tulisi rakentaa. Rakenne tulee kalliiksi eikä ongelmarakenteen rakentaminen ole mitenkään kestävä kehityksen mukaista.

Työmailla on muutenkin tarpeeksi haasteita saada rakennukset valmistumaan nykypäivän tiukkojen aikataulujen mukaan, että tämänkaltaisen ongelman ratkomiseen ei varsinaisesti ole aikaa. Tämä johtaa helposti siihen, että rakentamisen laatu heikkenee ja vikoja korjataan jälkikäteen takuutöinä.

## Lähdeluettelo

- Betonilattiat kortisto. (2012). Rakennustuoteteollisuus RTT ry, Betoniteollisuus ry, Betonilattiyhdistys ry.
- BLY 9. (2000). *Betoninen kelluva lattia, suunnittelu- ja työohje*. Helsinki: Suomen betoniyhdistys ry. ja Suomen betonilattiyhdistys ry.
- BY 201. (2004). *Betonitekniikan oppikirja 2004*, Helsinki: Suomen betoniyhdistys ry.
- RT 14-11039. *Tasaisuuden mittaus. Mittalauta ja kiila menetelmä. 2011*. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- RT 14-10675. *Betonin suhteellisen kosteuden mittaus. 2010*. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- RT 83-10902. *Välipohja rakenteita 2007*. Rakennustieto Oy.
- Rudus info 2/2004. (2004). *Betonilattioiden jälkihoito*. Rudus Oy.  
<http://www.rudus.fi/aineistot/esitteet/betoniesitteet> (Viitattu: 22.10.2012)
- Rudus info 1/2010. (2010). *Betonin kutistuma ja sen huomioiminen*. Helsinki: Rudus Oy.  
<http://www.rudus.fi/aineistot/esitteet/betoniesitteet> (Viitattu: 22.10.2012)
- Rudus info 2/2010. (2010). *Kuitubetonit*. Helsinki: Rudus Oy.  
<http://www.rudus.fi/aineistot/esitteet/betoniesitteet> (Viitattu: 22.10.2012)

# Yhteenveto ruotsiksi

## Sammanfattning på svenska

### Innehållsförteckning

<b>1 Inledning .....</b>	<b>38</b>
<b>2 Användning .....</b>	<b>38</b>
<b>3 Golvkonstruktion .....</b>	<b>38</b>
<b>4 Problem.....</b>	<b>40</b>
<b>5 Hur undviks problemen.....</b>	<b>40</b>
<b>6 Mätningssätt .....</b>	<b>41</b>
6.1 Mätning av krökningen .....	41
6.2 Mätning av relativa fuktigheten.....	42
<b>7 Ytbeläggning.....</b>	<b>42</b>
<b>8 Undersökningsobjektet .....</b>	<b>42</b>
8.1 Golvet .....	42
8.2 Efterbehandling.....	42
<b>9 Mätning av krökningen .....</b>	<b>43</b>
9.1 Mätningssätt .....	43
9.2 Resultat .....	43
<b>10 Fukten .....</b>	<b>46</b>
<b>11 Praktiska resultat .....</b>	<b>47</b>
<b>12 Slutsatser.....</b>	<b>48</b>

## 1 Inledning

Examensarbetets fick sin början på Hartela OY:s byggnadsobjekt i Ingå. Till objektet var det planerat flytande golv av betong med plastmatta som ytbeläggning med mattlyft upp mot väggen. Av tidigare erfarenheter visste huvudentreprenören att dessa konstruktioner kommer att ställa till med problem som bör repareras senast vid årsreparationen. Av ett gemensamt intresse hos huvudentreprenören och beställaren uppstod idén att undersöka närmare hur golven kröks. Vid exempelobjektet kunde huvudentreprenören tillsammans med beställaren göra några ändringar i konstruktionerna så att de största problemen skulle undvikas.

Syftet med examensarbetet var att undersöka de flytande betonggolvens krökning samt torkning för att komma underfund med om tilläggsarmeringen och efterskötseln påverkar deformationen. Undersökningarna skulle också visa tidpunkten när golven börjar stiga samt när stigningen avtar och ifall golven sjunker tillbaka.

## 2 Användning

På grund av ökande krav på boendekomforten så har kraven på stegljudsisoleringen blivit strängare. Med hjälp av en flytande golvkonstruktion kan man uppnå kraven  $< 53$  dB med en god marginal så att ytbeläggningen kan väljas fritt. Dessa stegljudsisoleringskrav gäller inte alla utrymmen, dusch-, wc-, och bastu beaktas inte. Dessa utrymmen bör planeras så att en god akustik bevaras i bostaden. (BLY 9 2000, 5).

## 3 Golvkonstruktion

En flytande golvkonstruktion är en konstruktion med en åtskild yta som kan vara t.ex. en betongplatta eller en konstruktion av byggnadsskivor. Ytkonstruktionen flyter på undre stegljudsisoleringen och får inte vara i direkt kontakt med andra konstruktioner.

Betongen bör vara av hållfastheten C25/30, konsistensklassen S2 eller S3, stora mängder tillsatsmedel och vatten bör undvikas. Ballastens maximi kornstorlek bör vara minst 12 eller 16 mm (BetoniLattiat kortisto 2012, 32). Ytkonstruktionens tjocklek och armeringsmängd planeras enligt användningsbehovet. Vanligen planeras plattan 80 mm tjock, och som armering används armeringsnät eller fiberbetong. Armeringen bör göras med T6 #150 mm eller helst T8 #200 mm. Armeringsnäten placeras oftast i mitten av

betongplattan men en tredjedels platt tjocklek från övre ytan rekommenderas för att minska sprickbildningen i betongplattans yta. (BLY 9 2000, 13).

Fiberbetong är vanlig betong med tillsatta fiber som förbättrar betongens egenskaper. Vanligen används stålfibrer, andra fibertyper är glasfibrer och plastfibrer. I flytande betonggolv fungerar stålfibrerna bra. Men fibrerna ersätter inte armeringen helt, utan tilläggsarmering behövs i arbetsfogarna runt pelare samt i golvets innerhörn. Fiberbetonggolv planeras alltid som enskilda fall tillsammans med konstruktionsplaneraren och fiberbetongtillverkaren. (Betoniattat kortisto, 32 - 33; Rudus 2/2010).

Stegljudsisoleringen är ständigt utsatt för belastningar och bör därför uppfylla kraven som är: Tryckhållfasthet minst  $10 \text{ kN/m}^2$ , ihoppresningen med dimensionerande lasten får högst vara 10 % av stegljudsisoleringens tjocklek samt dynamiska hållfastheten får högst vara  $20 \text{ MN/m}^3$ . (Betoniattat kortisto 2012, 32). Stegljudsisoleringen kan vara för användningsändamålet planerat mineralull eller EPS-isolering.

Stegljudsisoleringen kan bestå av ett eller två lager isoleringsskivor. Om det består av två lager bör fogarna läggas omlott. På stegljudsisoleringen bredds ett skyddande materiallager som t.ex. en fiberduk, vars uppgift är att förhindra betongen att komma genom isoleringsskiktet vid gjutningen. Fiberdukens fogar bör läggas omlott minst 100 mm och tejpas.

Som bärande konstruktion kan användas antingen platsgjutet eller hålbjälklag. Bärandekonstruktionen bör vara tillräckligt torr före stegljudsisoleringens installation, relativa fuktigheten får högst vara 90 % om inte annat kommit överens om. Bärande konstruktionen skall vara relativt jämn, toleransen är  $\pm 5 \text{ mm}$  på 2000 mm:s sträcka. (Betoniattat kortisto 2012, 32). Ojämnheterna skall slätas ut genom att slipa eller spackla. Innan stegljudsisoleringen läggs ut bör underlaget städas, så att inget skräp eller organiskt material förblir i konstruktionen.

Flytande golvkonstruktionen får inte vara i kontakt med omgivande konstruktioner, för att undvika detta används cellplastremсор som monteras fast i väggen och runt avloppsrör mm. före golvet gjuts. En passlig tjocklek på cellplastet är 8 - 12 mm och höjden 100 – 200 mm. Skarvarna mellan cellplastremсорna bör tejpas så att de är täta. (BLY 9 2000, 13, 16).

## 4 Problem

De vanligaste felen hos denna konstruktionstyp är fel som uppstår vid tillverkningen p.g.a. slarv eller okunskap. Dessa fel leder till akustiska problem i form av bristfällig stegljudsisoleringsförmåga. De vanligaste felen är att betongplattan eller dess ytbeläggning är i kontakt med andra konstruktioner. Ett annat allmänt fel är att det har blivit organiska material inne i konstruktionen som orsakar problem med inomhusluften.

Betongplattans krökning vid kantområden är ett problem som uppstår på grund av en hög fuktskillnad hos den torkande betongplattan. Eftersom betongen krymper när den torkar och krympningen sker snabbare i betongens övre yta så bildas det spänningar i betongplattan som får betongplattans hörn och kanter att stiga uppåt. Detta problem sker oftast i tunna betongplattor eftersom plattans egenvikt inte kan bekämpa spänningarna. Krökningen hos 70 mm tjocka betongplattor kan vara upp till 10 mm i hörnen och 3 - 5 mm längs vägglinjerna. (BLY 9 2000, 21).

Krökningen hos betongplattan är inte en permanent deformation. D.v.s. när betongplattan torkat tillräckligt och fuktskillnaden mellan övre och nedre ytan har utjämnats så sjunker hörnen sakta neråt till ursprungsläget (BLY 9 2000, 21). Det är då problem uppstår, eftersom lister och ytbeläggning oftast redan är monterade vid detta skede. Problemen är bl.a. plastmattor som lossnat från väggen eller ökade springor under golvlister och fel golvhöjder i förhållande till trösklar.

Sprickbildningen är även ett problem som orsakas av torkningskrympningen. Sprickorna uppstår oftast i golvet innerhörn och på smala ställen som t.ex. dörröppningar. Sprickbildningen är ett problem främst när man använder plastmatta som ytbeläggning eftersom sprickorna syns direkt igenom. (BLY 9 2000, 22).

## 5 Hur undviks problemen

Flytande betongplattans krökning kan teoretiskt sett minskas genom ett antal olika sätt, men inget sätt har kunnat bevisas fungerande. Krökningen har ett direkt samband med betongens krympning och genom att minska krympningens mängd i betongen så borde det vara möjligt att minska krökningen. Betongens krympning kan minskas genom att öka betongens ballastmängd, så att det krympande materialets andel blir mindre. Användningen av grova kornstorlekar som #12, #16 och #32 mm rekommenderas, men detta är inte alltid möjligt eftersom betongpumpningen kan begränsa det. (Rudus info 1/2010).

Med hjälp av efterbehandling kan man jämna ut torkningen och fuktskillnaden mellan betongens övre och nedre yta. Detta kan göras med efterbehandlingskemikalier eller genom att vattna betongen och täcka in den med plast. Betongen bör hållas täckt i minst två veckor vilket minskar också sprickbildningen som uppstår vid en för snabb torkning. (Rudus info 2/2004).

Tilläggsarmering kan också användas för att motverka krökningen. Tilläggsarmering kan användas i betongplattans inner och ytterhörn samt en kringgående armering kan användas. Tilläggsarmeringen kan eventuellt också påverka krökningens sjunkning, vilket innebär att krökningen kan bli permanent. (BLY 9 2000, 21).

Användningen av stålfiber i betongen minskar hörnens stigning upp till 30 % enligt Betonlatti kortisto. Fibrerna begränsar också de uppstående sprickornas bredd. Fiberbetongen försnabbar byggandet eftersom man hoppar över det arbetsdryga armeringsarbetet. Vilket ger betongen en längre tid för att torka. (Betonlatti kortisto 2012, 34).

Största inverkan fås genom att planera konstruktionen tjockare, en tjockare platta med mera armering och större kornstorlek i betongen är troligtvis det effektivaste sättet att minska krökningen. Nackdelar med en tjockare betongplatta är mera materialkostnader en längre torktid och en större egenvikt.

## **6 Mätningssätt**

### **6.1 Mätning av krökningen**

Mätningen kan göras med hjälp av en 2 meter lång linjal som man lägger med ena ändan mot väggen och mäter springans höjd mellan golvet och linjalen. Hörnens stigning kan mätas genom att lägga linjalen i 45 graders vinkel ut från hörnet. Mätningarna avrundas till närmaste millimeter och anteknas. Genom att föra in resultaten i en Excel tabell kan man göra grafer som visar stigningen i funktion av tiden. Ett annat sätt att mäta krökningen är att göra en markering i väggen på en viss höjd och därifrån mäta hur golvet deformeras. Detta sätt är inte så praktiskt eftersom vägg spacklings eller målningsarbetet täcker ofta mätpunkterna. (BLY 9 2000, 20).

## 6.2 Mätning av relativa fuktigheten

Innan man kan börja ytbelägga golvet med t.ex. plastmatta så måste betongplattan vara tillräckligt torr. Fuktmätningen i betongen kan göras enligt borrhålsmetoden som ger ett pålitligt resultat. Vid borrningen bör man komma ihåg att inte borra i golvvärmerören, som hjälpmedel kan en värmekamera användas för att se var de löper.

## 7 Ytbeläggning

Tidpunkten för ytbeläggningen bestäms oftast då man planerar bygg tidtabellen. Den bästa tidpunkten för att ytbelägga golvet är då krökningen har sjunkit tillbaka till utgångsläget för då kan man undvika alla problem, men oftast hinner man inte vänta så länge. Vid användningen av plastmatta som ytbeläggning skall man undvika mattlyft mot väggen. Istället kan man använda en skild golvlist av plast som limmas fast endast i väggen. Plastlisten formar sig enligt golvytan och följer med det sjunkande golvet till en viss gräns.

## 8 Undersökningsobjektet

Hartela OY:s servicehemsbygge i Ingå var en tilläggsbyggnad med 40 nya rum för patienter. Byggnaden har två våningar med flytande betonggolv vars totala area är ca 1300 m<sup>2</sup>. Båda våningarna delades upp i fyra gjutningsområden, så att områden som gjöts på en gång hade en areal på 150 - 200 m<sup>2</sup>.

### 8.1 Golvet

Flytande betongplattan är 80 mm tjock och som armering användes T6 #150 mm - armeringsnät. Tilläggsarmering som användes var 8 mm tjocka armeringsstänger i alla yttre och innerhörn och en runt gående armering av 8 mm kamstål. Betongens konsistensklass var S4 och max kornstorleken var #16 mm. Som stegljudsisolering användes EPS-isolering mot krypgrunden och Parocs 30 mm stegljudsisolering vid mellanbjälklagen. Stegljudsisoleringen skyddades med hjälp av filterduk och fogarna tejpadades.

### 8.2 Efterbehandling

Alla golv vättes följande dag efter gjutningen och täcktes med filterduk och byggplast. Golven hölls täckta i 2 veckor. Inga efterbehandlingskemikalier användes.

## 9 Mätning av krökningen

### 9.1 Mätningssätt

Golvens krökning mättes ungefär varannan vecka med hjälp av en 2 meter lång aluminiumlinjal. Resultaten infördes i Excel där krökningens medeltal för varje gjutområde beräknades. Medeltalen anger hur krökningen sker som funktion av tiden (i dagar). Medeltalen av krökningen bildar en graf för varje gjutområde, där man kan se när golvet började stiga samt när det avtog.

### 9.2 Resultat

Jag valde att presentera två gjutområden vars mätningresultat visade klarast hur kröknings fenomenet sker. Totalt undersöktes 8 stycken gjutområden vars mätningresultat finns i examensarbetets bilagor.

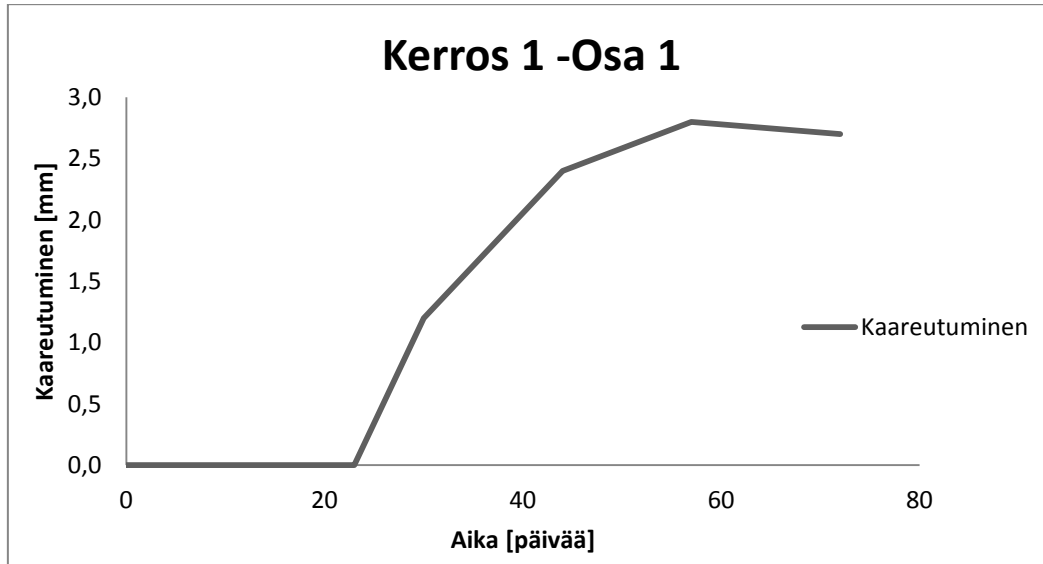
I tabell 1 finns första våningens första gjutningsområdes mätningvärden presenterade samt de uträknade medeltalen till varje mätningsdatum. I tabellen finns dokumenterat också datumet då plasten togs bort samt när golvvärmen sattes igång. Det största värdet på krökningen mättes till 5 mm. I mätningresultaten syns det tecken på att golvets krökning har börjat sjunka tillbaka, ca 70 dagar efter gjutningen.

**Tabell 1.** Mätningresultaten för första våningens gjutområde 1.

		Muovit poistettu				Lämpö päälle			
		pvm. 16.5.				pvm. 18.6.			
		nr. 14				nr. 47			
<b>KERROS 1</b>									
OSA 1		<b>VALETTU</b>							
pvm.		2.5.	4.5.	11.5.	25.5.	1.6.	15.6.	28.6.	13.7.
pv nr.		0	2	9	23	30	44	57	72
M.Piste	tulos [mm]								
1	0	0	0	0	0	1	3	3	3
2	0	0	0	0	0	2	3	4	3
3	0	0	0	0	0	0	0	2	1
4	0	0	0	0	0	0	2	1	1
5	0	0	0	0	0	4	4	5	4
6	0	0	0	0	0	2	3	3	4
7	0	0	0	0	0	3	4	4	5
8	0	0	0	0	0	0	2	1	2
9	0	0	0	0	0	0	2	3	2
10	0	0	0	0	0	0	1	2	2
keskiarvo		0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	2,4	2,8	2,7

(Janne Nykänen)

Mättningsresultaten i figur 1 visar att golvens kanter börjar stiga ca 20 dagar efter gjutningen och fortsätter stiga i ca 40 dagar tills stigningen snabbt avtar efter ca 60 dagar från gjutningen. Det högsta medeltalet av stigningen var 2,8 mm som mättes 57 dagar efter gjutningen.



**Figur 1.** I grafen ser man stigningen som skett hos första våningens gjutområde 1. (Janne Nykänen)

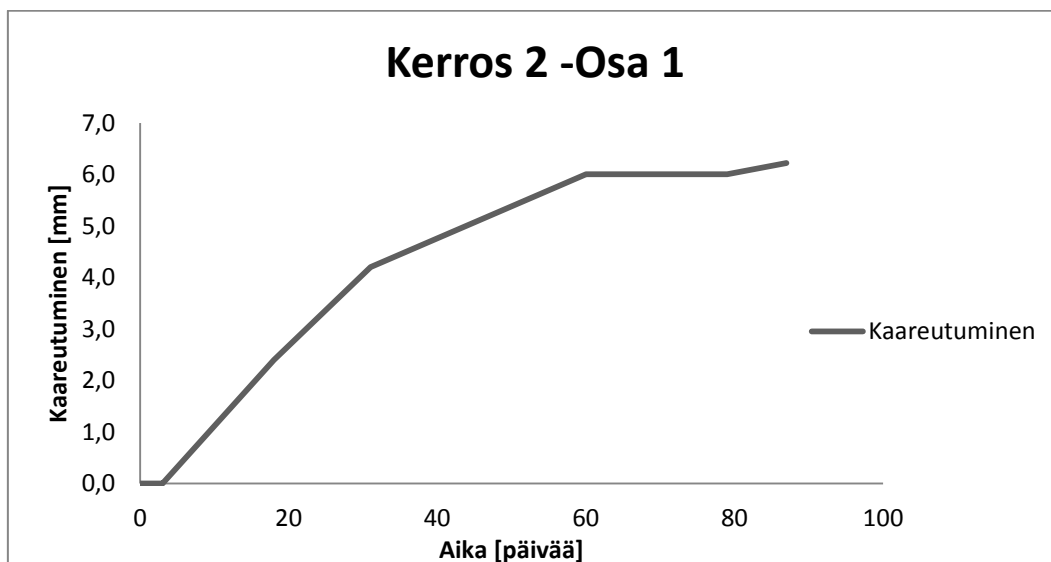
I tabell 2 presenteras andra våningens första gjutområdes mättningsvärden. Det största enskilda värdet på stigningen mättes till 8 mm. Stigningen kan anses avta redan 60 dagar efter gjutningen, eftersom mättningsresultatet från 16.8 har ökat så lite på en 27 dagar lång tid. Denna ökning kan handla om mättningsfel.

**Tabell 2.** Mättningsresultaten för andra våningens första gjutområde.

		Muovit poistettu		Lämpö päälle				
		pvm.	5.6.	pvm.	18.6.			
		nr.	15	nr.	28			
<b>KERROS 2</b>								
OSA 1		<b>VALETTU</b>						
pvm.		21.5.	24.5.	8.6.	21.6.	20.7.	8.8.	16.8.
pv nr.		0	3	18	31	60	79	87
M.Piste	tulos [mm]							
1		0	0	2	3	5 xx	xx	
2		0	0	0	3	5	4	5
3		0	0	2	4	5	5	5
4		0	0	3	5	7	7	7
5		0	0	4	5	8	8	8
6		0	0	3	5	7	7	7
7		0	0	3	5	6	6	6
8		0	0	2	4	5	5	6
9		0	0	3	4	7	7	7
10		0	0	2	4	5	5	5
keskiarvo		0,0	0,0	2,4	4,2	6,0	6,0	6,2

(Janne Nykänen)

Enligt figur 2 kan stigningen anses ha börjat ca 5 dagar efter gjutningen och fortsatt till 60 dagar efter gjutningen. Det största medeltalet av mättningsresultaten är 6,2 mm. I mätningarna finns inga tecken att golvet börja sjunka ner tillbaka.

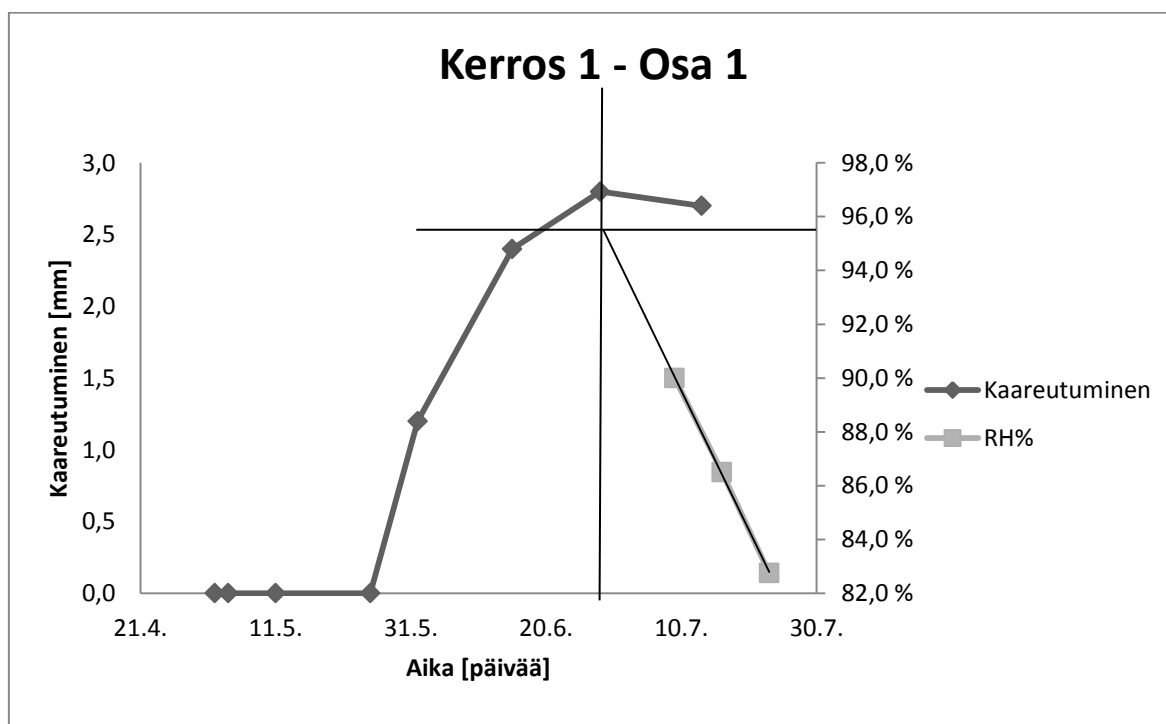


**Figur 2.** Grafen indikerar andra våningens första gjutområdes mättningsresultat. (Janne Nykänen)

Orsaken till att andravåningens golv hade stigit betydligt mycket mera än första våningens golv kan förklaras med skillnaden i temperaturen och fuktigheten och med att golven i andra våningen hade hunnit torka en kortare tid före golvvärmen sattes på.

## 10 Fukten

För att lyckas få golven torra inom planerad tid måste vi använda oss av flera fuktavtagare samt fläktar. Golvets stigning hade avtagit före golvets relativa fuktighet sjönk under kraven och golvet kunde ytläggas. Det som var intressant i mättningsresultaten var att tidpunkten då golven upphörde att stiga, var ungefär den samma som när golvets fuktighet i mitten av betongplattan hade sjunkit under 95 %. Då relativa fuktigheten har sjunkit under 95 % i mitten av betongplattan så har skillnaden mellan fuktigheten i övre och nedre ytan jämnats ut tillräckligt för att stigningen skall upphöra. Denna teori kan dock inte bevisas sann eftersom bevisen är bristfälliga.



**Figur 3.** Fuktighetens samband med stigningen. (Janne Nykänen)

Om denna teori stämmer så kan man för snabba krökningsfenomenet och få golvet att sjunka tillbaka, genom att för snabba torkningstiden. Genom en snabbare torkningstid med hjälp av yttre faktorer så kan golvet kröka sig mera, eftersom det är svårt att för snabba betongens nedre ytans torkning. Så golvets torkningstid borde för snabbas med användningen av en snabbare torkande betong massa.

## 11 Praktiska resultat

Efter att golvet krökning hade fått sjunka en god tid, besökte jag undersökningsobjektet för att se om golven hade förändrats sedan senast. Tilläggsarmeringen som användes hade inte påverkat golvhörnens sjunkning, utan golven hade sjunkit ner lika mycket som de tidigare hade stigit, vilket innebar att golven nu låg delvis under den rätta höjden. Eftersom man på en del ställen var tvungen att slipa ner plattan till rätt höjd, så då den senare sjunker ner så blir golvet höjd under ursprungsläget (se figur 4).



*Figur 4. I bilden ser man hur golvet sjunkit ner under ursprungsläget. (Janne Nykänen)*

Av någon anledning hade golvmattan fastnat i väggen, och på grund av det så har mattan lossnat från golvet. Detta gör golvytan ojämn och ger ett fult utseende (se figur 5).



*Figur 5. I hörnet har mattan fastnat i väggen och därför lossnat från golvytan. (Janne Nykänen)*

## 12 Slutsatser

Golvets krökning kunde inte undvikas i exempelobjektet trots de olika försöksmetoderna. Det finns flera strukturella orsaker varför golven deformerades i exempel objektet. Om man använde sig av T8 #200 mm armering istället för T6 #150 mm så skulle golvet kanske inte ha stigit så mycket. Betongkonsistensen S4 som användes var inte heller rekommenderat för betongens stora krympningsmängd.

Användningen av fiberduk under byggplastet som efterbehandlingsmetod för att bekämpa krökningen kan ifrågasättas, eftersom klara fördelar inte syntes. Användningen av fiberduken är enligt mig inte värt arbets- och materialkostnaderna.

Orsaken till att det inte finns klara instruktioner för att bekämpa krökningen, är brist på planering och undersökning i ämnet. Trots att problemet med denna konstruktion är känt både i byggnadsproduktionen och i byggnadsplaneringen, så fås ingen förändring i konstruktionstypen. Dessa golv borde inte överhuvudtaget byggas förrän problemen som uppstår i denna konstruktion fås under kontroll och klara instruktioner hur det skall göras. Konstruktionen blir både ekonomiskt och ekologiskt ohållbar.

Det är tillräckligt utmanande att få byggnaden färdig inom utsatt tid, med dagens strama tidtabeller, så det finns inte tid till att lösa problem av denna typ på byggnadsplatsen. Detta leder lätt till att byggandets kvalitet försämras och fel uppstår, som senare repareras som garantiarbete.

1 - Kerroksen kaareutuminen

Janne Nykänen

Muovit  
poistettu  
pvm. 16.5.  
nro. 14

Lämpö päälle  
pvm. 18.6.  
nro. 47

**KERROS 1**

OSA

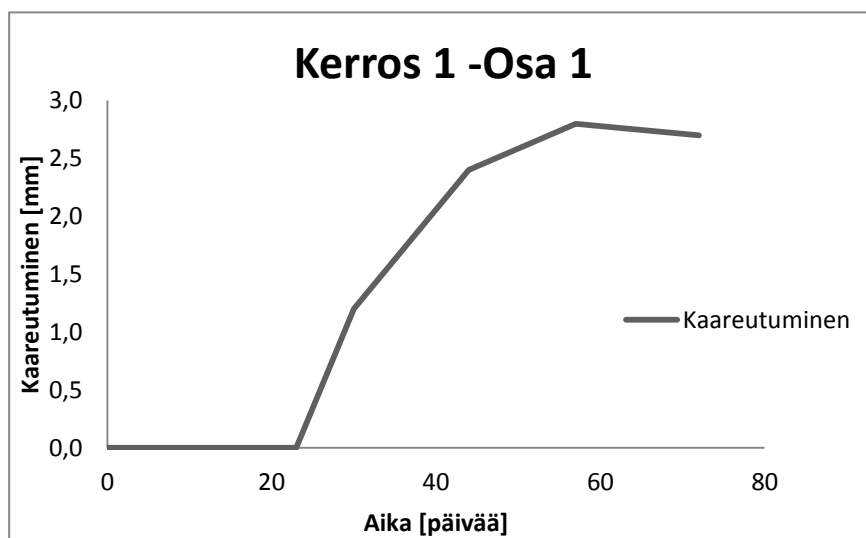
1

**VALETTU**

pvm.	2.5.	4.5.	11.5.	25.5.	1.6.	15.6.	28.6.	13.7.
pv nro.	0	2	9	23	30	44	57	72

M.Piste	tulos [mm]							
1	0	0	0	0	1	3	3	3
2	0	0	0	0	2	3	4	3
3	0	0	0	0	0	0	2	1
4	0	0	0	0	0	2	1	1
5	0	0	0	0	4	4	5	4
6	0	0	0	0	2	3	3	4
7	0	0	0	0	3	4	4	5
8	0	0	0	0	0	2	1	2
9	0	0	0	0	0	2	3	2
10	0	0	0	0	0	1	2	2

keskiarvo            0,0   0,0            0,0   0,0   1,2            2,4   2,8            2,7



1 - Kerroksen kaareutuminen

Janne Nykänen

Muovit poistettu  
pvm. 23.5.  
nro. 15

Lämpö päälle  
pvm. 18.6.  
nro. 41

**KERROS 1**

OSA

2

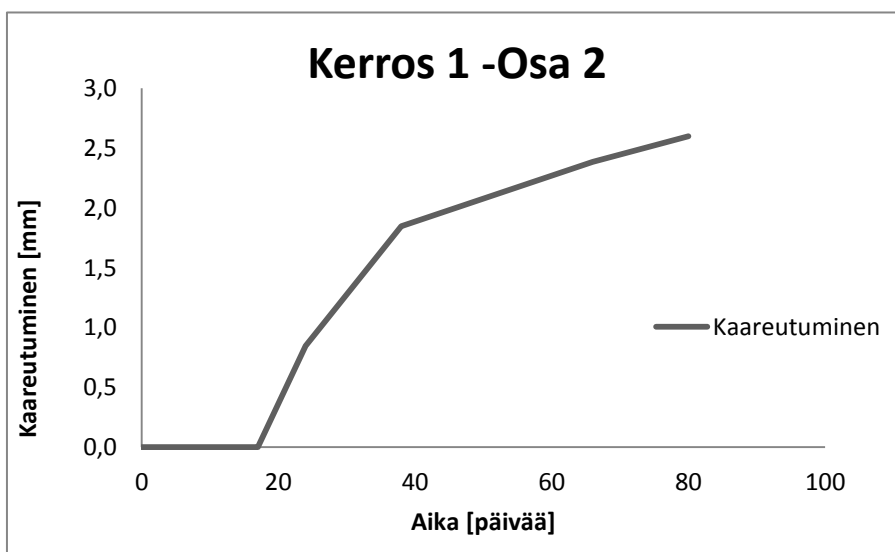
**VALETTU**

pvm.	8.5.	17.5.	25.5.	1.6.	15.6.	13.7.	27.7.
pv nro.	0	9	17	24	38	66	80

M.Piste tulos [mm]

1	0	0	0	0	0	2	tasoit.
2	0	0	0	2	4	4	tasoit.
3	0	0	0	3	3	4	tasoit.
4	0	0	0	2	2	4	tasoit.
5	0	0	0	2	2	2	tasoit.
6	0	0	0	0	2	1	tasoit.
7	0	0	0	0	2	2	tasoit.
8	0	0	0	2	3	3	tasoit.
9	0	0	0	0	1	1	2
10	0	0	0	0	1	2	3
11	-						
12	0	0	0	0	1	3	4
13	0	0	0	0	1	1	1
14	0	0	0	0	2	2	3

keskiarvo 0,0 0,0 0,0 0,8 1,8 2,4 2,6



1 - Kerroksen kaareutuminen

Janne Nykänen

Muovit poistettu  
pvm. 30.5.  
nro. 15

Lämpö päälle  
pvm. 18.6.  
nro. 34

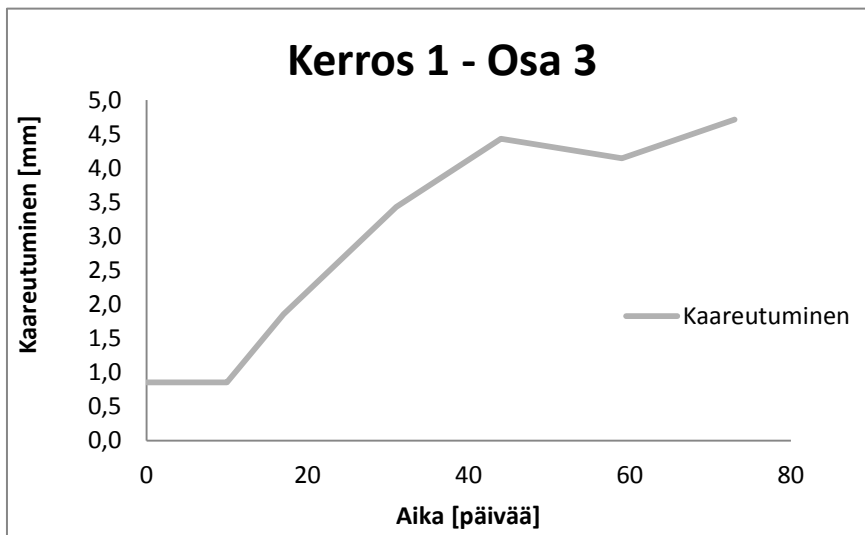
KERROS 1

OSA 3

VALETTU

pvm.	15.5.	18.5.	25.5.	1.6.	15.6.	28.6.	13.7.	27.7.
pv nro.	0	3	10	17	31	44	59	73

M.Piste	tulos [mm]							
1	-							
2	-							
3	-							
4	0	0	0	2	3	4	4	4
5	-							
6	0	0	0	0	2	4	3	4
7	0	0	0	0	2	4	4	5
8	3	3	3	4	6	6	6	6
9	3	3	3	4	4	5	5	5
10	0	0	0	1	3	4	3	4
11	0	0	0	2	4	4	4	5
keskiarvo	0,9	0,9	0,9	1,9	3,4	4,4	4,1	4,7



1 - Kerroksen kaareutuminen

Janne Nykänen

Muovit poistettu  
pvm. 29.5.  
nro. 15

Lämpö päälle  
pvm. 18.6.  
nro. 35

**KERROS 1**

OSA

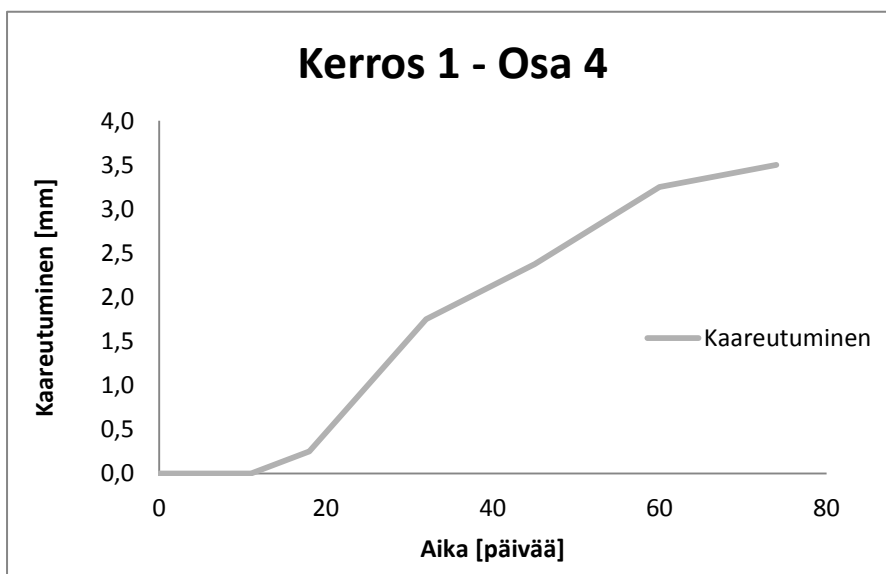
4

**VALETTU**

pvm.	14.5.	17.5.	25.5.	1.6.	15.6.	28.6.	13.7.	27.7.
pv nro.	0	3	11	18	32	45	60	74

M.Piste	tulos [mm]							
1	0	0	0	0	0	0	2	3
2	0	0	0	0	0	1	3	2
3	0	0	0	0	3	3	5	4
4	0	0	0	0	0	2	2	2
5	0	0	0	0	3	3	4	5
6	0	0	0	0	1	2	2	3
7	-							
8	-							
9	0	0	0	2	4	4	4	5
10	0	0	0	0	3	4	4	4
11	-							
12	-							

keskiarvo            0,0    0,0    0,0    0,3    1,8    2,4    3,3    3,5



2 - Kerroksen kaareutuminen

Janne Nykänen

Muovit poistettu  
pvm. 5.6.  
nro. 15

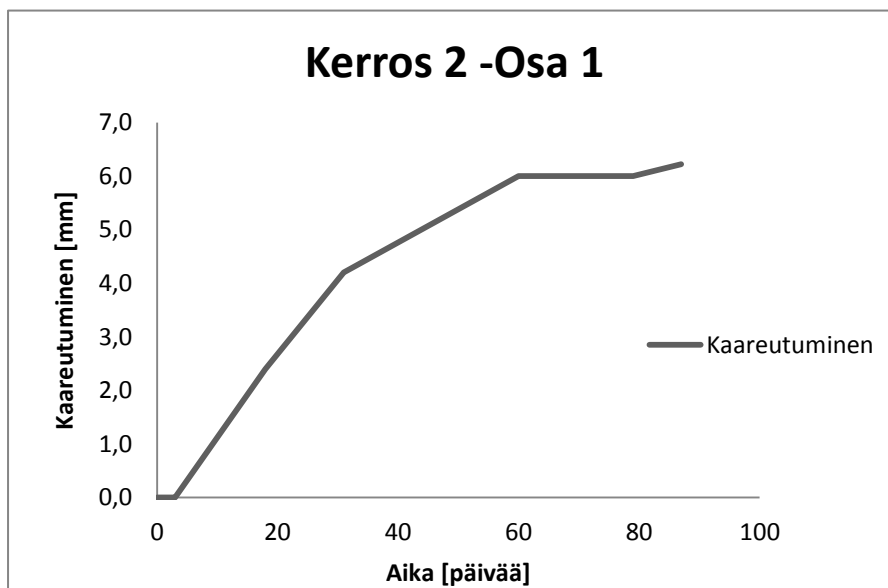
Lämpö päälle  
pvm. 18.6.  
nro. 28

**KERROS 2**

OSA 1

**VALETTU**

pvm.	21.5.	24.5.	8.6.	21.6.	20.7.	8.8.	16.8.
pv nro.	0	3	18	31	60	79	87
M.Piste	tulos [mm]						
1	0	0	2	3	5 xx	xx	
2	0	0	0	3	5	4	5
3	0	0	2	4	5	5	5
4	0	0	3	5	7	7	7
5	0	0	4	5	8	8	8
6	0	0	3	5	7	7	7
7	0	0	3	5	6	6	6
8	0	0	2	4	5	5	6
9	0	0	3	4	7	7	7
10	0	0	2	4	5	5	5
keskiarvo	0,0	0,0	2,4	4,2	6,0	6,0	6,2



2 - Kerroksen kaareutuminen

Janne Nykänen

Muovit poistettu  
pvm. 6.6.  
nro. 16

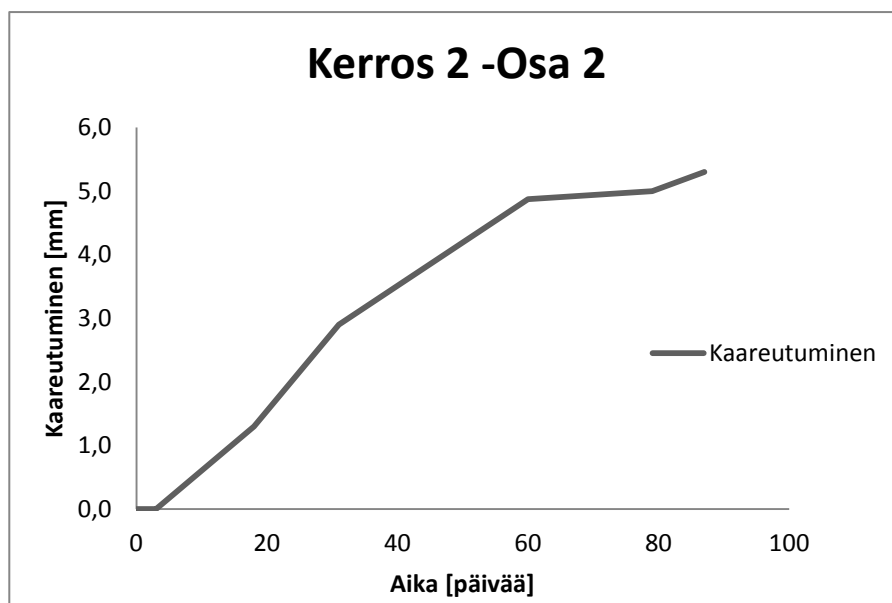
Lämpö päälle  
pvm. 18.6.  
nro. 27

**KERROS 2**

OSA 2

**VALETTU**

pvm.	22.5.	24.5.	8.6.	21.6.	20.7.	8.8.	16.8.
pv nro.	0	3	18	31	60	79	87
M.Piste	tulos [mm]						
1	0	0	0	2	4	4	4
2	0	0	0	2	4	4	4
3	0	0	2	3	4	4	4
4	0	0	0	3	5	5	5
5	0	0	3	4	5	5	6
6	0	0	0	1	3	4	4
7	0	0	3	4	xx	6	7
8	0	0	2	3	xx	6	6
9	0	0	0	4	8	7	7
10	0	0	3	3	6	xx	6
keskiarvo	0,0	0,0	1,3	2,9	4,9	5,0	5,3



2 - Kerroksen kaareutuminen

Janne Nykänen

Muovit poistettu  
pvm. 19.6.  
nro. 29

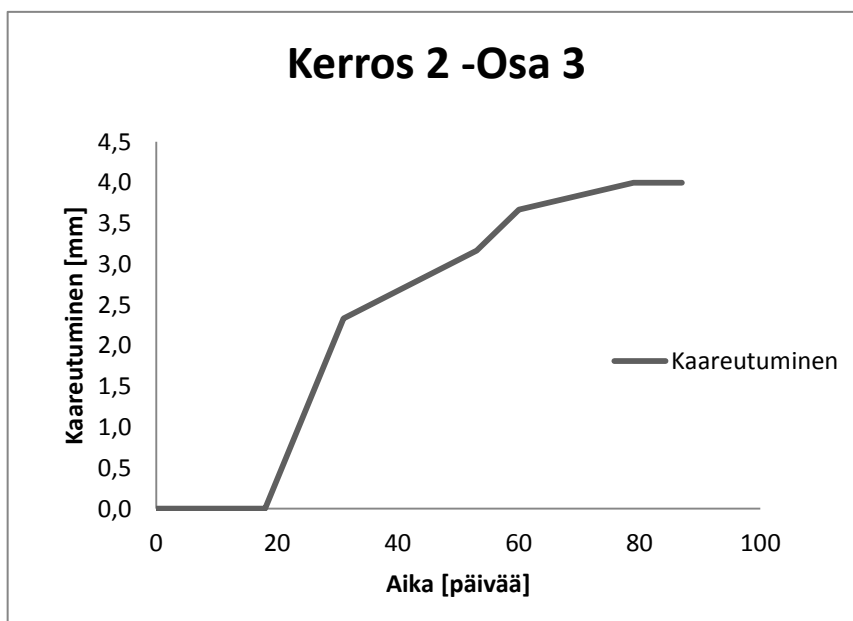
Lämpö päälle  
pvm. 18.6.  
nro. 14

**KERROS 2**

**OSA 3**

**VALETTU**

pvm.	4.6.	8.6.	21.6.	13.7.	20.7.	8.8.	16.8.
pv nro.	0	18	31	53	60	79	87
M.Piste	tulos [mm]						
1	-						
2	0	0	xx	4	4	4	4
3	0	0	3	3	3	3	4
4	0	0	2	3	3	3	xx
5	0	0	2	2	3	xx	4
6	0	0	3	3	xx	xx	2
7	0	0	2	4	4	5	5
8	0	0	2	xx	5	5	5
keskiarvo	0,0	0,0	2,3	3,2	3,7	4,0	4,0



2 - Kerroksen kaareutuminen

Janne Nykänen

Muovit poistettu  
pvm. 21.6.  
nro. 31

Lämpö päälle  
pvm. 18.6.  
nro. 12

**KERROS 2**

OSA 4

**VALETTU**

pvm.	6.6.	8.6.	21.6.	13.7.	20.7.	8.8.	16.8.
pv nro.	0	18	31	53	60	79	87
M.Piste	tulos [mm]						
1	0	0	0	3	3	xx	4
2	0	0	1	2	3	xx	4
3	0	0	0	2	2	3	2
4	0	0	2	4	xx	4	5
5	0	0	3	3	5	5	6
6	0	0	3	xx	xx	5	6
7	0	0	0	3	xx	5	5
8	0	0	0	2	xx	1	1
9	0	0	1	4	xx	4	4
10	0	0	3	4	xx	6	5
11	0	0	2	5	4	6	6
12	0	0	0	2	2	2	1
keskiarvo	0	0	1,3	3,1	3,2	4,1	4,1

