



**BETONIN SUHTEELLISEN KOSTEUDEN SEURANTA JA
PINNOITUSKELPOISUUDEN TOTEAMINEN
UUDISRAKENTAMISESSA**

Opinnäytetyö

Ari Pärnänen

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Hyväksytty ____ . ____ . ____ _____

| | | |
|--|--|-----------------|
| SAVONIA-AMMATTIKORKEAKOULU TEKNIikka KUOPIO Koulutusohjelma <u>Rakennustekniikan koulutusohjelma, Turvallisuustekniikka</u> | | |
| Tekijä Ari Pärnänen | | |
| Työn nimi Betonin suhteellisen kosteuden seuranta ja pinnoituskelpoisuuden toteaminen uudisrakentamisessa. | | |
| Työn laji Insinöörityö | Päiväys 28.4.2011 | Sivumäärä 30 |
| Työn valvoja Lehtori, dipl.ins Matti Mikkonen | Yrityksen yhdyshenkilö Ari Pärnänen | |
| Yritys Taloapteekkari T:mi | | |
| Tiivistelmä <p>Tämän insinöörityön aiheena oli tutkia betonin kuivumista uudisrakennustyömaalla. Työ tehtiin yhteistyössä YIT-Rakennus Oy:n ja Taloapteekkari T:mi:n kanssa. Työn tavoitteena oli selvittää suhteellisen kosteuden kehittymistä työmaaolosuhteissa ja tehdä mittaustulosten pohjalta asiakirjamalli, jonka avulla voitaisiin seurata uusien, vastaavien, rakennusten kosteuden hallintaa.</p> <p>Tutkimukseen sisältyi 17 viikon mittainen mittausjakso, jossa tarkasteltiin betonirakenteiden kosteutta ja lämpötilaa, suhteellisen kosteuden mittausmenetelmällä. Työ suoritettiin 15.11.2007 päivätyn ”Betonilattiarakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen” ohjeen mukaan. Työn aikana porattiin betoniin 81 mittapistettä, joista saatiin kirjattua mittaustulokset. Mittaustulosten perusteella arvioitiin voidaanko tuloksia käyttää hyväksi muissa samankaltaisissa rakennuksissa.</p> <p>Kenttätutkimuksen aikana todettiin kosteuden hallintaan liittyvän paljon erilaisia ympäristöstä johtuvia tekijöitä. Tämän yksittäisen tutkimuksen perusteella ei voitu tehdä asiakirjaa, jota olisi voitu käyttää apuna tulevissa rakennuskohteissa.</p> | | |
| Avainsanat Uudisrakentaminen, betonirakenne, suhteellisen kosteuden Rh% mittaaminen | | |
| Luottamuksellisuus Julkinen | | |

SAVONIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree Programme

Construction Engineering

Author

Ari Pärnänen

Title of Project

Monitoring Relative Humidity of Concrete and Stating Coating Capacity in New Constructions

Type of Project

Date

Pages

Final Project

April 28, 2011

30

Academic Supervisor

Company Supervisor

Mr Matti Mikkonen, Lecturer

Mr Ari Pärnänen

Company

Taloapteekkari

Abstract

The topic of this final project was the drying of concrete on new construction sites. The project was carried out in co-operation with YIT-Rakennus Oy and Taloapteekkari T:mi. The purpose of the project was to research how relative humidity develops in construction site conditions and to create a document model on the basis of the measurement results. The model was supposed to help to follow the humidity control of similar-new buildings.

The research included a measurement period of seventeen weeks during which the humidity and temperature of concrete constructions were examined using the relative humidity measurement method. The project was carried out according to the instruction "Humidity control and coating of concrete floor constructions" dated November 15, 2007. The measurement results could be recorded by drilling eighty-one measuring points into concrete during the process. On the basis of the results it was evaluated whether they were usable for similar constructions.

This project proved that the humidity control is connected to various factors based on the environment. This research alone was not sufficient to create a document to be used on future construction sites.

Keywords

new construction, concrete structure, relative humidity measurement

Confidentiality

public

ALKUSANAT

Haluan kiittää YIT-Rakennus Oy:tä ja Lujabetoni Oy:tä, joiden myötävaikutuksella olen saanut mahdollisuuden tehdä tämän insinööriyön.

Erityiskiitokset haluan lausua rakennusmestari Jarmo HUUHTASALLE, joka on auttanut minua kenttätutkimuksen toteutuksessa.

Kiitän myös lehtori, dipl.ins Matti MIKKOSTA, joka toimi työni ohjaavana opettajana.

Kuopiossa 28.4.2011

Pärnänen Ari

SISÄLLYS

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | JOHDANTO | 6 |
| 2 | RAKENNUSFYSIIKAN PERUSTEITA | 7 |
| 2.1 | Kosteus..... | 7 |
| 2.2 | Rakennekosteus | 7 |
| 2.3 | Suhteellinen kosteus | 7 |
| 2.4 | Absoluuttinen kosteus..... | 8 |
| 2.5 | Diffuusio | 8 |
| 2.6 | Kosteuskonvektio..... | 9 |
| 2.7 | Kapillaarisuus | 9 |
| 2.8 | Kosteus rakenteissa..... | 9 |
| 2.9 | Hygroskooppinen tasapainokosteus..... | 9 |
| 2.10 | Kapillaarinen tasapainokosteus..... | 10 |
| 2.11 | Rakennusten mikrobiologiaa | 10 |
| 3 | LATTIABETONIN PÄÄLLYSTETTÄVYYS | 11 |
| 3.1 | Määräykset ja ohjeet | 11 |
| 3.2 | Mikrobiologiset vaatimukset | 11 |
| 3.3 | Betonin rakenteelliset vaatimukset | 11 |
| 3.4 | Kosteusvaatimukset | 11 |
| 4 | BETONIN SUHTEELLISEN KOSTEUDEN MITTAUS | 14 |
| 4.1 | Määräykset ja ohjeet | 14 |
| 4.2 | Mittausreikien syvyydet..... | 14 |
| 4.3 | Mittauksen suoritus..... | 15 |
| 4.4 | Mittauspöytäkirjan sisältö..... | 16 |
| 5 | KENTTÄTUTKIMUKSET | 17 |
| 5.1 | Kenttäolosuhteet | 17 |
| 5.2 | Mittauksen suoritus..... | 18 |
| 5.3 | Mittaaminen | 21 |
| 6 | MITTAUSTULOKSET | 22 |
| 6.1 | Tulosten tulkinta | 23 |
| 7 | KOKEMUSPERÄISET HUOMIOT KUIVUMISESTA | 27 |

| | |
|---|-----------|
| 8 YHTEENVETO | 28 |
| Lähteet | 29 |
| Liitteet | 30 |
| Liite 1: HMP44-mittapää ja HMI41näyttölaite, tekniset tiedot. | (1 sivu) |
| Liite 2: Mittauspöytäkirjat, yhteenveto. | (1 sivu) |
| Liite 3: Suhteellisen kosteuden mittaus, työkortti. | (9 sivua) |

1 JOHDANTO

Tarve terveen rakentamisen kosteuden hallintaan ja sen mittausmenetelmiin on lisääntynyt uudisrakentamistuotannon aikataulujen nopeutumisen takia. Rakennusten kosteuden aiheuttamista terveysriskeistä alettiin keskustella voimakkaasti 1990-luvun puolivälissä, jolloin julkistettiin useita selvityksiä rakennusten kosteus- ja mikrobivaurioista ja niistä johtuvista terveyshaitoista. Kosteusvauriot kytkettiin tällöin ainoastaan vesivauriotaloihin. Aiemmin kosteusvaurion ja rakenteen turmeltumisen tärkeimpänä mittarina käytettiin rakenteiden mekaanista vaurioitumista. Nykyään mittarina käytetään rakenteiden kosteusarvoja./1;2;3/

Rakenteitten pinnoilla on aina riittävä määrä ravinteita ja useimmiten myös riittävä lämpötila mikrobikasvuston alkamiseksi. Homeet ja lahottajat ovat sieniä, joitten itiöitä on etenkin kesäaikaan runsaina määrinä ilmassa ja jotka kulkeutuvat virtausten mukana kaikkialle. Tästä syystä onkin tärkeää huolehtia siitä, ettei rakenteen kosteus ylitä mikrobikasvuston muodostumiseksi tarvittavaa tasoa./1;2/

Rakenteiden kosteuden mittaamiseksi on käytetty erilaisia mittausmenetelmiä. Nykyisin pidetään suhteellisen kosteuden mittaustapaa oikeana. Se on myös viranomaisten hyväksymä mittaustapa. Rakennusaikaisen kosteuden hallintaan ja sen suunnitteluun vaaditaan nykyään vapaamuotoinen asiakirja, jonka voi laatia rakennuttaja tai urakoitsija. Kosteuden hallintaan työmaan aikana ei ole valmista seuranta-asiakirjaa, jolla voitaisiin määrittää jo rakentamisen alkuvaiheessa pinnoittamisajankohdan valmius./3;4/

Tämän insinööriyön tavoitteena on laatia asiakirjamalli, jota voidaan käyttää apuna rakennustyömaan kosteudenhallinnassa ja arvioitaessa betonin kuivumisaikaa ennen pinnoitetoita. Lähteenä käytetään sekä omaa kokemusta alalta, että lähdekirjallisuutta.

Kenttätyöt tehdään paikallarakennettavalla kerrostalotyömaalla. Työmenetelmänä käytetään suhteellisen kosteuden mittausmenetelmää. Mitta-antureille porataan reiät, joista mittaus voidaan suorittaa. Mittausta jatketaan kahden viikon välein siihen saakka, kunnes betoni on kosteuden puolesta pinnoituskelpoinen.

2 RAKENNUSFYSIIKAN PERUSTEITA

2.1 Kosteus

Ulkoilman kosteus vaihtelee vuodenajoittain hyvin paljon. Kesällä ulkoilman vesihöyrypitoisuus voi olla jopa 14 g/m^3 , kun vastaavasti talviaikaan vesihöyrypitoisuus voi olla jopa alle 1 g/m^3 . Mitoitukselliset suhteellisen kosteuden keskiarvot vaihtelevat vastaavasti: Talvi 80...90 %, kesä 60...80 %. Todellisuudessa ääriarvojen vaihtelut voivat olla huomattavasti suuremmat./4;5/

Huoneilman kosteus on osaltaan peräisin ulkoilmasta. Rakennustoimenpiteistä huoneilmaan tulee myös lisäkosteutta. Kosteuslähteistä riippuen voidaan arvioida huoneilman vesihöyrypitoisuuden olevan n $1 - 4 \text{ g/m}^3$ ulkoilman vesihöyrypitoisuutta suurempi./4/

Kosteus betonirakenteissa siirtyy yleisimmin vesihöyryinä tai pienessä määrin myös vetenä. Vesihöyry siirtyy diffuusiolla tai konvektiolla. Nestemäinen vesi siirtyy betonirakenteissa kapilaarisesti sekä tuulen ja ilmanvaihdon aiheuttaman paineen vaikutuksesta./4/

2.2 Rakennekosteus

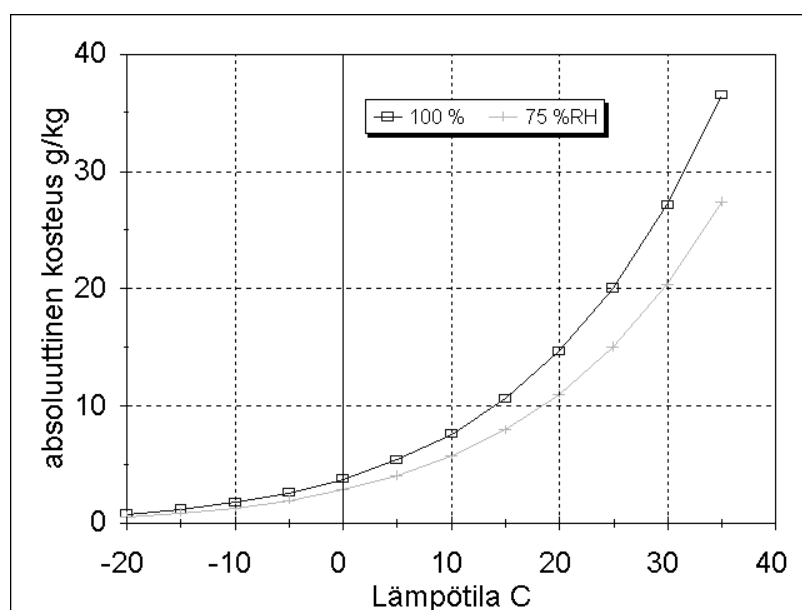
Betonin kovettuessa osa betonin valmistamiseen käytetystä vedestä sitoutuu kemiallisesti. Valtaosa sitoutumisesta tapahtuu lujuskehityksen alussa. Vaikka betoni olisi kemiallisen sitoutumisen seurauksena saavuttanut loppulujuutensa eli kovettunut, se voi silti olla hyvin kostea. Betonin varsinaista kuivumista tapahtuu vasta, kun fysikaalisesti sitoutunut vesi haihtuu betonista. Kuivumista tapahtuu niin kauan, kunnes betonin huokosten ilmatilan suhteellinen kosteus on sama kuin sen ympäröivän ilman suhteellinen kosteus./2;4;5/

2.3 Suhteellinen kosteus

Suhteellinen kosteus (% RH) on todellisen vesihöyrynpaineen ja kyllästyshöyrynpaineen välinen suhde (tavallisesti prosentteina) tietyssä lämpötilassa. Se kertoo, kuinka monta prosenttia absoluuttinen kosteus on vallitsevan lämpötilan kyllästyskosteudesta. Kastepistelämpötila, lyhyemmin kastepiste, on lämpötila, johon ilman pitäisi jäähtyä, jotta kyllästystila saavutettaisiin./4;5/

2.4 Absoluuttinen kosteus

Absoluuttinen kosteus on vesihöyryn massan suhde joko kuivan tai kostean ilman kokonaistilavuuteen. Täsmällisesti se ilmoitetaan grammoina vettä kilogrammaa kohden. Yksikkönä käytetään myös grammoina vettä kuutiometrissä ilmaa (g/m^3). Absoluuttisen kosteuden yläraja, kyllästyskosteus, ilmaisee paljonko vesihöyryä ilmassa voi olla kussakin lämpötilassa. Lämmin ilma voi sisältää enemmän vesihöyryä kuin kylmä. Jos ilmaan haihtuu vettä yli kyllästyskosteuden, vesihöyry alkaa tiivistyä pisaroiksi. Samoin käy, kun ilma jäähtyy, sillä silloin kyllästyskosteus laskee./5/



Kuva 1. Absoluuttinen ja suhteellinen kosteus /2/

Kuvassa on esitetty absoluuttinen kosteus lämpötilan funktiona 100 % kosteudella (ylempi käyrä) ja 75 % kosteudella (alempi käyrä)./2/

Yhden ilmakuutiometrin massa on tavallisissa olosuhteissa noin 1 kg. Usein käytetty laatu, g/m^3 , vastaa suurin piirtein yllä olevan kuvan rajoja./2;3/

2.5 Diffuusio

Kosteuden siirtymistä kaasumaisessa muodossa diffuusiolla tapahtuu, kun on olemassa konsentraatioero. Diffuusio tasoittaa tätä eroa. Diffuusiosta vesimolekyylit törmäilevät keskenään ilmassa ja kosteus siirtyy pienempää pitoisuutta kohti. Molekyylit liikkuvat satunnaisen lämpöliikkeen eli Brownin liikkeen mukaan. Veden diffuusiota puoliläpäisevän kalvon (esim. solukalvon) läpi kutsutaan osmoosiksi. Veden siirtymistä kalvon läpi paineen vaikutuksesta kutsutaan filtraatioksi./5/

2.6 Kosteuskonvektio

Ilmavirta kuljettaa mukanaan lämpöä, mutta se kuljettaa myös kosteutta. Ilmavirtaukset syntyvät kokonaisilmanpaine-erojen vaikutuksesta. Ilma virtaa suuremmasta paineesta pienempään. Konvektio voi toimia rakenteita kuivattavasti. Tätä tapahtuu luontaisesti-kin mutta ilmiötä hyödynnetään myös rakenteitten koneellisessa kuivaamisessa./5/

2.7 Kapillaarisuus

Kun huokoinen materiaali on kosketuksissa veteen, se imee tai kuljettaa vettä kapillaarisesti. Betonin huokosissa kapillaarivoimat voivat kuljettaa vettä sivu- ja pystysuunnassa. Mitä hienompi ja tiiviimpi aine on kyseessä, sitä suurempi on kapillaarinen veden liike. Mitä paksumpi rakenne on ja mitä tiiviimpi se on pinnoiltaan, sitä suurempi on veden nousukorkeus rakenteessa. Kapillaarinen siirtyminen johtuu kapillaarivoimien aikaan saamasta huokosalipaineesta, jonka suuruus riippuu huokosen koosta. Mitä pienempi huokonen, sitä suurempi on sen huokosalipaine. /5/

2.8 Kosteus rakenteissa

Betonissa voi olla vettä ns. vapaana vetenä tai kemiallisesti sitoutuneena, kuten kidevetenä. Vapaa, poistumiskykyinen vesi voi olla materiaalin huokosissa fysikaalisesti sitoutuneena ja ilmetä kaikissa olomuodoissaan. Kosteus voi liikkua materiaalissa samanaikaisesti kaasuna ja nesteinä. Arvioitaessa materiaaliin fysikaalisesti sitoutuneen kosteuden määrää on tunnettava ns. materiaalin kosteuskapasiteetti sekä olosuhde, jossa materiaali on ollut. Materiaali on voinut olla kostean ilman, veden tai toisen materiaalin ympäröimänä./4;5/

2.9 Hygroskooppinen tasapainokosteus

Pitkällä aikavälillä materiaalin huokosrakenteen kosteussisältö pyrkii tasapainottumaan ympäröivän ilman kosteuden kanssa samaksi. Tällöin puhutaan hygroskooppisesta tasapainokosteudesta. Tarkasteltavina ovat ympäröivän ilman (ja huokosilman) suhteellinen kosteus (%) ja materiaalin kosteussisältö (tilavuus- tai painoprosentteina). Lämpötila vaikuttaa tasapainokosteuteen niin, että kylmä materiaali voi sitoa itseensä suuremman määrän vettä kuin lämmin./5/

2.10 Kapillaarinen tasapainokosteus

Kun betonin kosteuspitoisuus ylittää ns. kriittisen kosteuspitoisuuden, on siinä sen verran vettä, että kosteuden liikkuminen tapahtuu nesteinä myös suurissa huokosissa./5/

Kun betoni on riittävän kauan vapaan veden ympäröimänä, saavuttaa se kapillaarisen tasapainokosteuden. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että betoni olisi täysin vedellä kyllästynyt, vaan huokosissa on aina hieman ilmaa. Betoni voi olla kapillaarisella alueella myös silloin, kun siinä on rakennusaikaista kosteutta./4;5/

2.11 Rakennusten mikrobiologiaa

Mikrobilajista, lämpötilasta ja tarjolla olevista ravinteista riippuu, paljonko kosteutta mikrobien kasvuun tarvitaan. Eri mikrobiryhmien viitteelliset vähimmäiskosteusvaatimukset on esitetty taulukossa 1

| mikrobiryhmä | hygroskoopista tasapainokosteutta vastaava ilman suhteellinen kosteus (%) |
|--|---|
| homesienten ja hiivojen kasvu | 65...85 |
| bakteerien mm. sädesienten kasvu | 95 |
| sinistäjä- ja lahottajasienten kasvu | > 95 |
| sinistäjä- ja lahottajasienirihmaston leviäminen | >85...95 ²⁾ |

Taulukko 1. Rakennuksessa esiintyvien mikrobien kasvulle tarvittavat kosteudet./1;2;4/

Ilman suhteellisen kosteuden ollessa alle 30 %, eivät homeet kasva, kun taas yli 70 %:n ilman suhteellisessa kosteudessa homekasvusto on todennäköinen. Tähän vaikuttavat myös lämpötila ja aika, jonka materiaali on mikrobien kasvulle otollisessa olosuhteessa. Useiden sienien ihanteellinen kasvulämpötila on 15...30 °C. Alle 0 °C tai yli 60 °C lämpötiloissa ei juuri mikään sieni pysty kasvamaan, mutta pakkasasteet eivät toisaalta myöskään tuhoa sienikasvustoa. Mikrobeille käy ravinnoksi lähes mikä tahansa orgaaninen aines; puu, paperi, pöly, ruoka/jätteet. Näiden lisäksi sieni tarvitsee kosteutta – ei välttämättä jatkuvasti, mutta toistuvasti./1;2;4/

3 LATTIABETONIN PÄÄLLYSTETTÄVYYS

3.1 Määräykset ja ohjeet

RT 14-10984, Betonin suhteellisen kosteuden mittaus helmikuu 2010 Rakennustieto Oy 1(16). 2010./3/

Asumisterveysohje, Sosiaali- ja terveysministeriö. 2003./1/

Asumisterveysopas, 2005 Sosiaali- ja terveysministeriö./2/

3.2 Mikrobiologiset vaatimukset

Ilman suhteellisen kosteuden ollessa alle 30 %, eivät homeet kasva, kun taas yli 70 % ilman suhteellisessa kosteudessa homekasvusto on todennäköinen. (ks.luku 2.11 rakennusten mikrobiologiaa)./1;2/

3.3 Betonin rakenteelliset vaatimukset

Betonirakenteen on oltava lujuudeltaan pinnoitteelle sopivaa. Sen pitää olla puhdasta, eikä sen pinnalla saa olla betoniliimaa eikä muita epäpuhtauksia. Betonin laatu valitaan ensisijaisesti sen rakenteellisten ominaisuuksien mukaan. Sen on täytettävä normit, ohjeet ja rakennelaskelmien vaatimukset. Työmaan osalta betonin valinnassa määrääviä ovat tuotantoon liittyvät tekijät kuten valettavuus, tiivistettävyyys, ulkoiset olosuhteet, muottikierron nopeus ja kuivumisnopeus. Päällystettävien betonilattioiden valinnassa tulee kiinnittää erityistä huomiota sen vetolujuuskestävyyteen, kutistumaan, kuivumisnopeuteen ja pinnan työn laatuun. Betonoinnissa tulee huomioida usean työvaiheen muodostama ketju betonimassan valmistuksesta jälkihoitoon asti. /1;2;3;4/

3.4 Kosteusvaatimukset

Kovettunut betoni sisältää aina kosteutta. Kosteus on pääosin peräisin valmistamiseen käytetystä vedestä, mutta usein myös rakennusaikana rakenteen kastumisesta johtuvasta lisävedestä. Betoni pystyy myös sitomaan huokoisena materiaalina ympäröivän ilman vesihöyrymuodossa olevaa kosteutta. Lattiamateriaalin päällystysketki asettaa alusbetonin kosteudelle vaatimuksen./3;4/

Taulukko 2. Suhteellisen kosteuden enimmäisarvot RH(%). Materiaalitoimittajilla voi olla erilaisia päällystysraja-arvoja /4/ Syvyys A on selvitetty kohdassa 4.2.

| Päällystysmateriaali | RH(%) syvyydellä A | RH (%) (0,4 x A) |
|--|--------------------|------------------|
| Muovimatot | 85 | 75 |
| Linoleumi | 85 | 75 |
| Kumimatot | 85 | 75 |
| Tekstiilimatto, luonnon materiaali (tiivis alusta) | 85 | 75 |
| Täyssynteettiset tekstiilimatot ilman alusrakennetta | 90 | 75 |
| Muovi-, kumi-, linoleumilaatat | 90 | 75 |

| Mosaiikkiparketti | RH(%) syvyydellä A | RH (%) (0,4 x A) |
|-------------------------|--------------------|------------------|
| normaali betoni | 85 | 75 |
| erikoisbetoni (v/s<0,5) | 90 | 75 |

| Alustaan liimattava lautaparketti | RH(%) syvyydellä A | RH (%) (0,4 x A) |
|-----------------------------------|--------------------|------------------|
| normaali betoni | 85 | 75 |
| erikoisbetoni (v/s<0,5) | 90 | 75 |

| | RH(%) syvyydellä A | RH (%) (0,4 x A) |
|---|--------------------|------------------|
| Kelluva lautaparketti ja alusmateriaali | 85 | 75 |

| | RH(%) syvyydellä A | RH (%) (0,4 x A) |
|--|--------------------|------------------|
| Laminaatti ja vesihöyrytiivis alusmateriaali | 85 | 75 |

Keraamiset laatat

| | | |
|------------|--------------------|-----------------------|
| | RH(%) syvyydellä A | RH (%) (0,4 x A) |
| Märkätilat | 85 | vesieristeen mitoitus |

| | |
|--|-------------------------------------|
| Kuivat tilat | Betonin RH(%) arviointisyvyydellä A |
| Mahdollinen oletettu kutistuma laatoituksen jälkeen (mm/m) | RH(%) |
| 0,45-0,65 | 95 |
| 0,35-0,55 | 90 |
| 0,3-0,4 | 85 |
| 0,2-0,3 | 80 |

Taulukon tulokset on saatu tavarantoimittajien teettämien tutkimusten perusteella. Tutkimuksissa on huomioitu myös kiinnitysmateriaalien tarvitsemat kosteuksien raja-arvot.

4 BETONIN SUHTEELLISEN KOSTEUDEN MITTAUS

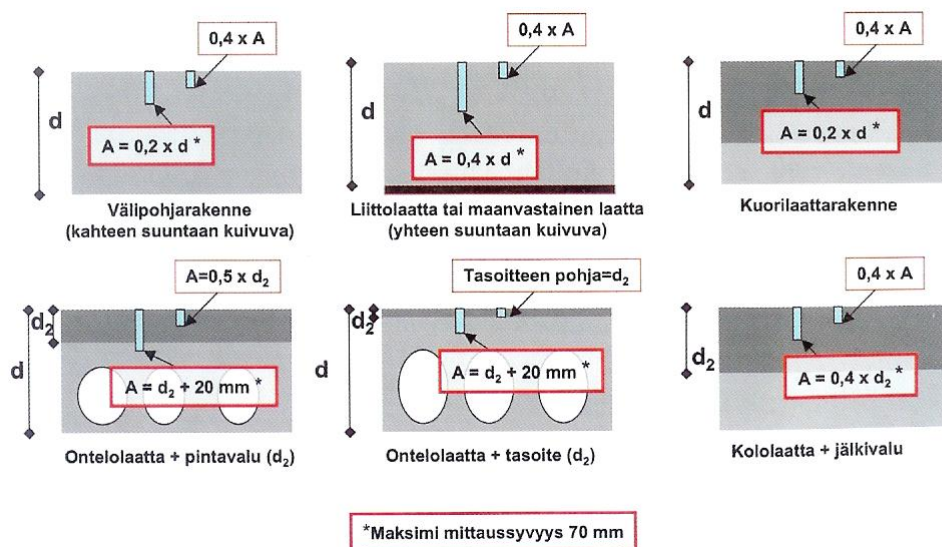
4.1 Määräykset ja ohjeet

RT 14-10984 ohjeet helmikuu 2010 toteaa betonirakenteen riittävästä kuivumisesta seuraavaa:

Betonirakenteen riittävä kuivuminen ennen pinnoittamista voidaan määrittää vain mittaamalla betonin suhteellinen kosteus. Betonin suhteellinen kosteus voidaan määrittää mittaamalla betoniin poratun reiän suhteellinen kosteus tai betonista otettujen näytepalojen suhteellinen kosteus koeputkessa. Pintakosteuden osoittimilla ei voida määrittää pinnoitettavuutta uudisrakentamisessa luotettavasti./3/

4.2 Mittausreikien syvyydet

Ennen mittauksen aloittamista on tiedettävä mitattavan betonirakenteen paksuus.



Kuva 2. Mittareikien kosteusmittausyvydet./4/

Betonilattiarakenteen kosteusmittausyvydet: Arviointisyvyys(A) on rakenneratkaisusta ja rakenteen paksuudesta riippuvainen mittaussyvyys, jossa päällysmateriaalin edellyttämä kriittinen kosteuden arvo (RH) on alitettava. Maksimisyvyys on 70 mm. Lisäksi mittaus tehdään betonirakenteen pinnasta ja 10...30 mm:n syvyydeltä 0,4 x A, missä suhteellisen kosteuden tulee olla alle 75 RH(%)./3;4/

4.3 Mittauksen suoritus

Mittaus suoritetaan betonin lämpötilan ollessa +15- +25. Lämpötila vaikuttaa merkittävästi betonin suhteellisen kosteuden mittaukseen. Yhden °C:n lämpötilaero mittapään ja mitattavan materiaalin välillä voi aiheuttaa viiden prosenttiyksikön virheen mittaustulokseen. /3;4/

Mittapisteen valinta.

Mittapiste valitaan ottaen huomioon rakenneratkaisu, betonilaatu, päällystysmateriaali ja olosuhteet. Tämän jälkeen tarkistetaan betonin ja huonetilan lämpötila. Porareikämittauksessa tulee betonin lämpötilan olla lähellä käyttölämpötilaa. Tämän vuoksi varmistetaan, että mittausolosuhteet pysyvät mittapisteen ympärillä vakaana mittauksen ajan.

Samalla on varmistettava, ettei porattavalla kohdalla ole kaapeleita tai vesiputkia.

Selvitetään rakenneratkaisu ja määritellään porausvyvydet. /3;4/

Mittapisteen työstäminen.

Porataan reiät: kaksi reikää rinnakkain arviointisyvyydelle ja yksi reikä lähemmäs pintaa. Puhdistetaan reiät huolellisesti imurilla reikään mahtuvalla suuttimella. Puhdistuksen jälkeen asetetaan reikiin sivuilta tiiviit holkit. Puhdistetaan putket vielä kerran imurilla, jonka jälkeen putken juuri ja pää tiivistetään tiiviillä kitillä. Lopuksi suojataan mitauspisteet tarvittaessa mekaanisilta iskuilta ja vedolta. /3;4/

Mittauksen suoritus

Mittapisteen annetaan tasaantua kolmesta seitsemään vuorokautta. Varmistetaan, että mittapää on kalibroituja, ennen niiden asentamista asennusholkkeihin. Tätä toimenpidettä ennen on mittapäiden annettava tasaantua ympärillä oleviin olosuhteisiin. Mittapää on asennettavat reikiin nopeasti ja mittapään ja putken väli tiivistetään huolellisesti. Lopuksi mittapäitten annetaan tasaantua vähintään tunti mittausholkissa. Vaihtoehtoisesti mittapää on voitu asentaa jo porausten yhteydessä, jolloin niiden tasaantumisaika on kolme vuorokautta. /3;4/

4.4 Mittauspöytäkirjan sisältö

Mittausraportin tulee sisältää mittauskohdetiedot, kuten kohteen osoitteen yhteyshenkilö tiedot sekä mittajaan yhteystiedot. Raportissa pitää olla kohteen kuvaus, mistä osasta rakennusta tai huoneistosta näytteenotto on suoritettu ja kuinka syvältä betonista mittaus on suoritettu

Raporttiin on merkittävää käytetyt mittalaitteet ja niiden kalibrointipäivämäärät. Mittaus-tapahtumasta on tehtävä menetelmäkuvaus jossa ilmenee porauspäivä, mittapäiden asennushetki, tasaantumisajat sekä lukeman ottohetki. Mittaushetkellä on huomioitava myös sisä- ja ulkoilman lämpötilat ja suhteelliset kosteudet ja ne on kirjattava mittaus-raporttiin.

Lopuksi mittausraporttiin tulee tulosten tulkinta ja johtopäätökset./3;4/

5 KENTTÄTUTKIMUKSET

5.1 Kenttäolosuhteet

Tässä insinööriyössä mitattiin betonin suhteellista kosteutta kenttäolosuhteissa. Mittaukset suoritettiin viikkojen 19 ja 36 välisenä aikana vuonna 2008. Kohteeseen tehtiin mittauskäyntejä pääsääntöisesti kahden viikon välein. Poraukset suoritettiin yleensä perjantaina ja mittaaminen maanantaina, jolloin täyttyi ehto kolmen vuorokauden tasaantumisajasta mittausreiässä. Betonin ja ilman lämpötila- ja kosteusmittaukset tehtiin Vaisala-mittalaitteella HMI44 ja Vaisala HMP44-mittapäillä. Mittalaitteen kosteusanturin toiminta perustuu sen kapasitanssin muutokseen ilman vesimolekyylien vaikutuksesta. Lämpöanturi on PTC-vastus, jonka resistanssi muuttuu lämpötilan muuttuessa. Ulkoilman sadepäivistä saadut tiedot on saatu puhelimitse Forecan sääpalvelusta. /6/

Lattiavalut oli saatu päätökseen maaliskuun alkuun mennessä viikolla 9. Kattotyöt olivat mittauksia aloitettaessa räystäsrakenteita vaille valmiina. Betoniset välipohjarakenteet olivat olleet suojattuna runkorakentamisen ajan, eikä rakenteisiin ollut päässyt ulkopuolista vettä. Seinien tasoitetyöt käynnistyivät viikolla 26, jolloin sisäilmaan tuli lisäkosteutta ulkoa tulevan kosteuden lisäksi. Viikolla 19 kahdelle kerrostasanteelle oli asetettu ilman kuivaimet. Kerrostalon lämmittäminen oli aloitettu väliaikaisilla lämmittimillä, kun rakennus oli saanut lämpövalmiuden viikolla 12. Lopullisien lämmön luovuttimien asennus ja käyttöönotto oli aloitettu toukokuussa viikolla 19 ja se päättyi mittausjakson aikana viikolla 29, jolloin koko talossa oli luovuttu väliaikaisista lämmittimistä. Ilmankuivain oli käynnissä mittausjakson päättymiseen saakka.

Lattioiden betoniliiman poisto hiomalla alkoi viikolla 29 ja jatkui kaksi viikkoa. Osa lattioiden betoniliimasta poistettiin jyrsimällä.

5.2 Mittauksen suoritus

Määriteltyjen huonetilojen betonilattioihin porattiin halkaisijaltaan 16 mm:n reiät, joiden syvyydet olivat, 48 mm kaksi kappaletta ja 20 mm yksi kappale. Reikien syvyydet määräytyvät Betonilattiarakenteiden päällystämisohjeiden mukaan. Reikien porausaika merkittiin mittauspöytäkirjaan. /7/



Kuva 3. Reikien poraus.

Reiät puhdistettiin imurilla, jonka suukappaleeseen oli asennettu halkaisijaltaan 10 mm:n kupariputki. Sillä pystyttiin puhdistamaan reikä pohjalle saakka.



Kuva 4. Reikien imurointi.

Seuraavaksi asennettiin halkaisijaltaan 16 mm:n sähköputket puhdistettuihin reikiin. Putkien juuriin asennettiin kartioksi muotoiltu kitti. Tämä siitä syystä, että lyötessä vasaralla putken päähän, se asettuu tukevasti reikään. Mittauskohta betonissa on tarkoin määrätty, joten putki on lyötävä pohjaan saakka, jolloin mittapiste on putken pään kohdalla.



Kuva 5. Reikien tulppaus.

Reiät puhdistettiin vielä mittausputkien läpi, ennen mittausanturiputkien päiden sulkemista. Muuta suojausta ei mittauspisteille ollut järjestetty.



Kuva 5. Reikien imurointi holkin läpi.

Mittaputkien päihin asennettiin tiivis kitti, jolla varmistettiin, ettei huoneilmaa pääse mittausräikiin. Asennusaika merkittiin mittauspöytäkirjaan.



Kuva 6. Mitta-antureiden asennus holkkeihin ja holkin tiivistys.

5.3 Mittaaminen

Mittapään HMP44 on oltava vähintään tunti mittausholkissa, että mittauksen voi virallisesti suorittaa. Koska käytössä oli ainoastaan kuusi mittapäätä, osa antureista asennettiin heti porauksen jälkeen mittausholkkeihin. Osa mittauksista jouduttiin suorittamaan, kunnes tunnin tasaantumisaika oli saavutettu.



Kuva 7. Mittalaite ja anturit valmiina mittauksen suoritukseen.

Mittaus suoritettiin mittalaitteella HMI41. Mittalaitteeseen on ensin ohjelmoitava mittapään arvot. Jokaisella mittapäällä on oma kalibroitu ohjelma mittalaitteessa. Mittalaitteen tulokset kirjattiin mittauspöytäkirjaan. Samassa yhteydessä mitattiin myös huoneilman suhteellinen kosteus mittauspisteen läheisyydessä. Ilman suhteellisen kosteuden määrittäminen oli hankalaa, koska rakennustyöt aiheuttivat ilman liikkeitä mittauskohdan ympäristössä. Tulokset kirjattiin arvioituna keskiarvona./6/

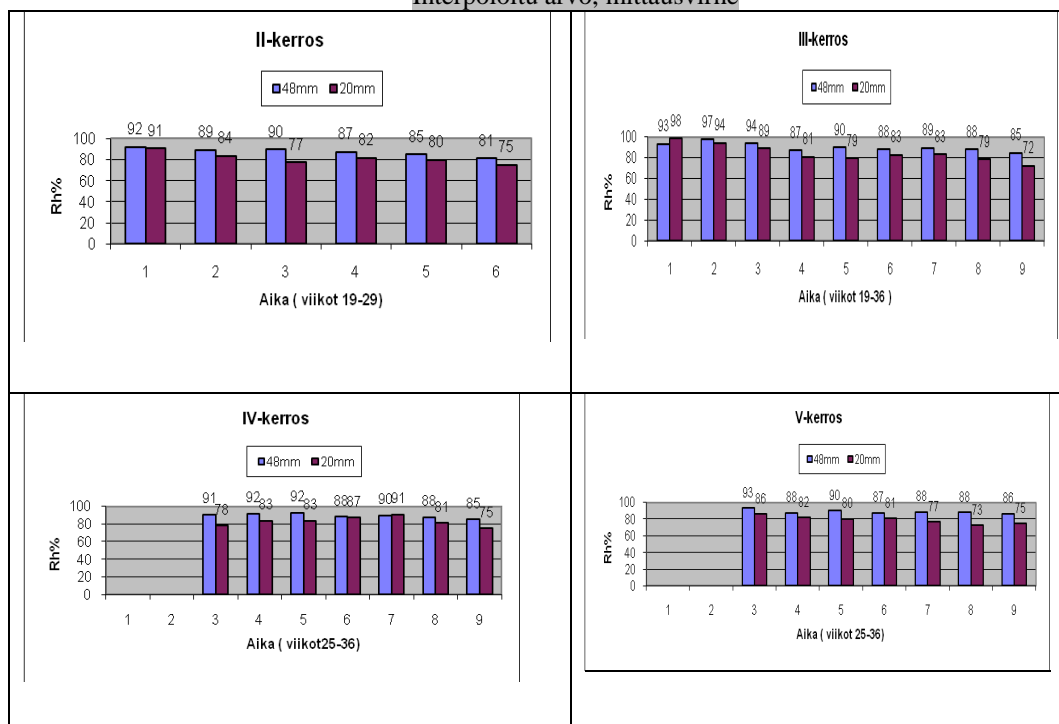
6 MITTAUSTULOKSET

Tälle yhteenvetosivulle on koottu kaikki mittaus tulokset. Poraussyvyydeltä 48 mm on taulukossa yksi tulos, joka on saatu kahden mittarituloksen keskiarvona. Harmaalla yliviivauksella merkityt arvot on saatu interpoloimalla. Syy interpolointiin oli mittauksessa havaittu virhe.

Yhteenvetosivu

| Mittaus vko | Mittaus nro | II-kerros | | III-kerros | | IV-kerros | | V-kerros | |
|-------------|-------------|-----------|------|------------|------|-----------|------|----------|------|
| | | 48mm | 20mm | 48mm | 20mm | 48mm | 20mm | 48mm | 20mm |
| 19 | 1 | 92 | 91 | 93 | 98 | | | | |
| 20 | 2 | 89 | 84 | 97 | 94 | | | | |
| 22 | 3 | 90 | 77 | 94 | 89 | 91 | 78 | 93 | 86 |
| 25 | 4 | 87 | 82 | 87 | 81 | 92 | 83 | 88 | 82 |
| 27 | 5 | 85 | 80 | 90 | 79 | 92 | 83 | 90 | 80 |
| 29 | 6 | 81 | 75 | 88 | 83 | 88 | 87 | 87 | 81 |
| 30 | 7 | | | 89 | 83 | 90 | 91 | 88 | 77 |
| 34 | 8 | | | 88 | 79 | 88 | 81 | 88 | 73 |
| 36 | 9 | | | 85 | 72 | 85 | 75 | 86 | 75 |

Interpoloitu arvo, mittausvirhe



Koontisivujen tiedot löytyvät liitteistä.

6.1 Tulosten tulkinta

II-KERROS

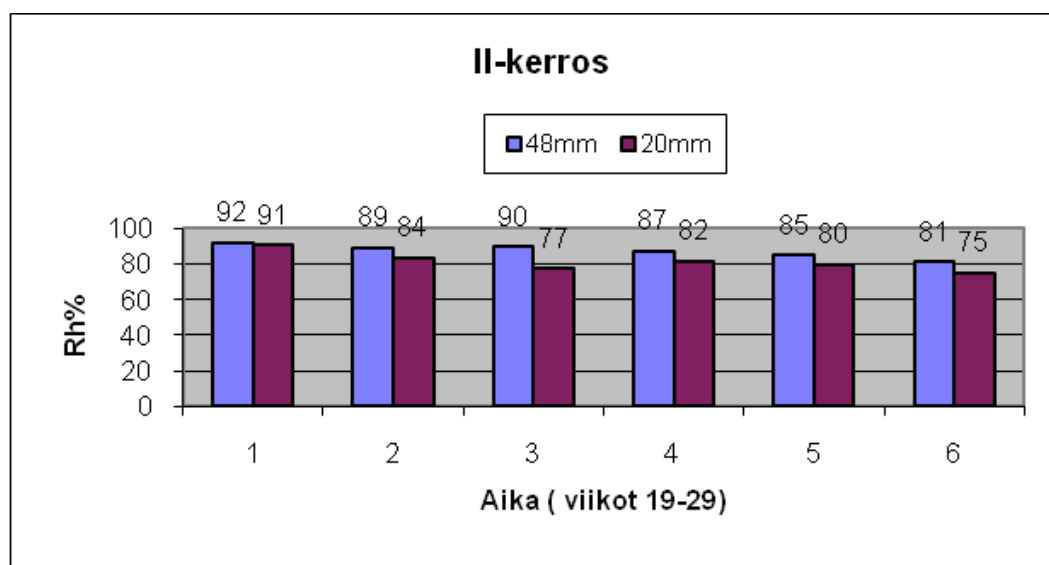
Rakenteet: Teräsbetonilaatta 240 mm, betoni #25, C32/40 S2.

Havainnot: Mittaustuloksista voidaan havaita, että betonin kuivumista tapahtui mittausvälillä 1...3 toukokuussa. Kuivuminen kuitenkin pysähtyi pinnasta (20mm) saaduissa tuloksissa. Betonin suhteellinen kosteus jopa kasvoi. Betonin kuivumista tapahtui mittauksen mukaan kuitenkin syvemmillä vielä jonkin aikaa.

Syynä pinnan kostumiseen ovat olosuhteiden muutokset ulkona. Rakennus on järven rannalla ja jäätien lähtö, yhdessä lumien sulamisesta muodostuneen kosteuden vaikutuksesta, aiheutti sisäilmaan ylimääräistä kosteutta, jolloin pintabetonin kosteus kasvoi mm diffuusion vaikutuksesta. Kostumisilmiö näkyi syvemmillä (48mm) vähän myöhemmin.

Mittaus lopetettiin 14.7.2008, jolloin suhteellinen kosteus 48 mm:n syvyydeltä oli 81 RH% ja 20 mm:n syvyydellä 75 RH%. Lattian valamisesta oli kulunut aikaa 28 viikkoa. Lattian pinnoitettavuudelle asetetut vaatimukset oli täytetty kosteuden osalta.

| Mittaus vko/pvm | Mittaus nro | II-kerros | |
|--------------------|----------------|-----------|------|
| | | 48mm | 20mm |
| 19/5.5.2008 | 1 | 92 | 91 |
| 20/12.5.2008 | 2 | 89 | 84 |
| 22/26.5.2008 | 3 | 90 | 77 |
| 25/16.6.2008 | 4 | 87 | 82 |
| 27/30.6.2008 | 5 | 85 | 80 |
| 29/14.7.2008 | 6 | 81 | 75 |



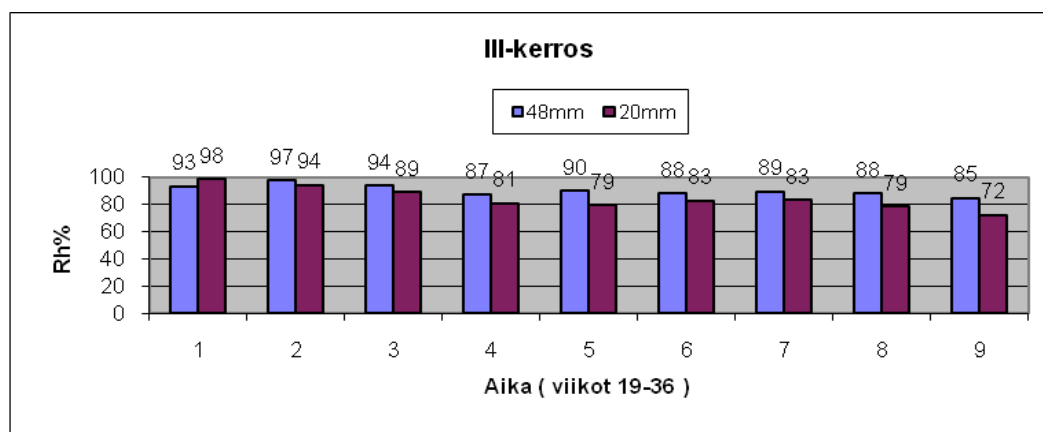
III- KERROS

Rakenteet: Teräsbetoni-laatta 240 mm, betoni #25, C32/40 S2.

Havainnot: Mittaustuloksista voidaan havaita, että betonin kuivumista tapahtui mittausvälillä 1...4 touko-kesäkuussa. Kuivuminen kuitenkin pysähtyi pinnasta (20 mm) saaduissa tuloksissa heinäkuussa. Betonin suhteellinen kosteus jopa kasvoi heinäkuussa. Betonin kuivuminen alkoi uudestaan elokuun puolivälin jälkeen.

Syynä kuivumiskehityksen pienenemiseen oli olosuhteiden muutokset ulkona ja sisäpuolella aloitetut tasoitetyöt. Ulkoilman kosteus oli 85RH%:sta 95RH%:iin. mittausjaksolla kesä-heinäkuussa. Sisäilman kosteus oli 50RH%:sta 60RH%:iin. Sisäilmaan sisältyi ylimääräistä kosteutta, jolloin betonin kosteus kasvoi mm diffuusion vaikutuksesta. Mittaus lopetettiin 1.9.2008, jolloin suhteellinen kosteus 48 mm:n syvyydeltä oli 84,7RH% ja 20 mm:n syvyydellä 72,2RH%. Lattian valamisesta oli kulunut aikaa 32 viikkoa. Lattian pinnoitettavuudelle asetetut vaatimukset oli täytetty kosteuden osalta.

| Mittaus vko/pvm | Mittaus nro | III-kerros | |
|--------------------|----------------|------------|------|
| | | 48mm | 20mm |
| 19/5.5.2008 | 1 | 93 | 98 |
| 20/12.5.2008 | 2 | 97 | 94 |
| 22/26.5.2008 | 3 | 94 | 89 |
| 25/16.6.2008 | 4 | 87 | 81 |
| 27/30.6.2008 | 5 | 90 | 79 |
| 29/14.7.2008 | 6 | 88 | 83 |
| 30/25.7.2008 | 7 | 89 | 83 |
| 34/18.8.2008 | 8 | 88 | 79 |
| 36/1.9.2008 | 9 | 85 | 72 |



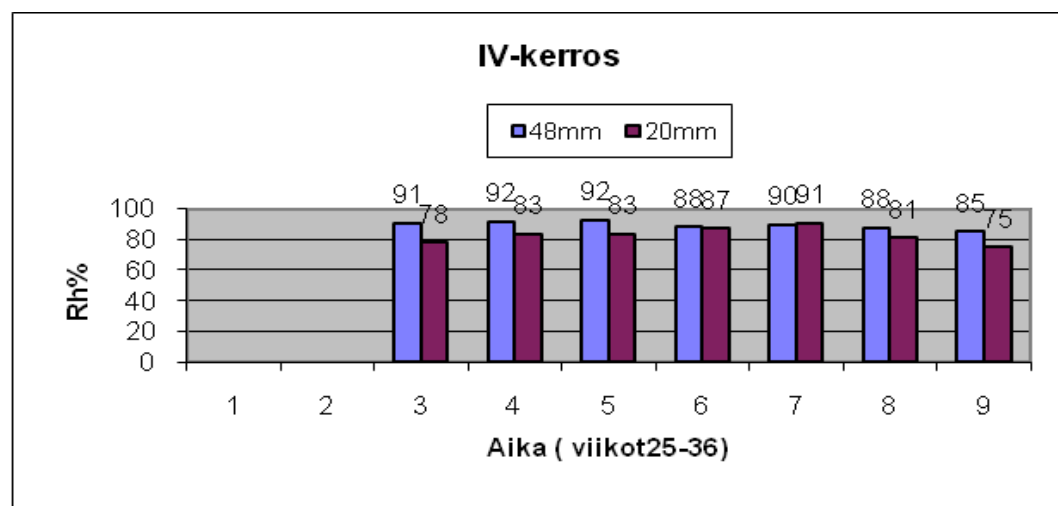
IV-kerros

Rakenteet: Teräsbetoni-laatta 240 mm, betoni #25, C32/40 S2.

Havainnot: Mittaustuloksista voidaan havaita, että betoni kostui mittauksien alkuvaiheessa ja kuivumista alkoi tapahtua vasta heinäkuun lopussa. Kuivumisvauhti kuitenkin kasvoi voimakkaasti 25.7 jälkeen.

Syynä kuivumisen huonoon kehittymiseen oli sisäpuolinen kosteus, jota muodostui ta-soitetöistä RH% 50:sta 60RH%:iin ja ulkoilman kosteus, joka oli 85RH%:sta 95RH%:iin. Sisäilmaan sisältyi ylimääräistä kosteutta, jolloin betonin kosteus kasvoi mm diffuusion vaikutuksesta. Mittaus lopetettiin 1.9.2008, jolloin suhteellinen kosteus 48 mm:n syvyydeltä oli 84,2 RH% ja 20 mm:n syvyydellä 74,7 RH%. Lattian valamisesta oli kulunut aikaa 30 viikkoa. Lattian pinnoitettavuudelle asetetut vaatimukset oli täytetty kosteuden osalta.

| Mittaus vko/pvm | Mittaus nro | IV-kerros | |
|--------------------|----------------|-----------|------|
| | | 48mm | 20mm |
| 19/5.5.2008 | 1 | | |
| 20/12.5.2008 | 2 | | |
| 22/26.5.2008 | 3 | 91 | 78 |
| 25/16.6.2008 | 4 | 92 | 83 |
| 27/30.6.2008 | 5 | 92 | 83 |
| 29/14.7.2008 | 6 | 88 | 87 |
| 30/25.7.2008 | 7 | 90 | 91 |
| 34/18.8.2008 | 8 | 88 | 81 |
| 36/1.9.2008 | 9 | 85 | 75 |



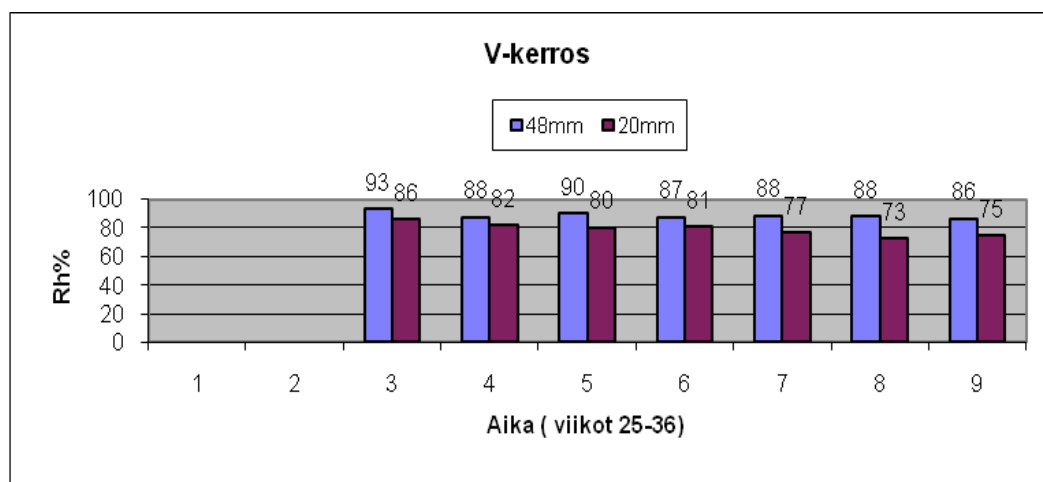
V-kerros

Rakenteet: Teräsbetoni-laatta 240 mm, betoni #25, C32/40 S2.

Havainnot: Mittaustuloksista voidaan havaita, että betoni kuivui hyvin hitaasti 48 mm:n syvyydellä. Kuivuminen nopeutui 14.7. jälkeen.

Syynä kuivumisen huonoon kehittymiseen oli sisäpuolinen kosteus, jota muodostui ta-soitetöistä RH% 50:sta 60RH%:iin ja ulkoilman kosteus, joka oli 85RH%:sta 95RH%:iin. Sisäilmaan sisältyi ylimääräistä kosteutta, jolloin betonin kosteus kasvoi mm diffuusion vaikutuksesta. Mittaus lopetettiin 1.9.2008, jolloin suhteellinen kosteus 48 mm:n syvyydeltä oli 86,2 RH% ja 20 mm:n syvyydellä 74,5 RH%. Lattian valamiesta oli kulunut aikaa 28 viikkoa. Lattian pinnoitettavuudelle asetettuja vaatimuksia ei ollut täytetty viimeiseen mittaukseen mennessä 48mm:n syvyydellä.

| Mittaus vko/pvm | Mittaus nro | V-kerros | |
|--------------------|----------------|----------|------|
| | | 48mm | 20mm |
| 19/5.5.2008 | 1 | | |
| 20/12.5.2008 | 2 | | |
| 22/26.5.2008 | 3 | 93 | 86 |
| 25/16.6.2008 | 4 | 88 | 82 |
| 27/30.6.2008 | 5 | 90 | 80 |
| 29/14.7.2008 | 6 | 87 | 81 |
| 30/25.7.2008 | 7 | 88 | 77 |
| 34/18.8.2008 | 8 | 88 | 73 |
| 36/1.9.2008 | 9 | 86 | 75 |



7 KOKEMUSPERÄISET HUOMIOT KUIVUMISESTA

Rakennustyömaalla voidaan betonin kuivumista nopeuttaa huolellisella jälkityöllä, jota jatketaan betonin pinnoittamiseen saakka. Valun jälkeen ei betonia saa peittää hyvin pitkäksi aikaa tiiviillä kalvolla, joka estää betonissa olevan veden poistumisen. Jos kalvoa käytetään on se poistettava viimeistään kolmen vuorokauden kuluttua valamisesta. Tällöin saadaan betonin hydrataation aiheuttama lämpö vielä hyödyksi.

Betonilaatan muodostuva sementtiliima on poistettava hiomalla tai jyrsimällä, jolloin betonissa oleva kosteus pääsee haihtumaan huoneilmaan. Jyrsimällä suoritettussa sementtiliiman poistossa betonilaatan vettä haihduttava pinta-ala kasvaa, joka jouduttaa betonin kuivumista. Jos betonilaattaa ei ole välttämätöntä teräshiertää, on toimenpide jätettävä pois. Teräshieronta nostaa betoniliiman laatan pintaan ja tekee siitä kalvon, jonka läpi betonin kuivuminen hidastuu. Parempi vaihtoehto on puuhieronta tai itsestään tasoittuva betoni. Niissä ei muodostu niin suurta sementtiliimakalvoa betonilaatan pintaan.

Betonilaatan pinnan pölyttömänä pitäminen jouduttaa betonin kuivumista. Huokosiin ja betonilaatan pinnalle sitoutunut pöly estävät ilmavirtaukset betonilaatan pinnalla ja vaikeuttavat kuivumista. Lattioille ei saa varastoida mitään tavaraa, joka estäisi kosteuden haihtumisen betonilaatasta.

Betonin vesisementtisuhteella voidaan vaikuttaa betonin kuivumiseen merkittävästi. Nopeasti pinnoitettavilla betonimassoilla päästään hyvissä olosuhteissa puolta nopeampiin kuivumisaikatauluihin. Pitää kuitenkin huomioida, että nopeasti pinnoitettavat betonimassatkin tarvitsevat huolellisen jälkihoidon, että sillä saatava hyöty saavutetaan.

Rakennustyömaan oikealla lämmittämällä ja kosteudenhallinnalla voidaan vaikuttaa betonin nopeaan kuivumiseen. Sisäilmaa on kuivatettava ja lämmitettävä siten, että betonin suhteellinen kosteus ei missään tapauksessa pääse laskemaan huoneilmaa matalammalle tasolle. Koska korvaava ilma tuodaan yleensä ulkoa, voi se tuottaa lisäkosteutta rakennuksen sisäilmaan. Vanha konsti, että taloa pitää tuulettaa läpivedolla, ei pidä näin ollen paikkaansa.

Jos betoni pääsee kastumaan rakennustyön aikana ulkopuolisesta vedestä, sen poisto betonin huokosrakenteista vaatii erityistoimenpiteitä. Kastuttuaan betonia on vaikea saada kuivumaan pinnoitettavaan kuntoon.

8 YHTEENVETO

Tämän insinööriyön tavoitteena oli laatia seuranta-asiakirjamalli, jolla pystyttäisiin seuraamaan kosteuden kehittymistä betonirakenteissa ja arvioimaan lattian päällystettävyyden ajankohta.

Tutkimuskohteena oli YIT-Rakennus OY:n rakentama paikalla tehty kerrostalo. Runkorakenteena oli betoni. Kosteusmittauskohteena oli neljä teräsbetonilaattaa viidessä kerroksessa. Alimmassa kerroksessa oli maanvarainen teräsbetonilaatta. Mittausten tarkoituksena oli tehdä Taloapteekkarille työkalu, jossa uuden rakennettavan kohteen mittaustuloksia, olisi voitu verrata tutkimuksessa saatuihin tuloksiin. Saatuja arvoja vertaamalla mittaustuloksiin, olisi pystytty arvioimaan aika, jolloin lattiat olisivat pinnoitekelpoisia.

Mitattavien betonirakenteiden kuivuminen oli vaihtelevaa ja rakenteet kuivuivat valamisesta 28...32 viikkoa, ennen kuin pinnoitekelpoisuus saatiin varmistettua. Lämmitysjakson alkamisesta pinnoitekelpoisuuden toteamiseen meni 18...24 viikkoa. Kuivuminen hidastui selvästi keväällä ja kesällä, ulkoilman suhteellisen kosteuden ollessa yli 85RH%. Sisäilman kosteus kasvoi voimakkaasti 60 RH%:iin lämmityskaudella, seinien tasoitetöiden yhteydessä. Sisäilmaan muodostunut kosteus oli syynä betonirakenteiden kosteusmuutoksiin.

Sisäilman suhteellisen kosteuden (RH%) ollessa korkealla on huoneilmaa saatava kuivemmaksi. Ilmankuivaajan käyttö on tehokas ja varma keino alentaa kosteutta, mutta se vaatisi myös korvaavan ilman kuivattamisen. Jos korvaava ilma tuodaan ulkoa kuivaajalle, kuivatetaan ulkoilmaa ja kuivaimen teho sisällä jää huonoksi.

Tutkimuksessa havaittiin, että suhteellisen kosteuden kuivumisen kehittyminen ei ole suoraviivaista. Tuloksista tehtyä pylväsdiagrammia voi varauksin käyttää apuna arvioitaessa suhteellista kosteuden kehittymistä muulla vastaavanlaisella rakennuksella. Koska jokainen rakennus on oma yksilönsä aikatauluineen, materiaaleineen, tekotapoineen liitettynä vuodenaikoihin ja sääilmiöihin, ei Taloapteekkarille syntynyt kosteusmittaustyön apuvälinettä kosteuden hallinnan ja pinnoitusajankohan toteamista varten.

Lähteet

1. Asumisterveysohje. Asuntojen ja muiden oleskelutilojen fysikaaliset, kemialliset ja mikrobiologiset tekijät. (Valtuutussäännös: Terveysturvallisuuslaki (763/94) 32§. Voimassa 1.5.2003-toistaiseksi.) Helsinki, Sosiaali- ja terveysministeriö. 2003
2. Asumisterveysopas. Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeensoveltamisopas. Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003:1. 2005
3. Betonin suhteellisen kosteuden mittaaminen, RT 14-10984 ohjeet helmikuu 2010 korvaa RT 14-10675, Rakennustietosäätiö 2010.
4. Betonilattiarakenteiden kosteusdenhallinta ja päällystäminen. Suomen Betonitieto Oy. Lattian- ja seinäpäällysteliitto ry. 2007
5. Björkholz, D. Lämpö ja kosteus, rakennusfysiikka. Rakennustieto. Helsinki. 1997
6. Vaisala Oyj, Tekniset tiedot, HMP44-mittapää, HMI41-näyttölaite. 2000

TEKNISEET TIEDOT

HMP44-MITTAPÄÄ

SUHTEELLINEN KOSTEUS

| | |
|--|---------------|
| Mittausalue | 0...100 %RH |
| Tarkkuus | |
| 0...90 %RH | ±2 %RH |
| 90...100 %RH | ±3 %RH |
| Tyypillinen pitkänajan stabiilius ilmassa | < 1 %RH/vuosi |
| Vasteaika (90%)+20 °C:ssa liikkumattomassa ilmassa | 15 s |
| Kosteusanturi | HUMICAP® 180 |

LÄMPÖTILA

| | |
|---------------------|--------------------------------|
| Mittausalue | -20...+60 °C |
| Tarkkuus +20 °C:ssa | ±0.4 °C |
| Lämpötila-anturi | Pt 1000 IEC 751 1/3 Class B |

YLEISTÄ

| | |
|-----------------------------------|--------------------------|
| Elektronikan käyttölämpötila-alue | -40...+60 °C |
| Mittapään halkaisija | 12 mm |
| Mittapään pituus | 69 mm |
| Kaapelin pituus | 300 mm |
| Anturin suojaus | kalvosuodin 17039HM |
| Porareian halkaisija | 16 mm |
| Mittaussyvyys | min. 30 mm max. 90 mm |

HMI41-NÄYTTÖLAITE

| | |
|--|--|
| Näyttölaitteen aiheuttama enimmäisvirhe +20 °C:ssa | |
| kosteus | ±0.1 %RH |
| lämpötila | ±0.1 °C |
| Mittaustulosten tallentaminen | |
| Laskennalliset suureet | kastepistelämpötila, absoluuttinen kosteus, märkälämpötila, sekoitussuhde |
| Erottelukyky | 0.1 %RH; 0.1 °C |
| Tehonlähde | 4 paristoa, tyyppi IEC LR 6 |
| Paristojen käyttöaika (alkaliparistoille) | 72 h jatkuvassa käytössä |
| Käyttölämpötila-alue | -20...+60 °C |
| Käyttökoestusalue | 0...100 %RH kasteeton |
| Varastointilämpötila-alue | -40...+70 °C |
| Näyttö | kahden rivin nestekidenäyttö |
| Kotelon materiaali | ABS muovi |
| Kotelon luokitus | IP 53 (liittimet suojattuina) |
| Paino (sis. paristot) | 300 g |

Muita HMI41-näyttölaitteen kanssa rakennekosteuden mittaamiseen käytettäviä mittapäitä:

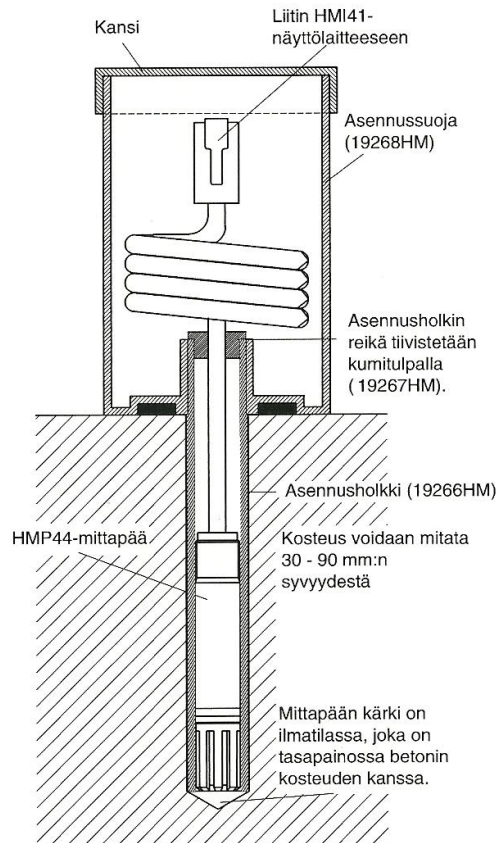
| | |
|--------|--------------------------------------|
| HMP42 | 235 mm mittapä, halkaisija 4 mm |
| HMP44L | kuin HMP44, mutta 2700 mm kaapelilla |
| HMP46 | 320 mm mittapä, halkaisija 12 mm |

Täyttää EMC-standardit EN50081-1 ja EN50082-2.

HUMICAP® on Vaisalan rekisteröimä tuotemerkki. Oikeus muutoksiin ilman erillistä ilmoitusta pidätetään.
© Vaisala Oyj



Asennusesimerkki



| Mittaus vko | Mittaus nro | II-kerros | | III-kerros | | IV-kerros | | V-kerros | |
|-------------|-------------|-----------|------|------------|------|-----------|------|----------|------|
| | | 48mm | 20mm | 48mm | 20mm | 48mm | 20mm | 48mm | 20mm |
| 19 | 1 | 92 | 91 | 93 | 98 | | | | |
| 20 | 2 | 89 | 84 | 97 | 94 | | | | |
| 22 | 3 | 90 | 77 | 94 | 89 | 91 | 78 | 93 | 86 |
| 25 | 4 | 87 | 82 | 87 | 81 | 92 | 83 | 88 | 82 |
| 27 | 5 | 85 | 80 | 90 | 79 | 92 | 83 | 90 | 80 |
| 29 | 6 | 81 | 75 | 88 | 83 | 88 | 87 | 87 | 81 |
| 30 | 7 | | | 89 | 83 | 90 | 91 | 88 | 77 |
| 34 | 8 | | | 88 | 79 | 88 | 81 | 88 | 73 |
| 36 | 9 | | | 85 | 72 | 85 | 75 | 86 | 75 |

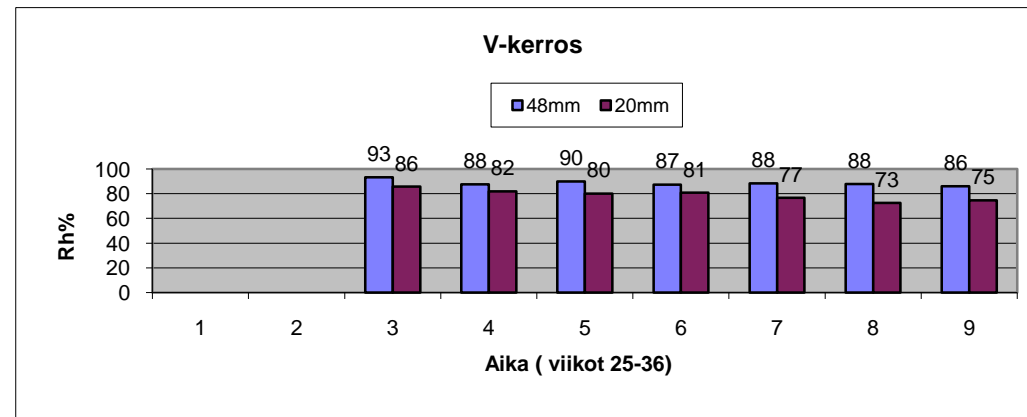
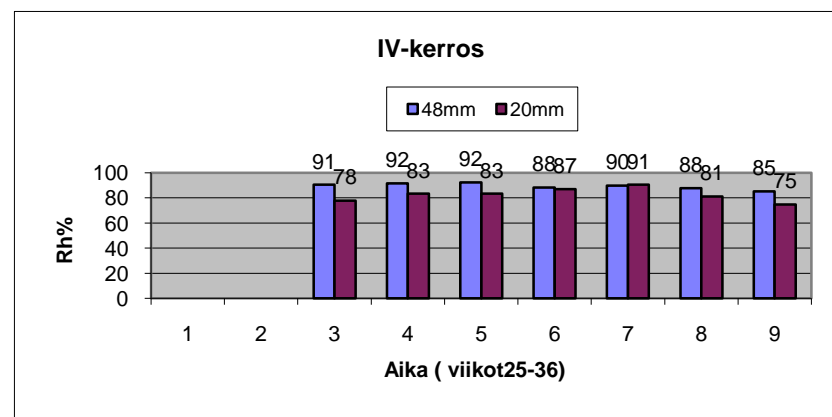
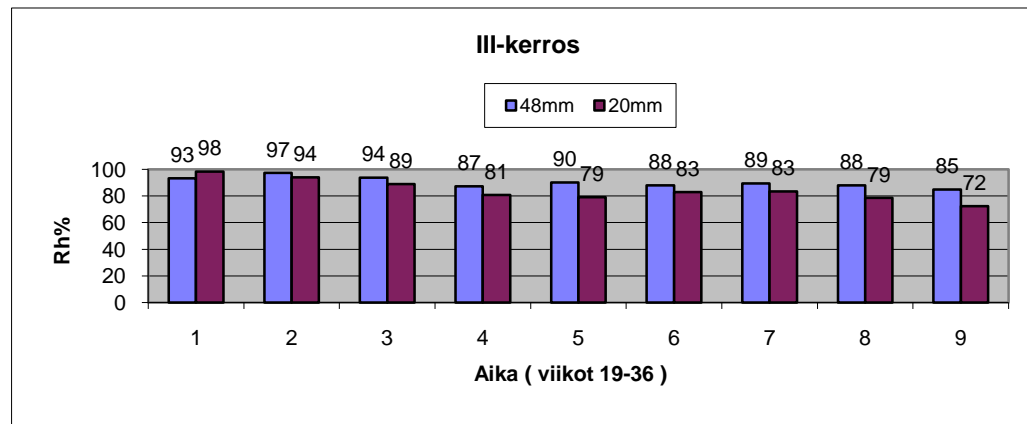
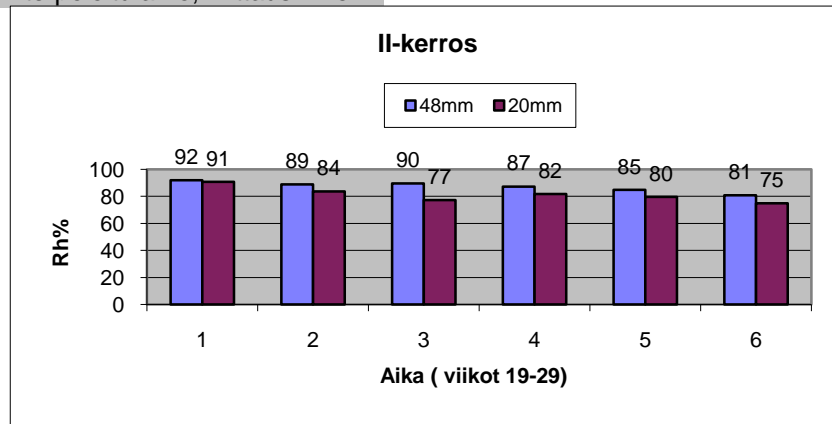
Yhteenveto suhteellisen kosteuden mittauksista
Kohde:

Kohteen kuvaus Uudisrakennus, kerrostalo
 Rakenne Teräsbetonilaatta 240 mm

Mittari: Vaisala HMI41
 Kalibrointi Tammikuu 2008
 Mittausmenetelmä Porausreiät
 Mittapää Vaisala HMP44-mittäpää

_____ / __ 200 Pärnänen Ari

Interpoloitu arvo, mittausvirhe





Rakenteen suhteellisen kosteuden mittaus

Kohde:

Mittari: Vaisala HMI41

Kabrointi: Tammikuu 2008

Mittausmenetelmä: Porausreiät

Kohteen kuvaus: Uudisrakennus, kerrostalo

Rakenne: Teräsbetoni-laatta 240 mm

Suoritti: Pärnänen Ari

Betoni-laatu: # 25,K40; vβ2...3

Valuajankohta:

Salmenranta 4, 71160 Riistavesi

Puhelin. 040 5044 988

| Mitt. piste nro. | Syv. [mm] | Ensimmäinen mittaus | | | Anturi nro | Sisä ilman Rh% | Sisä ilman [°C] | Kerros | Mittauspisteen sijainti |
|------------------|-----------|---------------------|-----------|------------|------------|----------------|-----------------|--------|--|
| | | lt. [°C] | kost. [%] | keski arvo | | | | | |
| 1 | 48 | 17,6 | 91,5 | | 3 | 55 | 16 | II | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 2 | 48 | 17,5 | 92,4 | 92,0 | 6 | 55 | 16 | II | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 3 | 20 | 17,2 | 90,6 | | 5 | 55 | 16 | II | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 4 | 48 | 18,3 | 93,1 | | 2 | 55 | 16 | III | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 5 | 48 | 18,6 | 93,5 | 93,3 | 4 | 55 | 16 | III | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 6 | 20 | 18,7 | 98,2 | | 7 | 55 | 16 | III | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 7 | | | | | | | | IV | Ei mitattu kuivumisen tässä vaiheessa. |
| 8 | | | | | | | | IV | Ei mitattu kuivumisen tässä vaiheessa. |
| 9 | | | | | | | | IV | Ei mitattu kuivumisen tässä vaiheessa. |
| 10 | | | | | | | | V | Ei mitattu kuivumisen tässä vaiheessa. |
| 11 | | | | | | | | V | Ei mitattu kuivumisen tässä vaiheessa. |
| 12 | | | | | | | | V | Ei mitattu kuivumisen tässä vaiheessa. |

| | | |
|---------------------------------|------|---------------|
| Poraus suoritettiin | 2.5. | 7:00...8:00 |
| Mittauspääät asennettiin | 5.5. | 7:00...8:00 |
| Mittaus suoritettiin | 5.5. | 14:00...14:30 |

Riistavedellä ___ / ___ 2008

Pärnänen Ari

Muut havainnot

Rakenteen suhteellisen kosteuden mittaus

Kohde:

Mittari: Vaisala HMI41

Kabrointi: Tammikuu 2008

Mittausmenetelmä: Porausreiät

Kohteen kuvaus: Uudisrakennus, kerrostalo

Rakenne: Teräsbetoni-laatta 240 mm

Suoritti: Pärnänen Ari

Betonilaatu: # 25,K40; vβ2...3

Valuajankohta:

Salmenranta 4, 71160 Riistavesi

Puhelin. 040 5044 988

| Mitt. piste nro. | Syv. [mm] | Toinen mittaus | | | Anturi nro | Sisä ilman Rh% | Sisä ilman [°C] | Kerros | Mittauspisteen sijainti |
|------------------|-----------|----------------|-----------|------------|------------|----------------|-----------------|--------|---------------------------------------|
| | | lt. [°C] | kost. [%] | keski arvo | | | | | |
| 1 | 48 | 23,2 | 90,2 | | 4 | | | II | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 2 | 48 | 23,1 | 87,5 | 88,9 | 7 | | | II | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 3 | 20 | 22,8 | 83,5 | | 2 | | | II | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 4 | 48 | 22,6 | 96,1 | | 6 | | | III | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 5 | 48 | 22,5 | 98,3 | 97,2 | 5 | | | III | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 6 | 20 | 22,5 | 93,9 | | | | | III | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 7 | | | | | | | | IV | Ei mitattu tässä vaiheessa. |
| 8 | | | | | | | | IV | Ei mitattu tässä vaiheessa. |
| 9 | | | | | | | | IV | Ei mitattu tässä vaiheessa. |
| 10 | | | | | | | | V | Ei mitattu tässä vaiheessa. |
| 11 | | | | | | | | V | Ei mitattu tässä vaiheessa. |
| 12 | | | | | | | | V | Ei mitattu tässä vaiheessa. |

| | | |
|--------------------------------|-------|---------------|
| Poraus suoritettiin | 9.5. | 7:00...8:00 |
| Mittauspäät asennettiin | 12.5. | 7:00...8:00 |
| Mittaus suoritettiin | 12.5. | 15:00...15:30 |

Riistavedellä ___ / ___ 2008

 Pärnänen Ari

Muut havainnot

Rakenteen suhteellisen kosteuden mittaus

Kohde:

Mittari: Vaisala HMI41

Kabrointi: Tammikuu 2008

Mittausmenetelmä: Porausreiät

Kohteen kuvaus: Uudisrakennus, kerrostalo

Rakenne: Teräsbetoni-laatta 240 mm

Suoritti: Pärnänen Ari

Betoni-laatu: # 25,K40; vβ2...3

Valuajankohta:

Salmenranta 4, 71160 Riistavesi

Puhelin. 040 5044 988

| Mitt. piste nro. | Syv. [mm] | Kolmas mittaus | | | Anturi nro | Sisä ilman Rh% | Sisä ilman [°C] | Kerros | Mittauspisteen sijainti |
|------------------|-----------|----------------|-----------|------------|------------|----------------|-----------------|--------|---------------------------------------|
| | | lt. [°C] | kost. [%] | keski arvo | | | | | |
| 1 | 48 | 27,1 | 89,9 | | 4 | 30 | 27 | II | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 2 | 48 | 27,3 | 89,1 | 89,5 | 3 | 30 | 27 | II | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 3 | 20 | 26,8 | 77,2 | | 2 | 30 | 27 | II | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 4 | 48 | 27,4 | 92,5 | | 7 | 30 | 27 | III | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 5 | 48 | 27,1 | 94,8 | 93,7 | 6 | 30 | 27 | III | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 6 | 20 | 26,4 | 88,8 | | 5 | 30 | 27 | III | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 7 | 48 | 21,1 | 90,8 | | 5 | 30 | 27 | IV | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 8 | 48 | 21,2 | 90,3 | 90,6 | 3 | 30 | 27 | IV | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 9 | 20 | 21,1 | 77,9 | | 6 | 30 | 27 | IV | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 10 | 48 | 25,5 | 92,2 | | 2 | 30 | 27 | V | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 11 | 48 | 25,8 | 94,3 | 93,3 | 4 | 30 | 27 | V | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 12 | 20 | 25,7 | 85,7 | | 7 | 30 | 27 | V | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |

| | | |
|--|-------|---------------|
| Poraus suoritettiin | 23.5. | 7:00...8:00 |
| Mittauspäät asen. II ja III krs | 26.5. | 7:00...8:00 |
| Mittaus II ja III krs. | 26.5. | 14:00...14:30 |
| Mittauspäät asen. IV ja V krs | 26.5. | 14:00...14:30 |
| Mittaus suoritettiin | 26.5. | 15:30...16:00 |

Riistavedellä ___ / ___ 2008

Pärnänen Ari

Muut havainnot

Betonin lämpötila on yli sallitun mittauslämpötilan (alle 25 °)

Rakenteen suhteellisen kosteuden mittaus

Kohde:

Mittari: Vaisala HMI41

Kabrointi: Tammikuu 2008

Mittausmenetelmä: Porausreiät

Kohteen kuvaus: Uudisrakennus, kerrostalo

Rakenne: Teräsbetoni-laatta 240 mm

Suoritti: Pärnänen Ari

Betonilaatu: # 25,K40; vβ2...3

Valuajankohta:

Salmenranta 4, 71160 Riistavesi

Puhelin. 040 5044 988

| Mitt. piste nro. | Syv. [mm] | Neljäs mittaus | | | Anturi nro | Sisä ilman Rh% | Sisä ilman [°C] | Kerros | Mittauspisteen sijainti |
|------------------|-----------|----------------|-----------|------------|------------|----------------|-----------------|--------|---------------------------------------|
| | | lt. [°C] | kost. [%] | keski arvo | | | | | |
| 1 | | | | | | 55 | 25 | II | Ei mitattu tässä vaiheessa. |
| 2 | | | | | | 55 | 25 | II | Ei mitattu tässä vaiheessa. |
| 3 | | | | | | 55 | 25 | II | Ei mitattu tässä vaiheessa. |
| 4 | 48 | 25,2 | 86,2 | | 7 | 55 | 25 | III | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 5 | 48 | 25,3 | 88 | 87,1 | 3 | 55 | 25 | III | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 6 | 20 | 25,3 | 80,6 | | 6 | 55 | 25 | III | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 7 | 48 | 25,3 | 91,6 | | 2 | 55 | 25 | IV | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 8 | 48 | | | 91,6 | | 55 | 25 | IV | Mittaus epäonnistui |
| 9 | 20 | 25,5 | 83,3 | | | 55 | 25 | IV | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 10 | 48 | 24,4 | 87 | | 6 | 55 | 25 | V | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 11 | 48 | 24,5 | 88 | 87,5 | 3 | 55 | 25 | V | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 12 | 20 | 24,4 | 81,9 | | 7 | 55 | 25 | V | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |

| | | |
|---|-------|---------------|
| Poraus suoritettiin | 13.6. | 7:00...8:00 |
| Mittauspäät asen. III ja IV krs. | 13.6. | 7:00...8:00 |
| Mittaus III ja IV krs. | 16.6. | 7:00...8:00 |
| Mittauspäät asen. V krs. | 16.6. | 7:00...8:00 |
| Mittaus V krs. | 16.6. | 14:00...14:30 |

Muut havainnot

Tasoitetyöt käynnissä II krs.

Riistavedellä ___ / ___ 2008

Pärnänen Ari

Rakenteen suhteellisen kosteuden mittaus

Kohde:

Mittari: Vaisala HMI41

Kabrointi: Tammikuu 2008

Mittausmenetelmä: Porausreiät

Kohteen kuvaus: Uudisrakennus, kerrostalo

Rakenne: Teräsbetoni-laatta 240 mm

Suoritti: Pärnänen Ari

Betonilaatu: # 25,K40; vβ2...3

Valuajankohta:

Salmenranta 4, 71160 Riistavesi

Puhelin. 040 5044 988

| Mitt. piste nro. | Syv. [mm] | Viides mittaus | | | Anturi nro | Sisä ilman Rh% | Sisä ilman [°C] | Kerros | Mittauspisteen sijainti |
|------------------|-----------|----------------|-----------|------------|------------|----------------|-----------------|--------|---------------------------------------|
| | | lt. [°C] | kost. [%] | keski arvo | | | | | |
| 1 | 48 | 23,8 | 86,2 | | 6 | 50 | 25 | II | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 2 | 48 | 23,8 | 83,5 | 84,9 | 7 | 50 | 25 | II | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 3 | 20 | 23,5 | 79,7 | | 2 | 50 | 25 | II | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 4 | 48 | 27,1 | 89,8 | | 4 | 50 | 25 | III | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 5 | 48 | 27 | 90,2 | 90,0 | 5 | 50 | 25 | III | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 6 | 20 | 27 | 79,1 | | 3 | 50 | 25 | III | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 7 | 48 | 27,2 | 93,8 | | 5 | 50 | 25 | IV | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 8 | 48 | 26,9 | 91,1 | 92,5 | 2 | 50 | 25 | IV | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 9 | 20 | 27,2 | 83,3 | | 7 | 50 | 25 | IV | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 10 | 48 | 23,8 | 91,4 | | 4 | 50 | 25 | V | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 11 | 48 | 23,8 | 88,5 | 90,0 | 6 | 50 | 25 | V | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 12 | 20 | 23,8 | 80,1 | | 3 | 50 | 25 | V | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |

Poraus suoritettiin

27.6. 6:00...7:00

Mittauspäät asen.IV ja V krs

27.6. 7:00...8:00

Mittaus IV ja V krs

30.6. 7:00...8:00

Mittauspäät asen.II ja III krs

30.6. 7:00...8:00

Mittaus II ja III krs

1.7. 7:00... 8:00

Muut havainnot

Riistavedellä ___ / ___ 2008

Pärnänen Ari

Rakenteen suhteellisen kosteuden mittaus

Kohde:

Mittari: Vaisala HMI41

Kabrointi: Tammikuu 2008

Mittausmenetelmä: Porausreiät

Kohteen kuvaus: Uudisrakennus, kerrostalo

Rakenne: Teräsbetoni-laatta 240 mm

Suoritti: Pärnänen Ari

Betonilaatu: # 25,K40; vβ2...3

Valuajankohta:

Salmenranta 4, 71160 Riistavesi

Puhelin. 040 5044 988

| Mitt. piste nro. | Syv. [mm] | Kuudes mittaus | | | Anturi nro | Sisä ilman Rh% | Sisä ilman [°C] | Kerros | Mittauspisteen sijainti |
|------------------|-----------|----------------|-----------|------------|------------|----------------|-----------------|--------|---------------------------------------|
| | | lt. [°C] | kost. [%] | keski arvo | | | | | |
| 1 | 48 | 21,9 | 81,2 | | 3 | 60 | 23 | II | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 2 | 48 | 21,9 | 80,5 | 80,9 | 5 | 60 | 23 | II | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 3 | 20 | 22 | 74,8 | | 7 | 60 | 23 | II | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 4 | 48 | 22,6 | 88,1 | | 4 | 60 | 23 | III | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 5 | 48 | 22,7 | 87,8 | 88,0 | 6 | 60 | 23 | III | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 6 | 20 | 22,4 | 82,8 | | 2 | 60 | 23 | III | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 7 | 48 | 22,5 | 87,7 | | 5 | 60 | 23 | IV | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 8 | 48 | 22,3 | 88,8 | 88,3 | 2 | 60 | 23 | IV | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 9 | 20 | 22,6 | 93,4 | | 4 | 60 | 23 | IV | Virheellinen mittaustulos |
| 10 | 48 | 22,2 | 88,4 | | 3 | 60 | 23 | V | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 11 | 48 | 22 | 86,5 | 87,5 | 7 | 60 | 23 | V | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 12 | 20 | 22 | 80,8 | | 6 | 60 | 23 | V | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |

| | |
|---------------------------------------|---------------------|
| Poraus suoritettiin | 11.7. 7:00...8:00 |
| Mittauspäät asen.II ja III krs | 11.7. 7:00...8:00 |
| Mittaus II ja III krs | 14.7. 7:00...8:00 |
| Mittauspäät asen.II ja III krs | 14.7. 7:00...8:00 |
| Mittaus II ja III krs | 14.7. 10:00...10:30 |

Muut havainnot

Riistavedellä ___ / ___ 2008

 Pärnänen Ari



Rakenteen suhteellisen kosteuden mittaus

Kohde:

Mittari: Vaisala HMI41

Kabrointi: Tammikuu 2008

Mittausmenetelmä: Porausreiät

Kohteen kuvaus: Uudisrakennus, kerrostalo

Rakenne: Teräsbetoni-laatta 240 mm

Suoritti: Pärnänen Ari

Betonilaatu: # 25,K40; vβ2...3

Valuajankohta:

Salmenranta 4, 71160 Riistavesi

Puhelin. 040 5044 988

| Mitt. piste nro. | Syv. [mm] | Kuudes mittaus | | | Anturi nro | Sisä ilman Rh% | Sisä ilman [°C] | Kerros | Mittauspisteen sijainti |
|------------------|-----------|----------------|-----------|------------|------------|----------------|-----------------|--------|---------------------------------------|
| | | lt. [°C] | kost. [%] | keski arvo | | | | | |
| 1 | | | | | | | | II | |
| 2 | | | | | | | | II | |
| 3 | | | | | | | | II | |
| 4 | 48 | 23 | 89,6 | | 4 | 60 | 23 | III | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 5 | 48 | 23 | 89 | 89,3 | 3 | 60 | 23 | III | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 6 | 20 | 22,8 | 83,3 | | 5 | 60 | 23 | III | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 7 | 48 | 23,3 | 89 | | 3 | 60 | 23 | IV | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 8 | 48 | 23,4 | 90,6 | 89,8 | 5 | 60 | 23 | IV | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 9 | 20 | 23,4 | 90,6 | | 4 | 60 | 23 | IV | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 10 | 48 | 21,5 | 87,7 | | 6 | 60 | 23 | V | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 11 | 48 | 21,5 | 88,8 | 88,3 | 2 | 60 | 23 | V | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 12 | 20 | | | | | 60 | 23 | V | Mittaus epäonnistui |

| | |
|---------------------------------------|---------------------|
| Poraus suoritettiin | 22.7. 7:00...8:00 |
| Mittauspäät asen.III krs | 22.7. 7:00...8:00 |
| Mittaus II ja III krs | 25.7. 7:00...8:00 |
| Mittauspäät asen.II ja III krs | 25.7. 7:00...8:00 |
| Mittaus II ja III krs | 25.7. 10:00...10:30 |

Muut havainnot

Riistavedellä ___ / ___ 2008

Pärnänen Ari

Rakenteen suhteellisen kosteuden mittaus

Kohde:

Mittari: Vaisala HMI41

Kabrointi: Tammikuu 2008

Mittausmenetelmä: Porausreiät

Kohteen kuvaus: Uudisrakennus, kerrostalo

Rakenne: Teräsbetoni-laatta 240 mm

Suoritti: Pärnänen Ari

Betonilaatu: # 25,K40; vβ2...3

Valuajankohta:

Salmenranta 4, 71160 Riistavesi

Puhelin. 040 5044 988

| Mitt. piste nro. | Syv. [mm] | Kuudes mittaus | | | Anturi nro | Sisä ilman Rh% | Sisä ilman [°C] | Kerros | Mittauspisteen sijainti |
|------------------|-----------|----------------|-----------|------------|------------|----------------|-----------------|--------|---------------------------------------|
| | | lt. [°C] | kost. [%] | keski arvo | | | | | |
| 1 | | | | | | | | II | |
| 2 | | | | | | | | II | |
| 3 | | | | | | | | II | |
| 4 | 48 | 23,7 | 88,4 | | 5 | 50 | 24 | III | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 5 | 48 | 23,6 | 87,3 | 87,9 | 7 | 50 | 24 | III | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 6 | 20 | 23,4 | 78,5 | | 2 | 50 | 24 | III | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 7 | 48 | 23,8 | 87,6 | | 2 | 50 | 24 | IV | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 8 | 48 | 24 | 88,1 | 87,9 | 7 | 50 | 24 | IV | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 9 | 20 | 24,1 | 81,2 | | 5 | 50 | 24 | IV | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 10 | 48 | 22,9 | 88,1 | | 4 | 50 | 24 | V | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 11 | 48 | 22,9 | 87,5 | 87,8 | 6 | 50 | 24 | V | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 12 | 20 | 23 | 72,6 | | | 50 | 24 | V | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |

| | | |
|--------------------------------------|-------|---------------|
| Poraus suoritettiin | 15.8. | 7:00...8:00 |
| Mittauspäät asen.IV ja V krs. | 15.8. | 7:00...8:00 |
| Mittaus IV ja V krs | 18.8. | 7:00...8:00 |
| Mittauspäät asen.III krs | 18.8. | 7:00...8:00 |
| Mittaus III krs | 18.8. | 15:00...15:30 |

Muut havainnot

Riistavedellä ___ / ___ 2008

 Pärnänen Ari

Rakenteen suhteellisen kosteuden mittaus

Kohde:

Mittari: Vaisala HMI41

Kabrointi: Tammikuu 2008

Mittausmenetelmä: Porausreiät

Kohteen kuvaus: Uudisrakennus, kerrostalo

Rakenne: Teräsbetoni-laatta 240 mm

Suoritti: Pärnänen Ari

Betonilaatu: # 25,K40; vβ2...3

Valuajankohta: heinäkuu

Salmenranta 4, 71160 Riistavesi

Puhelin. 040 5044 988

| Mitt. piste nro. | Syv. [mm] | Kuudes mittaus | | | Anturi nro | Sisä ilman Rh% | Sisä ilman [°C] | Kerros | Mittauspisteen sijainti |
|------------------|-----------|----------------|-----------|------------|------------|----------------|-----------------|--------|---------------------------------------|
| | | lt. [°C] | kost. [%] | keski arvo | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | |
| 4 | 48 | 24,1 | 84,6 | | 2 | 44 | 26 | III | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 5 | 48 | 24,3 | 84,8 | 84,7 | 4 | 44 | 26 | III | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 6 | 20 | 24,6 | 72,2 | | 7 | 44 | 26 | III | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 7 | 48 | 25,2 | 85,3 | | 6 | 44 | 26 | IV | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 8 | 48 | 24,8 | 85,1 | 85,2 | 3 | 44 | 26 | IV | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 9 | 20 | 21,2 | 74,7 | | 4 | 44 | 26 | IV | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 10 | 48 | 21,1 | 86,5 | | 5 | 44 | 26 | V | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 11 | 48 | 21 | 85,8 | 86,2 | 7 | 44 | 26 | V | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |
| 12 | 20 | 21,2 | 74,5 | | 2 | 44 | 26 | V | Makuuhuone 500 mm kantavasta seinästä |

| | | |
|-------------------------------------|-------|---------------|
| Poraus suoritettiin | 29.8. | 7:00...8:00 |
| Mittauspäät asen.IV ja V krs | 29.8. | 7:00...8:00 |
| Mittaus IV ja V krs | 1.9. | 7:00...8:00 |
| Mittauspäät asen. III krs | 1.9. | 7:00...8:00 |
| Mittaus III krs | 1.9. | 10:00...10:30 |

Muut havainnot

Riistavedellä ___ / ___ 2008

Pärnänen Ari

Mittaukset päätettiin 1.9.2008

