

Sami Rantala

TYÖMAA-AIKAINEN BETONIN KOSTEUDENSEURANTA

Rakennustekniikan koulutusohjelma

2017

TYÖMAA-AIKAINEN BETONIN KOSTEUDENSEURANTA

Rantala, Sami
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2017
Sivumäärä: 22
Liitteitä: 8

Asiasanat: betoni, korjausrakentaminen, kosteus.

Opinnäytetyössä tutkittiin ja seurattiin betonin työmaa-aikaista kosteutta. Opinnäytetyön tilaajana toimi Porin kaupunki ja kohde on 1950-luvulla valmistuneen päiväkotirakennuksen peruskorjaus. Päiväkodin kellari- ja 1.kerroksessa jouduttiin valamaan uudet betonilaatat. Betonin kosteudenseurantaa tehtiin, että oltaisiin varmoja pinnoitukseen sopivasta kosteudesta betonilaatassa.

Kosteudenseuranta aloitettiin vuoden 2017 tammikuussa ja sitä jatkettiin toukokuun loppuun asti. Opinnäytetyössä tutkittiin vaihtoehtoisia betoninkosteusmittaustapoja. Tutkimuksen perusteella kosteusmittausjärjestelmän tulokset olivat hyvin lähellä vertaavia mittaustuloksia, jotka suoritettiin perinteisimmillä mittausten menetelmillä. Järjestelmällä joka oli käytössä työmaa-aikaisessa kosteudenseurannassa, voidaan seurata kosteuksia myös rakennuksen käytönaikana. Järjestelmän antureiden viikoittainen lukeminen antoi mahdollisuuden reagoida rakenteiden hitaaseen kuivumiseen.

CONCRETE MOISTURE MONITORING DURING CONSTRUCTION SITE

Rantala, Sami
Satakunta University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Engineering
May 2017
Number of pages: 22
Appendices: 8

Keywords: Concrete, renovation, moisture.

This thesis is researching and following dampness of the concrete in the worksite. The principal of the thesis is Pori City and the project is a complete renovation of a day care center, which is constructed in 1950's. In the basement and in 1th floor needed to be molded new concrete slabs. Concrete had to be measured with moisture meter to be sure about its right humidity.

Monitoring the humidity of the concrete started in January 2017 and continued until May 2017. Thesis is researching optional ways of metering concretes humidity. Based on the results of counting concretes humidity, the results were very near to the results of the traditional ways of measuring. System that was in use in the measuring of concretes humidity in the worksite can also be used when the building is already in the use. Reading the sensors of the system weekly gave an opportunity to react to slow drying of buildings structures.

SISÄLLYS

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | JOHDANTO..... | 5 |
| 2 | RAKENNUSAIKAINEN KOSTEUS..... | 6 |
| 2.1 | Rakentamiselle asetettavat vaatimukset..... | 6 |
| 2.2 | Rakentamisvaiheen kosteuden hallinta..... | 6 |
| 2.3 | Betonin kuivuminen..... | 8 |
| 2.4 | Betonirakenteiden kosteuden mittaaminen..... | 9 |
| 2.4.1 | Porareikämittaus..... | 9 |
| 2.4.2 | Näytepalamittaus..... | 10 |
| 3 | KOSTEUDEN SEURANTA..... | 10 |
| 3.1 | Yleisesittely..... | 10 |
| 3.1.1 | Päiväkodin rakenteet..... | 11 |
| 3.1.2 | Sääsuojaus..... | 13 |
| 3.2 | Huonekosteuden ja lämpötilan seuranta..... | 15 |
| 3.3 | Relia Wiiste..... | 16 |
| 3.3.1 | Mittaustarkkuus..... | 19 |
| 3.4 | Mittausten vertailua..... | 19 |
| 3.5 | Keittiön kuivumisen kehitys..... | 20 |
| 4 | YHTEENVETO..... | 20 |
| | LÄHTEET..... | 22 |
| | LIITTEET | |

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä seurattiin betonilaattojen kuivumista ja vertailtiin vaihtoehtoisten kosteusmittaustapojen mittaustuloksia. Opinnäytetyön kohteena oli Päärnäisten päiväkodin peruskorjaustyömaa. Opinnäytetyö tehtiin Porin kaupungille ja pääurakoitsijana kohteessa toimi TPK talonrakennus. TPK:lla on paljon kokemusta yleisesti päiväkotien ja koulujen peruskorjauksista. Kohteessa käytettyä kosteusmittausjärjestelmää ei ole aiemmin TPK:n kohteissa käytetty.

”Tekninen palvelukeskus on kumppanuusperiaatetta soveltava, asiakkaat huomioiva, kustannustehokas ja kilpailukykyinen palvelujen järjestäjä ja tuottaja. Teknisen palvelukeskuksen palvelutuotannossa olevat henkilöstö- ja kalustoresurssit käytetään täysipainoisesti ja ensisijaisesti hyödyksi. Tärkeimpiä arvoja ovat asiakaslähtöisyys, palveluhenkisyys, avoimuus, kestävä kehitys ja hyvinvoiva henkilöstö.” (Porin kaupungin www-sivut 2017)

Kosteusmittausjärjestelmällä pyrittiin varmistamaan betonilaattojen kuivuminen pinnoittamista varten. Näin ehkäistään käytönaikaisia sisäilmaongelmia ja pitkitetään rakennusten käyttöikä. Järjestelmän antureita asennettiin kahteen kerrokseen yhteensä 40 kpl. Antureita pyrittiin lukemaan viikoittain ja tutkimaan mittauksista saatua dataa.

Opinnäytetyön kohteessa tehtiin myös vertailevia mittauksia porareikämittauksilla ja näytepalamittauksilla, jotta saataisiin järjestelmän varmuus mittaustulosten oikeellisuudesta. Vertailevat mittaukset suoritti Tehokuivaus Oy.

2 RAKENNUSAIKAINEN KOSTEUS

2.1 Rakentamiselle asetettavat vaatimukset

Maankäyttö- ja rakennuslain yleinen tavoite on järjestää alueiden käyttö ja rakentaminen siten, että seurauksena on hyvät edellytykset elinympäristölle. Kestävää kehitystä edistetään ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti.

”Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennus käyttötarkoituksensa ja ympäristöstä aiheutuvien olosuhteittensa edellyttämällä tavalla suunnitellaan ja rakennetaan siten, että se on terveellinen ja turvallinen rakennuksen sisäilma, kosteus-, lämpö- ja valaistusolosuhteet sekä vesihuolto huomioon ottaen. Rakennuksesta ei saa aiheutua terveyden vaarantumista sisäilman epäpuhtauksien, säteilyn, veden tai maapohjan pilaantumisen, savun, jäteveden tai jätteen puutteellisen käsittelyn taikka rakennuksen osien ja rakenteiden kosteuden vuoksi. Rakentamisessa on käytettävä tuotteita, joista ei niiden suunnitellun käyttöiän aikana aiheudu sisäilmaan, talousveteen eikä ympäristöön sellaisia päästöjä, joita ei voida pitää hyväksyttävänä. Rakennuksen järjestelmien ja laitteistojen on sovelluttava tarkoitukseensa ja ylläpidettävä terveellisiä olosuhteita. Ympäristöministeriön asetuksella voidaan antaa uuden rakennuksen rakentamista, rakennuksen korjaus- ja muutostyötä sekä rakennuksen käyttötarkoituksen muutosta varten tarvittavia tarkempia säännöksiä rakennukselta edellytettävistä terveellisyyteen liittyvistä fysikaalisista, kemiallisista ja mikrobiologisista olosuhteista, taloteknisistä järjestelmistä ja laitteistoista sekä rakennustuotteista.” (Maankäyttö- ja rakennuslaki 958/2012 117 c § Terveellisyys)

2.2 Rakentamisvaiheen kosteuden hallinta

Lakeja ja viranomaisohjeita on noudatettava työvaiheissa ja valmiissa rakennuksessa. Rakentamisvaihe on suunniteltava niin että rakentamiskosteudesta ei aiheudu käyttövaiheessa ongelmia. Suurimpia haittavaikutuksia juuri tulee työaikaisesta kosteudesta.

Kosteudenhallintaprosessi osana suunnittelua, rakentamista ja valvontaa takaa toivotun lopputuloksen. Oikeanlaisella ylläpidolla saadaan kiinteistö toimimaan vaadittavalla tasolla niin terveystieteiden näkökulmasta kuin kiinteistön arvon kannalta. (RIL 250-2011, 93-95)

Kosteudenhallinta työmaalla on kaikkien työmaalla työskentelevien vastuulla. Kaikista kosteushallinnan riskeistä tulee ilmoittaa välittömästi esimiehelleen tai työnjohdolle. Kosteudenhallinnan riskit ovat rinnastettavissa työturvallisuusriskeihin. Jokaisella työmaalla tulisi nimetä kosteudenhallinnasta vastaava henkilö, silloin kokonaisuutta olisi helpompi hallita.

Kosteudenhallinnasta vastaavan tehtäviin kuuluu:

- Yksityiskohtaisen kosteudenhallintasuunnitelman laadinta ja hyväksyttäminen tilaajalla
- Työmenetelmien valvonta
- Laadunvalvonta kosteusteknisestä näkökulmasta
- Kuivumisaika-arvioiden seuranta ja valvonta
- Kuivumisaika-aikataulun seuranta ja valvonta
- Kosteusteknisesti riskialttiiden töiden aloituspalaveriin osallistuminen
- Mittausten valvonta ja raporttien tarkastus
- Kosteudenhallinta katselmukset ja ilmoitukset niistä kaikille osapuolille
- Dokumentointi ja valokuvaus

Valvontasuunnitelmaan sisällytetään tilaajan määrittelemät kosteudenhallintatarkastukset työmaa-aikana. Tarkastuslista kosteusteknisesti riskialttiista töiden valvonnasta tulee sisällyttää valvontasuunnitelmaan. Suunnitelmasta poikkeamat tulee kirjata valvontasuunnitelmaan ja reagoida niihin viipymättä, kuten rakenteiden tai rakennusmateriaalien sallimaton kastuminen.

Kosteudenhallintasuunnitelmassa pitäisi olla kaikkien eri kosteudenhallintaosa-alueiden vastaavien henkilöiden kuittaukset. Täten heille on selvää vastuualueensa sekä he ovat tutustuneet kosteudenhallintasuunnitelmiin ja -ohjeisiin.

Vastuunjakotaulukon tiedot ja kuittaukset:

- Kosteudenhallinnasta vastaava henkilö
- Suunnittelijat
- LVI-urakoitsija
- Runkourakoitsija
- Muut urakoitsijat ja henkilöt, jotka liittyvät oleellisesti kosteudenhallintaan

(Kosteudenhallinta www-sivut 2017)

2.3 Betonin kuivuminen

Betonin valmistamiseen käytetään vettä, joka sementin kanssa reagoidessaan muodostaa sementtiliiman. Sementtiliima sitoo runkoaineen toisiinsa muodostaen kovan betonin. Tätä kutsutaan kovettumisreaktioksi eli hydraatioksi. Veden sitoutuminen alkaa noin kahden tunnin kuluttua betonimassan sekoittamisesta. Alussa kuivuminen on nopeinta ja hidastuu ajan kuluessa.

Kovettumisreaktio kestää niin kauan kuin betonin kosteus on sama kuin ympäröivän ilman, sitä kutsutaan hygroskooppiseksi tasapainoksi. Betonin kuivumiseen vaikuttavia tekijöitä ovat olosuhteet, kuivuuko rakenne yhteen suuntaan vai kahteen sekä betonirakenteen paksuus ja laatu.

Betonin ja ilman lämmityksellä on suurin vaikutus kuivumisen nopeuteen. Betonin lämpötila on suoraan verrannollinen siihen kuinka nopeasti kosteus siitä poistuu.

Betonin kuivumisen nopeuttamiseen on useita vaihtoehtoja:

- Runko-aineena tulee käyttää raekooltaan suurempaa kiviainesta.
- Lisäaineilla betonia voidaan huokoistaa jolloin vettä ei tarvitse käyttää yhtä paljon.
- Kuivumisolosuhteilla $>20\text{ C}$ ja RH: n alle 50%.

- Betoniliiman hionta on suoritettava hyvissä ajoin, että rakenne pääsee vapaasti kuivumaan.
- Rakenteen kastumisen minimointi valun jälkeen.
(Valmisbetonin www-sivut. 2017)

2.4 Betonirakenteiden kosteuden mittaaminen

Kosteusmittauksia suoritetaan rakennusaikana sekä valmiista rakennuksesta. Työmaa-aikaisia kosteusmittauksia tehdään useimmiten pinnoitettavista sekä päällystettävistä rakenteista. Ennen pinnoittamista rakenteiden täytyy alittaa tuotevalmistajien antamat kosteusarvot. Kuivumisolosuhteiden muuttuessa rakenteiden kosteuspitoisuudesta ei voi olla muuten varma kuin mittaamalla. Mittaustuloksilla voidaan seurata betonirakenteiden kuivumisnopeutta ja tarvittaessa lisätä kuivaustehoa.

Betonirakenteiden suhteellisen kosteuden mittaus suoritetaan pääsääntöisesti sähköisillä mittalaitteilla. Menetelmät joilla saadaan tarkat tulokset ovat porareikämittaus ja näytepalamittaus. (RT 14-10984 2010, 4-9)

2.4.1 Porareikämittaus

Yleensä 16 mm terällä porataan millimetrin tarkkuudella reikä, syvyyteen mistä rakenteen kosteus halutaan selvittää. Porausreiästä puhdistetaan betonipöly, joko imuria tai paineilmaa hyväksikäyttäen. Reikään asennetaan putki joka tiivistetään putken ja rakenteen yläreunasta sekä putken yläpää tiivistetään. Mittaus tapahtuu useimmiten 3 vrk kuluttua reiän teosta. Mittapää asennetaan putkeen ja tiivistetään huolellisesti, jonka jälkeen annetaan kosteuden tasaantua noin tunnin verran, minkä jälkeen näyttölaite kytketään mittapäähän, josta voidaan lukea kosteusarvo. (RT 14-10984 2010, 4-9)

2.4.2 Näytepalamittaus

Kolo, josta näytepalamittaus suoritetaan voidaan tehdä joko kuppiterällä ja piikkaamalla tai piikkaamalla. Betoninäytteitä tulisi ottaa ainakin kahteen eri koeputkeen virhemittausten välttämiseksi. Betonikuopan pohjan keskeltä piikataan mahdollisimman isoja murusia koeputkeen. Koeputki (halkaisija vähintään 20mm) täytetään vähintään 1/3 osa betonimurusilla, jonka jälkeen koeputkeen laitetaan mittapää, joka tiivistetään huolellisesti. Lukemat luetaan näyttölaitteella kun näyte on ehtinyt tasaantua noin 8 tuntia +20 asteessa. (RT 14-10984 2010, 4-9)

3 KOSTEUDEN SEURANTA

3.1 Yleisesittely

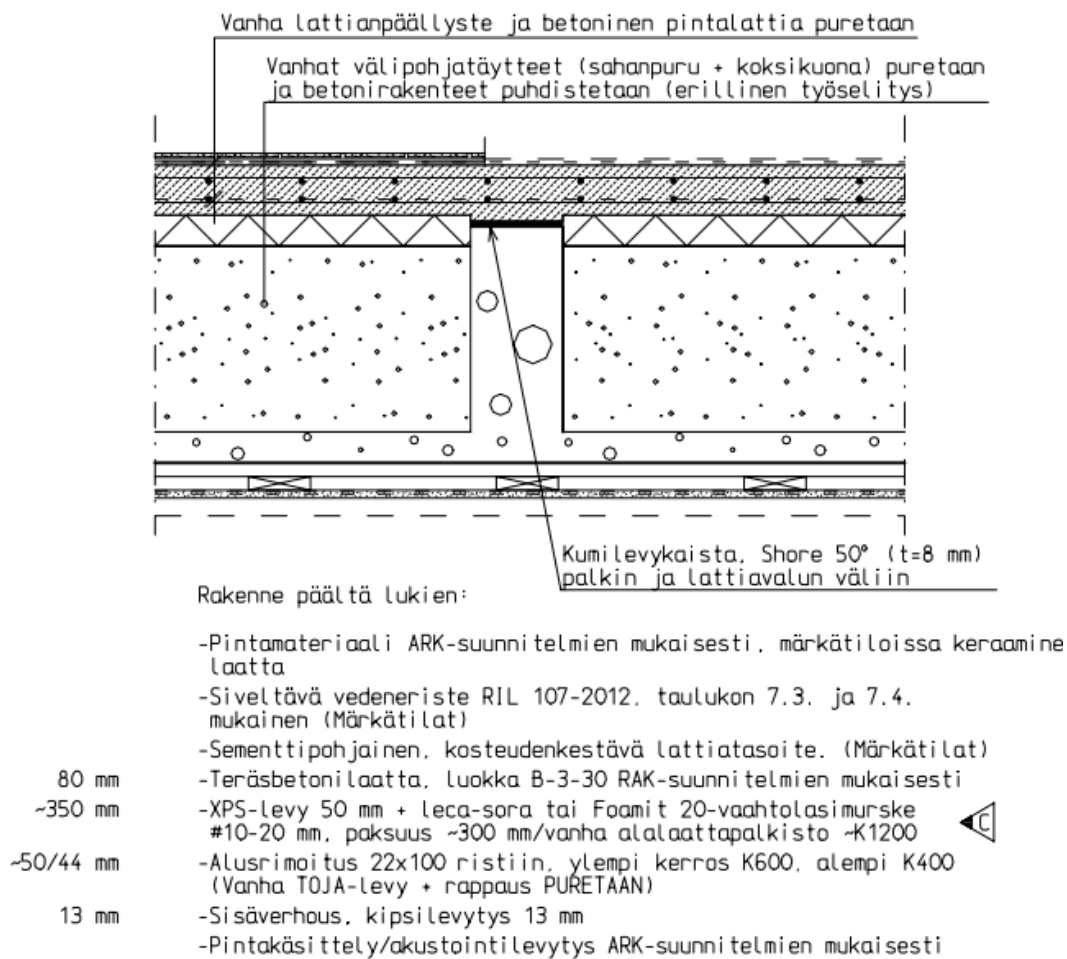
Päärnäisten päiväkotia on 1950-luvulla valmistunut rakennus, joka on toiminut päiväkotina 1980-luvun alkupuolelta lähtien. (Kuva 1). Rakennus peruskorjataan 1. kerroksen ja kellarin osalta. Myös katto ja ulkopuolisia rakenteita uusittiin/uusitaan. Päiväkodin 2. krs on peruskorjattu vuonna 2011. 1. kerroksen ja 2. kerroksen välipohjan tiivistämisen ja kaivojen uusimisen myötä 2. kerroksen lattiapinnat uusitaan lähes koko kerroksesta.



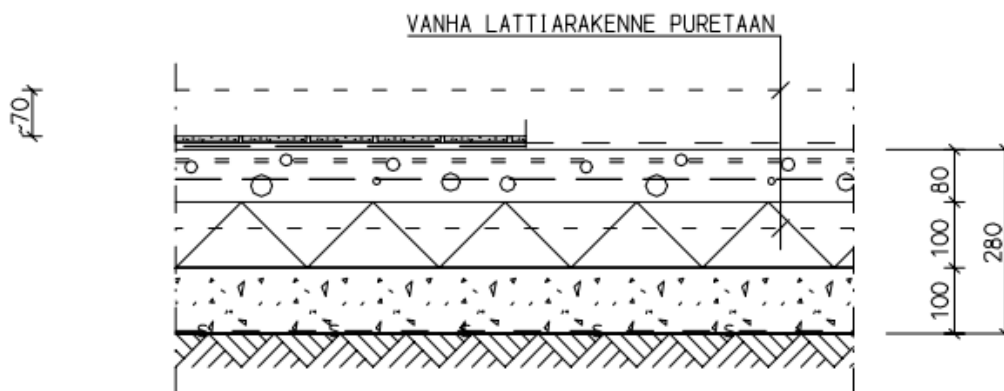
Kuva 1. Päärnäisten päiväkotii.

3.1.1 Päiväkodin rakenteet

Lattiarakenteena päiväkodin 1. kerroksessa on alalaattapalkisto. Minkä täyttö tehtiin vaahtolasimurskeella. Palkin ja lattiavalun väliin asennettiin kumilevykaista äänieristeeksi. Uuteen pintabetonilattiaan ei mahtunut teräsverkkoja, joten ne korvattiin teräskuiduilla. Kuituja tuli 35 kg/ 1 m³ betonia. Kuvassa 2 on esitetty rakenne välipohjasta. Kellarissa perusmaan päälle täyttö tehtiin myös vaahtolasimurskeella, koska sitä on huomattavasti kevyempi käsitellä sekä se ei sisällä orgaanista materiaalia (Kuva 3).



Kuva 2. Rakennekuvaus välipohjasta (1 krs lattia). (Heinävaara 2016)



Rakenne päältä lukien:

- Vesihöyryä läpäisevä lattiapinnoite (esim. keraaminen laatoitus tai epoksi-pinnoite) ARK-suunnitelmien mukaisesti. Märkätiloissa keraaminen laatta
- Sementtipohjainen, 2-komponenttinen vedeneriste. RIL 107-2012, taulukon 7.3. ja 7.4 mukainen (Märkätilat)
- Sementtipohjainen, kosteudenkestävä lattiatasoite. (Märkätilat)
- 80 mm -Teräsbetonilaatta, luokka B-3-30, T8-#150 RAK-suunnitelmien mukaisesti (Mukavuuslattialämmitys sähkösuunnitelmien mukaisesti)
- Kuitukangas
- 100 mm -Lämmöneriste: XPS-LEVY, STYROFOAM TAI FINNFOAM, 100 mm.
- 100 mm -Täyttö ja tasaus tarvittaessa, tiivistetty sora (+6/16) ~200 mm
- Suodatinkangas, käyttöluokka N2
- Perusmaa, pinta muotoillaan salaojiin viettäväksi $\geq 1:20$

Kuva 3. Rakennekuvaus alapohjasta. (Heinävaara 2016)

3.1.2 Sääsuojaus

Rakennus huputettiin kokonaan johtuen katon purusta ja uuden katon rakennuksesta. (Kuva 4). Talviaika katon rakentamisessa olisi vaikeuttanut huomattavasti rakennuksen pressuttamista ja lisännyt työturvallisuus riskejä sekä työteho olisi laskenut ilman sääsuojausta (Kuva 5).

Peruskorjauksesta johtuen rakennuksen oma lämmitysjärjestelmä jouduttiin ottamaan pois käytöstä. Sisätilojen lämmitykseen vuokrattiin El-Björn TF 50HV-F –vesikiertoisia lämmittimiä (9kpl), 3 kpl jokaiseen kerrokseen. Maaliskuun puolenvälin jälkeen vesikiertoinen lämmitys purettiin ja aloimme käyttää pienempiä rakennuslämmittimiä.



Kuva 4. Päärnäisten päiväkodin huputus ulkoa.



Kuva 5. Päärnäisten päiväkodin huputus sisältä.

3.2 Huonekosteuden ja lämpötilan seuranta

Jokaiseen kerrokseen oli sijoitettu mittari josta pystyttiin seuraamaan manuaalisesti huoneen kosteutta ja lämpötilaa. Mittari on esitetty kuvassa 6. Mittareista saatiin kyl-
liksi tietoa, jotta pystyttiin lisäämään lämmitystä ja saatiin kellarikerroksen huonekos-
teus tarpeeksi alhaiseksi, jotta betonilaatalla olisi ihanne kuivumiskosteus alle 50
RH%.



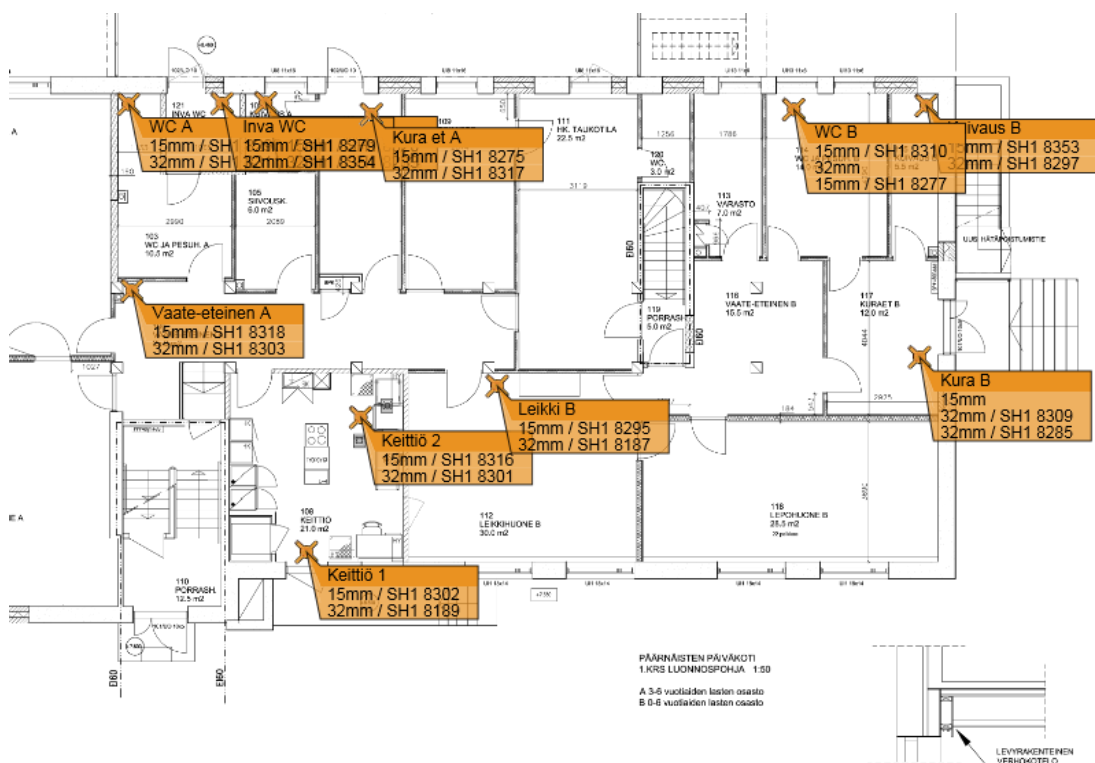
Kuva 6. Sisäilman lämpötila/kosteus mittari.

3.3 Relia Wiiste

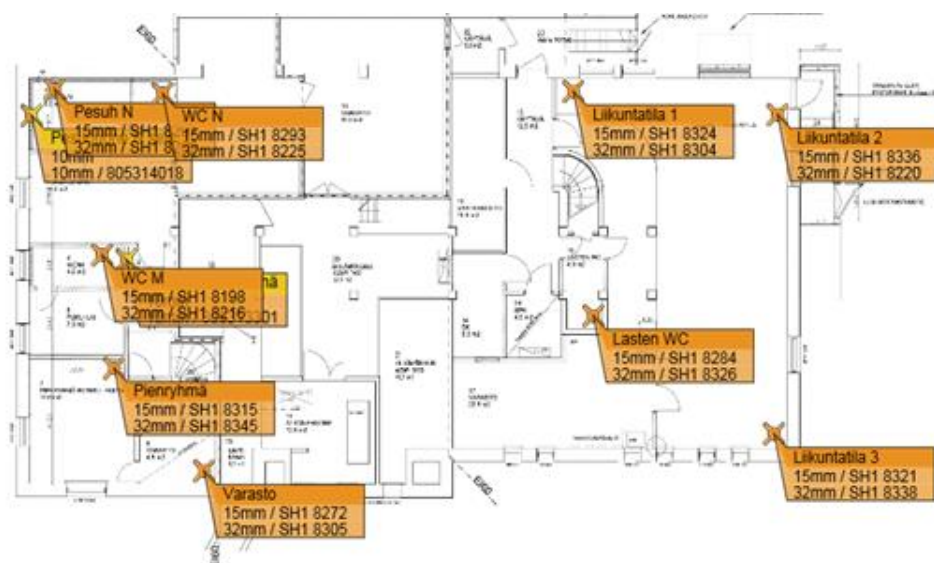
”Relia Wiiste on pilvipalvelu kosteusmittausten suunnitteluun, raportointiin ja tiedonhallintaan. Relia on selaimella käytettävä pilvipalveluohjelmisto, joka toimii eri päätelaitteilla. Ohjelmisto on luotu SolidRH-järjestelmän tueksi mahdollistamaan laitteiston tuomien etujen tehokas hyödyntäminen. Relia on kehitetty kosteusmittausten suunnitteluun ja raportointiin sekä mittaustiedon hallintaan ja jakamiseen.” (Wiiste www-sivut 2017)

Kohteessa käytettiin betonilaattojen kosteuden seurantaan Relia Wiisteen SolidRH-järjestelmää. Tarkoituksena oli seurata betonilattialaattojen kuivumista ennen päällystämistä tai pinnoitusta, koska pinnoittamisen jälkeen kuivuminen hidastuu huomattavasti tai jopa loppuu kokonaan. Pintamateriaalien valmistajat ovat ilmoittaneet päällystyskosteuden jolloin betonilattiat voidaan pinnoittaa. Kohteessa noudatimme 85 RH%, milloin laatta on tarpeeksi kuiva pinnoittamista varten.

Kellarin ja 1. kerroksen lattia valuihin asennettiin SolidRH SH1 lattia-antureita yhteensä 40 kpl (18 kellarin ja 22 1. kerrokseen). Mittauspisteissä on jokaisessa anturi 15 mm ja 32 mm korkeudessa. Antureiden sijainnit ovat merkitty rakennuksen pohjakuvaan, joten ne ovat helpommin löydettävissä. (Kuvat 7-8). Kuvassa 9 märkätiloihin 3 kpl, asennettiin SolidRH SH3 seinä-antureita noin 50 cm korkeuteen lattiapinnasta. Antureita on pyritty lukemaan RD1 lukulaitteella (kuva 10). vähintään kerran viikossa, jotta pystyimme tarvittaessa reagoimaan liian hitaaseen kuivumiseen.



Kuva 7. Mittausantureiden sijainnit 1krs:en pohjakuvassa.



Kuva 8. Mittausantureiden sijainnit kellarin pohjakuvassa.



Kuva 9. Seinä-anturi SolidRH SH3 asennettuna suihkunseinään.



Kuva 10. Solid RD1- lukulaite.

3.3.1 Mittaustarkkuus

Relia Wiiste ilmoittaa antureiden mittausepävarmuudeksi, $\pm 2,5$ %RH välillä 0-90 %RH ja $\pm 3,0$ %RH yli 90% RH. Lämpötilaepävarmuus on $\pm 0,2$ °C välillä 0-60 °C.

Asennusvirheistä johtuvia sekä lämpötilaerosta, betonin ja ympäristön välillä ei ole huomioitu mittausepävarmuudessa.

3.4 Mittausten vertailua

Mittausvertailua suoritettiin neljästä eri mittapistestä. Kellarikerroksessa mittaukset suoritettiin pienryhmähuoneesta sekä lastenliikuntatilasta. Vertailevat mittaukset suoritettiin näytepalamittauksena. 1. kerroksessa kuraeteisessä ja kuivaushuoneessa tehtiin porareikämittauksella.

Pienryhmähuone (kellari): mittaussyvyys 32 mm 04.05.2017

- Relia, 88,64 RH [%], 15,84 T [°C]
- Näytepalamittaus, 86,80 RH [%], 21,7 T [°C]

Lastenliikuntatila 2 (kellari): mittaussyvyys 32 mm 04.05.2017

- Relia, 87,79 RH [%], 12,28 T [°C]
- Näytepalamittaus, 88,30 RH [%], 21,6 T [°C]

Kuraeteinen A (1.krs): mittaussyvyys 32 mm 04.05.2017

- Relia, 96.06 RH [%], 12.97 T [°C]
- Porareikämittaus, 94.10 RH [%], 16.10 T [°C]

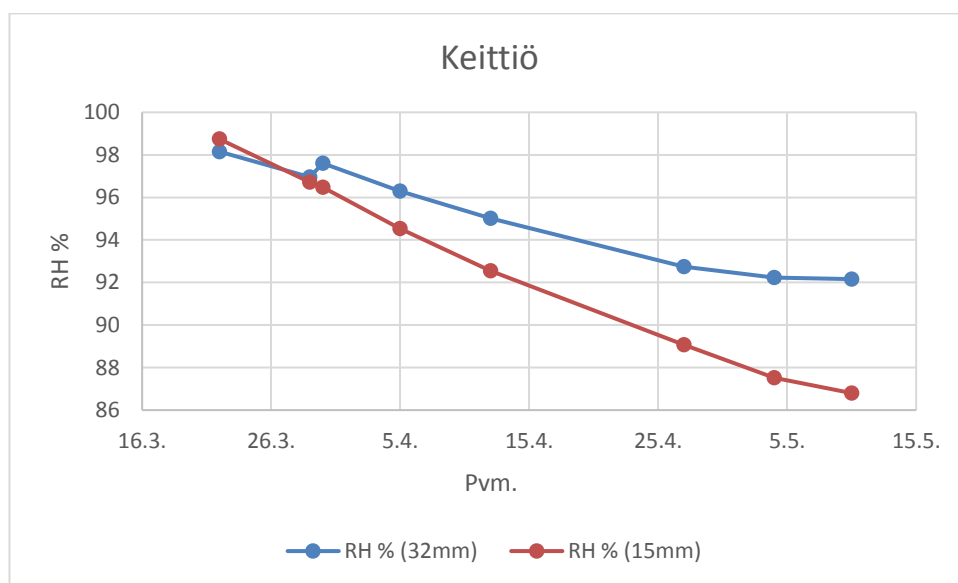
Kuivaushuone B (1.krs): mittaussyvyys 32 mm 04.05.2017

- Relia, 83,40 RH [%], 15,93 T [°C]
- Porareikämittaus, 82.50 RH [%], 17.90 T [°C]

Mittaustuloksissa ei esiinny merkittäviä eroja. Relian kosteusmittausjärjestelmää voidaan pitää suhteellisen luotettavana mittaustapana. Suurin ero tuloksissa tulee lämpötilojen lukemissa. Pinnoitustöiden kannalta lämpötila ei ole niinkään oleellinen kuin suhteellinen kosteus.

3.5 Keittiön kuivumisen kehitys

Keittiön alueen betonilaatan valu tehtiin 1.3.2017. Valun jälkeen betonilaatan jälkihoito aloitettiin seuraavana päivänä, jolloin se kasteltiin ja muovitettiin. Muovit olivat laatan päällä 2 viikkoa kunnes ne poistettiin 15.3.2017. Ensimmäinen mittaus tehtiin 22.3. jolloin laatan RH oli tippunut viikossa 1,85%. Kuvassa 11 on esitetty RH % aleneminen keittiönlattialaatan kahdessa eri mittaussyvytydessä, 32 mm ja 15mm.



Kuva 11. Suhteellinen kosteus ajan funktiona. X-akseli mittauspäivämäärät.

4 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli seurata betonin kuivumista pinnoittamiseen asti. Relian kosteusmittausjärjestelmä toimi siihen tarkoitukseen erinomaisesti. Saatujen mittaustulosten avulla pystyttiin reagoimaan työmaalla betonin hitaaseen kuivumiseen nopeasti. Nykyaikana rakentamisen aikataulut ovat kiristyneet ja näin yksi viikkokin

voi olla ratkaiseva tekijä kohteen valmistumisen kannalta. Huono puoli Relian järjestelmässä oli tietojen tallennus pilveen, sillä Relian kosteusmittausohjelma näytti vain kahdeksan viimeisintä mittaustulosta.

Kohteessa suoritettujen vaihtoehtoisten kosteusmittausten tulokset eivät eronneet merkittävästi Reliasta saatuihin tietoihin. Tulevaisuudessa uskon, että vastaavanlaiset järjestelmät tulevat lisääntymään, koska niillä voi ehkäistä sisäilmaongelmia.

LÄHTEET

Heinävaara, J. 2016 Porin kaupungin tekninen palvelukeskus Om/ts.

Kosteudenhallinta www-sivut 2017. Viitattu 17.5.2017. <http://www.kosteudenhallinta.fi>.

Maankäyttö- ja rakennuslaki 958/2012 muutoksineen.

Porin kaupungin www-sivut. 2017. Viitattu 18.5.2017. <https://www.pori.fi>

RIL 250-2011. Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. 2011. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RT 14-10984. Betonin suhteellisen kosteuden mittaus. Helsinki: Rakennustieto.

Valmisbetonin www-sivut 2017. Viitattu 16.5.2017. <http://www.valmisbetoni.fi>.

Wiisteen www-sivut. 2017. Viitattu 16.5.2017. <http://www.wiiste.com>.

Mittaushistoria 1.krs

| Mitta- piste | A- nt- ur- i# | Mi- tta- us- sy- vy- ys [m- m] | 30.03. | 05.04. | 12.04. | 19.04. | 27.04. | 04.05. | 10.05. | 17.05. |
|-------------------|------------------------|---|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 |
| | | | RH | RH | RH | RH | RH | RH | RH | RH |
| | | | [%] | [%] | [%] | [%] | [%] | [%] | [%] | [%] |
| | | | T [°C] | T [°C] | T [°C] | T [°C] | T [°C] | T [°C] | T [°C] | T [°C] |
| Inv a WC | S H1 82 79 | 15 | 100.00 12.90 | 100.00 14.63 | 98.93 12.13 | 96.80 11.88 | 95.40 13.26 | 93.37 13.83 | 91.94 12.52 | 90.83 15.13 |
| Inv a WC | S H1 83 54 | 32 | 100.00 12.80 | 100.00 14.55 | 98.46 12.09 | 96.94 11.76 | 95.90 13.25 | 94.14 13.46 | 92.74 12.22 | 92.15 14.95 |
| Kei- ttiö 1 | S H1 83 02 | 15 | 95.50 13.98 | 94.52 13.54 | 93.12 12.87 | | 90.36 14.65 | 89.42 16.68 | 89.12 18.17 | 86.73 18.48 |
| Kei- ttiö 1 | S H1 81 89 | 32 | 94.32 13.88 | 94.00 13.12 | 93.09 13.08 | | 90.92 14.44 | 90.77 16.34 | 91.08 17.68 | 89.36 18.56 |

| Mit ta- piste | A nt ur i # | Mi tta us sy- vy ys [m m] | 30.03. | 05.04. | 12.04. | 19.04. | 27.04. | 04.05. | 10.05. | 17.05. |
|---------------------|----------------------|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 |
| | | | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] |
| Kei ttiö 2 | S H1 83 16 | 15 | 96.47 17.01 | 94.54 16.32 | 92.55 13.62 | | 89.07 15.35 | 87.52 16.27 | 86.80 17.28 | 85.17 19.09 |
| Kei ttiö 2 | S H1 83 01 | 32 | 97.61 17.47 | 96.30 15.83 | 95.02 13.99 | | 92.75 15.19 | 92.23 16.38 | 92.16 17.47 | 90.63 19.30 |
| Kui vau s A | S H1 83 20 | 15 | 95.21 12.80 | 93.83 14.92 | 91.27 12.54 | 88.99 12.26 | 87.20 13.08 | 85.55 13.85 | 85.22 13.98 | 83.91 15.95 |
| Kui vau s A | S H1 82 33 | 32 | 99.27 13.97 | 98.60 15.73 | 96.78 13.43 | 95.14 13.37 | 94.21 13.35 | 92.65 14.42 | 91.65 15.45 | 91.13 15.91 |
| Kui vau s B | S H1 83 53 | 15 | 83.56 13.34 | 82.49 14.86 | | 79.51 12.48 | 78.72 17.26 | 77.00 16.44 | 75.49 15.89 | 74.85 18.44 |

| Mit ta- piste | A nt ur i # | Mi tta us sy- vy ys [m m] | 30.03. | 05.04. | 12.04. | 19.04. | 27.04. | 04.05. | 10.05. | 17.05. |
|---------------------|----------------------|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 |
| | | | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] |
| Kui vau s B | S H1 82 97 | 32 | 87.38 12.98 | 86.65 14.63 | | 85.64 12.29 | 84.63 16.59 | 83.40 15.93 | 81.79 15.41 | 81.11 18.11 |
| Kur a B | S H1 83 09 | 32 | 95.37 11.09 | 94.80 14.14 | | 93.26 12.40 | 92.24 15.37 | 90.85 14.45 | 89.78 13.01 | 88.87 18.39 |
| Kur a B | S H1 82 85 | 32 | 94.92 11.38 | 94.65 14.33 | | 93.09 12.51 | 92.16 15.79 | 91.35 14.55 | 90.15 13.29 | 89.53 18.60 |
| Kur a et A | S H1 82 75 | 15 | 95.50 10.90 | 95.66 13.49 | 94.84 12.35 | 94.04 11.25 | 93.78 13.32 | | 91.27 14.86 | 90.49 16.04 |
| Kur a et A | S H1 83 17 | 32 | 97.08 10.30 | 97.52 13.25 | 96.78 12.12 | 95.66 10.72 | 96.06 12.97 | | 95.26 14.42 | 95.56 15.53 |

| Mit ta- piste | A nt ur i # | Mi tta us sy- vy ys [m m] | 30.03. | 05.04. | 12.04. | 19.04. | 27.04. | 04.05. | 10.05. | 17.05. |
|--------------------------------|----------------------|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 |
| | | | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] |
| Lei kki B | S H1 82 95 | 15 | 87.48 14.91 | 85.77 16.03 | 83.75 12.43 | 81.36 14.56 | 79.61 19.13 | 77.51 15.79 | | 74.91 18.69 |
| Lei kki B | S H1 81 87 | 32 | 98.40 15.13 | 97.54 16.20 | 96.14 12.63 | 94.27 14.59 | 93.07 19.13 | 91.80 15.89 | | 89.83 18.45 |
| Vaa te- etei nen A | S H1 83 18 | 15 | 92.80 16.94 | 90.82 16.90 | 88.45 15.18 | 86.15 14.73 | 84.77 15.83 | 83.79 17.87 | 82.70 16.72 | 80.79 20.52 |
| Vaa te- etei nen A | S H1 83 03 | 32 | 92.87 16.79 | 90.99 16.79 | 88.89 15.06 | 86.74 14.49 | 85.39 15.86 | 84.50 17.76 | 85.28 16.11 | 81.89 20.44 |
| WC A | S H1 82 96 | 15 | 90.75 14.40 | 89.02 15.02 | 87.40 12.26 | 85.42 13.11 | 84.34 13.95 | 83.13 14.93 | 82.49 13.81 | 81.63 18.38 |

| Mit ta- piste | A nt ur i # | Mi tta us sy- vy ys [m m] | 30.03. | 05.04. | 12.04. | 19.04. | 27.04. | 04.05. | 10.05. | 17.05. |
|---------------------|----------------------|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 |
| | | | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] |
| WC A | H1 83 11 | 32 | 93.75 14.97 | 92.57 15.16 | 91.68 12.38 | 89.95 13.30 | 89.04 14.09 | 88.17 15.73 | 87.89 14.32 | 86.57 18.87 |
| WC B | H1 83 10 | 15 | | 86.80 15.04 | 86.05 10.84 | | 84.68 17.28 | 81.03 15.96 | 79.53 16.06 | 79.33 18.78 |
| WC B | H1 82 77 | 15 | | 87.85 15.05 | 85.64 10.87 | | 88.15 17.34 | 82.04 16.21 | 80.16 16.24 | 79.73 18.98 |

LIITE 2

Mittaushistoria kellari

| Mi tta- pis te | An- turi # | Mi tta us sy- vy ys [m m] | 30.03. | 05.04. | 12.04. | 19.04. | 27.04. | 04.05. | 10.05. | 17.05. |
|---------------------------------|---------------|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 |
| | | | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] |
| Las ten W C | SH1 8284 | 15 | 80.71 15.95 | 80.19 18.68 | 79.25 17.23 | 77.95 17.52 | 77.08 16.67 | 76.01 15.49 | 75.61 16.65 | 74.98 16.46 |
| Las ten W C | SH1 8326 | 32 | 92.41 15.97 | 91.90 18.60 | 90.85 17.24 | 89.81 17.62 | 88.82 16.75 | 87.53 15.48 | 87.06 16.61 | 91.31 16.37 |
| Lii- kun ta- tila 1 | SH1 8324 | 15 | 88.50 12.16 | 88.68 14.91 | 87.64 13.76 | 86.38 12.83 | 85.48 12.05 | 84.70 11.69 | 84.25 12.81 | 83.83 13.15 |
| Lii- kun ta- tila 1 | SH1 8304 | 32 | 89.03 12.30 | 89.12 14.63 | 88.29 13.65 | 87.36 12.56 | 86.81 11.69 | 86.15 11.46 | 85.76 12.65 | 85.33 13.04 |
| Lii- kun ta- tila 2 | SH1 8336 | 15 | 88.51 11.49 | 88.78 15.95 | 87.34 12.64 | 87.04 14.04 | 85.86 12.81 | 85.09 12.14 | 84.62 13.14 | 84.09 13.71 |

| Mi tta- pis te | An- turi # | Mi tta us sy- vy ys [m m] | 30.03. | 05.04. | 12.04. | 19.04. | 27.04. | 04.05. | 10.05. | 17.05. |
|---------------------------------|---------------|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 |
| | | | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] |
| Lii- kun ta- tila 2 | SH1 8220 | 32 | 90.46 12.08 | 90.82 15.95 | 89.73 13.50 | 89.41 14.40 | 88.57 12.97 | 87.79 12.28 | 87.63 13.35 | 86.93 13.64 |
| Lii- kun ta- tila 3 | SH1 8321 | 15 | 82.04 13.83 | 81.76 15.62 | 81.07 16.04 | 79.68 15.13 | 78.83 14.86 | 77.73 13.88 | 77.29 15.16 | 76.57 14.70 |
| Lii- kun ta- tila 3 | SH1 8338 | 32 | 91.35 14.35 | 90.81 16.65 | 90.08 17.07 | 89.51 16.27 | 88.94 15.39 | 88.06 14.36 | 87.76 15.76 | 86.84 15.21 |
| Pe- suh N | SH1 8207 | 15 | 80.85 14.20 | 80.44 14.70 | 79.74 14.67 | 78.31 14.01 | 77.61 13.35 | 77.21 15.43 | 76.68 15.73 | 76.09 16.67 |
| Pe- suh N | SH1 8209 | 32 | 87.84 13.86 | 87.30 14.20 | 86.70 14.21 | 85.93 13.53 | 85.33 13.07 | 84.78 15.02 | 84.42 15.38 | 84.14 16.68 |

| Mi tta- pis te | An- turi # | Mi tta us sy- vy ys [m m] | 30.03. | 05.04. | 12.04. | 19.04. | 27.04. | 04.05. | 10.05. | 17.05. |
|---|---------------|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 |
| | | | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] |
| Pe- su- huo ne M sei nä | 80531 3301 | 10 | 69.13 14.81 | 63.37 15.33 | 59.57 15.29 | 53.81 15.40 | 53.78 14.86 | 50.21 15.97 | 51.43 17.18 | 46.02 17.57 |
| Pe- su- huo ne N sei n | 80531 4018 | 10 | 39.99 14.59 | 46.17 15.13 | 44.11 14.95 | | 45.01 13.79 | 39.00 15.69 | 42.76 16.08 | 37.62 16.63 |
| Pie nry hm ä | SH1 8315 | 15 | 83.67 14.78 | 83.37 15.26 | 82.45 15.55 | 81.19 14.71 | 80.54 14.71 | 79.95 15.81 | 79.72 16.45 | 79.85 19.43 |
| Pie nry hm ä | SH1 8345 | 32 | 91.65 14.84 | 91.38 15.25 | 90.60 15.57 | 89.66 14.73 | 89.09 14.83 | 88.64 15.84 | 88.14 16.48 | 88.79 19.48 |

| Mi tta- pis te | An- turi # | Mi tta us sy- vy ys [m m] | 30.03. | 05.04. | 12.04. | 19.04. | 27.04. | 04.05. | 10.05. | 17.05. |
|-------------------------|---------------|--|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 | 2017 |
| | | | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] | RH [%] T [°C] |
| Va- rast o | SH1 8272 | 15 | 84.78 13.40 | 84.31 13.84 | 83.69 14.15 | 82.35 12.66 | | | 81.84 17.52 | 82.06 19.91 |
| Va- rast o | SH1 8305 | 32 | 90.39 13.01 | 89.94 13.36 | 89.29 13.72 | 88.42 12.32 | | | 87.65 17.11 | 88.16 19.34 |
| W C M | SH1 8198 | 15 | 84.28 15.14 | 83.78 15.17 | 82.89 15.43 | 81.65 15.11 | 80.95 14.98 | 80.63 16.34 | 79.96 16.92 | 79.72 18.67 |
| W C M | SH1 8216 | 32 | 90.38 15.28 | 90.04 15.34 | 89.51 15.56 | 88.92 15.12 | 88.60 15.13 | 88.07 16.37 | 87.71 17.03 | 87.92 18.64 |
| W C N | SH1 8293 | 15 | 81.71 15.05 | 81.30 15.68 | 80.40 15.89 | 78.87 14.63 | | 77.92 16.56 | 77.17 17.26 | 76.95 18.89 |
| W C N | SH1 8225 | 32 | 89.04 15.11 | 88.48 15.71 | 87.60 15.95 | 86.18 14.50 | | 84.99 16.74 | 84.61 17.39 | 84.53 18.85 |