



# LUND UNIVERSITY

## Ingjutna sensorer för relativ fuktighet i betong

### Förstudie av Sensohive-sensorer

Åhs, Magnus

2021

*Document Version:*

Förlagets slutgiltiga version

[Link to publication](#)

*Citation for published version (APA):*

Åhs, M. (2021). *Ingjutna sensorer för relativ fuktighet i betong: Förstudie av Sensohive-sensorer*. (TVBM; Nr 3189). Division of Building Materials, LTH, Lund University.

*Total number of authors:*

1

#### General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

#### Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117  
221 00 Lund  
+46 46-222 00 00

# **Ingjutna sensorer för relativ fuktighet i betong – Förstudie av Sensohive-sensorer**

Magnus Åhs | Avdelning Byggnadsmaterial | LTH | Lunds universitet  
TVBM-3189



**LUND**  
UNIVERSITY

ISRN LUTVDG/TVBM—21/3189—SE(1-15)

ISSN 0348-7911 TVBM

© Magnus Åhs 2021

Lunds universitet

Avdelning Byggnadsmaterial

Box 118

221 00 Lund

[www.byggnadsmaterial.lth.se](http://www.byggnadsmaterial.lth.se)

## Förord

Det här projektet initierades av Robert Larsson, Cementa, hösten 2020. I projektet har Magnus Åhs, avdelning Byggnadsmaterial, LTH, undersökt sensorer för att mäta relativ fuktighet i betong. Avdelning Byggnadsmaterial, LTH, har bedrivit forskning rörande fuktmätning i byggnadsmaterial under flera decennier.

I det här projektet har avdelning Byggnadsmaterial undersökt en ny fuktsensor från Sensohive. Fuktsensorn mäter relativa fuktigheten i betong och är framtagen för att kunna gjutas in i betong. Sensorn kopplas till ett datainsamlingssystem och resultatet visas sedan på en hemsida.

Stefan Backe, avdelning Byggnadsmaterial, LTH, har varit med i hela projektet och bland annat installerat mätsensorer, tillverkat provkroppar och mätt relativ fuktighet med eftermonterade Vaisalasensorer. Stort tack för all hjälp.

Sensohive har tillhandahållit fuktsensorer samt utrustning för att samla in data samt varit behjälpliga med att få datainsamlingen att fungera. Stort tack för all hjälp.

Cementa AB har finansierat projektet.

Magnus Åhs, 5 mars 2021  
Lund



# Innehållsförteckning

|     |                               |    |
|-----|-------------------------------|----|
| 1   | Introduktion .....            | 1  |
| 1.1 | Syfte.....                    | 2  |
| 2   | Material.....                 | 3  |
| 3   | Metod .....                   | 3  |
| 4   | Resultat och diskussion ..... | 7  |
| 5   | Slutsats.....                 | 13 |
| 6   | Referenser .....              | 15 |

Bilaga



# 1 Introduktion

Idag mäts relativ fuktighet i betong i princip alltid med sensorer som monteras efter att konstruktionen är gjuten. Detta förfarande har fördelar men också en del nackdelar.

Bland fördelarna med att eftermontera fuktsensorer en tid efter gjutning kan nämnas att sensorerna kan kalibreras innan och efter mätning, dessutom kan sensorerna i många fall återanvändas flera gånger. Detta är väldigt bra ur många perspektiv. Genom att använda samma sensor vid upprepade tillfällen erhålls information om en fuktsensor driver, det vill säga om sensorns utslag förändras vid ett visst fukttillstånd, relativ fuktighet. Återanvändning av sensorer innebär en lägre ekonomisk kostnad samtidigt som det ger en lägre miljöpåverkan.

En del nackdelar ned eftermonterade sensorer finns också. Till exempel är förfarandet med att montera in sensorer både tidskrävande och innehåller en hel del komplexa arbetsmoment. Till att börja med ska ett hål borraras i betongen ett visst djup. Aktuellt mätdjup kan bero på flera olika parametrar. När hålet är borrarat ska ett foderrör monteras i mät hålet. Därefter monteras en sensor och sedan krävs minst 4-7 dygns stabilisering för att läsa av fuktigheten. Detta innebär minst två besök på plats för att erhålla ett mätresultat för en specifik tidpunkt och plats. Om en ny avläsning ska utföras krävs ett nytt platsbesök. När relativa fuktigheten har lästs av är hålet ”förbrukat” och ett nytt hål måste borraras för att mäta i betongkonstruktionen på nytt. Till detta kan sägas att hålet blir varmt när borrningen sker. Detta påverkar sannolikt fuktigheten så att betongen är en annan vid mät hålet än vad den är i delar av konstruktionen som inte påverkats av borrningen. Ytterligare en svårighet och nackdel är att metoden är känslig för läckage under mätning och dessutom måste man säkerställa att mätpunkten inte störs av stora temperaturvariationer en tid före avläsning. Ytterligare en komplikation är att mätpunkten och sensorn måste skyddas från yttre åverkan så att sensorn inte rubbas från sitt läge eller förstörs helt.

De senaste åren har det börjat komma ut sensorer på marknaden som kan gjutas in i betong och som avläses både genom koppling via en kommunikationskabel och helt trådlöst med ett handhållet instrument. Trådlösa sensorer kan innebära att många av de uppräknade nackdelarna med eftermonterade fuktsensorer undanröjs, om dessa sensorer är tillförlitliga och fungerar tillfredsställande.

En stor fördel med ingjutningsbara trådlösa sensorer är att betongens uttorkning inte påverkas av den värme som tillförs under borrningen som sker med eftermonterade fuktsensorer. Dessutom är det möjligt att koppla utrustning till en ingjuten sensor så att det går att följa uttorkningen på distans via en dator. Det behövs bara ett platsbesök för att montera den, den sitter skyddad från yttre åverkan och den är inte känslig för temperaturvariationer alls utan den följer konstruktionens temperatur. Det krävs inte någon efterlagning som det gör när man monterar bort en eftermonterad sensor. Det är också möjligt att följa hur den kvarvarande fukten omfördelas under lång tid efter att ett golvmaterial har limmats fast på betongbjälklaget.

Några nackdelar är att sensorn bara kan användas en gång och att det inte finns någon möjlighet att efterkalibrera den. Det är också svårt att säkerställa att den hamnar på en exakt position och det finns risk att sensorn förstörs vid gjutningsarbetet om en betongvibrator kommer i kontakt



med den. Det kan vara svårt att skicka signaler genom armerad betong och räckvidden mellan sändare och mottagare är ett annat problem med trådlösa system.

Det finns en del tidigare försök utförda med ingjutna trådlösa temperatursensorer [1-3] och några studier genomförda specifikt med fuktsensorer (ingjutna och monterade i efterhand) utförda vid LTH [2, 4, 5].

I det här projektet har Sensohives ingjutningsbara fuktsensorer provats mot Vaisalas eftermonterade fuktsensorer. Vaisalas fuktsensorer är inte trådlösa men är godkända att mäta med enligt RBK systemet Fuktkontrollant Betong [6], dessa sensorer har också använts under många års tid på avdelning Byggnadsmaterial, LTH. Sensohives sensorer är inte trådlösa utan har en trådbunden enhet ansluten som måste kopplas till ett elnätuttag. Dessutom har Wiiste fuktmätningssystem med ingjutningsbara fuktsensorer använts i det här projektet.

### 1.1 Syfte

Den här studien syftar till att utvärdera Sensohives ingjutna fuktsensorer som loggas av ett system kopplat till en dataöverföringsenhet. Utvärderingen sker genom att jämföra Sensohives fuktsensorer mot eftermonterade inborrade Vaisala fuktsensorer. Wiistes ingjutningsbara fuktsensorer är också använda i projektet och även dessa jämförs mot Vaisalas fuktsensorer.

Totalt har uttorkningen i betongen loggats under en drygt tre månader lång mätperiod.

## 2 Material

Två olika betongkvaliteter används vid dessa försök, vct 0.55 samt vct 0.4, för betongrecept och delmaterial till de olika kvaliteterna se Tabell 1.

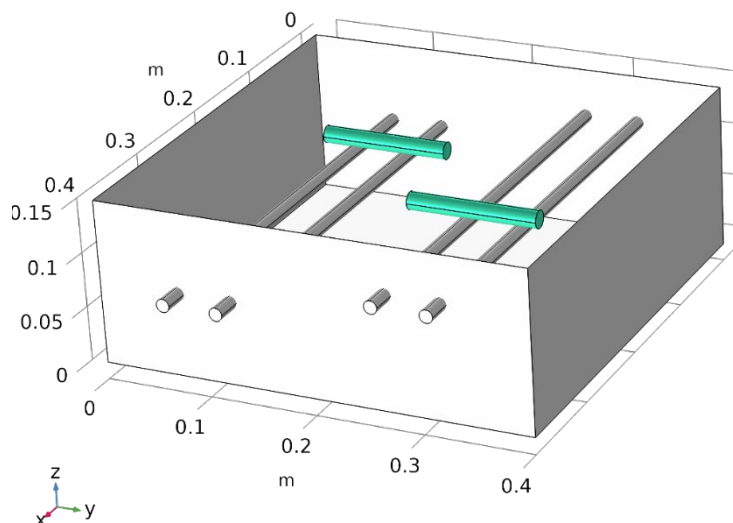
Tabell 1 Recept för de två betongkvaliteterna, samtliga delmaterial angivna i  $\text{kg/m}^3$

| Material                     | Vct 0.4 | Vct 0.55 |
|------------------------------|---------|----------|
| Bascement                    | 490     | 490      |
| Vatten                       | 196     | 270      |
| Sand (kross) Björnstorp 0-2  | 900     | 794      |
| Sten (kross) Björnstorp 8-11 | 857     | 756      |
| Sikament Evo 26              | 3,68    | 1,86     |

Skälet till att använda två olika betongkvaliteter är att uttorkningen sker olika snabbt i dessa två betongkvaliteter. Därmed är det i viss mån möjligt att se om sensorerna följer med i uttorkningen även om uttorkningen först sker snabbt för att i ett senare skede ske långsamt.

## 3 Metod

De trådbundna fuktsensorerna gjuts in i en platta av vardera betongkvaliteten på en viss position. Gjutformen är en kvadratisk låda med sidorna 400 mm\*400 mm och höjden 150 mm, se Figur 3.1.



Figur 3.1 Illustration av gjutform samt armeringsjärn och två sensorer monterade på olika höjd.

I vardera gjutform monteras fyra armeringsjärn på en höjd så att centrum på fuktsensorerna (ljusgröna) hamnar 30 respektive 60 mm från ovanytan, se Figur 3.4. Nominellt mätdjup enligt RBKs riktlinjer är satt till  $0.4 \cdot \text{tjockleken}$  på bjälklaget vid enkelsidig uttorkning, vilket i det aktuella fallet blir 60 mm.

Fuktsensorn från Sensohive innehåller elektronik och fukt- och temperatursensorer som är monterade i en 100 mm lång polymercylinder med diametern 14 mm, se Figur 3.2.



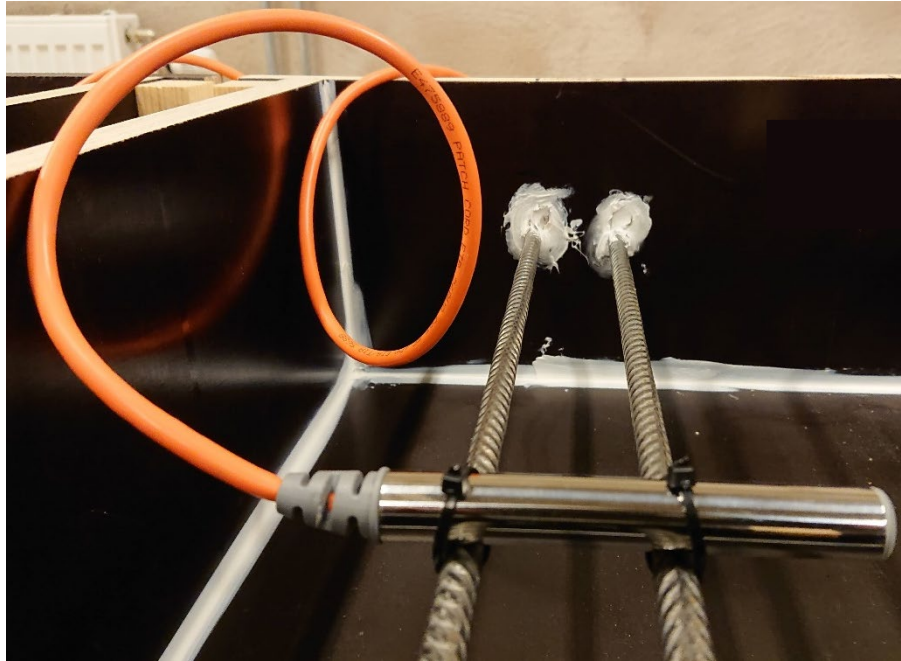
*Figur 3.2 Sensohives fuktsensor monterad på två armeringsjärn.*

Fuktsensorn från Sensohive är kopplad till en mindre plastbox med en cirka 5 mm tjock sladd. Plastlådan är i sin tur kopplad till elnätet via en tunnare sladd, se Figur 3.3.



*Figur 3.3 Sensohives fuktsensor inklusive kabel från sensor till plastbox och elnätsladd.*

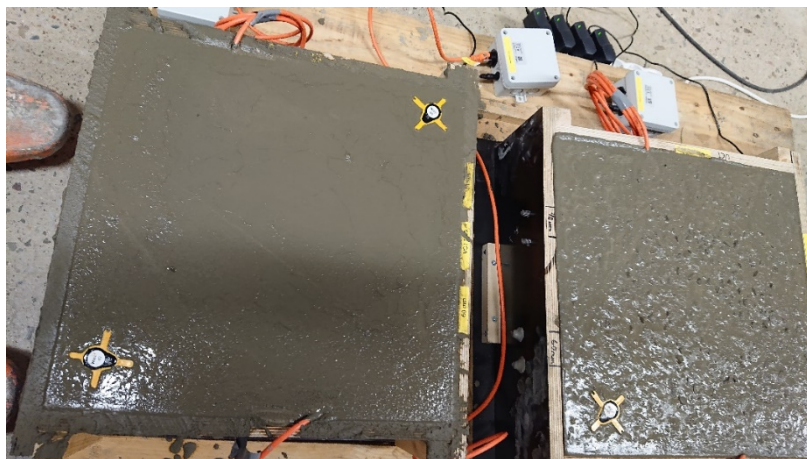
Fuktsensorer från Sensohive monterades på armeringsjärn i en gjutform byggd av 18 mm formplyfa (ytbehandlad plywood), se Figur 3.4.



*Figur 3.4 Gjutform samt en fuktsensorer av Sensohive monterad på två armeringsjärn.*

I de två lådorna monterades också totalt tre st Wiiste fuktsensorer. Wiiste är ytterligare ett system för ingjutna fuktsensorer som användes i undersökningen. Wiiste fuktsensorer är ingjutningsbara och monteras (trycks ner) i den nygjutna betongen och avläses med ett handhållet instrument. Wiiste sensorn är tillverkad i en viss längd och är därmed avpassad till ett visst djup.

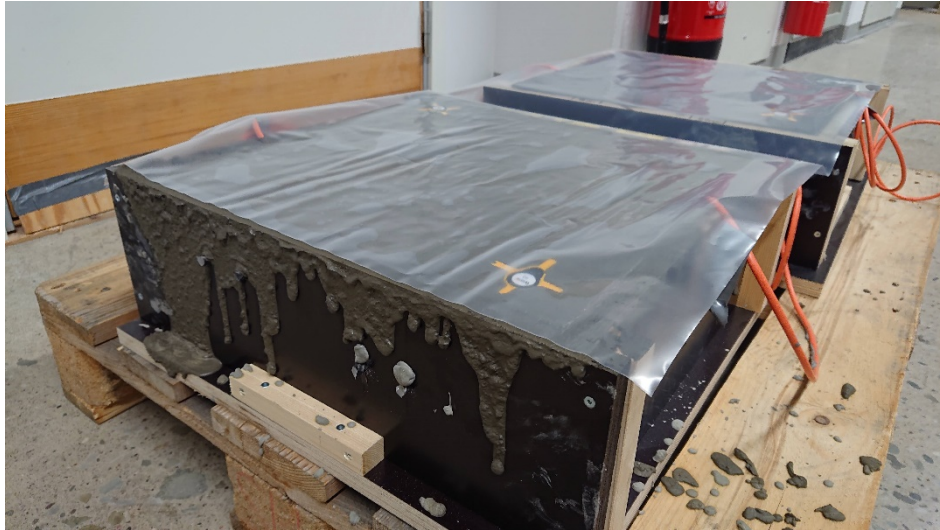
I Figur 3.5 visas de två nygjutna plattorna av betong, vct 0,55 till vänster och vct 0,4 till höger. I vct 0,55 monterades också två wiiste sensorer, syns i motstående hörn som gula kors, och i vct 0,4 monterades en Wiiste sensor.



*Figur 3.5 Två nygjutna plattor av betong, vct 0,55 till vänster och vct 0,4 till höger. I vct 0,55 monterades också två wiiste sensorer, syns i motstående hörn som gula kors, och i vct 0,4 monterades en Wiiste sensor.*

De två plattorna täcktes med en plast under ett dygn för att undvika sprickbildning på grund av tidig uttorkning.





*Figur 3.6 Gjutning skyddad med plastfolie för att undvika sprickor på grund av tidig uttorkning*

Resultatet från mätningen med de trådlösa ingjutna sensorerna från Sensohive och Wistee jämförs sedan mot mätningar utförda med Vaisala fuktsensor 30 respektive 110 dygn efter gjutning. Genom detta förfarande det i viss mån möjligt att säga någonting om vad som sker efter både en kortare och en längre tids mätning med de ingjutna sensorerna.

Parallellt med mätningen i betongplattan monterades en fuktsensor från Sensohive i ett kalibreringsblock från Humi-Guard som genererar 85% RF, se Figur 3.7.

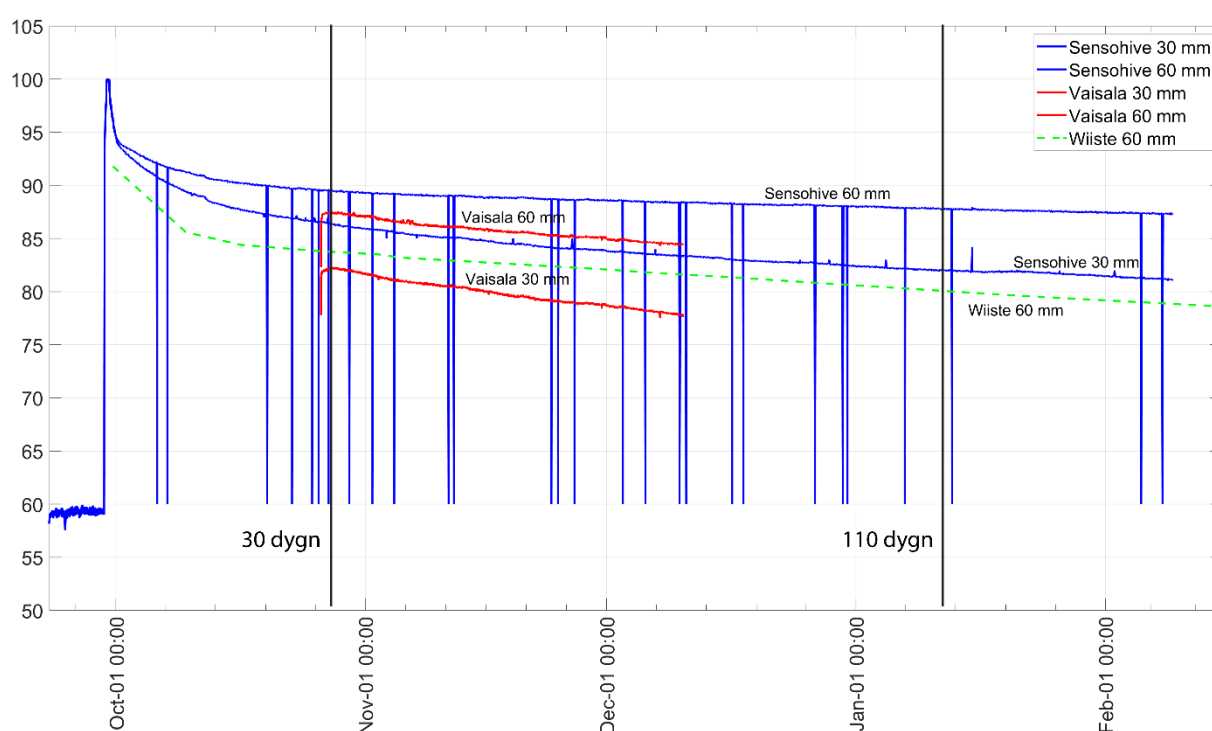


*Figur 3.7 Sensohive fuktsensor monterad i kalibreringsblock, HumiCal®85 från Humi-Guard®.*

## 4 Resultat och diskussion

Fuktsensorerna från Sensohive ger både relativ fuktighet och temperatur som utdata till användaren och dessa har loggats under hela mätperioden. Dessa mätdata laddas ned från Sensohives hemsida. Endast relativ fuktighet har redovisats i den här rapporten. Wiiste-sensorerna och Vaisalas fuktsensorer ger också temperatur och relativ fuktighet. Mätdata från Wiiste-sensorerna har lästs av (loggats) manuellt ett flertal gånger under mätperioden. Under en tid av ungefär 45 dygn har mätdata från Vaisalasensorer loggats och redovisas tillsammans med loggade värden för Sensohive och Wiiste. Resultatet redovisas också i tabellform vid två specifika tidpunkter efter 30 respektive 110 dagars uttorkning.

I Figur 4.1 visas den relativa fuktigheten i en betong med vct 0.4, som torkar enkelsidigt, på två olika djup 30 och 60 mm räknat från ovankant. Se bilaga för en förstoring av diagrammet.



Figur 4.1 Relativ fuktighet mätt på 30 och 60 mm djup i en platta av betong med vct 0.4, tjocklek 150 mm.

Sensohives ingjutna fuktsensorer (blå heldragna linjer) når cirka 100% RF vid första loggade mätvärdet men efter cirka en vecka är RF ungefär 91 % RF (30 mm) respektive 91% RF (60 mm). Alla blå lodräta streck i diagrammet motsvaras av mätvärdet 0 % RF (noll) vilket uppenbarligen inte stämmer, förmodligen har det felet med dataöverförings/informationssystemet att göra.

Mätningen med Vaisala startades 28 dagar efter gjutdagen. De vertikala röda linjerna direkt efter installation visar att båda Vaisala-sensorerna var torrare än betongen när de monterades för att sedan komma i jämvikt med RF i betongen.

Trettio dagar efter gjutning har Vaisala sensorn (30 mm) nått ett jämviktsläge och visar då 82% RF. Vid samma tidpunkt visar Sensohives ingjutna sensor cirka 4%-enheter högre RF. På djupet

30 mm ökar skillnaden i RF nivå från 5 till 6 %-enheter RF under motsvarande tid. RF nivån för Sensohives sensor sjunker mindre än vad RF nivån för Vaisalas sensor sjunker under den loggade tiden. Skillnaden är dock inte så stor att ett läckage kan förmodas förekomma vid de eftermonterade Vaisala-sensorerna. Jämvikt råder sannolikt i respektive mätsystem och uttorkningen i princip följs men på något olika nivå. Skillnaden mellan Sensohives ingjutna sensor på djupet 60 mm och Vaisalas eftermonterade sensor stiger från cirka 2 till 3 %-enheter RF under den tid som Vaisalasensorn loggas.

Efter ytterligare 80 dygns uttorkning visar Vaisala 81% RF på mätdjupet, 30 mm, och Sensohive visar 4-5 %-enheter RF högre, skillnaden mellan dessa system är fortfarande av samma storleksordning. På mätdjupet 60 mm mätdjup visar Vaisala 85% RF och Sensohive 2 %-enheter RF högre. Wiiste visar ett resultat som ligger mellan 4-5 %-enheter lägre än Vaisala-systemet.

Wiiste-sensorn visar att RF är ungefär 92% RF 2 dagar efter gjutning och ungefär 87% RF efter ytterligare en vecka. Skillnaden mellan Sensohive och Wiiste ökar med tiden fram till ungefär 20 dagar efter gjutning då skillnaden mellan de två systemen börjar bli konstant och är då ungefär 7 %-enheter stor, där Wiiste sensorn visar ett lägre resultat.

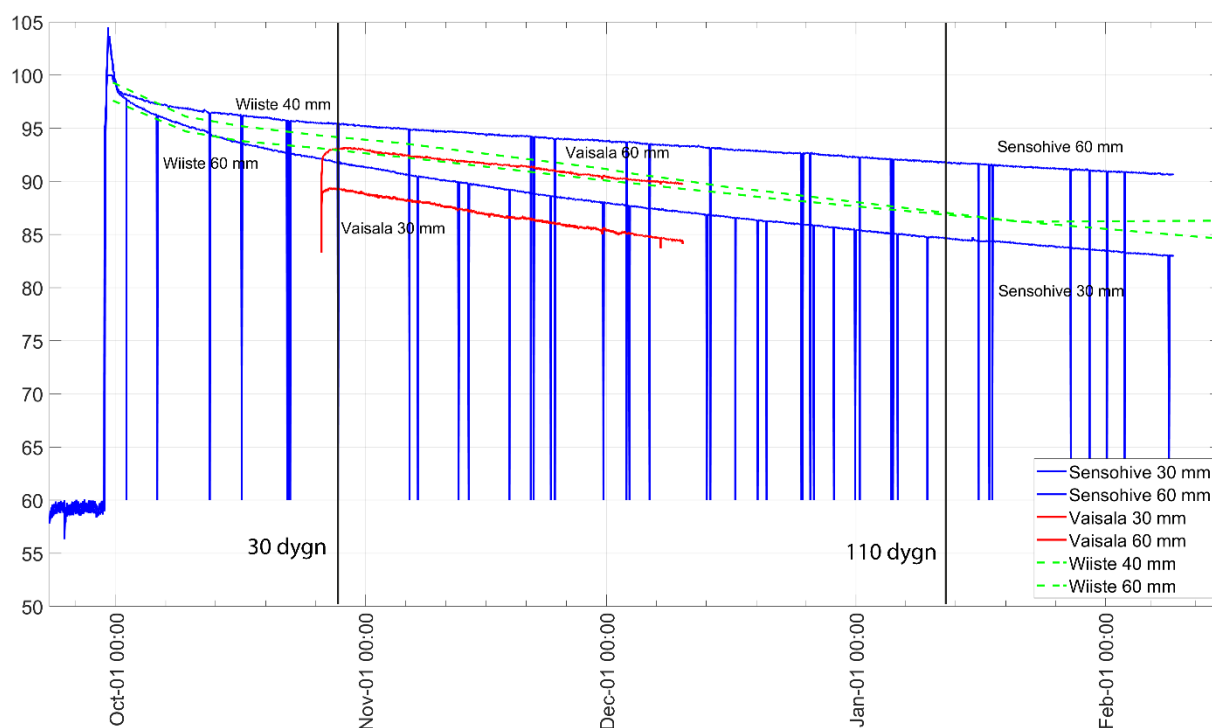
I Tabell 2 visas mätresultatet från samtliga fuktsensorer 30 respektive 110 dygns uttorkning av plattan med vct 0,4. Observera att nytt mäthål har borrats för att mäta med Vaisala efter 110 dygn.

*Tabell 2 Mätresultat i relativ fuktighet för fuktsensorerna Sensohive, Wiiste och Vaisala 30 respektive 110 dygn efter gjutning i plattan med vct 0,4.*

| Tid          | 30 dygn |         | 110 dygn |         |
|--------------|---------|---------|----------|---------|
| Mätdjup [mm] | 30      | 60      | 30       | 60      |
| Sensohive    | 86 % RF | 90 % RF | 82% RF   | 87% RF  |
| Vaisala      | 82 % RF | 88 % RF | 81 % RF  | 85 % RF |
| Wiiste       | -       | 84 % RF | -        | 80 % RF |

Skillnaden i absolutvärde mellan systemen antyder att resultaten från mätningen med Sensohive att uttorkningen går något snabbare i dessa mätpunkter.

I Figur 4.2 visas relativa fuktigheten och uttorkningen i en betong med vct 0.55 som torkar enkelsidigt, på två olika djup 30 och 60 mm (Wiiste mäter på 40 mm djup). Se bilaga för en förstoring av diagrammet.



Figur 4.2 Relativ fuktighet mätt på 30 och 60 mm djup i en platta av betong med vct 0.55, tjocklek 150 mm.

Sensohives ingjutna fuktsensor (30 mm) når 105% RF vid första loggade mätvärdet och efter en vecka är fuktigheten ungefär 94 % RF. Relativa fuktigheten i en punkt kan inte bli högre än 100% RF vilket innebär att mätresultatet inte är korrekt. Sensohives fuktsensor (60 mm) når cirka 100% RF vid mätningens början. De blåa vertikala linjerna i diagrammet representerar tidpunkter då mätresultatet registrerades som 0% RF. Detta beror sannolikt på ett fel som har med dataöverförings/informationssystemet att göra.

Mätningen med Vaisala (röda heldragna linjer) startas 28 dagar efter gjutdagen. De vertikala röda linjerna visar att båda Vaisala-sensorerna var torrare än betongen när de monterades för att sedan komma i jämvikt med RF i betongen.

Trettio dagar efter gjutning visar Vaisala-sensorn på 30 mm 89% RF vilket är 3 %-enheter lägre än Sensohives fuktsensor.

Skillnaden mellan mätsystemen Sensohive och Vaisala är i princip konstant under hela den loggade tiden från dag 30 till dag 75. Detta tyder på att jämvikt råder i respektive mätsystem och att uttorkningen i princip följs. I figuren visas resultatet från två Sensohive sensorer.

Sensohives ingjutna fuktsensor (60 mm, grön heldragen linje) når cirka 94 % RF vid det första loggade mätvärde, en vecka efter gjutning är RF ungefär 87 % RF.

Wiiste sensorn (blå streckad linje) visar ungefär 98 respektive 96 % RF 2 dagar efter gjutning och ungefär 96 respektive 95 % RF efter ytterligare en vecka. Skillnaden mellan Sensohive och Wiiste



ökar med tiden fram till ungefär 20 dagar efter gjutning då skillnaden mellan de två systemen börjar bli konstant.

I Tabell 3 visas mätresultatet från samtliga fuktsensorer 30 respektive 110 dygns uttorkning av plattan med vct 0,55.

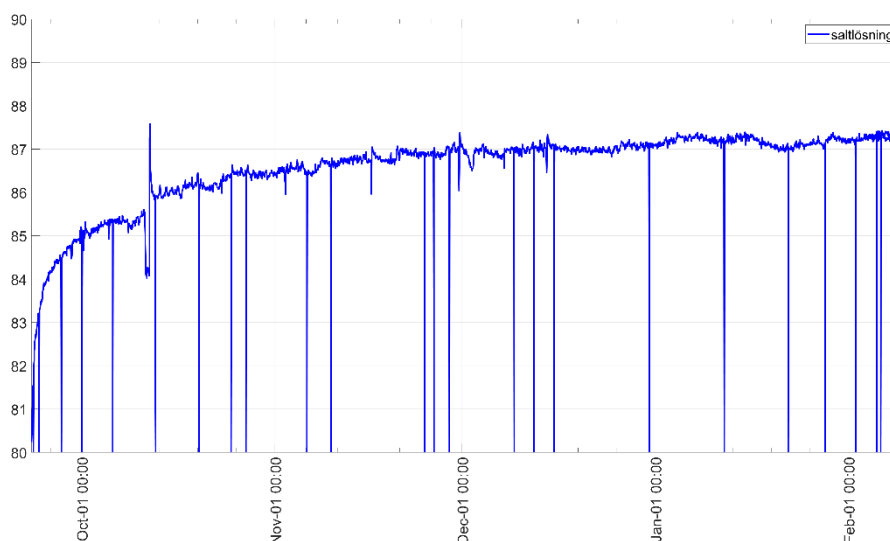
*Tabell 3 Mätresultat i relativ fuktighet för fuktsensorerna Sensohive , Wiiste och Vaisala 30 respektive 110 dygn efter gjutning i plattan med vct 0,55.*

| Tid            | 30 dygn |         | 110 dygn |         |
|----------------|---------|---------|----------|---------|
| Mätdjup [mm]   | 30      | 60      | 30       | 60      |
| Sensohive      | 93 % RF | 96 % RF | 83 % RF  | 91 % RF |
| Vaisala        | 89 % RF | 93 % RF | 83 % RF  | 91 % RF |
| Wiiste (40 mm) | 93 % RF | 94% RF  | 86 % RF  | 86 % RF |

Trettio dagar efter gjutning visar Vaisala 89 % RF och Sensohive 86 % RF på 30 mm djup. På ekvivalent mätdjup 60 mm visar Vaisala 93% RF och Sensohive 3 %-enheter högre 30 dagar efter gjutning.

Efter 110 dagars uttorkning visar Sensohive 83 % RF och Vaisala visar också 83 % RF på 30 mm mätdjup. På ekvivalent mätdjup (60 mm) visar Sensohive 91 % RF och Vaisala också 91% RF. Notera dock att nya hål borrades vid 110 dagar för att installera Vaisala sensorer. Skillnaden mellan systemen minskar således med tiden verkar det som. Skillnaden i absolutvärde är inte lika stor som i plattan med vct 0,4. Systemen följer trots dessa skillnader, uttorkningen på ett ungefär likvärdigt sätt.

I Figur 4.3 visas relativ fuktighet som funktion av tiden för den Sensohive-sensor som har placerats i kalibreringsblocket HumiCal®85 från HumiGuard®. Den relativa fuktigheten i referensblocket är konstant och temperaturen i klimatrumsmet är också konstant över tid. Kalibreringsblocket förvarades i ett klimatrums med ett konstant klimat, 60% RF och 20 °C.



*Figur 4.3 Uppmätt relativ fuktighet med sensohives fuktsensor i kalibreringsblock HumiCal®85.*

Sensohives fuktsensor visar att relativa fuktigheten i kalibreringsblocket stiger successivt, från ungefär 80 % RF till 87,1 % RF, från början till slutet av mätperioden. De lodräta strecken i diagrammet motsvarar registreringar då systemet visar ett felaktigt mätvärde (0 % RF). Det tar ungefär en vecka efter montage innan sensorn visar 85 % RF. Sedan ökar RF från 85 % RF till 87 % RF under nästan två månaders tid. I och med att mätvärdet stiger med tiden är sannolikt montaget tätt. Om montaget hade varit otätt hade mätvärdet sjunkit.

En förklaring till att mätresultatet förändras med tiden kan vara att Sensohives fuktsensorer driver. Detta fenomen uppträder ibland när klimatet som sensorn utsätts för påverkar materialet i sensorn och denna påverkan resulterar i att mätvärdet ändras trots att inte fukttillståndet förändras. Denna drift kan fungera på annat sätt i betong eftersom klimatet i betong inte direkt kan jämföras med klimatet ovanför en saltlösning i ett kalibreringsblock.

Drift hos sensorn skulle kunna vara en del av förklaringen till att Sensohives sensorer visar cirka 4-6 %-enheter RF högre jämfört med Vaisala mätningarna. Den lägre relativa fuktigheten som Vaisala sensorerna visar kan också bero på att fukt från betongen torkas ut när sensorerna monteras. Vaisala sensorerna monteras efter att ett hål har borrats in i betongen. Borrningen gör att temperaturen stiger och att omgivande luft kommer i kontakt med den fuktiga betongen nere i mät hålet. Både temperaturhöjningen och direktkontakten med omgivande luft i mät hålet kan potentiellt torka ut betongen. Dessa båda faktorer undviks helt om en sensor gjuts in i betongen och det innebär sannolikt att relativa fuktigheten då är högre än om en sensor eftermonteras i ett uppborrat mät hålet.

För att säkert avgöra alla dessa mätosäkerheter måste man göra mycket fler mätningar med många sensorer och sedan en göra ordentlig statistisk utvärdering av resultatet.



## 5 Slutsats

Sensohives mätsystem visar på flera fördelar. Installationen är enkel, uttorkningen i plattorna kan följas under flera månaders tid via en internethemsida och presenteras i ett diagram.

En nackdel är att alla mätpunkter kräver anslutning till ett elnätuttag vilket ofta kan vara ett problem på en byggarbetsplats. En del mätvärden visar uppenbart felaktigt att relativa fuktigheten är noll och det bör Sensohive försöka åtgärda. Dessutom bör Sensohive försöka åtgärda problemet att relativa fuktigheten registreras som större än 100 % RF.

Mätningen i plattorna visar att Sensohives fuktsensorer visar cirka 4-6 %-enheter högre RF än Vaisalasytemet i början av mätperioden. Denna skillnad ser ut att minska med tiden. För att användas i ett byggprojekt behöver mätosäkerheten minskas.

Systemet har potential att kunna mäta riktigt bra och med tillräcklig noggrannhet. Denna slutsats kan dras utifrån mätresultaten och Sensohive har kommit en bra bit på vägen mot ett välfungerande system.

Slutsatserna i den här rapporten bygger på ett väldigt litet antal mätningar och det statistiska underlaget är litet. Därför måste man tolka resultatet med en viss försiktighet.

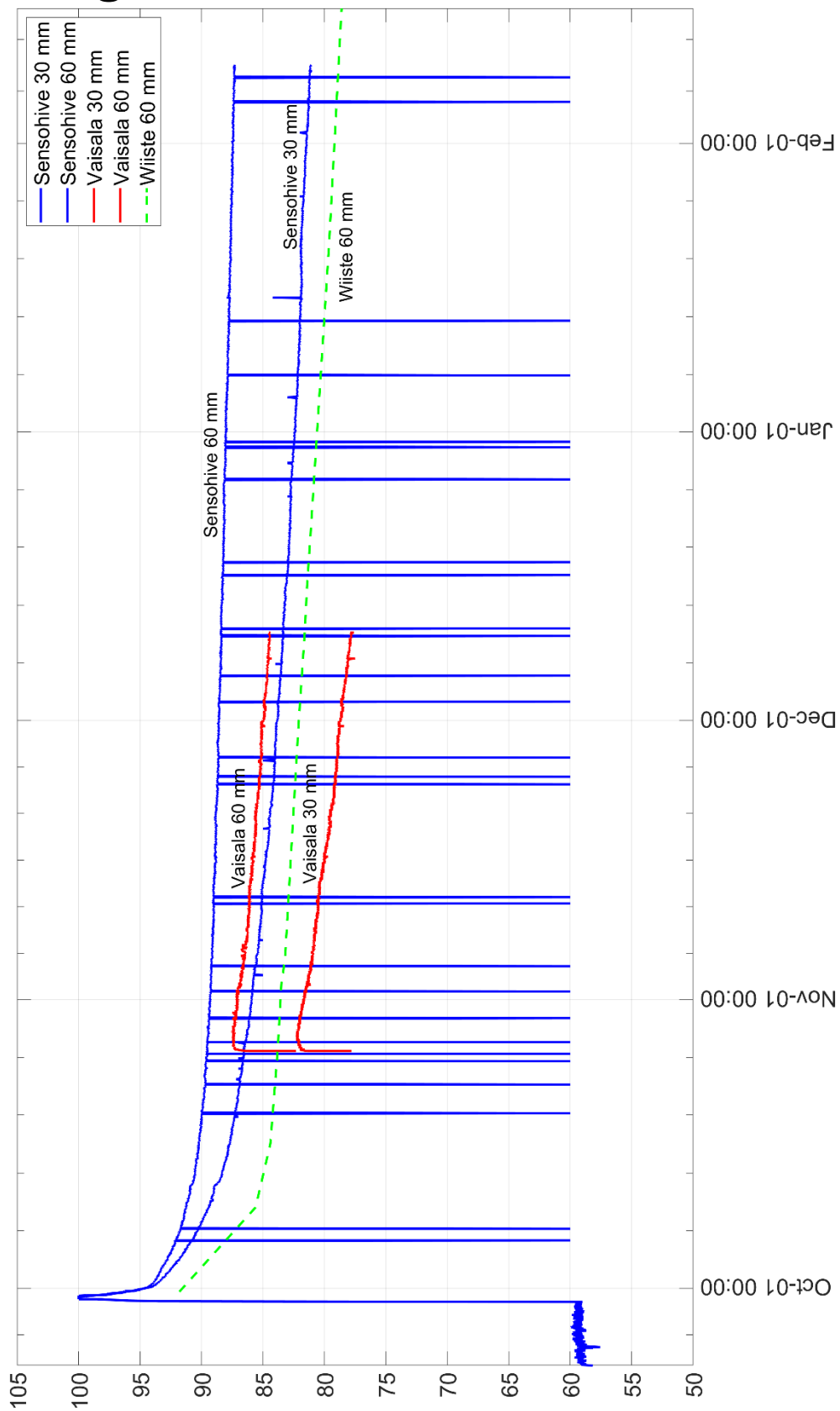


## 6 Referenser

1. Åhs, M. *Wireless temperature sensors embedded in concrete*. in *Proceedings of the 10th Nordic symposium on building physics*. 2014. Lund university.
2. Åhs, M., *Förstudie - Mätssystem med trådlösa sensorer ingjutna i betong*. 2011.
3. Åhs, M. *Remote monitoring and logging of relative humidity in concrete*. in *Proceedings of the 7th symposium on building physics in the nordic countries*. 2005. The icelandic building research institute.
4. Sjöberg, A. and J. Blomgren, *Fuktmätning med trådlösa sensorer inom byggindustrin*. 2004, Avd. Byggnadsmaterial, Lunds tekniska högskola: Lund.
5. Sjöberg, A. and J. Blomgren, *Fuktmätning med trådlösa sensorer inom byggindustrin. En fältstudie av två trådlösa system för fukt - och temperaturmätning*. 2007, Avd. Byggnadsmaterial, Lunds tekniska högskola.
6. Rapp, T., *Manual fuktmätning i betong - Moisture measurement in concrete (in Swedish)*. 2019, Sveriges Byggindustrier RBK Rådet för byggkompetens.

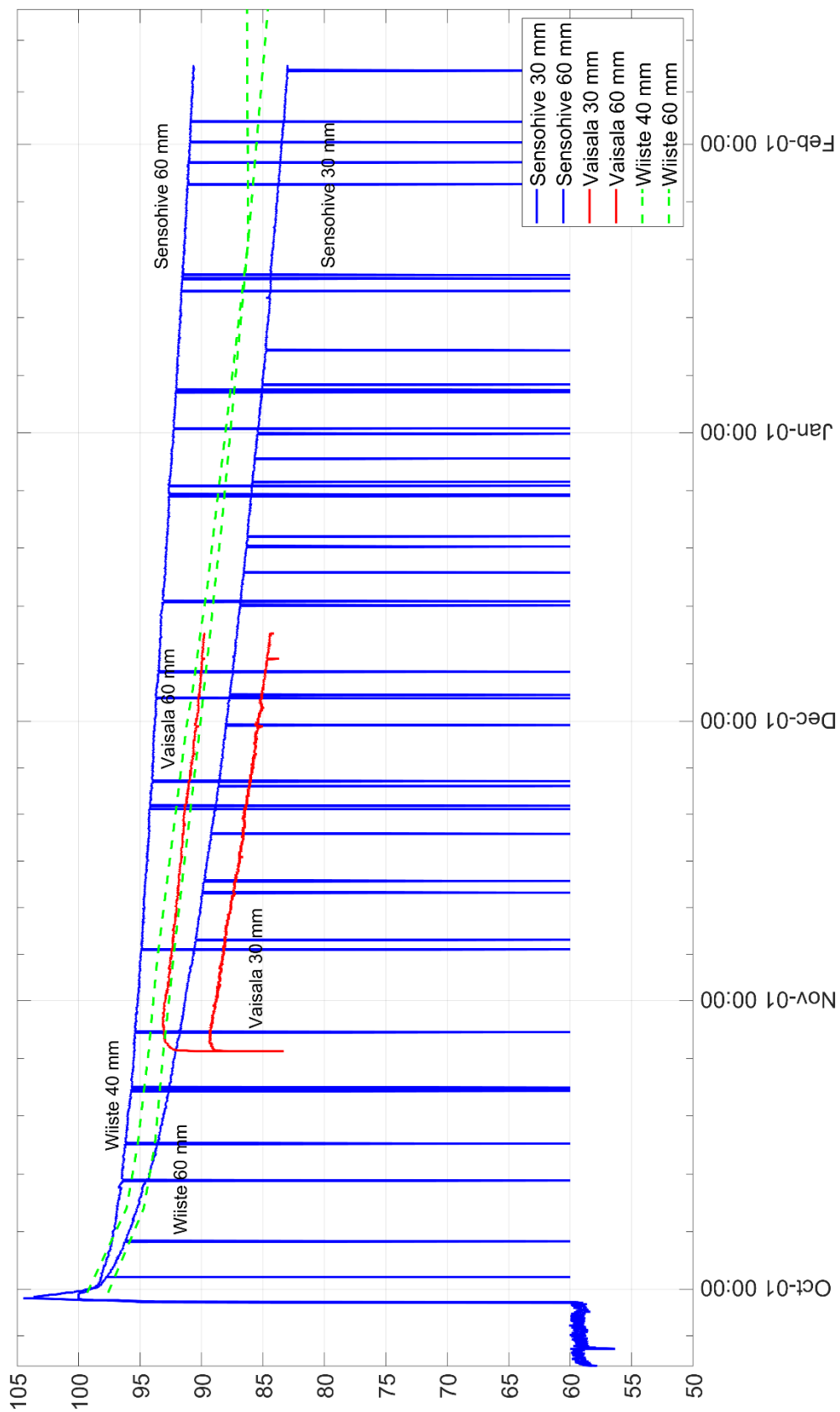


# Bilaga 1



Bilaga Figur 1 Relativ fuktighet på olika mätdjup, uppmätt med ingjutna Sensohive fuktsensorer, eftermonterade Vaisala sensorer och ingjuten Wiiste sensor, i betongplatta med vct 0.4.





Bilaga Figur 2 Relativ fuktighet på olika mätdjup, uppmätt med ingjutna Sensohive fuktsensorer, eftermonterade Vaisala sensorer och ingjutna Wiiste sensorer, i betongplatta med vct 0,55.