

# DELREPARATION AV TÄTSKIKTSSYSTEM

*del 1 Pilotundersökningar i labb*



**Ulf Antonsson**

**2020-04-28**



## Delreparation av tätskiktssystem – del 1 Pilotundersökningar i labb

Ulf Antonsson

RISE Rapport 2020:41

# Delreparation av tätskiktssystem – del 1

## Pilotundersökningar i labb

Ulf Antonsson

# Abstract

## **Partial repair of waterproofing systems – Part 1 Pilot surveys in labs**

This project is the first part of an intended major project to verify methods for partial repairs and methods for quality assurance of these repairs.

This part of the project is implemented in order to make the next part of the project (Part 2. Field study) credible and valid. The purpose is to investigate whether selected measurement systems are capable of warning of excess moisture where leakage occurs so that there is no consequential damage to the building.

The aim of this part is to evaluate and build knowledge about how sensors should be used and the possibility to interpret results from these.

The study of the function of the warning systems for moisture and water damage that will be used in the future field study has been carried out in a mock-up that has been developed within the project.

The project has been carried out with five different moisture sensor systems. During the entire test period, RISE have carried out measurements of temperature and moisture level in the test set's timber framework compartments. Measured values from the five moisture sensor systems have been compared to values from RISE's calibrated temperature and humidity sensors.

The surveys carried out can be grouped as follows:

- Function control of the moisture system's ability to detect elevated moisture levels in each mock-up's framework.
- Loading of undamaged floor and wall penetrations with water
- Loading of pre-damaged floor and wall penetrations with water
- Loading of partially repaired floor and wall penetrations with water

### **Function control**

Moisture sensor systems 2, 3, 4 and 5 show a relatively good compliance with RISE's calibrated moisture and temperature sensors, usually only a few percentage points deviation is noted. Note that the test procedure selected is not relevant for Invisense's moisture sensor system (system 1) as these are located in different positions than the other moisture sensor systems.

### **Loading of undamaged floor and wall penetrations with water**

#### **Floor**

When loading the floors with water, leakage was noted in test space 1 already after two hours of loading. This was recorded by the moisture sensors located in test compartment 1.

**Wall**

Already a few minutes after commencement of water spraying, a rising moisture level was observed and also recorded by the moisture sensors in test compartment 3. It is worth noting that this leakage was so small that no free water was detected.

An increase in moisture level was recorded at the wall penetrations in test compartment 4 after about 10 hours. At the end of the spraying cycle the moisture sensor sample in compartment 1 also showed a raised value.

**Loading of pre-damaged floor and wall penetrations with water****Floor**

All of the floor drains were subjected to pre-test damage, which consisted in removal of the clamping ring, cutting of the collar in one place and splitting it open a few centimetres.

All moisture sensor systems used in the floor wells in test compartments 1-4 indicated elevated values.

**Wall**

Pre-test damage to all wall penetrations was carried out using an awl that was pressed into the space between the tile and wall box and thus puncturing the sealing collar.

All moisture sensor systems used in the wall penetrations in test compartments 1-4 indicated elevated values.

**Loading of partially repaired floor and wall penetrations with water****Floor**

After partial repair where all floor drains were replaced, water loading of the floor was again carried out with 100 mm water.

No leakage was detected during the 5-day water load. None of the moisture sensor systems indicated any leakage.

**Wall**

After the partial repair where all pipe collars were replaced, water spraying took place again with alternating cold and warm water (1500 times).

No leakage was detected. None of the moisture sensor systems indicated any leakage.

## Conclusion

- All moisture sensor systems in the study have the capability to show that leakage has occurred
- It is not the absolute measured value of the moisture level that determines whether the waterproofing system is leaking or not

It is the change in the moisture level in the construction itself that is crucial to the question as to whether it is to be opened up or not.

Keywords: Delreparation, reparation, tätskiktssystem, tätskikt, fuktsensorer, fuktgivare

RISE Research Institutes of Sweden AB

RISE Rapport 2020:41

ISBN: 978-91-89167-23-0

Borås 2020

# Innehåll

<b>Abstract</b> .....	<b>1</b>
<b>Innehåll</b> .....	<b>4</b>
<b>Förord</b> .....	<b>6</b>
<b>Sammanfattning</b> .....	<b>7</b>
<b>1 Bakgrund</b> .....	<b>9</b>
<b>2 Tidigare projekt</b> .....	<b>10</b>
<b>3 Syfte och mål</b> .....	<b>12</b>
<b>4 Utförande</b> .....	<b>13</b>
4.1 Provpuppställning (mock-up).....	13
4.2 Fuktsensorer .....	16
4.2.1 Invisense.....	17
4.2.2 Iioote AB (Senseiot).....	18
4.2.3 Talkpools/Purus/Anticimex intelligenta golvbrunn .....	18
4.2.4 EL-MOTE-TH+ Temp. & Humidity Data Logger (inköpt sensorsystem) 19	
4.2.5 ALTA Wireless Humidity Sensor - Coin Cell Powered (inköpt sensorsystem).....	19
4.2.6 Referensmätning med kalibrerade temperatur- och fuktgivare .....	20
4.3 Funktionskontroll av varningssystemets förmåga att detektera förhöjd fuktnivå	20
4.4 Vattenbelastning av tätskiktssystemen på golv och vägg.....	21
4.5 Skador i tätskikt vid golvbrunnar och väggenomföringar .....	21
4.6 Delreparation av tätskiktssystemet .....	22
<b>5 Resultat</b> .....	<b>23</b>
5.1 Funktionskontroll av varningssystemets förmåga att detektera förhöjd fuktnivå	23
5.2 Vattenbelastning av tätskiktssystemen på golv och vägg.....	24
5.2.1 Vattenbelastning av golvet utan några medvetet gjorda skador .....	24
5.2.2 Vattenbesprutning av väggenomföring utan några gjorda skador .....	25
5.2.3 Vattenbesprutning av väggenomföringar efter gjorda skador .....	26
5.2.4 Belastning av golvet med vatten efter gjorda skador .....	29
5.2.5 Vattenbelastning av golvet efter utförd delreparation .....	31
5.2.6 Vattenbesprutning av väggenomföring efter utförd delreparation.....	31
5.3 Placering av givare .....	31
<b>6 Diskussion</b> .....	<b>32</b>
<b>7 Slutsats</b> .....	<b>33</b>
<b>8 Fortsatt arbete</b> .....	<b>34</b>
<b>9 Referenser</b> .....	<b>35</b>

Bilaga 1. Funktionskontroll av fuktsensorsystemen förmåga att detektera förhöjd fukt-nivå

Bilaga 2. Mätdata från mätningar med fuktsensorsystem Invisense

Bilaga 3. Mätdata från mätningar med fuktsensorsystem Iioote (Senseiot)

Bilaga 4. Mätdata från mätningar med fuktsensorsystem Talkpools/Purus/Anticimex intelligenta golvbrunn

Bilaga 5. Mätdata från mätningar med fuktsensorsystem EL-MOTE-TH+ Temp. & Humidity Data Logger (inköpt sensorsystem)

Bilaga 6. Mätdata från mätningar med fuktsensorsystem ALTA Wireless Humidity Sensor 95 (inköpt sensorsystem)

Bilaga 7. Mätdata från referensmätningar med RISE kalibrerade temp- och fuktgivare



# Förord

RISE Research Institutes of Sweden har fått förtroendet från SBUF (Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond) att utföra detta utvecklingsprojekt nr. 13 740.

Detta projekt startade hösten 2019 med medel från SBUF och från ett konsortium bestående av följande företag och organisationer.

NCC Sverige AB  
RISE  
Peab Sverige AB  
Länsförsäkringars Forskningsfond  
Gjensidige Forsikring  
Folksam  
Gar-Bo  
Moderna Försäkringar  
Dina Försäkringar  
Golvbranschen, GBR  
AB Svensk Våtrumskontroll, GVK  
Byggkeramikrådet  
Villaägarnas Riksförbund  
Säker Vatten  
Talkpool  
BASF-PCI  
Purus/BLS Industries AB  
Invisense AB  
Iioote AB  
Saint-Gobain Weber  
TMF - Trä- och Möbelföretagen

För SBUF finansieringen stod Fredrik Gränne, NCC AB, som sökande.

Jag vill tacka för finansieringen och alla som har deltagit med sin kompetens och sina erfarenheter.

Flera andra personer har också bidragit till projektet:

André Martinsson, RISE  
Richard Dawson, RISE  
Matilda Schander, RISE  
Börje Gustavsson, RISE

Till dessa vill jag också framföra ett stort tack.

Borås 28 april 2020

Ulf Antonsson, projektledare

# Sammanfattning

Detta projekt är första delen i ett tänkt större projekt för att verifiera metoder för delreparationer och metoder för kvalitetssäkring av dessa reparationer.

Denna del av projektet genomförs för att nästa del av projektet (del 2. Fältstudie) skall bli trovärdig och vederhäftig. Syftet är att undersöka om valda mätsystem har förmåga att varna för tillskjutande fukt där läckage förekommer så att det inte leder till några följdskador på byggnaden.

I denna del av projektet skall man kunna utvärdera och bygga kunskap kring hur sensorer ska användas och möjligheten att tolka resultat från dessa.

Undersökningen av funktionen hos de varningssystem för fukt- och vattenskador som kommer att användas i den framtida fältstudien har utförts i en provuppställning (mock-up) som har tagits fram inom projektet.

Projektet genomfördes med fem olika fuksensorsystem. RISE utförde mätning av temperatur och fuktnivå i provuppställningens regelfack under hela provtiden. Uppmätta värden från de fem fuksensorsystemen jämfördes med värden från RISE kalibrerade temperatur- och fuktgivare.

De genomförda undersökningarna kan grupperas enligt nedan:

- Funktionskontroll av varningssystemets förmåga att detektera förhöjd fuktnivå i varje mock-up:ens regelfack.
- Vattenbelastning av golv och väggenomföringar utan skador
- Vattenbelastning av golv och väggenomföringar efter gjorda skador
- Vattenbelastning av golv och väggenomföringar efter genomförd delreparation

## **Funktionskontroll**

Fuksensorsystemen 2, 3, 4 och 5 visade ganska god överensstämmelse med RISE kalibrerade fukt- och temperaturgivare. Vanligen kunde endast några få procentenheters avvikelse noteras. Notera att det provningsförfarande som har valts är inte relevant för Invisenses fuksensorsystem (system 1) då sensorerna har en annan placering än de andra fuksensorsystemen

## **Vattenbelastning av golv och väggenomföringar utan skador**

### **Golv**

Vid vattenbelastning av golven noterades läckage i provutrymme 1 redan efter två timmar. Detta registrerades av de fuksensorer som fanns i provutrymme 1.

### **Vägg**

Redan några minuter efter startad besprutning av väggenomföringarna noterades stigande fuktnivå i provutrymme 3. Detta registrerades av de fuksensorer som fanns i provutrymme 3. Det är värt att notera att detta läckage var så ringa att något fritt vatten inte kunde upptäckas.

Efter cirka 10 timmar så noterades stigande fuktnivå hos väggenomföringarna i provutrymme 4. Vid avslutad besprutning indikerade även en fuksensor i provutrymme 1 förhöjt värde

## **Vattenbelastning av golv och väggenomföringar efter gjorda skador**

### **Golv**

Skador gjordes på samtliga golvbrunnar genom att klämringen avlägsnades och manschetten skars upp på ett ställe samt fläktes upp någon centimeter.

Alla använda fuktsensorsystem vid golvbrunnarna i provutrymmen 1–4 indikerade förhöjda värden.

### **Vägg**

Skador hos samtliga väggenomföringar gjordes med hjälp av en syl som har pressades in i utrymmet mellan kakelplatta och väggboxarna och där punkterade tätningsmanschetten.

Alla använda fuktsensorsystem vid väggenomföringarna i provutrymmen 1–4 indikerade förhöjda värden.

## **Vattenbelastning av golv och väggenomföringar efter genomförd delreparation**

### **Golv**

Efter delreparation, där samtliga golvbrunnar byttes ut, skedde åter vattenbelastning av golvet med 100 mm vatten. Inga läckage upptäcktes under den 5 dygn långa vattenbelastningen. Inget av fuktsensorsystemen indikerade några läckage.

### **Vägg**

Efter delreparation, där samtliga rörmanschetter byttes ut, skedde åter vattenbesprutning med omväxlande kallt och varmt vatten (1500 ggr). Inga läckage kunde upptäckas. Inget av fuktsensorsystemen indikerade några läckage.

### **Slutsats**

- Alla undersökta fuktsensorsystem har förmåga att visa att läckage har uppstått. Detta stämmer överens med mätningar utförda med RISE:s utrustning.
- Det är inte det absoluta uppmätta värdet på fuktnivån som är avgörande för om tätskiktssystemet läcker eller inte.

Det är förändringen av fuktnivån i konstruktionen som är avgörande om man skall ta ett beslut om att öppna konstruktionen.

# 1 Bakgrund

Vattenskador är den vanligaste typen av skador i bostäder och kostar samhället årligen 6 miljarder kronor enligt [www.vattenskadecentrum.se](http://www.vattenskadecentrum.se) (1). Andra källor (2) anger 10 miljarder kronor årligen. Vattenskador är inte bara dyrbara att åtgärda utan påverkar också arbetsmiljö och boendemiljö samt leder till onödig användning av resurser. Det skall dock påpekas att alla dessa skador inte beror på skador eller brister i tätskikten. De allra flesta skador finns på rörinstallationer. För specificering se [www.vattenskadecentrum.se](http://www.vattenskadecentrum.se)

Även Boverket beskriver i sin rapport 2018:36 (3) ”Kartläggning av fel, brister och skador inom byggsektorn” att fukt och vatten är den största orsaken till skador och brister i byggnader. En del av dessa skador härrör från skador och brister hos tätskikt. Man säger i rapporten ”Tätskikt i våtrum är en mycket viktig skadeorsak” och det finns mycket goda skäl att fortsätta att arbeta med att göra dem säkrare.

Ovanstående gör att det bör finnas ett mycket stort intresse att på bred front börja att utföra delreparationer i våtutrymmen, något som dagens regelverk inte stödjer. Reparationer av tätskiktssystem är i sig ingen nyhet och det har utförts reparationer tidigare, dock utan att ha något regelverk till stöd.

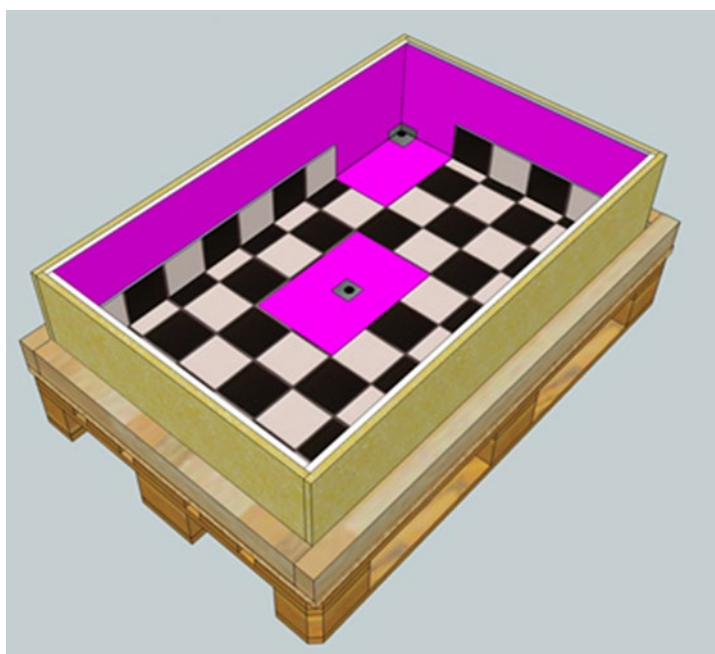
Många gånger föranleder en mindre skada i ett våtrums väggar eller golv till att hela våtrummet rivs ut och görs om från början för att säkerställa att lösningen blir fuktsäker. Detta resulterar både i en stor ekonomisk kostnad samt miljöpåverkan och då detta dessutom ofta sker under driftstiden upplever brukarna ofta arbetet som mycket besvärligt, då uttorkning och reparation kan ta åtskilliga veckor i anspråk. Med användandet av fuktsäkra metoder för delreparationer kan kostnad, miljöbelastning och påverkan på tredje part i många fall kraftigt minskas.

## 2 Tidigare projekt

Länsförsäkringars Forskningsfond finansierade redan 2012 ett projekt som rapporterades i SP Rapport 2012:23 (4).

I detta projekt utfördes labbprovingar för att se om delreparationer av tätskiktsfolier och plastmatta var möjliga att utföra. Ett av resultaten från projektet är provningsmetoden, SP-metod 4956 ”Provning av reparerbarhet hos tätskiktsfolier och plastmatta för våtrumskonstruktioner” (5).

Provningen utförs på en relativt liten modell av ett golv i ett våtutrymme. I en ”provlåda” byggs en våtrumskonstruktion upp där keramiska plattor monteras. En initial vattenbelastning utförs och två skador simuleras i konstruktionen. Rengöring och delreparation utförs. Den delreparerade konstruktionen vattenbelastas sedan under 28 dygn och inspektion efter eventuella läckage utförs.



Figur 1. Provkroppen enligt SP-metod 4956



Figur 2. SP-metod 4956

De i projektet utförda provningarna visade att delreparationer är möjliga att utföra i labbmiljö.

Man poängterade också att det är nödvändigt att branschen börjar använda lim för folierna som kan härda mellan två täta skikt av folie. Detta är något som branschen har tagit till sig och i dagsläget limmas alla folier med lim som kan härda mellan två täta skikt.

Vidare kom man fram till att utbildningsinsatser och certifiering av hantverkare som skall arbeta med att utföra delreparationer av keramiska våtrumskonstruktioner behövs.

Man föreslog också att en fältstudie skulle genomföras för att komma vidare mot att delreparationer av keramiska våtrumskonstruktioner vanligen blir förekommande. En förstudie kan med fördel utföras med inmonterade fuktmätare som på ett eller annat sätt kan läsas av utan att göra

något ingrepp i aktuella konstruktioner. Det förekommer flera olika typer av fuktmätare på marknaden men gemensamt är att de kan avgöra om ett läckage uppstår i anslutning till den utförda delreparationen eller inte. Det är på denna punkt som detta projekt ansluter till det tidigare utförda projektet.

### 3 Syfte och mål

Detta projekt är en första delen i ett tänkt större projekt för att verifiera metoder för delreparationer och metoder för kvalitetssäkring av dessa reparationer.

När det finns vedertagna, verifierade och fuktsäkra metoder för att utföra delreparationer i våtrum så kan dessa i framtiden användas av alla parter både under produktions- och driftsskedet av byggnader för att spara pengar och miljö utan att man ökar fuktrisken i byggnaderna.

Vid utnyttjandet av framtagna säkra delreparationsmetoder kan byggbolag få minskade kostnader för korrigerande av avvikelser i produktion och minskade eftermarknadskostnader och försäkringsbolagen kan få minskade kostnader för skadereparationer samtidigt som det blir miljövinster och minskade störningar för brukare. Till detta projekt finns förutom byggbolag och försäkringsbolag även branschorganisationer och intresseorganisationer kopplade för att framtagna metoder ska få ett så stort och brett stöd som möjligt.

Denna del av projektet genomförs för att nästa del av projektet (del 2. Fältstudie) skall bli trovärdig och vederhäftig. Syftet är att undersöka om valda mätsystem har förmåga att varna för tillskjutande fukt där läckage förekommer så att det inte leder till några följdskador på byggnaden.

I denna del av projektet skall man kunna utvärdera och bygga kunskap kring hur sensorer ska användas och möjligheten att tolka resultat från dessa. En frågeställning som behöver ett svar är till exempel: Vid vilken fuktnivå skall man ta beslut om att öppna konstruktionen? Ett annat syfte med denna del av projektet är att finna kunskap om var i konstruktionen man skall montera sensorerna för att få tillförlitliga mätvärden.

## 4 Utförande

### 4.1 Provuppställning (mock-up)

Undersökningen av funktion hos de varningssystem för fukt- och vattenskador som kommer att användas i den framtida fältstudien, har utförts i en provuppställning (mock-up) som har tagits fram av RISE i samråd med projektgruppen.



Bild 1. Foto av badrumsmock-upens utsida

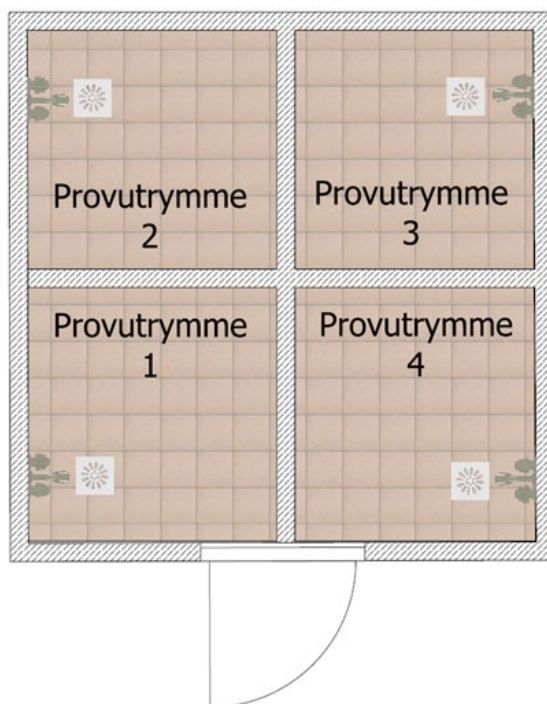


Bild 2. Foto av badrumsmock-upens utsida





Bild 3. Foto av badrumsmock-upens insida



Figur 3. Skiss över mock-upen insida

Mock-upens yttermått är ca 3 x 3 m.

Regelavståndet i golvkonstruktion är c-c 300 mm. På regelverket finns golvspånskiva med tjocklek av 22 mm. Ovan denna har fallspackling utförts med avjämningsmassa.

Regelavståndet i väggkonstruktion är c-c 450 mm. På regelverket finns konstruktionsplywood med tjocklek av 15 mm. På denna har kartonggipsskiva monterats.



Bild 4. Bild från byggandet av mock-upen



Bild 5. Bild från byggandet av mock-upen

Ytorna i mock-upens insida har beklänts och belagts med tätskikt av folietyp. Detta arbete utfördes av tätskiktsleverantören.



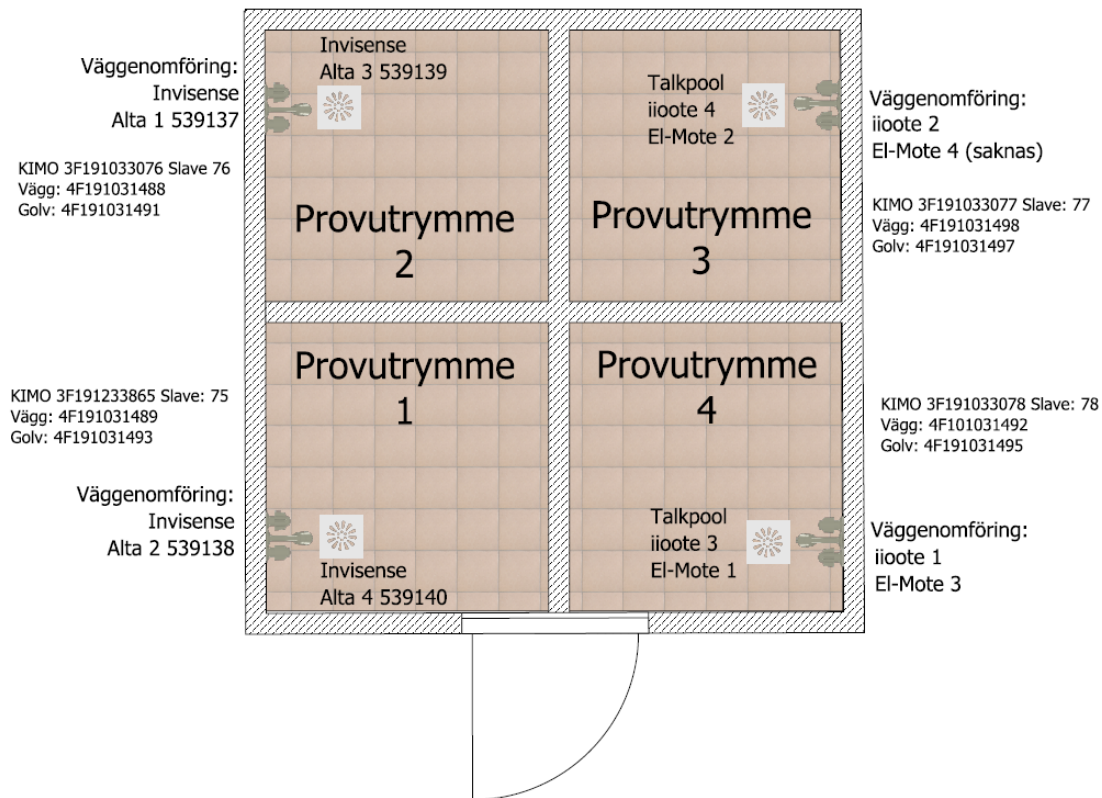
Bild 6. Mock-upens insida har beklänts och belagts med tätskikt av folietyp.

## 4.2 Fuktsensorer

Projektet har genomförts med fuktsensorsystemen som listas nedan. Valet av fuktsensorsystem som skall ingå i projektet har gjorts av projektgruppen. Två (system 4 och 5) av systemen är inköpta och finns där med inte representerade i projektgruppen. Tre (system 1, 2 och 3) är representerade i projektgruppen.

1. Invisense
2. iioote (Senseiot)
3. Talkpools/Purus/Anticimex intelligenta golvbrunn
4. EL-MOTE-TH+ Temp. & Humidity Data Logger (inköpt sensorsystem)
5. ALTA Wireless Humidity Sensor 95 (inköpt sensorsystem)

### Placering av sensorer



Invisens sensorer har varit placerade bakom tätskikten medan de övriga sensorsystemen har varit placerade i regelfacken under golvspånskivan respektive bakom plywoodskivan på väggarna. De har använts ett flertal Invisenssensorer vid varje mätpunkt medan för övriga system har endast en sensor använts vid varje mätpunkt.

## 4.2.1 Invisense

Invisense är en passiv fuktsensor som kan placeras bakom tätskikten i olika typer av byggkonstruktioner. Fuktsensorn läses av med hjälp av en skanner och mätresultatet skickas från en mobiltelefon till en web-sida



Bild 7. Invisenses självhäftande fuktsensorer monterade vid golvbrunn och väggomföring



Bild 8. Invisenses skanner läser av fuktsensorn igenom de keramiska plattorna

## 4.2.2 Iioote AB (Senseiot)

Iioote (Senseiot) är ett aktivt temperatur- och fuktmätningssystem som kan placeras i olika typer av byggkonstruktioner. Fuktsensorn kommer ifrån Elsys (Elektroniksystem i Umeå AB) och modellen heter EMS (ELSYS Mini Sensor). Sensorn registrerar också om den har kontakt med fritt vatten. Sensorn läses av trådlöst och data transporteras till en web-sida. Systemet är anpassat för IoT ”sakernas internet” och baserat på en radiostandard, LoRaWAN™. Systemet kan anslutas till olika typer av fastighetssystem.



Bild 9. Fuktsensorn ELSYS Mini Sensor

## 4.2.3 Talkpools/Purus/Anticimex intelligenta golvbrunn

Systemet är baserat på Purus Monteringsplatta 2014 som försetts med två kopparslingor där mätning av resistansvärde sker i avjämningsmassan. Sensorn läses av trådlöst och mätvärden transporteras till en web-sida via en gateway. Även luftfuktighet och temperatur mäts och registreras.

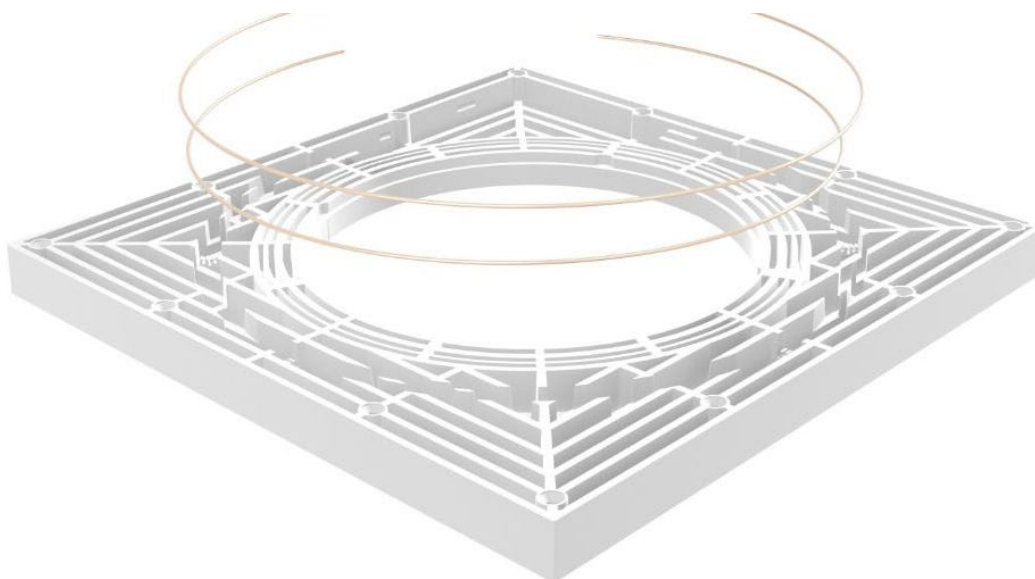


Bild 10. Systemet är baserat på Purus Monteringsplatta 2014 som försetts med två koppar-slingor

#### 4.2.4 EL-MOTE-TH+ Temp. & Humidity Data Logger (inköpt sensorsystem)

Mäter temperatur i intervallet -30 till + 80 °C och relativ luftfuktighet 0 till 100 % RF. Registrerar och överför data till web-sidan EasyLog Cloud via uppkoppling till Internet med hjälp av trådlöst nätverk (Wi-Fi). Batterilivslängd på upp till 2 år.



#### Leveransproblem

En av de beställda sensorerna var trasig vid leverans och måste returneras. Någon ersättningssensor kom inte under projektiden

Bild 11. EL-MOTE-TH+ Temp. & Humidity Data Logger

#### 4.2.5 ALTA Wireless Humidity Sensor - Coin Cell Powered (inköpt sensorsystem)

Mätområde, temperatur -7°C to +60°C, fukt 0 till 100 %RF. Sänder data till web-sida via en gateway. Batteritid upp till 4 år.



Bild 12. ALTA Wireless Humidity Sensor - Coin Cell Powered

## 4.2.6 Referensmätning med kalibrerade temperatur- och fuktgivare

RISE har under hela provtiden och alla moment utfört mätning av temperatur och fuktnivå i provuppställningens regelfack.

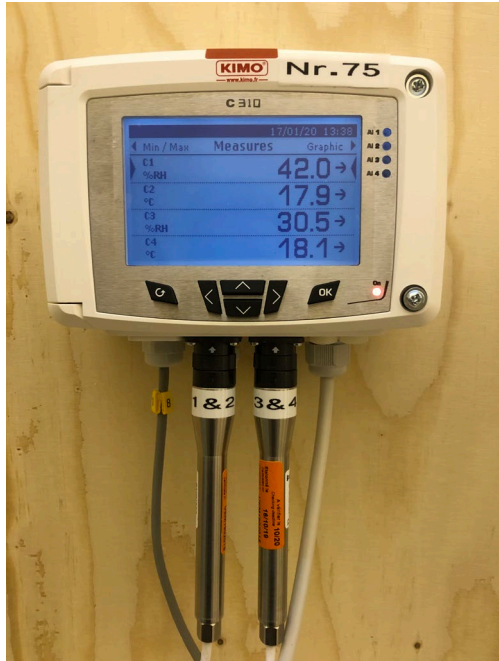


Bild 13. KIMO Multifunktion transmitter C 310



Bild 14. KIMO SHDI-300 Fukt- & temperaturgivare

Kalibreringsbevisen för de använda temperatur och fuktgivaren visar på mycket låga avvikelser. Största avvikelse för temperatur är  $+0,1^{\circ}\text{C}$  och för fukt  $\pm 1\% \text{RF}$ .

## 4.3 Funktionskontroll av varningssystemets förmåga att detektera förhöjd fuktnivå

Undersökningen inleddes med en funktionskontroll av varningssystemets förmåga att detektera förhöjd fuktnivå i varje regelfack som bildas av de långsgående reglarna i provuppställningen. Detta gjordes genom att fuktig luft tillfördes in i regelfacket. Mätning med de i projektet ingående fuktsensorsystemen utfördes och jämfördes med mätning utförd med RISE kalibrerade temperatur- och fuktgivare.

## 4.4 Vattenbelastning av tätskiktsytorna på golv och vägg

Efter den inledande funktionskontrollen med förhöjd fuktnivå i regelkonstruktionen utfördes vattenbelastning av tätskiktsytorna på golv och vägg.

- Golvet vattenbelastades genom att konstruktionen ställdes under vatten (ca 100 mm) under ca 3 dygn.
- Genomföringar i väggarna (genomföring för vattenblandare) besprutades med omväxlande varmt (60°C) och kallt (10°C) vatten under 100 timmar.

Mätning med i projektet ingående fuktsensorsystemen utfördes och jämfördes med mätning utförd med RISE kalibrerade temperatur- och fuktgivare.

## 4.5 Skador i tätskikt vid golvbrunnar och vägggenomföringar

Att medvetet göra skador i ett tätskiktssystem var en helt ny uppgift då tidigare projekt och uppdrag alltid har haft fokus på frågan om tätskiktet är vattentätt eller inte.

Frågan var hur skulle man på ett repeterbart sätt göra skador vid en golvbrunn? För att utröna detta utfördes ett mindre förförsök. I detta förförsök byggdes två mindre provlådar, se foton nedan.

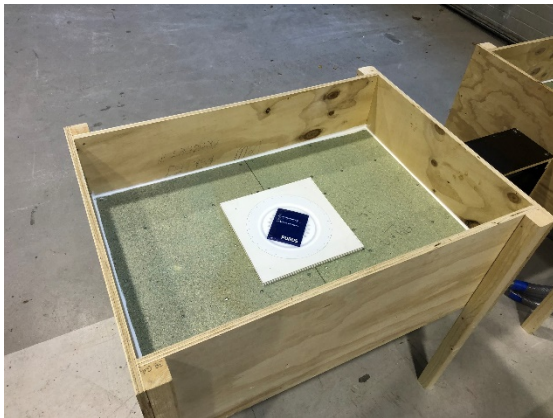


Bild 15. Provlåda underbyggande

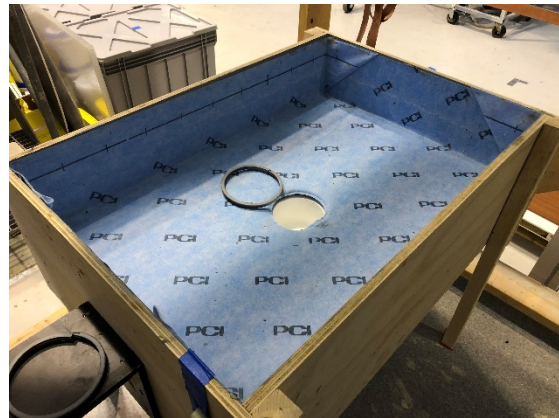


Bild 16. Provlåda efter medvetet gjorda skador

Idén var att bygga upp modeller av en golvkonstruktion. Vattenfylla provlådorna, med 100 mm vattendjup, och kontrollera att de var vattentäta genom att mäta fuktnivån i regelkonstruktionen i provlådans undersida. För att inte ventileras bort fukt eller vatten från läckage var undersidan av regelverket belagt med en plexiglasskiva.

Det var oväntat svårt att åstadkomma skador som kunde iakttas på provlådans undersida. Det gjorde försök med sticka hål i tätskikt en syl och med ett stämjärn, detta resulterade förvånande nog inte i några läckage. Då övergick vi till att stansa ut Ø 5 mm stora bitar av tätskikt och underliggande brunnsmanshett. Inte heller detta förfarande ledde till några läckage. Först när klämringarna avlägsnades och ett mindre snitt gjordes genom



tätskiktsskydd och brunnsmanshett erhöles svagt droppande läckage. Det var denna metod som senare användes när skador gjordes i badrumsmock-upen.

Vid väggomföringarna var det betydligt enklare att få till ett svagt droppande läckage. Detta gjordes med hjälp av en syl som stacks igenom rörmanschetten som fanns monterad runt väggomföringarna.

## 4.6 Delreparation av tätskiktssystemet

Efter cirka en veckas torkning utfördes delreparation av tätskiktssystemet. Detta arbete utfördes av tätskiktsleverantören.



Bild 17. Exempel på delreparation av tätskikt

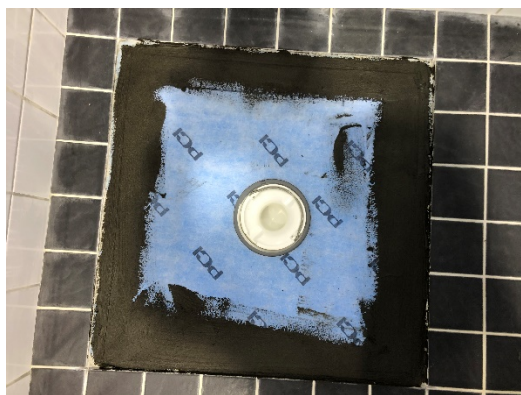


Bild 18. Exempel på delreparation av tätskikt kring golvbrunn



Bild 19. Exempel på delreparation av tätskikt kring väggomföring

## 5 Resultat

### 5.1 Funktionskontroll av varningssystemets förmåga att detektera förhöjd fuktnivå

Fuktsensorsystemen 2, 3, 4 och 5 visade ganska god överensstämmelse med RISE kalibrerade fukt- och temperaturgivare och vanligen endast några få procentenheters avvikelse noteras. Vid något enstaka tillfälle noterades en avvikelse på 5 procentenheter. För mera detaljerad information om resultatet se bilaga 1.

Fuktsensorsystemen visar förhöjd fuktnivå i varje regelfack som bildas av de långsgående reglarna i provuppställningen. Detta gjordes genom att fuktig luft tillfördes in i regelfacket. Mätningar utfördes i flera omgångar vid olika fuktnivåer.

Mätningar har utförts vid:

- Fuktnivåer av ca 35–45 %RF
- Fuktnivåer av ca 65–80 %RF
- Fuktnivåer av ca 80–95 %RF

Notera att det provningsförfarande som har valts är inte relevant för Invisenses fuktsensorsystem då dessa sensorer har en annan placering än de andra fuktsensorsystemen

## 5.2 Vattenbelastning av tätskiktsytorna på golv och vägg

### 5.2.1 Vattenbelastning av golvet utan några medvetet gjorda skador

Vid vattenbelastning av golven noterades läckage i provutrymme 1 redan efter två timmars belastning. Detta registrerades av givare Alta 4 samt av RISE kalibrerade fukt- och temperaturgivare.

Efter ett dygns belastning tömdes mock-upen på vatten så Invisensegivarna kunde läsas av. Tre av Invisensegivarna(1, 2 och 3) visar förhöjda värden.

Efter avläsning av Invisensegivarna fylldes mock-upen åter med vatten, den belastningen fick pågå under tre dygn. Inga förhöjda värden, andra än ovan beskriva, kunde noteras.

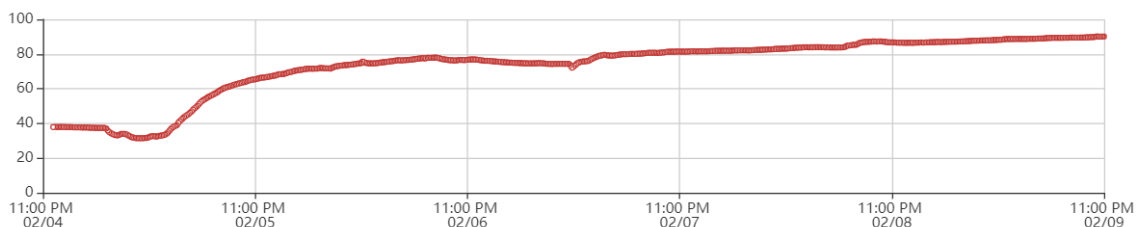


Diagram 1. Givare Alta 4 visar en förhöjning av fuktnivån i provutrymme 1

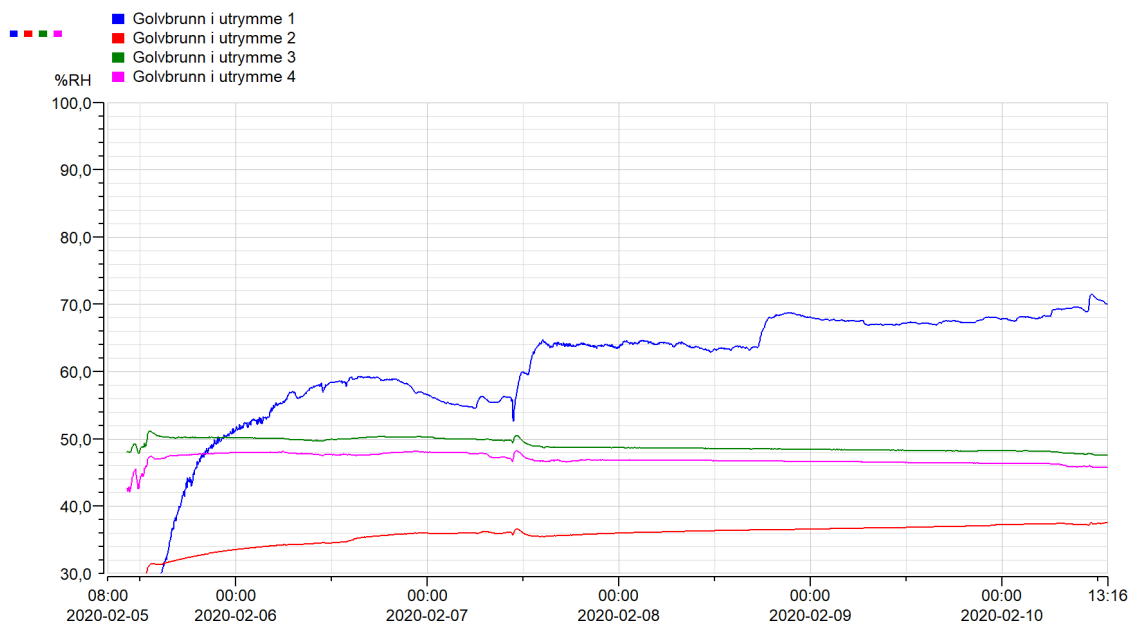


Diagram 2. RISE givare visar en förhöjning av fuktnivån i provutrymme 1

## 5.2.2 Vattenbesprutning av väggenomföring utan några gjorda skador

Redan några minuter efter startad besprutning noteras en stigande fuktnivå hos RISE kalibrerade fukt- och temperaturgivare i provutrymme 3. Detta registrerades också av givare El-Mote 2 och av iioote givare 2. Läckaget är så ringa att något fritt vatten inte kunde upptäckas.

Efter ca 10 timmar så noterades en stigande fuktnivå hos väggenomföringen i provutrymme 4. Vid avslutad besprutning visade Invisense givare 6 i provutrymme 1 förhöjt värde

### Data View 1

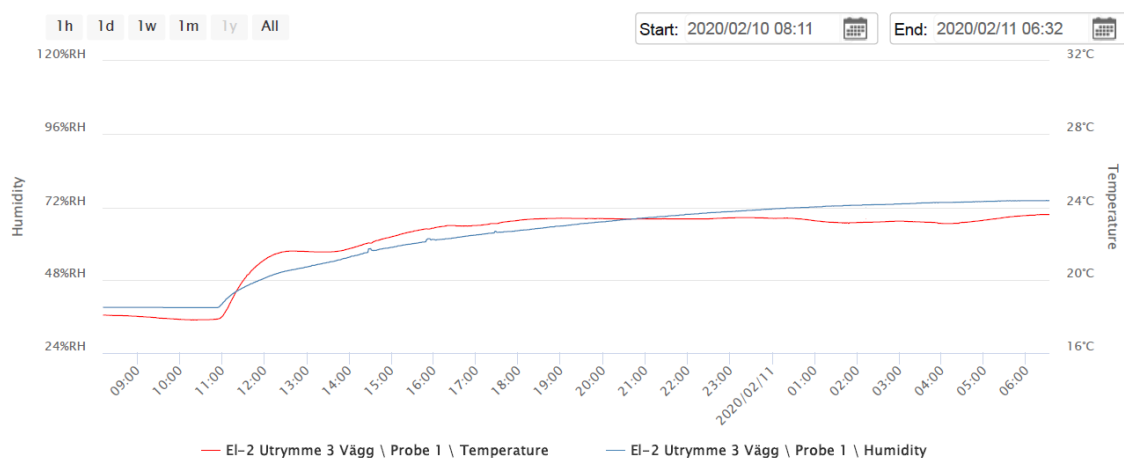


Diagram 3. Stigande fuktvärde registrerades av givare El-Mote 2

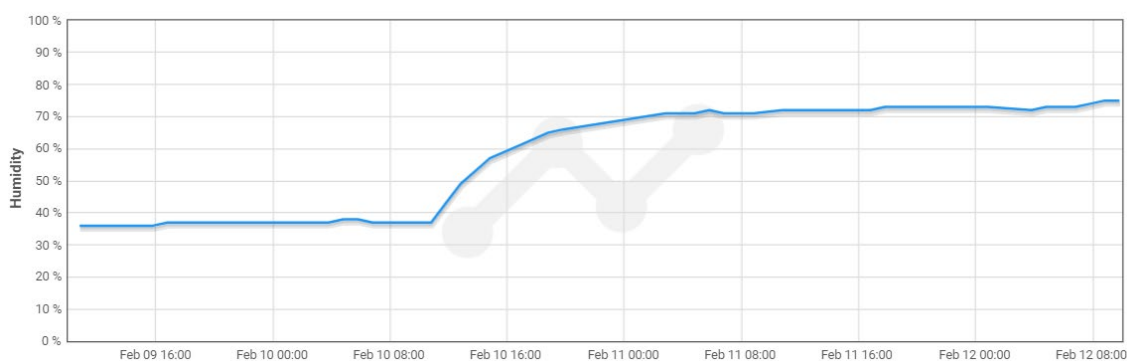


Diagram 4. Stigande fuktvärde registrerades av givare iioote 2

Mätdatum	RF%
2020-02-20	101
2020-02-18	111
2020-02-17	82
2020-02-14	83
2020-01-30	67

Tabell 1. Stigande fuktvärde registrerades av Invisense givare i provutrymme 1.

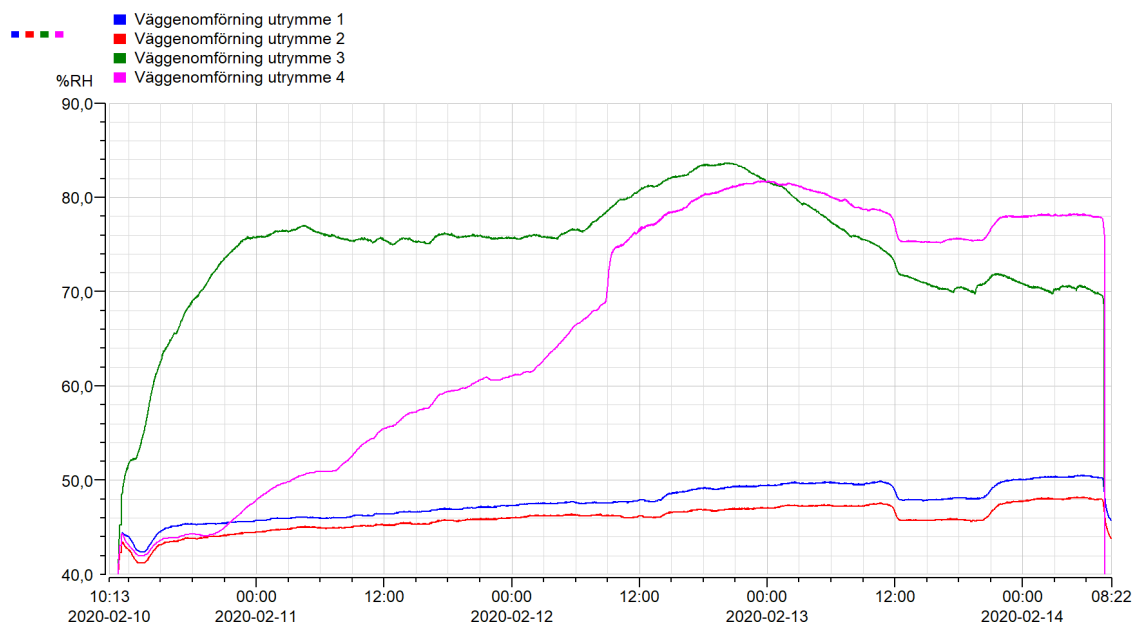


Diagram 5. Stigande fuktvärde registrerades av RISE givare i provutrymme 3 och 4

### 5.2.3 Vattenbesprutning av väggenomföringar efter gjorda skador

Skador hos samtliga väggenomföringar gjordes genom att en syl pressades in utrymmet mellan kakelplatta och väggbbox och där punkterade tätningsmanschetten.

Redan efter ca 1 timmes besprutning noterades läckage i provutrymme 2, 3 och 4. I provutrymme 1 var det osäkert om det förelåg något läckage varför ytterligare en skada gjordes i väggenomföringen i provutrymme 1. Detta resulterade i att fuktnivå steg markant inom loppet av en timme.

Alla läckage detekterades på ett tillfredställande sätt Altagivarna, El-Mote givarna samt iioote givarna. Även RISE kalibrerade fukt- och temperaturgivare registrerar fuktökningarna vid väggenomföringarna i provutrymmena.

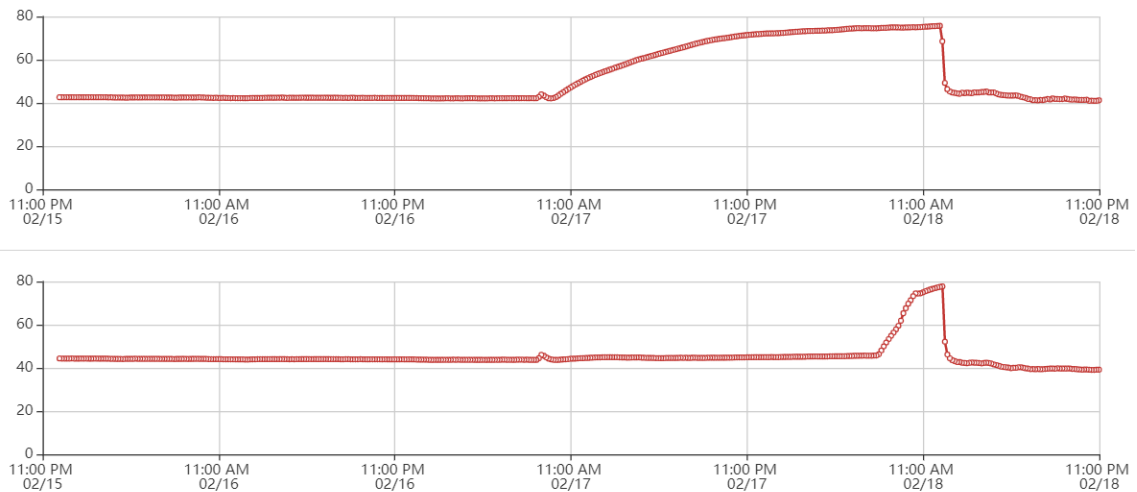


Diagram 6. Alta givarna 1 och 2 visade förhöjda fuktnivåer i provutrymmena 1 och 2

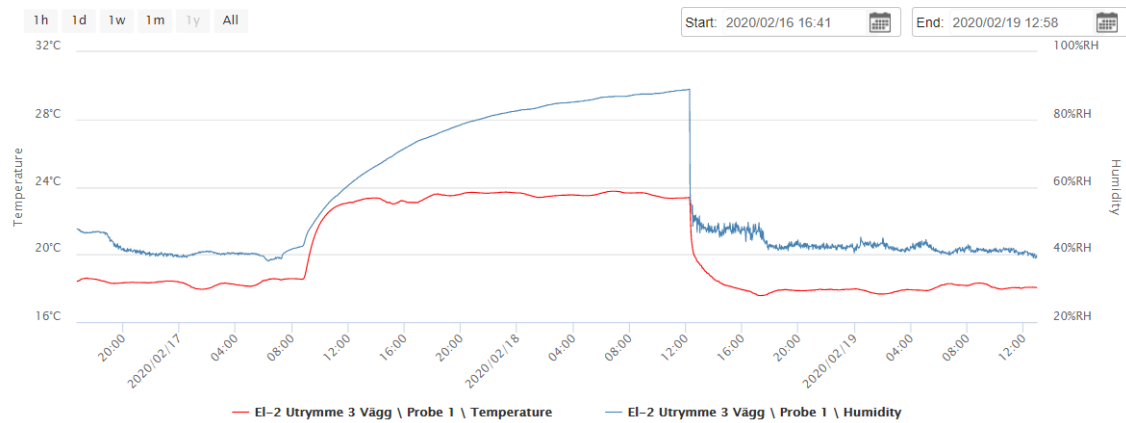


Diagram 7. El-Mote givare 2 i provutrymme 3 visade förhöjd fuktnivå

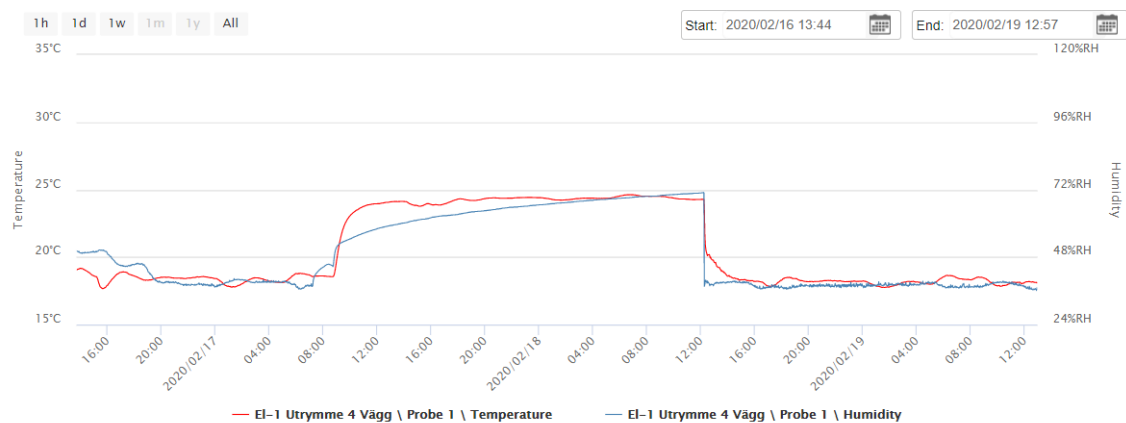


Diagram 8. El-Mote givare 1 i provutrymme 4 visade förhöjd fuktnivå

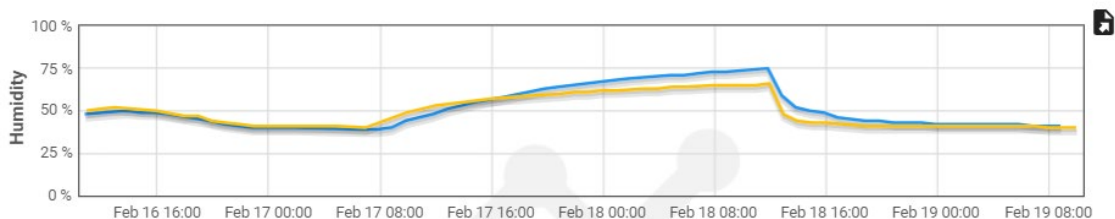


Diagram 9. Iioote givare 1 och 2 visade på förhöjd i provutrymme 3 och 4

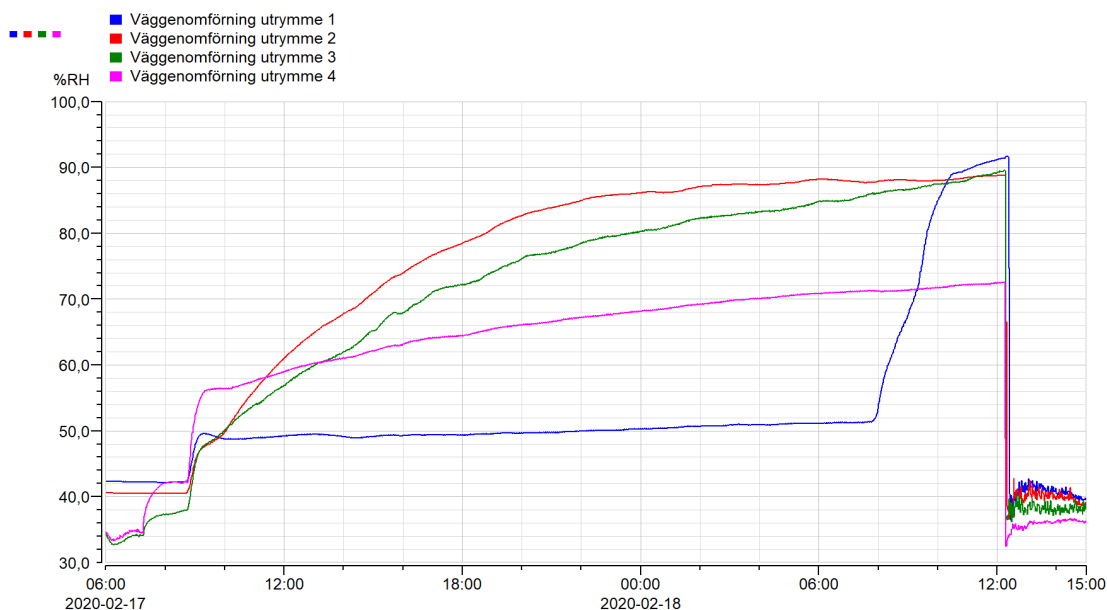


Diagram 10. Stigande fuktvärde registrerades av RISE givare i samtliga provutrymmen

Vid avslutad besprutning visade Invisense givare 5 och 6 i provutrymme (badrum) 1 och 2 förhöjt värde.

Mätdatum	Objektnamn	Sensornummer	RF%
2020-02-20	Badrum 1	5	102
2020-02-18	Badrum 1	5	111
2020-02-17	Badrum 1	5	61
2020-02-14	Badrum 1	5	61
2020-01-30	Badrum 1	5	51
2020-02-20	Badrum 1	6	101
2020-02-18	Badrum 1	6	111
2020-02-17	Badrum 1	6	82
2020-02-14	Badrum 1	6	83
2020-01-30	Badrum 1	6	67

Mätdatum	Objektnamn	Sensornummer	RF%
2020-02-20	Badrum 2	5	113
2020-02-18	Badrum 2	5	121
2020-02-17	Badrum 2	5	70
2020-02-14	Badrum 2	5	75
2020-02-07	Badrum 2	5	61
2020-01-30	Badrum 2	5	62
2020-02-20	Badrum 2	6	121
2020-02-18	Badrum 2	6	123
2020-02-17	Badrum 2	6	71
2020-02-14	Badrum 2	6	75
2020-02-07	Badrum 2	6	62
2020-01-30	Badrum 2	6	62

## 5.2.4 Belastning av golvet med vatten efter gjorda skador

Skador gjordes hos samtliga golvbrunnar genom att klämringen avlägsnades och manschetten skars upp på ett ställe samt fläktes upp någon centimeter. Läckage noterades givetvis direkt i provutrymme 1 då det var läckage vid denna brunn redan tidigare då utan något skada hade gjorts.

Efter ca två timmars belastning med ca 100 mm vatten noterades läckage i provutrymme 2. Detta registrerades av givare Alta 1 samt av RISE kalibrerade fukt- och temperaturgivare.

Efter detta gjordes ytterligare skador i provutrymme 3 och 4. Dessa läckage noterades direkt av sensorsystemen Iioote (Senseiot), El-Mote och Talkpool samt av RISE kalibrerade fukt- och temperaturgivare.

Iioote (Senseiot) och Talkpool systemen har båda sensorer som reagerar på fritt vatten. Båda dessa system indikerade på ett tydligt sätt att läckage hade uppkommit i provutrymme 3 och 4.

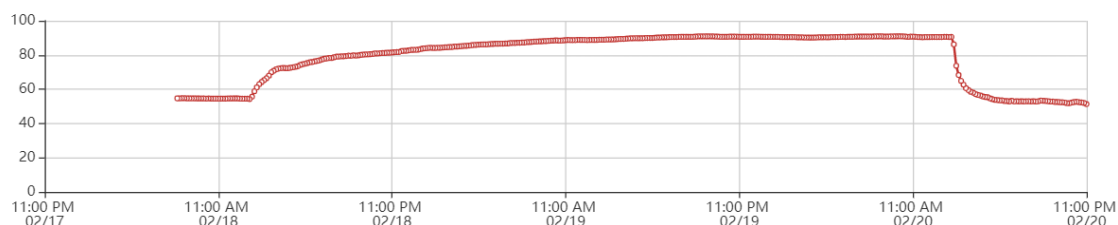


Diagram 11. Givare Alta 4 visade en förhöjning av fuktnivån vid brunnen i provutrymme 1



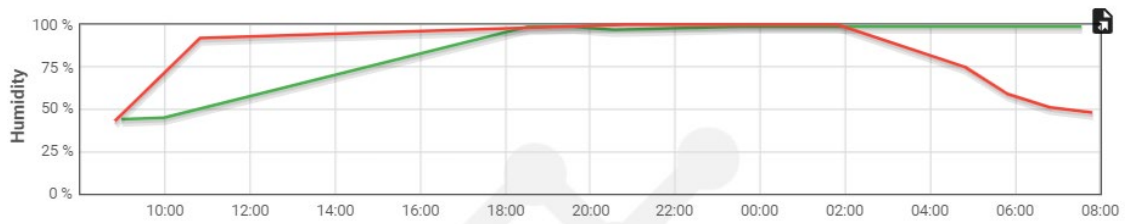


Diagram 12. Diagrammet visar mätning i iootesystemet i provutrymme 3 och 4.

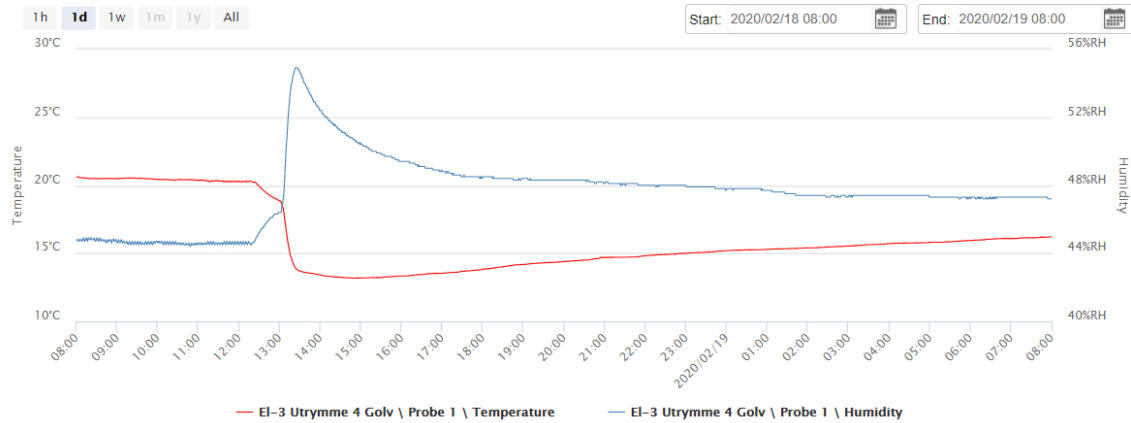


Diagram 13. Givare EL-Mote 3 visade förhöjning fuktnivå i provutrymme 4

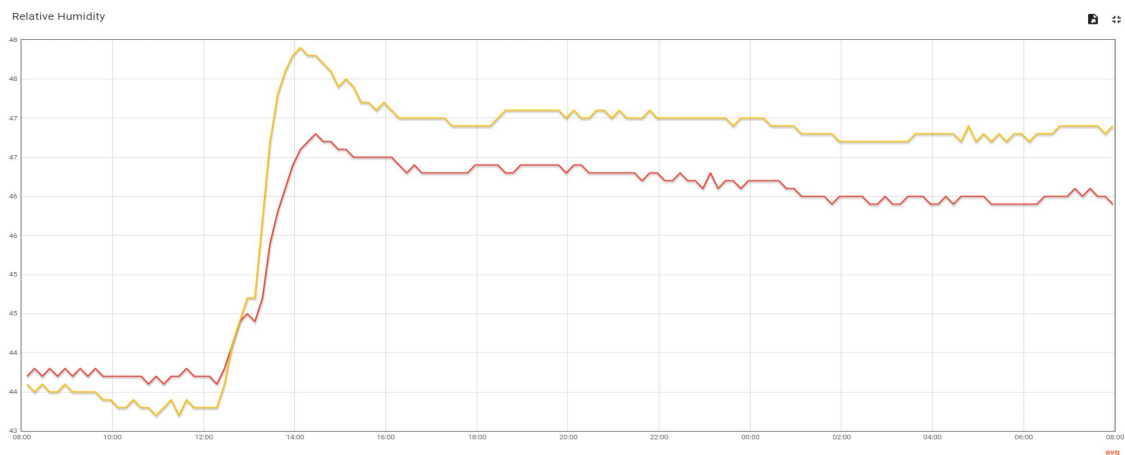


Diagram 14. Diagrammet visar mätning med Talkpoolsystemet vid brunnarna i provutrymme 3 och 4

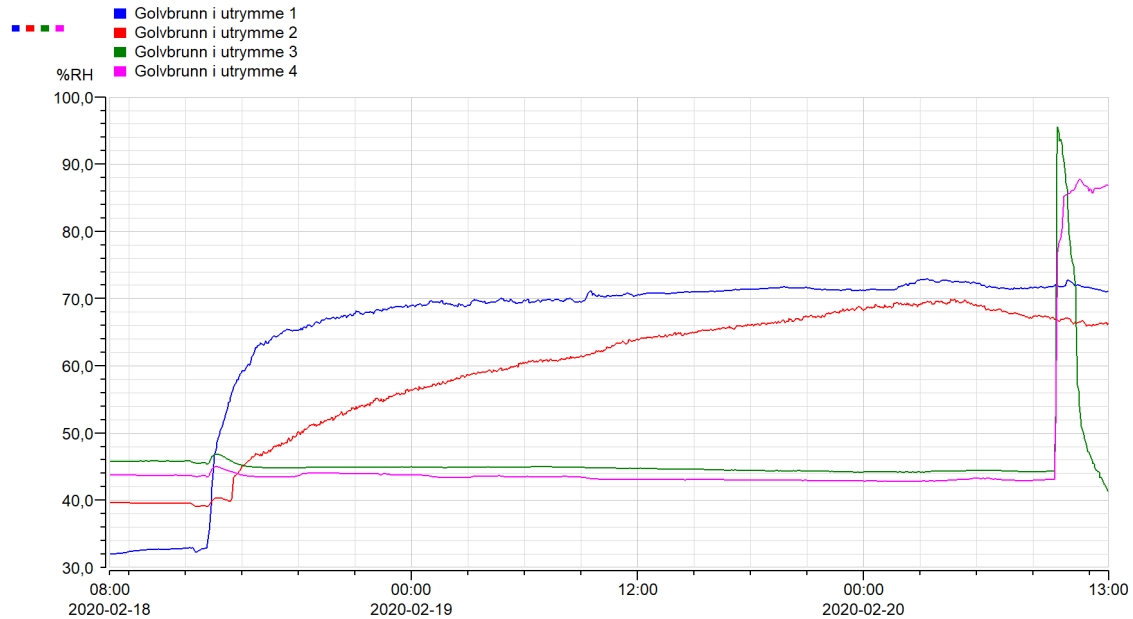


Diagram 15. RISE givare visade läckagen i alla provutrymmen

## 5.2.5 Vattenbelastning av golvet efter utförd delreparation

Efter delreparation, där samtliga golvbrunnar byttes ut, skedde åter vattenbelastning av golvet med 100 mm vatten. Inga läckage kunde upptäckas under den 5 dygn långa vattenbelastningen. Inget av fuktsensorsystemen indikerade heller några läckage.

## 5.2.6 Vattenbesprutning av väggenomföring efter utförd delreparation

Efter delreparation, där samtliga rörmanschetter byttes ut, skedde åter vattenbesprutning med omväxlande kallt och varmt vatten (1500 ggr). Inga läckage kunde upptäckas. Inget av fuktsensorsystemen indikerade heller några läckage.

## 5.3 Placering av givare

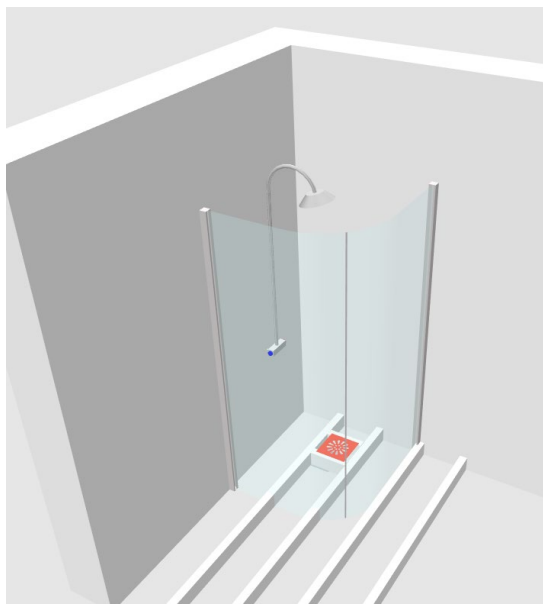
Projektet visar att för att få en tidig varning om ett pågående läckage är det viktigt att fuktsensorn finns nära läckagepunkten. Om ett läckage sker i en punkt som ligger i ett regelfack långt ifrån sensorn kommer det att ta lång tid innan sensorn rapporterar en stigande fuktnivå. Detta resulterar i att man riskerar att få betydande skador innan fuktsensorn visar något större utslag.

## 6 Diskussion

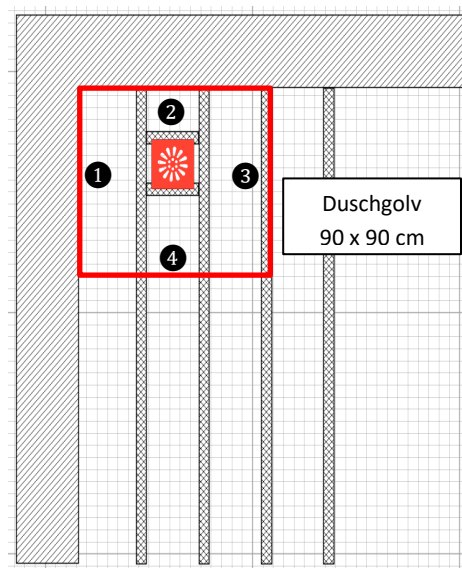
En erfarenhet som vi har fått genom projektet är att det inte är det absoluta uppmätta värdet på fuktnivån som är avgörande för om tätskiktssystemet läcker eller inte. Det är istället förändringen av fuktnivån i konstruktionen som är avgörande om man skall ta ett beslut om att öppna konstruktionen.

Omfattningen av sensorssystem, det vill säga hur många sensorer, som skall installeras i varje objekt kan variera stort beroende på reparationens omfattning. Exempelvis när ett helt golv i duschplats måste bytas ut kan den reparerade ytan vara ca 90 x 90 cm. Detta innebär att cirka 3,6 m skarv mellan nytt och gammalt tätskikt skall övervakas. Detta gör att skarvar i tätskiktet kan hamna över 4 olika regelfack.

Ett av resultaten i projektet visar att för att få en tidig varning om ett pågående läckage är det viktigt att fuktsensorn finns nära läckagepunkten. Om ett läckage sker i en punkt som ligger i ett regelfack långt ifrån sensorn kommer det att ta lång tid innan sensorn rapporterar en stigande fuktnivå. Detta resulterar i att man riskerar att få betydande skador innan fuktsensorn visar något större utslag.



Figur 4. Skissen visar hur reglarna kan vara i undergolvet



Figur 5. Skissen visar att det kan behövas flera givare för övervaka en reparation

## 7 Slutsats

- Alla undersökta fuktsensorsystem har förmåga att visa att läckage har uppstått
- Det är inte det absoluta uppmätta värdet på fuktnivån som är det avgörande om tätskiktssystemet läcker eller inte.

Det är förändringen av fuktnivån i konstruktionen som är avgörande för om man skall ta ett beslut om att öppna konstruktionen.

- Fuktsensorsystem 4, EL-MOTE-TH+ Temp. & Humidity Data Logger, visade sig vara krångligt att koppla mot Internet då det använder Wi-Fi. Dessutom har det varit leveransproblem. Rekommenderas inte för användning i fältprojektet.

## 8 Fortsatt arbete

Efter att mätsystemen utvärderats i detta projekt ”Delreparation av tätskiktssystem – del 1 Pilotundersökningar i labb” planeras en fältstudie som skall utföras i samband med att delreparation av 25 tätskiktssystem i våtrum på träbjälklag utförs.

Baserat på resultaten i det pågående projektet väljs mätutrustning som monteras i golvkonstruktion på lämpliga platser för att detektera eventuella läckage och möjliggöra uppföljning ur kvalitetssäkringsperspektiv.

## 9 Referenser

1. **Vattenskadecentrum.** *www.vattenskadecentrum.se. Om Vattenskadecentrum.* [Online] [Citat: den 07 Mars 2016.] <http://www.vattenskadecentrum.se/om-vattenskadecentrum/>.
2. **Nohrstedt, Linda.** Vattenskador kostar tio miljarder. *www.nyteknik.se.* [Online] den 18 Augusti 2014. <http://www.nyteknik.se/nyheter/bygg/byggartiklar/article3459050.ece>.
3. **Boverket.** *Rapport 2018:36 Kartläggning av fel, brister och skador inom byggsektorn.* Karlskrona : Boverket, 2018.
4. **Jansson, Anders.** *SP Rapport 2012:23 Delreparation av tätskiktsfolier och plastmatta för keramiska våtrumskonstruktioner.* Borås : SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, 2012.
5. **SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut.** *SP-metod 4956 Proving av reparerbarhet hos tätskiktsfolier och plastmatta för våtrumskonstruktioner, utgåva 2.* Borås : SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, 2012-11-05.

## Bilaga 1

**Funktionskontroll av fuktsensorsystemen förmåga att detektera förhöjd fuktnivå**

Provutrymme 1, golv	Alta 4	Avvikelse	Alta 4	Avvikelse	RISE givare	RISE givare
	[% RF]	[% RF]	[°C]	[°C]	[% RF]	[°C]
	38,35	0,5	18,2	0,0	37,9	18,2
	71,46	-1,5	20,1	-0,2	73,0	20,3
	90,55	0,5	21,8	-0,2	90,0	22,0

Provutrymme 1, vägg	Alta 2	Avvikelse	Alta 2	Avvikelse	RISE givare	RISE givare
	[% RF]	[% RF]	[°C]	[°C]	[% RF]	[°C]
	40,3	1,4	17,8	-0,1	38,9	17,9
	79,4	-1,1	19,4	-0,6	80,5	20,0
	93,8	2,8	20,6	-0,7	91,0	21,3

Provutrymme 2, golv	Alta 3	Avvikelse	Alta 3	Avvikelse	RISE givare	RISE givare
	[% RF]	[% RF]	[°C]	[°C]	[% RF]	[°C]
	37,5	0,6	17,7	0,3	36,9	17,4
	64,2	-0,9	19,0	0,2	65,1	18,8
	80,2	-2,3	19,9	-0,2	82,5	20,1

Provutrymme 2, vägg	Alta 1	Avvikelse	Alta 1	Avvikelse	RISE givare	RISE givare
	[% RF]	[% RF]	[°C]	[°C]	[% RF]	[°C]
	37,5	0,6	17,7	0,3	36,9	17,4
	72,2	-1,4	19,5	-0,1	73,6	19,6
	86,7	1,2	20,1	-0,7	85,5	20,8

<b>Provturymme 3, golv</b>	iiote 4	Avvikelse [% RF]	iiote 4	Avvikelse [°C]	EL-mote 4	EL-Mote 4	Avvikelse [% RF]	Talkpool	Avvikelse [% RF]	Talkpool [°C]	Avvikelse [°C]	RISE givare [% RF]	RISE givare [°C]
		44	1	18,7	0,0		44,0	1,4	19,1	0,4	42,6	18,7	
		57	1	18,6	-0,3	Saknas	57,6	1,4	18,4	-0,5	56,2	18,9	
		78	-2	19,7	-0,4		80,4	0,8	20,0	-0,1	79,6	20,1	
<b>Provturymme 3, vägg</b>	iiote 2	Avvikelse [% RF]	iiote 2	Avvikelse [°C]	EL-mote 2	EL-Mote 2	Avvikelse [% RF]	Talkpool	Avvikelse [% RF]	Talkpool [°C]	Avvikelse [°C]	RISE givare [% RF]	RISE givare [°C]
		35	0	18,1	0,0		18,4	0,3	35,2	18,1			
		70	-2	20,3	0,4	70,6	20,3	0,4	71,6	19,9			
		95	1	22,3	-0,4	92,6	22,4	-0,3	93,6	22,7			
<b>Provturymme 4, golv</b>	iiote 3	Avvikelse [% RF]	iiote 3	Avvikelse [°C]	EL-mote 1	EL-Mote 1	Avvikelse [% RF]	Talkpool	Avvikelse [% RF]	Talkpool [°C]	Avvikelse [°C]	RISE givare [% RF]	RISE givare [°C]
		55	3	17,8	-0,2	56,3	18,0	0,0	55,2	3,2	17,9	52,0	18,0
		60	1	19,9	-0,3	61,3	20,2	0,0	61,4	2,2	19,9	59,2	20,2
		72	-5	20,5	-0,5	77,6	20,8	-0,2	76,5	-0,3	20,5	76,8	21,0
<b>Provturymme 4, vägg</b>	iiote 1	Avvikelse [% RF]	iiote 1	Avvikelse [°C]	EL-mote 3	EL-Mote 3	Avvikelse [% RF]	Talkpool	Avvikelse [% RF]	Talkpool [°C]	Avvikelse [°C]	RISE givare [% RF]	RISE givare [°C]
		37	-2	18,2	0	40,6	1,7	18,4	0,2	38,9	18,2		
		64	-2	20,1	-0,4	68,7	2,8	20,1	-0,4	65,9	20,5		
		87	0	21,1	-0,4	91,6	4,4	20,9	-0,6	87,2	21,5		



## Bilaga 2

**Mätningar med fuktsensorsystem Invisense**

Placering av Invisense fuktsensorer före installation av tätskikt

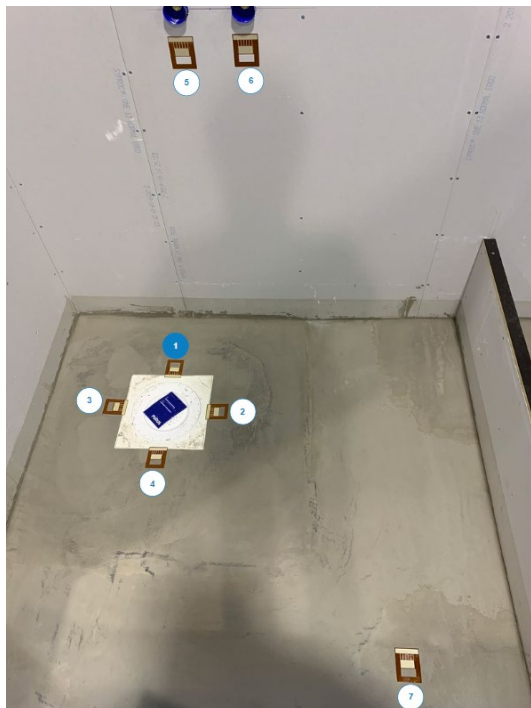


Bild 20. Placering av Invisense fuktsensorer i provutrymme 1 (Badrum 1)

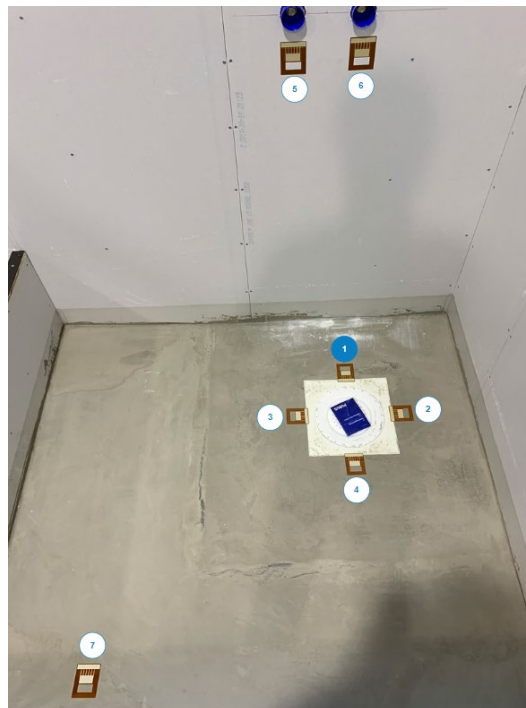


Bild 21. Placering av Invisense fuktsensorer i provutrymme 2 (Badrum 2)

Mätdata från Invisense fuktsensorer före delreparation av tätskiktet

Mätdatum	Objekt-namn	Sensor-nummer	RF%	Mätdatum	Objekt-namn	Sensor-nummer	RF%
2020-02-20	Badrum 1	1	85	2020-02-20	Badrum 2	1	78
2020-02-18	Badrum 1	1	87	2020-02-18	Badrum 2	1	81
2020-02-17	Badrum 1	1	80	2020-02-17	Badrum 2	1	80
2020-02-14	Badrum 1	1	87	2020-02-14	Badrum 2	1	78
2020-02-07	Badrum 1	1	81	2020-02-07	Badrum 2	1	81
2020-01-30	Badrum 1	1	73	2020-01-30	Badrum 2	1	70
2020-01-23	Badrum 1	1	74	2020-01-23	Badrum 2	1	74
2020-01-20	Badrum 1	1	73	2020-01-20	Badrum 2	1	73
2020-01-10	Badrum 1	1	77	2020-01-10	Badrum 2	1	76
2020-01-10	Badrum 1	1	78	2020-01-07	Badrum 2	1	75
2020-01-10	Badrum 1	1	78	2019-11-14	Badrum 2	1	56
2020-01-07	Badrum 1	1	77	2020-02-20	Badrum 2	2	96
2019-11-14	Badrum 1	1	60	2020-02-18	Badrum 2	2	100
2020-02-20	Badrum 1	2	75	2020-02-17	Badrum 2	2	98
2020-02-18	Badrum 1	2	76	2020-02-14	Badrum 2	2	100
2020-02-17	Badrum 1	2	73	2020-02-07	Badrum 2	2	104

Mätdatum	Objekt-namn	Sensor-nummer	RF%		Mätdatum	Objekt-namn	Sensor-nummer	RF%
2020-02-14	Badrum 1	2	58		2020-01-30	Badrum 2	2	93
2020-02-07	Badrum 1	2	72		2020-01-23	Badrum 2	2	93
2020-01-30	Badrum 1	2	66		2020-01-20	Badrum 2	2	95
2020-01-23	Badrum 1	2	51		2020-01-10	Badrum 2	2	96
2020-01-23	Badrum 1	2	67		2020-01-07	Badrum 2	2	97
2020-01-20	Badrum 1	2	68		2019-11-14	Badrum 2	2	58
2020-01-10	Badrum 1	2	52		2020-02-20	Badrum 2	3	21
2020-01-07	Badrum 1	2	71		2020-02-18	Badrum 2	3	21
2019-11-14	Badrum 1	2	61		2020-02-17	Badrum 2	3	21
2020-02-20	Badrum 1	3	59		2020-02-14	Badrum 2	3	21
2020-02-18	Badrum 1	3	58		2020-02-07	Badrum 2	3	10
2020-02-17	Badrum 1	3	55		2019-11-14	Badrum 2	3	62
2020-02-14	Badrum 1	3	70		2020-02-20	Badrum 2	4	41
2020-02-07	Badrum 1	3	59		2020-02-18	Badrum 2	4	43
2020-01-30	Badrum 1	3	49		2020-02-17	Badrum 2	4	43
2020-01-20	Badrum 1	3	53		2020-02-14	Badrum 2	4	45
2020-01-10	Badrum 1	3	69		2020-02-07	Badrum 2	4	50
2020-01-07	Badrum 1	3	53		2020-01-30	Badrum 2	4	39
2019-11-14	Badrum 1	3	63		2020-01-23	Badrum 2	4	41
2020-02-20	Badrum 1	4	59		2020-01-20	Badrum 2	4	41
2020-02-18	Badrum 1	4	59		2020-01-10	Badrum 2	4	45
2020-02-17	Badrum 1	4	58		2020-01-07	Badrum 2	4	43
2020-02-14	Badrum 1	4	61		2019-11-14	Badrum 2	4	59
2020-01-30	Badrum 1	4	50		2020-02-20	Badrum 2	5	113
2020-01-23	Badrum 1	4	51		2020-02-18	Badrum 2	5	121
2020-01-20	Badrum 1	4	53		2020-02-17	Badrum 2	5	70
2020-01-10	Badrum 1	4	58		2020-02-14	Badrum 2	5	75
2020-01-07	Badrum 1	4	57		2020-02-07	Badrum 2	5	61
2019-11-14	Badrum 1	4	65		2020-01-30	Badrum 2	5	62
2020-02-20	Badrum 1	5	102		2020-01-23	Badrum 2	5	63
2020-02-18	Badrum 1	5	111		2020-01-20	Badrum 2	5	65
2020-02-17	Badrum 1	5	61		2020-01-10	Badrum 2	5	68
2020-02-14	Badrum 1	5	61		2020-01-07	Badrum 2	5	71
2020-01-30	Badrum 1	5	51		2019-11-14	Badrum 2	5	31
2020-01-23	Badrum 1	5	52		2020-02-20	Badrum 2	6	121
2020-01-20	Badrum 1	5	54		2020-02-18	Badrum 2	6	123
2020-01-10	Badrum 1	5	61		2020-02-17	Badrum 2	6	71
2020-01-07	Badrum 1	5	61		2020-02-14	Badrum 2	6	75
2019-11-14	Badrum 1	5	31		2020-02-07	Badrum 2	6	62
2020-02-20	Badrum 1	6	101		2020-01-30	Badrum 2	6	62
2020-02-18	Badrum 1	6	111		2020-01-23	Badrum 2	6	64
2020-02-17	Badrum 1	6	82		2020-01-20	Badrum 2	6	65
2020-02-14	Badrum 1	6	83		2020-01-10	Badrum 2	6	69

Mätdatum	Objekt-namn	Sensor-nummer	RF%		Mätdatum	Objekt-namn	Sensor-nummer	RF%
2020-01-30	Badrum 1	6	67		2020-01-10	Badrum 2	6	70
2020-01-23	Badrum 1	6	71		2020-01-07	Badrum 2	6	73
2020-01-20	Badrum 1	6	72		2019-11-14	Badrum 2	6	33
2020-01-10	Badrum 1	6	80		2020-02-18	Badrum 2	7	125
2020-01-07	Badrum 1	6	80		2020-02-17	Badrum 2	7	129
2019-11-14	Badrum 1	6	35		2020-02-14	Badrum 2	7	135
2020-02-20	Badrum 1	7	135		2020-02-07	Badrum 2	7	132
2020-02-18	Badrum 1	7	132		2020-01-30	Badrum 2	7	139
2020-02-17	Badrum 1	7	126		2020-01-10	Badrum 2	7	140
2020-02-14	Badrum 1	7	128		2020-01-07	Badrum 2	7	140
2020-02-07	Badrum 1	7	131		2019-11-14	Badrum 2	7	51
2020-01-23	Badrum 1	7	137					
2020-01-20	Badrum 1	7	138					
2019-11-14	Badrum 1	7	54					

## Placering av Invisense fuktsensorer efter delreparation av tätskikt



Bild 22. Placering av fuktsensor efter delreparation på vägg i provutrymme 1 (Badrum 1)



Bild 23. Placering av fuktsensorer vid golvbrunn i provutrymme 1 (Badrum 1)



Bild 24. Placering av fuktsensor efter delreparation på vägg i provutrymme 2 (Badrum 2)

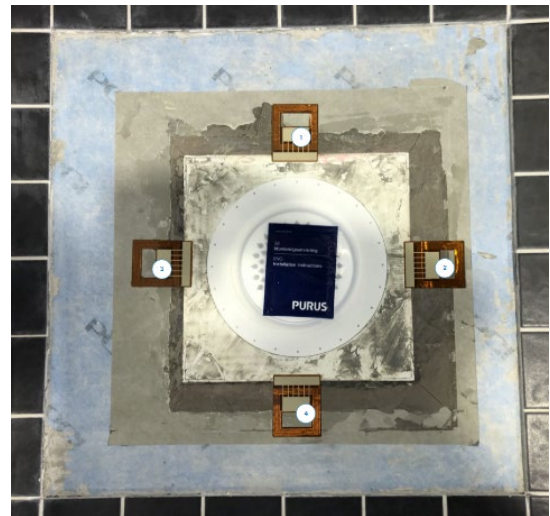


Bild 25. Placering av fuktsensorer vid golvbrunn i provutrymme 2 (Badrum 2)

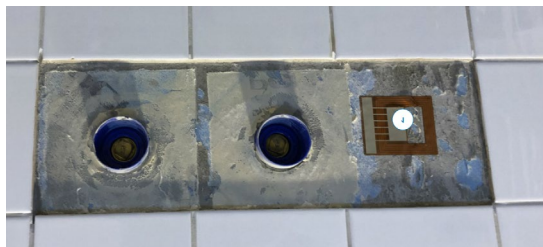


Bild 26. Placering av fuktsensor efter delreparation på vägg i provutrymme 3 (Badrum 3)



Bild 27. Placering av fuktsensor efter delreparation på vägg i provutrymme 4 ((Badrum 4)

## Mätdata från Invisense fuktsensorer efter delreparation av tätskiktet

Mätdatum	Objektnamn	Sensornummer	RF%
2020-03-16	Badrum 1 - V ägg	1	45
2020-03-16	Badrum 1 - V ägg	2	31
2020-03-16	Badrum 1 Golv	1	64
2020-03-16	Badrum 1 Golv	2	95
2020-03-16	Badrum 1 Golv	3	73
2020-03-16	Badrum 1 Golv	4	104
2020-03-16	Badrum 2 Golv	1	76
2020-03-16	Badrum 2 Golv	2	76
2020-03-16	Badrum 2 Golv	3	77
2020-03-16	Badrum 2 Golv	4	57
2020-03-16	Badrum 2 V ägg	1	21
2020-03-16	Badrum 3 V ägg	1	45
2020-03-16	Badrum 4 V ägg	1	48
2020-03-13	Badrum 1 - V ägg	1	116
2020-03-13	Badrum 1 - V ägg	2	21
2020-03-13	Badrum 1 Golv	1	69
2020-03-13	Badrum 1 Golv	2	100
2020-03-13	Badrum 1 Golv	3	72
2020-03-13	Badrum 1 Golv	4	102
2020-03-13	Badrum 2 Golv	1	78
2020-03-13	Badrum 2 Golv	2	79
2020-03-13	Badrum 2 Golv	3	79
2020-03-13	Badrum 2 Golv	4	56
2020-03-13	Badrum 2 V ägg	1	127
2020-03-13	Badrum 3 V ägg	1	117
2020-03-13	Badrum 4 V ägg	1	114
2020-03-09	Badrum 1 - V ägg	2	56
2020-03-09	Badrum 1 - V ägg	1	45
2020-03-09	Badrum 1 Golv	1	58
2020-03-09	Badrum 1 Golv	2	89
2020-03-09	Badrum 1 Golv	3	69
2020-03-09	Badrum 1 Golv	4	99
2020-03-09	Badrum 2 Golv	1	79
2020-03-09	Badrum 2 Golv	2	73
2020-03-09	Badrum 2 Golv	3	75
2020-03-09	Badrum 2 Golv	4	52
2020-03-09	Badrum 2 V ägg	1	50
2020-03-09	Badrum 3 V ägg	1	42
2020-03-09	Badrum 4 V ägg	1	42
2020-03-04	Badrum 1 - V ägg	1	60
2020-03-04	Badrum 1 - V ägg	2	60
2020-03-04	Badrum 1 Golv	1	55

2020-03-04	Badrum 1 Golv	2	88
2020-03-04	Badrum 1 Golv	3	61
2020-03-04	Badrum 1 Golv	4	97
2020-03-04	Badrum 2 Golv	1	82
2020-03-04	Badrum 2 Golv	2	72
2020-03-04	Badrum 2 Golv	3	80
2020-03-04	Badrum 2 Golv	4	45
2020-03-04	Badrum 2 V ägg	1	64
2020-03-04	Badrum 3 V ägg	1	41
2020-03-04	Badrum 4 V ägg	1	46
2020-03-02	Badrum 1 - V ägg	1	30
2020-03-02	Badrum 1 - V ägg	2	58
2020-03-02	Badrum 1 Golv	1	42
2020-03-02	Badrum 1 Golv	2	49
2020-03-02	Badrum 1 Golv	3	42
2020-03-02	Badrum 1 Golv	4	42
2020-03-02	Badrum 2 Golv	1	42
2020-03-02	Badrum 2 Golv	2	42
2020-03-02	Badrum 2 Golv	3	42
2020-03-02	Badrum 2 Golv	4	41
2020-03-02	Badrum 2 V ägg	1	35
2020-03-02	Badrum 3 V ägg	1	33
2020-03-02	Badrum 4 V ägg	1	35

## Bilaga 3.

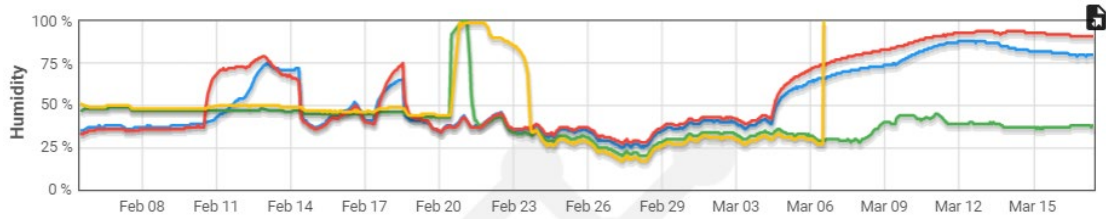
**Mätningar med fuktsensorsystem Iioote (Senseiot)**

Diagram 16. Fuktgivare Iioote givare 1 - 4 i provutrymme 3 och 4.

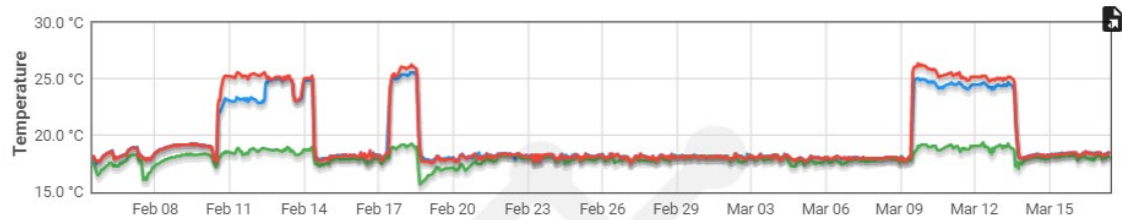
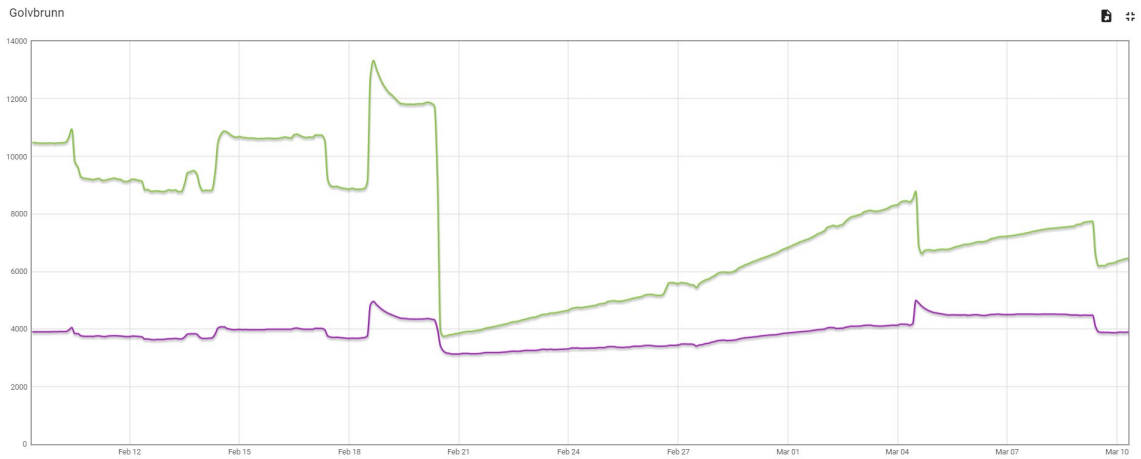


Diagram 17. Temperaturgivare Iioote 1-3 i provutrymme 3 och 4.

## Bilaga 4.

### Mätningar med fuktsensorsystem Talkpools/Purus/Anticimex intelligenta golvbrunn i provutrymme 3 och 4

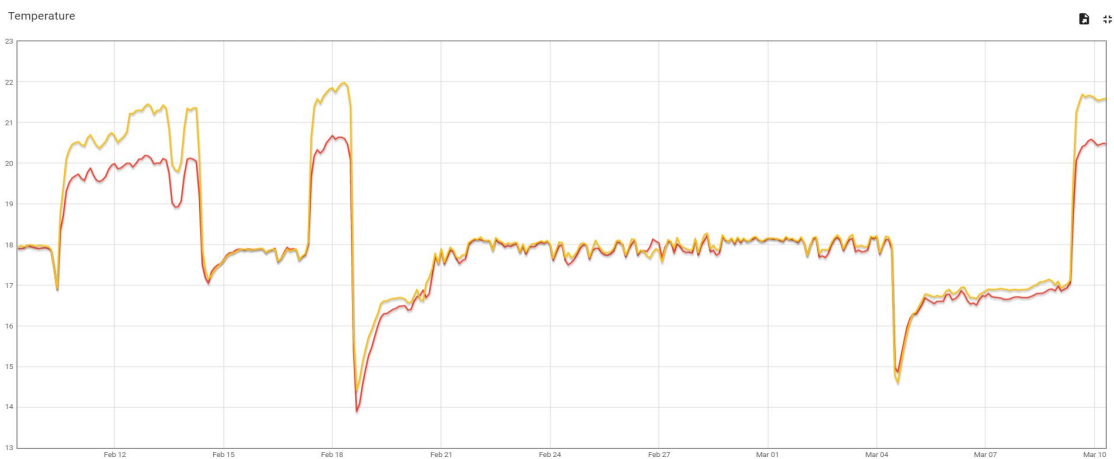
#### Vattengivare



#### Fukt



#### Temperatur

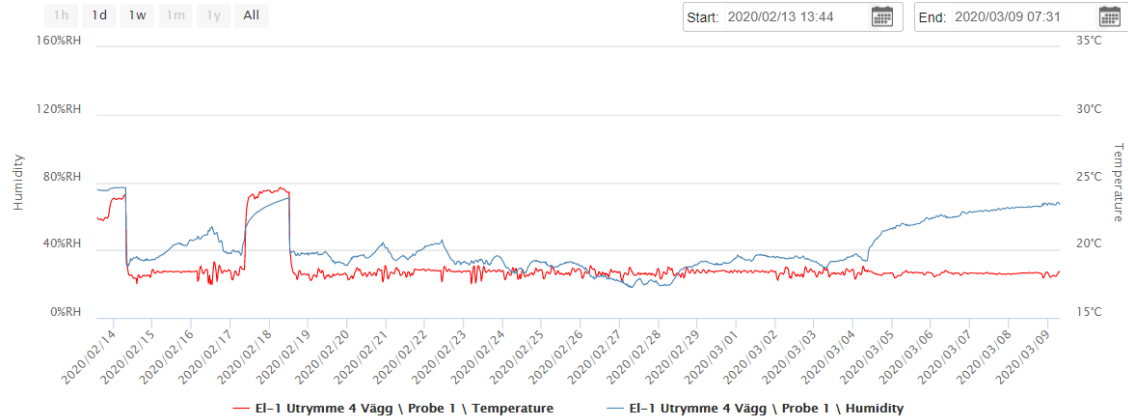




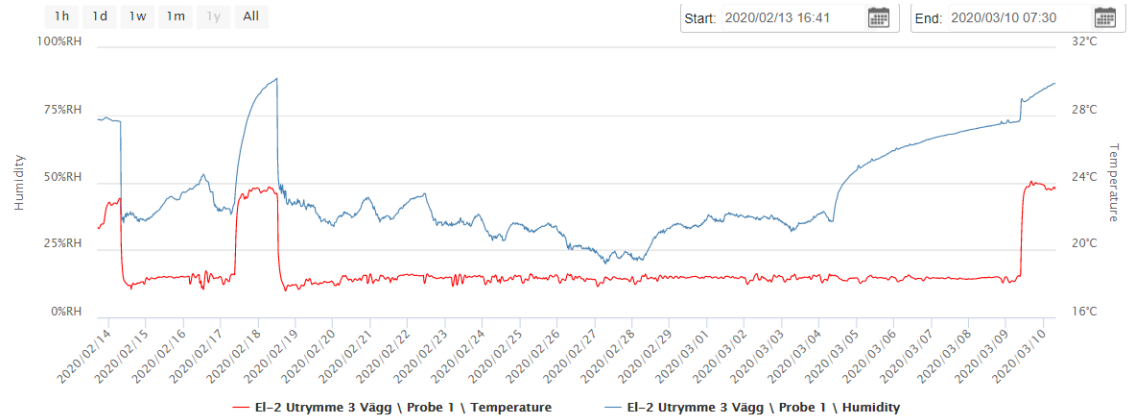
## Bilaga 5.

## Mätningar med fuktsensorsystem EL-MOTE-TH+ Temp. & Humidity Data Logger (inköpt sensorsystem)

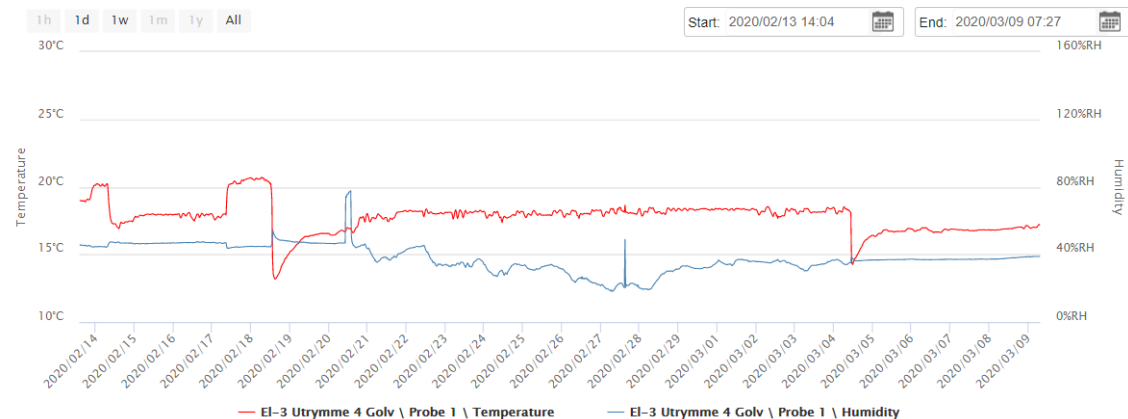
Givare El-Mote 1 vid väggenomföring i provutrymme 4



Givare El-Mote 2 vid väggenomföring i provutrymme 3



Givare El-Mote 3 vid golvbrunn i provutrymme 4



## Bilaga 6.

### Mätdata från mätningar med fuktsensorsystem ALTA Wireless Humidity Sensor 95 (inköpt sensorsystem)

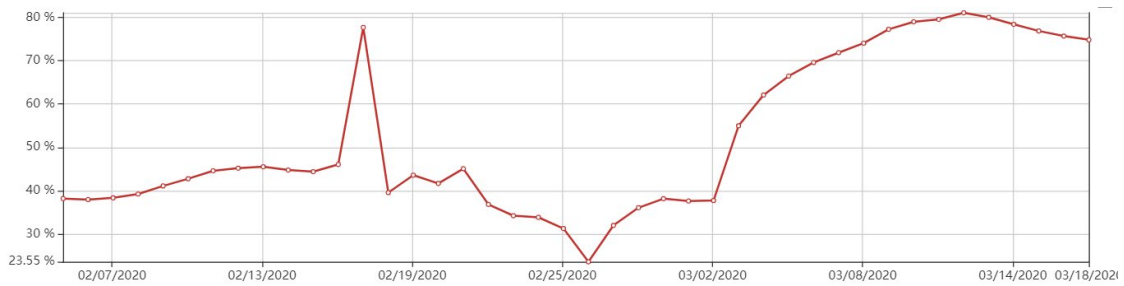


Diagram 18. Givare Alta 2 vid väggenomföring i provutrymme 1.

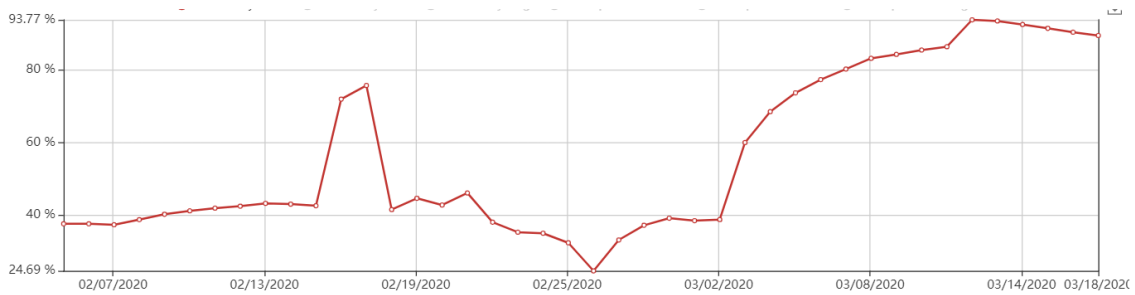


Diagram 19. Givare Alta 1 vid väggenomföring i provutrymme 2.

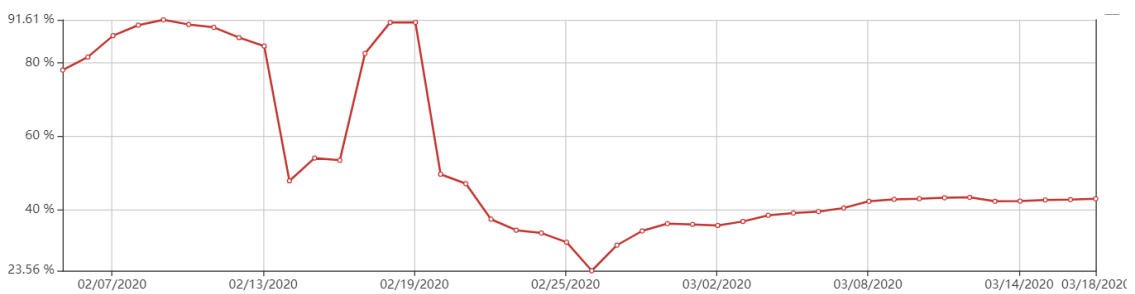


Diagram 20. Givare Alta 4 vid golvbrunn i provutrymme 1.

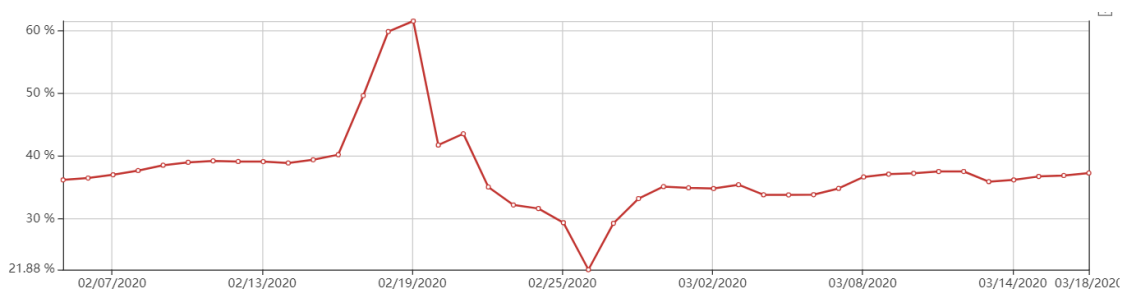
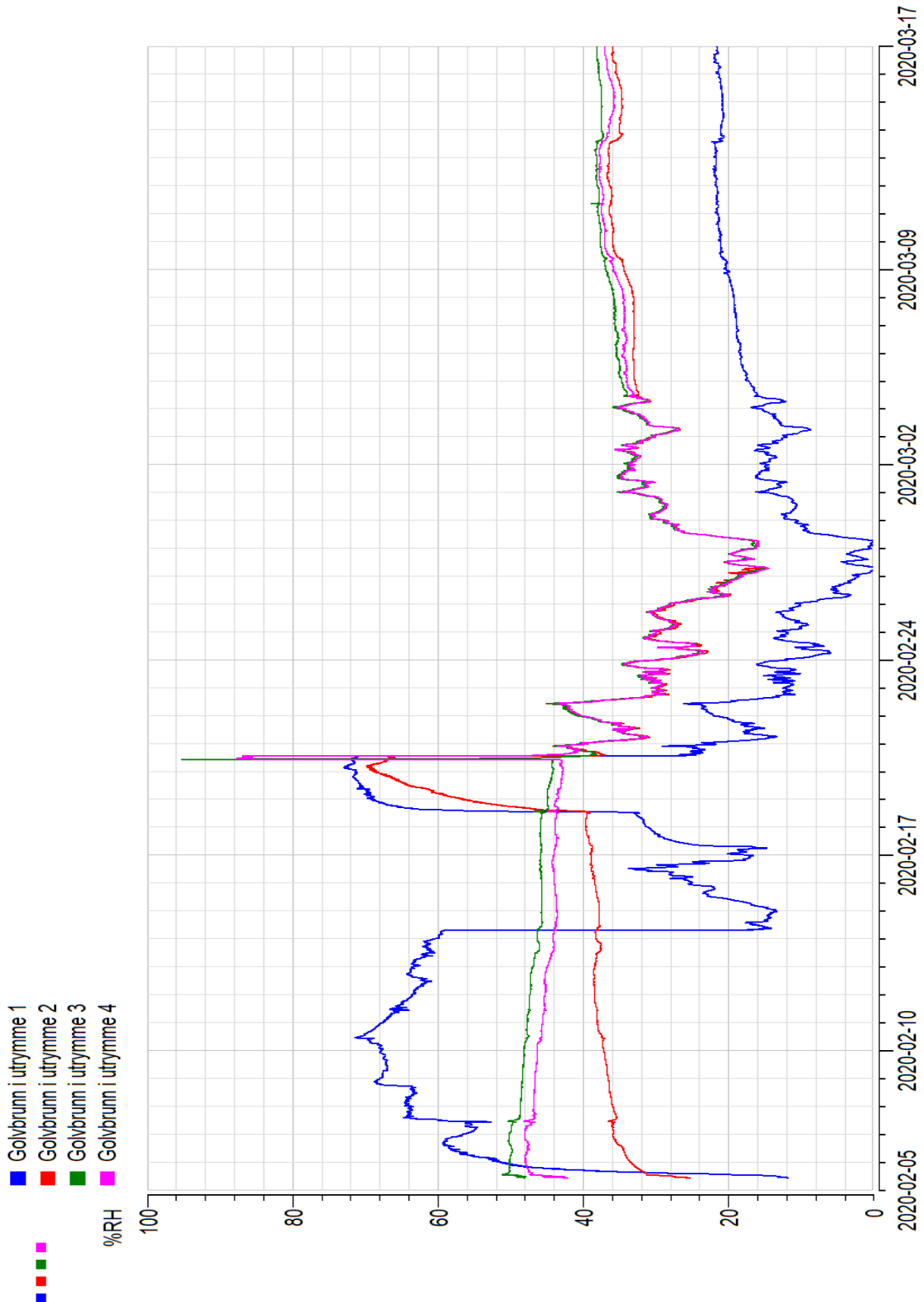
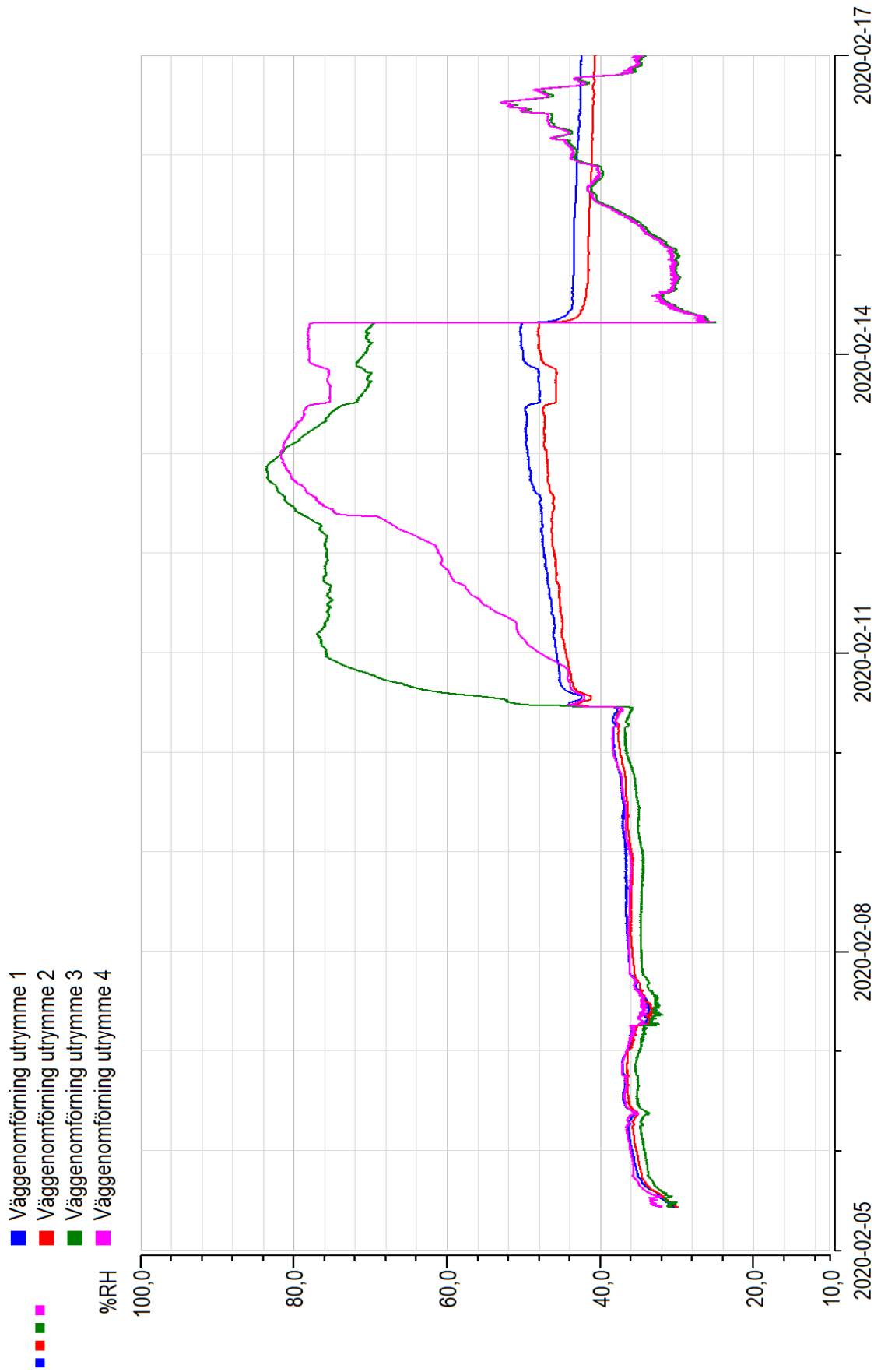


Diagram 21. Givare Alta 3 vid golvbrunn i provutrymme 2.

Bilaga 7.

## Mätdata från referensmätningar med RISE kalibrerade temperatur- och fuktgivare





Through our international collaboration programmes with academia, industry, and the public sector, we ensure the competitiveness of the Swedish business community on an international level and contribute to a sustainable society. Our 2,200 employees support and promote all manner of innovative processes, and our roughly 100 testbeds and demonstration facilities are instrumental in developing the futureproofing of products, technologies, and services. RISE Research Institutes of Sweden is fully owned by the Swedish state.

I internationell samverkan med akademi, näringsliv och offentlig sektor bidrar vi till ett konkurrenskraftigt näringsliv och ett hållbart samhälle. RISE 2 200 medarbetare driver och stöder alla typer av innovationsprocesser. Vi erbjuder ett 100-tal test- och demonstrationsmiljöer för framtidssäkra produkter, tekniker och tjänster. RISE Research Institutes of Sweden ägs av svenska staten.



RISE Research Institutes of Sweden AB  
Box 857, 501 15 BORÅS  
Telefon: 010-516 50 00  
E-post: [info@ri.se](mailto:info@ri.se), Internet: [www.ri.se](http://www.ri.se)

Bygg och fastighet  
RISE Rapport 2020:41  
ISBN: