

FÄLTMÄTNING AV RF I BETONG

SBUF-rapport nr 11308

Forskningsrapport

Datum
2004-04-29

Författare
Magnus Åhs
Asfalt och Betong Teknik
Agnesfridsvägen 196
Box 9044
200 39 MALMÖ
Tel: 040- 14 45 48
Fax: 08-21 38 70



Förord

Detta projekt har initierats av Skanska Asfalt och Betong Teknik, Betongtekniskt Centrum för att undersöka hur ett system som loggade relativ fuktighet (RF) och temperatur (T) fungerade ute på en arbetsplats.

Temperaturen, framför allt variationen i temperatur är en viktig faktor vid mätning av den relativa fuktigheten, RF. En liten variation i T ger en liten mätosäkerhet i RF.

Projektet har utförts under 2003-2004 med projektanslag från SBUF. Ett stort tack vill jag rikta till alla som hjälpt till i arbetet eller på annat sätt bidragit med kommentarer eller synpunkter. Speciellt tack riktas till referensgruppen och Skanska som ställt studieobjekt till förfogande samt medverkande RBK-auktoriserade fuktmätningstekniker.

Referensgrupp:

Professor Lars-Olof Nilsson, Byggnadsmaterial, Lunds Tekniska Högskola

Teknisk Dr. Anders Sjöberg, Byggnadsmaterial, Lunds Tekniska Högskola

Bengt Ström, NCC Construction Sverige AB

Peter Brander, Skanska Teknik AB

Ted Rapp, Sveriges Byggindustrier

Malmö i april 2004

Magnus Åhs

Sammanfattning

I detta projekt har ett flertal loggade fältmätningar av relativ fuktighet (RF) i olika typer av konstruktioner genomförts. Projektet har fokuserats på att undersöka hur temperaturen (T) varierar på byggarbetsplatser och hur detta påverkar RF-mätningar.

Bakgrunden till projektet är att få bättre kunskap kring hur stora temperaturvariationer man kan förvänta sig vid fältmätningar av RF. Dessutom var ambitionen att undersöka om och hur man kan isolera mätpunkter för att minimera påverkan av temperaturvariationer.

Temperaturvariationer påverkar RF så att små och långsamma variationer påverkar mätosäkerheten litet och stora snabba påverkar mätosäkerheten mycket.

Mätinstrumentet Betongdatorn 5.0 har använts under hela projektet. Detta system är godkänt att använda inom systemet RBK-auktoriserad fuktkontrollant betong. För att motverka temperaturens negativa inverkan på RF-mätningar har mätpunkter isolerats med mineralullsskivor och cellplast med olika utbredning och tjocklek.

Mätningarna visar också att temperaturen i mäthål kan variera ganska mycket ända upp till +/- 3 °C per dygn, även med isolering. Avläst RF varierar som mest med +/- 2,1 %-enheter under ett dygn under ”normala” förhållanden. Med ”normala” menar jag att inte en fläkt har stått och blåst varmluft direkt på mätpunkten.

Temperaturskillnad mellan över- och underkant på bjälklag kan vara så stor som 5 °C. Detta påverkar uttorkningen så att det inte alltid är lika stor uttorkning nedåt som uppåt. Detta gör att ekvivalent mätdjup för RF, som är framtagen vid konstant temperatur, inte är relevant.

Projektet visar att en det är viktigt att isolera mätpunkten med ett isolerande material. Men det går inte att bestämma en minsta storlek eller tjocklek med hjälp av utförda mätningar.

Mätningar i tjocka konstruktioner med djupa mäthål tenderar att vara stadigare och påverkas inte så mycket av temperaturvariationer.

Solida bjälklag har i detta projekt inte uppvisat någon skillnad temperaturmässigt mot håldäcksbjälklag. Det finns sannolikt skillnader mellan dessa två olika fall men mättingsunderlaget har inte varit tillräckligt omfattande, för att utvärdera dessa.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1 BAKGRUND	6
2 MÅLSÄTTNING OCH SYFTE	7
3 GENOMFÖRANDE	1
4 FÄLTMÄTNINGAR	2
4.1 FÄLTMÄTNING GÖTEBORG.....	3
4.1.1 <i>Variation av isolering i mätpunkterna</i>	5
4.2 FÄLTMÄTNING MALMÖ.....	6
4.2.1 <i>Variation av isolering i mätpunkterna</i>	8
4.3 FÄLTMÄTNING STOCKHOLM.....	9
4.3.1 <i>Variation av isolering i mätpunkterna</i>	13
5 RESULTAT	14
5.1 FÄLTMÄTNING GÖTEBORG.....	14
5.2 FÄLTMÄTNING MALMÖ.....	15
5.3 FÄLTMÄTNING STOCKHOLM.....	16
5.4 DYGNVARIATIONER I RF OCH T UPPMÄTTA I MÄTHÅLET.....	18
6 BEDÖMNING	18
6.1 FÄLTMÄTNING GÖTEBORG.....	18
6.2 FÄLTMÄTNING MALMÖ.....	20
6.3 FÄLTMÄTNING STOCKHOLM.....	23
6.4 DYGNVARIATIONER I RF OCH T UPPMÄTTA I MÄTHÅLET.....	25
7 SLUTSATSER	27
8 REFERENSER OCH KÄLLOR	28
9 BILAGA	29

Fältmätning av RF i betong

1 Bakgrund

RBK-auktoriserad fuktkontrollant betong är idag ett system som befinner sig i kunskapens framkant rörande fuktmätning i betong. Systemet bygger på kunskap som fanns 1999. Idag vet vi mer om fuktmätning men det finns ett flertal områden som ännu inte är utforskade. Mätresultat från en momentan (enligt RBK) mätning kan bli orimligt om ytan påverkas av solinstrålning, en värmefläkt som riktas mot mätpunkten eller att golvvärmesystem utnyttjas vid uttorkningsprocessen. Ny mätteknik gör det möjligt att mäta temperaturvariationer kontinuerligt samtidigt som den relativa fuktigheten också mäts. Idag lägger man på en generell mätosäkerhet för temperaturvariationer vid RF-mätning i borrhål. Denna schablon anses korrekt om temperaturvariationen inte överstiger +/- 1 °C i betongen. Uppskattningsvis efterlevs detta krav om temperaturvariationen i omgivande luft inte överstiger +/- 2 °C.

Det är inte känt hur stor påverkan dessa temperaturvariationer har på mätosäkerheten. Om kontinuerlig mätning av temperaturen sker kan detta minska mätosäkerheten.

Det ger upphov till en rad frågeställningar.

Det är inte känt hur mycket temperaturvariationer i luft/betong påverkar mätningen av RF på olika mätdjup. Hur mycket behövs det isoleras kring mätpunkten? Vilket isoleringsmaterial är då lämpligt? Påverkar isoleringen kring mätpunkten uttorkningsförloppet?

Dessa frågeställningar anser vi som mycket viktiga och vill därför studera dessa närmare i detta SBUF -projekt.

2 Målsättning och syfte

Målsättningen med projektet är att förbättra och ge input till RBK och att bygga fuktsäkert. Det saknas idag kunskap om i vilken omfattning temperaturvariationer påverkar RF-mätningar i fält. Det saknas också kunskaper om vilka temperaturvariationer som faktiskt förekommer i betongen på olika djup under mätning. För att få mer kunskap om dessa temperaturvariationer syftar detta projekt till att:

- samla in data genom fältmätningar för att utreda hur temperaturen varierar i betong och luft på en byggarbetsplats under uttorkning av byggfukt
- undersöka olika sätt att isolera mätpunkten
- undersöka hur temperaturvariationer i luft påverkar temperaturen i härdad betong på olika djup

3 Genomförande

Projektet har genomförts på 3 platser i Sverige. I Malmö, Göteborg, Stockholm utfördes fältmätningarna under hösten 2003 – och vintern 2004. Fältundersökningen har bedrivits enligt RBK:s riktlinjer för fuktmätning i betongkonstruktioner. Därtill har parallella mätningar av temperaturen i luft och på betongyta skett i mätplatsers omedelbara närhet. Dessutom har temperatur från respektive stad, SMHI, i efterhand använts till utvärdering. Några enstaka RF-mätningar har utförts parallellt med fältundersökningens av RBK-auktoriserade fuktmätningstekniker. Dessa var från Munters, Jonas Averius, och Dry-IT, Mikael Grankvist.

Till samtliga fältmätningar av relativ fuktighet, RF, har det RBK-godkända mätsystemet Betongdatorn 5.0 använts.

Ett projektmöte med referensgruppen hölls en tid efter att mätningarna startats upp. Projektmötet resulterade i att undersökningen ändrades lite för att få ut mer av mätningarna. Istället för att mäta 24 punkter med få mätsensorer så mättes 8-10 punkter med utökat antal sensorer. Det vill säga mätningen sker med större djup och mindre bredd. På mätplatserna har mineralullsisolering med olika tjocklek, (0, 30, 45, 50, 60, 90, 100 samt 120 mm) och utbredning använts för att isolera mätpunkterna. Mätpunkternas djup i betongen har varierat mellan 42, 48, 53, 96 och 136 mm.

Mineralullens eventuella påverkan på uttorkningsförloppet i en betongkonstruktion har inte utretts i denna rapport enbart temperaturens påverkan på avläst RF. En beräkning ger att en mineralullsskiva på 70 mm i princip motsvarar en förtjockning av betongen på 3 mm vilket i dessa sammanhang får anses vara marginellt. Dessutom täcker mineralullen inte hela konstruktionen utan endast en begränsad del av denna.

4 Fältmätningar

Samtliga mätningar har utförts enligt nedanstående mätmetodik.

Betongdatorn 5.0 består av två sensorer vid varje mätpunkt, kopplade till en sändare som sänder data till en datalogger. Den ena sensorn registrerar temperatur och den andra registrerar relativ luftfuktighet.



Figur 1. Bild på sändare i Betongdatorn systemet

Sensorn för RF är tillverkad av Nordisk Industrifysik och kallas för Humi-Guard. Sensorn monteras på ett visst djup, i nedre delen av ett mätrör som borrats ner i den hårda betongen. Djupet för mät hålet bestäms enligt [1]. Sensorns kontakt med inneklimat i rummet begränsas av gummikontakten som sensorn är monterad i, samt av sladdar som leder upp genom röret till sändare. En liten luftvolym bildas av gummikontakten och mätröret i kombination med en gummipackning, med hål mot betongen. Jämvikt mellan RF i luft och RF i betong råder i den lilla luftvolymen.

Relativa fuktigheten i den inneslutna luftvolymen i mätröret påverkar sensorn som ger olika utslag beroende på RF och temperatur. Givaren reagerar på temperatur och fuktighetsskillnader i luften som omger den relativt snabb ty den har liten massa och är relativt liten. Luften i mätröret ändrar RF blixtnabbt med temperaturen. Betongen ändrar

relativ fuktighet långsamt och det tar tid (dygn) för RF i luften i mätområdet och RF i betongen att komma i jämvikt. Luften i mätområdet ändrar RF snabbare än betongen. /4/

Mätområdet i RF för sensorn är 75 % - 95 %, med 0,1 % upplösning, men tål under en begränsad tid, max 2 veckor, 98 % RF. Mätområdet i temperatur är $-30\text{ °C} - +70\text{ °C}$, med $0,05\text{ °C}$ i upplösning.

Till temperaturmätningar har samma mätsystem använts, men med en annan typ av datalogger, Betongdatorn 5.0 Temperatur. De utökade temperaturmätningarna har utförts med termoelementtråd kopplat till en separat datalogger och mätningarna har huvudsakligen skett parallellt med RF mätningar. Termoelementen har fästs med tätningsmassa mot betong samt fästs i antenn på sändare eller hängt löst i närheten av mätpunkt, max 0,3 m från mätpunkt i plan. I vissa fall har temperatur i angränsande rum uppmätts, där utrymme eller praktiska skäl förhindrat temperaturmätning i direkt anslutning till mätplatsen. Då mätning av temperatur har skett i angränsande rum anges detta i diagram.

4.1 Fältmätning Göteborg

Fältmätningen utfördes i Göteborg i september-oktober 2003. Mätningar av RF utfördes på två punkter i en förskolebyggnad. Produktionen var i stadiet ”tätt hus” sedan två veckor tillbaka. Arbete med isolering och innerväggar pågick, 270 mm isolering användes i ytterväggar. Produktionschefen/arbetsledaren var väl förtrogen med att betong kan kräva långa uttorkningstider. I samråd med betongproducenten användes en betong med lågt vattencement tal, $vct = 0,38$, i hela bottenplattan. Plattan göts i 3 etapper, med cirka 5 dagars mellanrum mellan varje etapp. Munters, ett företag som erbjuder fuktmätningstjänster, utförde två RF-mätningar, strax bredvid mina mätpunkter med Humi-Guard systemet. Dessa extra fuktmätningar utfördes för att kontrollera rimligheten i loggade mätningar. Munters utförde avläsning vid två tillfällen under mätperioden.

Fakta

Konstruktion: Betongplatta på mark med voter

Uttorkning : Enkelsidig

Betongkvalitet: K55

VCT: 0,38

Cementinnehåll: 515 kg/m³

Tillsats: 5 % Silika

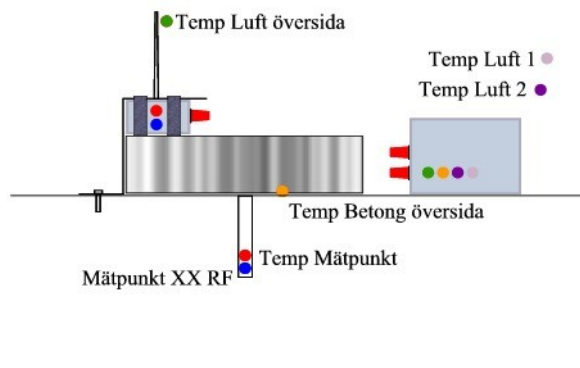
Tjocklek: 120 mm (platta) samt, 270 mm och 340 mm (vot)

Underliggande isolering:

Mätdjup: 40 % av tjocklek

Uttorkningsåtgärder (värmefläktar, 5 kW, varmluft) sattes in då uttorkningen gick långsamt.

Två mätpunkter installerades på mätobjektet. Mät punkt G1 och G2 placerades i gjutetapp 1.

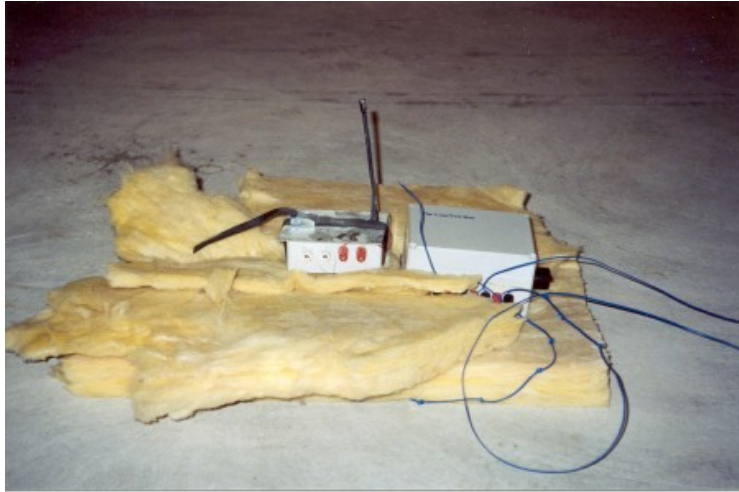


Figur 2. Principskiss mätsensorers placering fältmätning Göteborg. Färgen på punkten visar vilken utrustning som mätvärdet hanteras av. Exempel Grön punkt, Temp Luft översida, lagras i datalogger till höger i bild och klarblå punkt, Mät punkt XX RF, hanteras av sändare med antenn till vänster i figur.

Mät punkt G1 placerades i en vot med en tjocklek på 340 mm, kantbalk yttervägg, enkelsidig uttorkning. Mäthålet, 136 mm djupt, placerades i ett utrymme som skulle komma att bli ett Vilrum/lektrum. Krav på fuktmätning föreligger ty mattlimsfabrikant kräver att RF i betongen ska understiga 85 % för att inte lim ska reagera med alkalier i betong. Kantbalken som är den tjockaste konstruktionsdelen tar lång tid att torka ut, därför uppmättes RF i denna. Läget för mätpunkten var 1,5 dm från insida yttervägg samt cirka 8 dm från ett fönster.

Mät punkt G2 placerades slumpmässigt i bygganden i platta på mark, tjocklek på 120 mm, enkelsidig uttorkning.

Mäthålet, 48 mm djupt, placerades i ett utrymme som skulle komma att bli ett Allrum. Krav på fuktmätning föreligger. Relativ fuktighet ska understiga 85 %. Minst en punkt i den tunna konstruktionsdelen bedömdes vara nog för att ha kontroll på fuktigheten. Läget för mätpunkten är cirka 3 m från yttervägg mitt i rummet. En provisorisk dörr i form av en plywoodskiva finns i yttervägg.



Figur 3. Mät punkt G2

RF för G1 och G2 loggades under 6 veckors tid. Utökad parallell temperaturmätning utfördes under 2 veckors tid. Extra temperaturgivare placerades då under mineralullsisolering, 90 mm, direkt över mät punkt. Dessutom kontrollerades temperatur ovanför mät punkt i luft samt två punkter i cirka 2 - 3 meter från G2 på slumpvis valda platser.

Båda mätpunkterna var oisolerade från början. Eftersom uppmätt RF penklade stort i mät punkt G2, cirka +/- 2,5 %-enheter, isolerades båda mätpunkterna. Drygt 3 veckor efter mätstart placerades isolering över mät punkt G2, platta på mark, och sedan isolerades även mät punkt G1, kantbalken, efter ytterligare ett par dagar. Isoleringen utgjordes av två lager med 45 mm tjock mineralull för att begränsa temperatursvängningarna, utbredningsmått cirka 40 cm*40 cm. Dessa åtgärder fungerade och både RF och temperaturen stabiliserades.

4.1.1 Variation av isolering i mätpunkterna

I Mät punkt G1 varierades isolering enligt följande schema.

2003-10-02 – 2003-10-27 ingen isolering.

2003-10-27 – 2003-11-02 Mineralull 90 mm tjock (400*400) mm².

2003-11-02 – 2003 11-05 Ingen isolering.

I Mät punkt G2 varierades isolering enligt följande schema.

2003-10-02 – 2003-10-23 Ingen isolering.

2003-10-23 – 2003-11-02 Mineralull 90 mm tjock (400*400) mm².

2003-11-02 – 2003-11-05 Ingen isolering.

4.2 Fältmätning Malmö

Mätningen utfördes i Malmö, på Möllevångsskolan. Fyra mätpunkter loggades under 2½ månad. Mätobjektet var en skolbyggnad som byggdes med en kombination av platsbyggt och prefab. Installationen av mätutrustningen skedde innan ”tätt hus” uppnåts. Fönster var monterade men det regnade in via genomföringar. Det regnade däremot inte direkt på fuktmätningens utrustning. Hela byggnaden täcktes in med HAKITEC väderskydd för att få till ett bra uttorkningsklimat. Mätpunkter placerades i två HDF-bjälklag samt i skarven mellan två HDF-bjälklag. Betong i HDF-bjälklaget hade ett vct på mellan 0,32 till 0,35 och skarvarna göts med vct 0,38. På sedvanligt sätt vattnades först skarvarna rikligt för att få till en bra fog.

En vecka efter att mätsystemet installerats utfördes en pågjutning med 50 mm betong, först på plan 2, sedan efter 2 dygn på plan 3. En dag innan pågjutning bevattnades golvet rikligt. Mätpunkterna skyddades från vatten genom att en ram byggdes runt dem så att inget vatten skulle tränga ner i mätålet. Dessutom skyddades mätpunkter med byggplast (löst liggande) när bjälklag bevattnades. Dessa åtgärder lyckades till viss del hålla vattnet borta från.

Mätpunkterna i fogarna låg lite lägre än mätpunkter i håldäckselementen och klarade sig därför sämre. Lite vatten trängde möjligtvis ner i mätpunkterna. Det var dock så lite vatten att döma av avläst RF i diagrammen så mätningen fortsatte.

Fakta

Konstruktion: HD/F-bjälklag med i gjutningar i fog mellan håldäckselementen samt pågjutning med 50 mm betong

Uttorkning : Dubbelsidig

Betongkvalitet: K55

VCT: HD/F-platta vct=0,32-0,35, skarv mellan plattor betongkvalitet vct=0,38

Cementinnehåll: HD/F betong 396 kg/m³, jordfuktig, Fogbetong 515 kg/m³

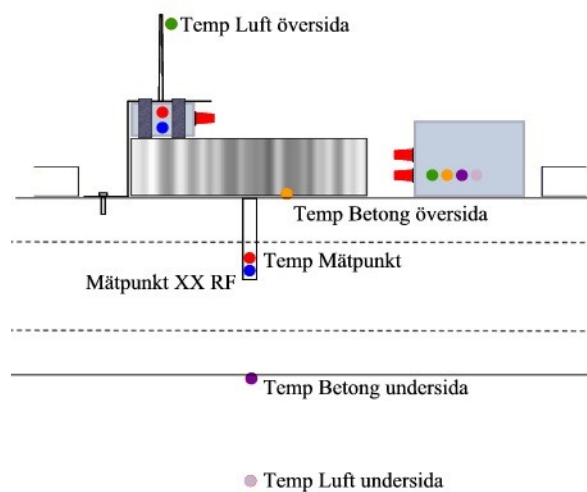
Tillsats: HD/F betong inga tillsatser, Fogbetong 5 % Silika

Tjocklek: HD/F-plattor 265 mm

Mätdjup: 20 % av tjocklek

Uttorkningsåtgärder: 1 st EL-Airco5 effekt 9 - 18 kW, per plan installerades cirka 3 veckor efter att mätsystem Betongdatorn 5.0 installerats.

Fyra mätpunkter för att registrera RF installerades på arbetsplatsen. Förutom detta monterades ytterligare 8 termoelement som registrerade temperaturer i RF-mätpunkternas omedelbara närhet.



Figur 4. Principskiss mätsensorers placering fältmätning Malmö. Färgen på punkten visar vilken utrustning som mätvärdet hanteras av. Exempel Grön punkt, Temp Luft översida, lagras i datalogger till höger i bild och klarblå punkt, Mät punkt XX RF, hanteras av sändare med antenn till vänster i figur.



Figur 5. Mät punkt M1, längst från kameran, och M2, närmast kameran

Mät punkt M1 placerades på plan 2 i ett HD/F-bjälklag med en tjocklek av 265 mm, dubbelsidig uttorkning.

Mäthålet, 53 mm djupt, borrades i mellersta norra delen av huskropp B, i det som skulle komma att vara ett Basrum. Mät punkten är belägen direkt vid ett fönster. Inga krav på fuktmätning föreligger där. Läge för mät punkten är cirka 1 m från fasadliv/bjälklagskant och cirka 2 dm från skarv HD/F-platta.

Mätpunkt M2 placerades på plan 2 i en gjuten fog mellan två HD/F-plattor, med en tjocklek av 265 mm, dubbelsidig uttorkning.

Mäthålet, 53 mm djupt, borrades cirka 3 dm från mätpunkt M1. Mätpunkt sattes där för att extra temperaturgivare skulle kunna utnyttjas vid både mätpunkt M1 och M2.



Figur 6. Mätpunkt M3, närmast kameran till vänster, mätpunkt M4 längst bort från kameran samt datalogger för temperatur

Mätpunkt M3 placerades på plan 3 i en gjuten fog mellan två HD/F-plattor, tjocklek 265 mm, dubbelsidig uttorkning.

Mäthålet, 53 mm djupt, borrades i mellersta delen av huskropp B, i det som skulle komma att vara ett Basrum. Mätpunkten är belägen mitt inne i byggnaden, 4 dm från innervägg, 5 meter från fasadliv, skyddad från yttre klimat.

Mätpunkt M4 placerades på plan 3 i ett HD/F-Bjälklag med en tjocklek av 265 mm, dubbelsidig uttorkning.

Mäthålet, 53 mm djupt, borrades cirka 3 dm, från mätpunkt M3, parallellt med fasadliv.

Temperatursensorer, placerades i luften ovan mätplats M1, direkt på betongytan översida, på betongyta undersida samt i luften under bjälklaget, se principskiss Figur 4. Samma placering av sensorer skedde vid mätpunkt M3. Dessa temperatursensorer loggades med Betongdatorm 5.0.

4.2.1 Variation av isolering i mätpunkterna

Mätpunkt M1 varierades isolering enligt följande schema

2003-10-03 – 2003-11-04 Cellplast 120 mm tjock (150*120) mm².

2003-11-04 – 2003-11-12 Mineralull 120 mm tjock (300*300) mm².

2003-11-12 – 2003-12-05 Mineralull 30 mm tjock (800*400) mm².
2003-12-05 – 2003-12-15 Mineralull 60 mm tjock (800*400) mm².

Mät punkt M2, varierades isolering enligt följande schema.

2003-10-03 – 2003-11-04 Ingen isolering
2003-11-04 – 2003-11-12 Ingen isolering
2003-11-12 – 2003-12-05 Mineralull 30 mm tjock (800*400) mm².
2003-12-05 – 2003-12-15 Mineralull 60 mm tjock (800*400) mm².

Mät punkt M3, varierades isolering enligt följande schema.

2003-10-03 - 2003-11-04 Mineralull 120 mm tjock (120*120) mm².
2003-11-04 – 2003-11-12 Mineralull 120 mm tjock (120*120) mm².
2003-11-12 – 2003-12-05 Mineralull 60 mm tjock (120*120) mm².
2003-12-05 – 2003-12-15 Mineralull 60 mm tjock (400*400) mm².

Mät punkt M4, varierades isolering enligt följande schema.

2003-10-03 – 2003-11-04 Mineralull 120 mm tjock (250*250) mm².
2003-11-04 – 2003-11-12 Mineralull 120 mm tjock (250*250) mm².
2003-11-12 – 2003-12-05 Mineralull 60 mm tjock (250*250) mm².
2003-12-05 – 2003-12-15 Mineralull 60 mm tjock (400*400) mm².

4.3 Fältmätning Stockholm

Mätningen utfördes i Stockholm på kvarteret Fredsfors. Sex mätpunkter loggades mellan 2 och 4 månaders tid. Mätobjektet var ett flerbostadshus som byggdes med en kombination av prefab och platsbyggt. Bjälklagen utgjordes av filigranbjälklag, 50 mm samt pågjuten betong med en tjocklek på mellan 160 mm – 190 mm. Installationen av mätutrustning gjordes innan tätt hus. Fönster var monterade på alla partier men huset var ouppvämt och isolering av ytterväggar pågick. Det regnade inte in i byggnaden på de ställen där sensorer installerats, enligt produktionschef. Dry-IT, som är ett företag som erbjuder fuktmätningstjänster, utförde en mätning parallellt på 5 mätpunkter med Vaisalas mätsystem. Dessa mätningar jämfördes med de loggade mätningarna för att se om det fanns några skillnader mellan loggade och momentana avläsningar. Det gjordes endast en avläsning parallellt och det är för lite för att dra några slutsatser rörande eventuella skillnader mellan dessa system.

Fakta

Konstruktion: Filigranbjälklag samt platta på mark

Uttorkning: Både enkel- och dubbelsidig

Betongkvalitet:

VCT: 0,50 Filigranbjälklag.

Cementinnehåll:

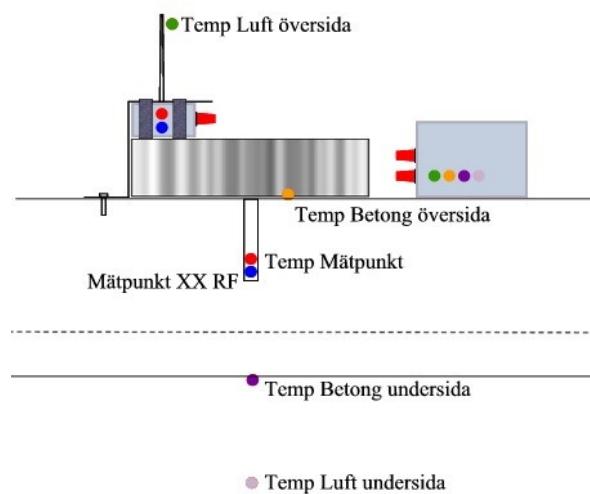
Tillsatser:

Tjocklek: Filigranbjälklag 50 mm pågjutning 160-190 mm

Måtdjup: 96 mm platta på mark, 48 mm på 240 mm bjälklag, 42 mm på 210 mm bjälklag i våtrum

Uttorkningsåtgärder: Sorptionsavfuktare, Seibu Giken DST Recusorb DR031-C

Sex mätpunkter för relativ fuktighet installerades på arbetsplatsen. Därtill monterades ytterligare 4 sensorer för temperatur, se principskiss Figur 7.



Figur 7. Principskiss mätsensorers placering fältmätning Stockholm. Färgen på punkten visar vilken utrustning som mätvärdet hanteras av. Exempel Grön punkt, Temp Luft översida, lagras i datalogger till höger i bild och klarblå punkt, Mät punkt XX RF, hanteras av sändare med antenn till vänster i figur.



Figur 8. Mät punkt S1, plan 1, till höger i bild, sorptionsavfuktare till vänster

Mät punkt S1 placerades i platta på mark med tjockleken av 240 mm, enkelsidig uttorkning. Mät hålet, 96 mm djupt, borrades i södra änden på huskropp B, i det som skulle komma att bli ett sovrum. Läge för mät punkten är cirka 8 dm från fasadliv för cirka 1 meter från ett fönster, bjälklagskant väster.



Figur 9. Mät punkt S2, isolerad med mineralull, till vänster, datalogger för temperatur till höger

Mät punkt S2 placerades i ett filigran bjälklag med en tjocklek av 240 mm, dubbelsidig uttorkning.

Mät hålet, 48 mm djupt, borrades lodrätt ovanför mät punkt 1 i plan 2. Läget för mät punkten är cirka 8 dm från fasadliv samt cirka 1 meter från ett fönster.

Mät punkt S4 placerades i ett filigranbjälklag med en tjocklek av 210 mm, med dubbelsidig uttorkning.

Mäthålet, 42 mm djupt, placerades i huskropp A i ett sydvästläge, i det som skulle komma att bli ett våtrum. Mätpunkten placerades cirka 5 dm från fasadliv.



Figur 10. Mät punkt S5, med 45 mm isolering, med utbredning på 200 mm * 200 mm

Mät punkt S5 placerades i ett filigranbjälklag med en tjocklek av 210 mm, med dubbelsidig uttorkning.

Mäthålet, 42 mm djupt, placerades centralt i huskropp A, 2 dm från vägg mot trapphus.

Mät punkten placerades där på inrådan av Mikael Grankvist, Dry-IT. Dry-IT har i flera fall noterat en långsam uttorkning vid trapphus. /5/



Figur 11. Mät punkt S6, med 45 mm isolering, utbredning 200 mm * 200 mm

Mät punkt S6 placerades i ett filigranbjälklag med en tjocklek av 210 mm, med en dubbelsidig uttorkning.

Mäthålet, 42 mm djupt, borrades ner i huskropp B i österläge cirka 5 dm från fasadliv mot en innergård. Mät punkten placerades där för att jämföra resultat i uttorkning och temperatur på två olika betongtjocklekar, mot mät punkt S2.

Mät punkt S7 placerades i ett filigranbjälklag rakt ovan mät punkt S4 på ett filigranbjälklag med en total tjocklek av 210 mm.

Mäthålet, 42 mm djupt, borrades ner i huskropp A cirka 5 dm från fasadliv. Mät punkten placerades där för att jämföra mot mätningar vid mät punkt S4.

Mät punkt S8 placerades i ett filigranbjälklag med en tjocklek av 210 mm, rakt ovanför mät punkt S5.

Mäthålet, 42 mm djupt, placerades i huskropp A cirka 2 dm från vägg mot trapphus.

Mät punkten placerades där för att jämföra mot mätningar vid mät punkt S5. Mät punkt S5 förstördes dessvärre så det gick inte att jämföra mot denna.

4.3.1 Variation av isolering i mät punkterna

Alla mät punkter varierades på samma sätt.

2003-10-22 – 2003-11-25 Mineralull 100 mm (200*200) mm².

2003-11-25 – 2003-12-18 Mineralull 50 mm (200*200) mm².

2003-12-18 – Slut mätning Mineralull 100 mm (200*200) mm².

Det kan vara så att isolering har flyttats från den 18/12 2003 fram till mätningen har avslutats, det har jag inte haft total kontroll på. Detta har dock ingen avgörande påverkan på mätresultaten.

5 Resultat

Resultatet presenteras i diagramform. Det finns två typer av diagram, ett där både relativ fuktighet (RF) i % och temperatur (T) i °C visas och ett där enbart temperatur visas.

Teckenförklaring som gäller för samtliga diagram.

- RF Mätpunkt
- Temp Mätpunkt
- Luft översida
- Betong översida
- Betong undersida
- Luft undersida
- Temperatur ute
- Dygnsmedeltemp ute

Figur 12. Teckenförklaring diagram

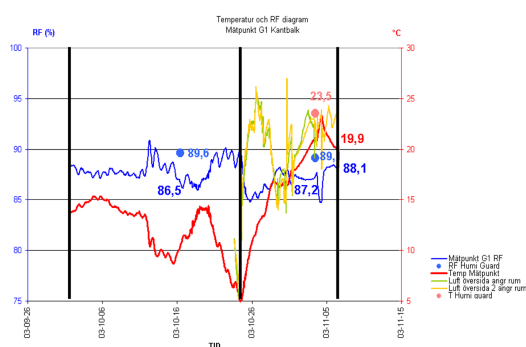
Till ovanstående har enstaka punkter redovisats i diagrammen. Dessa mätningar har utförts med Humi Guard i Göteborg och Vaisala i Stockholm.

Varje diagram är uppdelad av lodräta streck som markerar byte av isoleringstyp. För ett komplett schema av typ av isolering för mätpunkt hänvisas till kapitel med underrubrik isoleringsvariation.

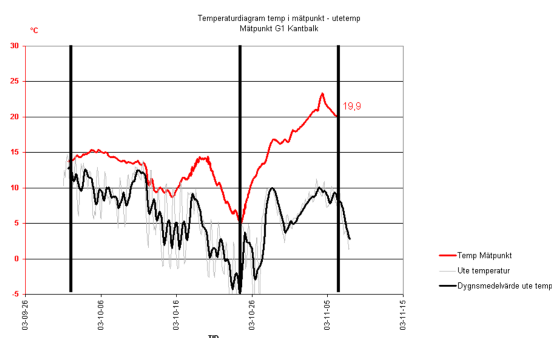
För diagram i större skala hänvisas till bilaga.

5.1 Fältmätning Göteborg

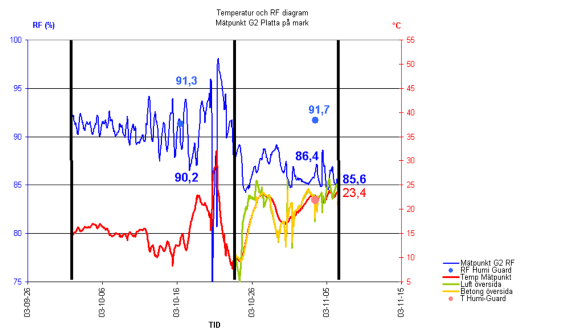
Resultatet av fältmätningen i Göteborg, mätpunkter benämnda G1 och G2, kan ses i Figur 13 till Figur 16.



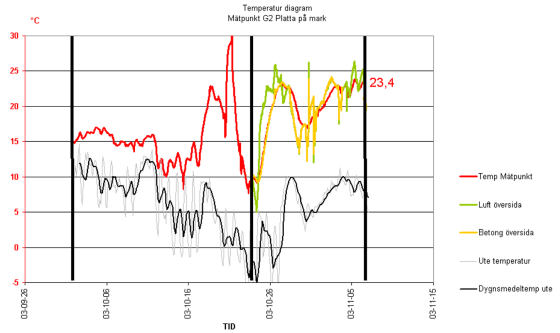
Figur 13. RF- och T-diagram för mätpunkt G1



Figur 14. T-diagram för mätpunkt G1



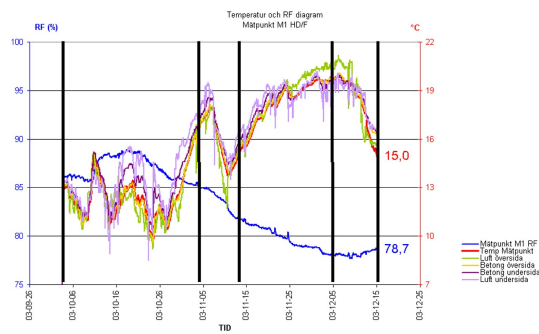
Figur 15. RF- och T-diagram för mätpunkt G2



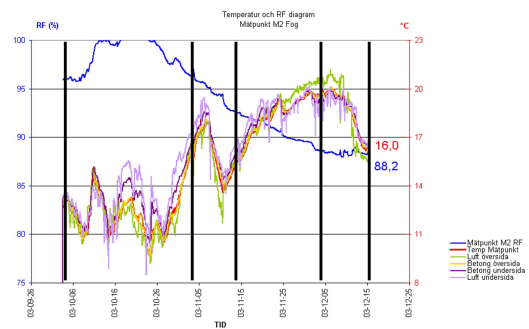
Figur 16. T-diagram för mätpunkt G2

5.2 Fältmätning Malmö

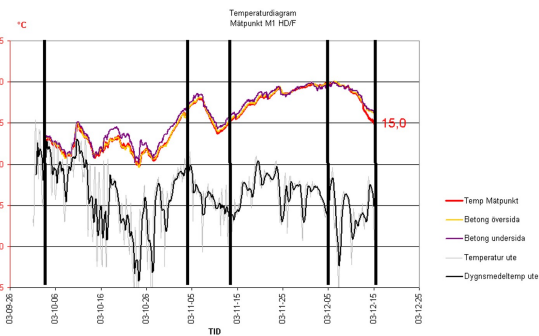
Resultatet av fältmätningen i Malmö, mätpunkter benämnda M1, M2, M3 samt M4 kan ses i Figur 17 till Figur 22.



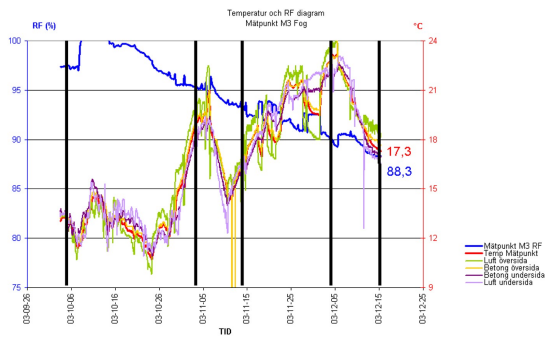
Figur 17. RF- och T-diagram för mätpunkt M1



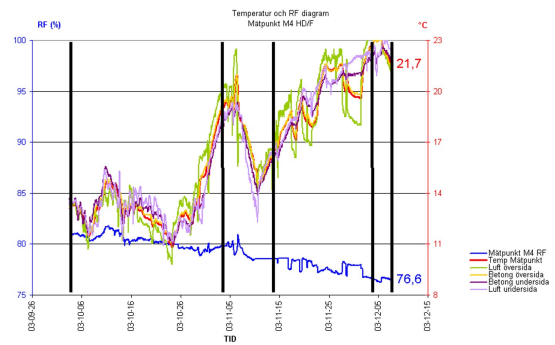
Figur 18. RF- och T-diagram för mätpunkt M2



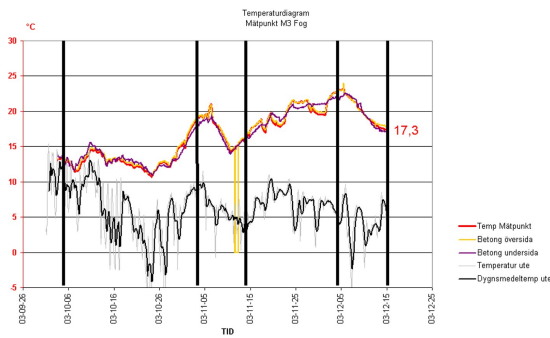
Figur 19. T-diagram för mätpunkt M1



Figur 20. RF- och T-diagram för mätpunkt M3



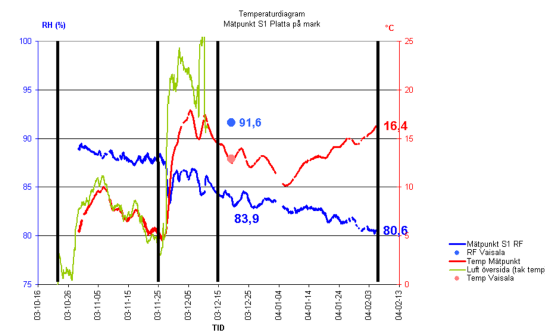
Figur 21. RF- och T-diagram för mätpunkt M4



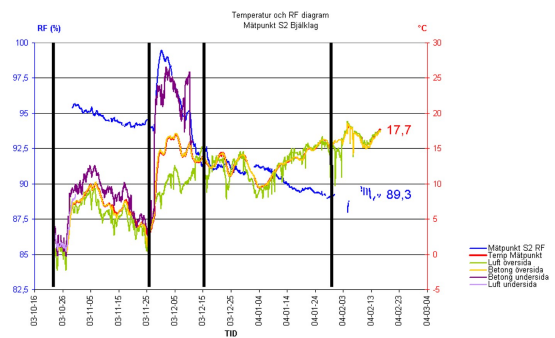
Figur 22. T-diagram för mätpunkt M3

5.3 Fältmätning Stockholm

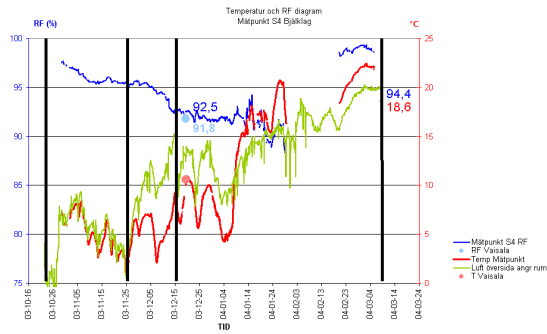
Resultatet för fältmätningen i Stockholm, mätpunkter benämnda S1 till S8, kan ses i Figur 23 till Figur 29.



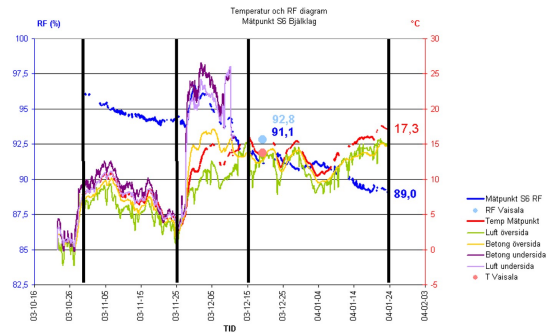
Figur 23. RF- och T-diagram för mätpunkt S1



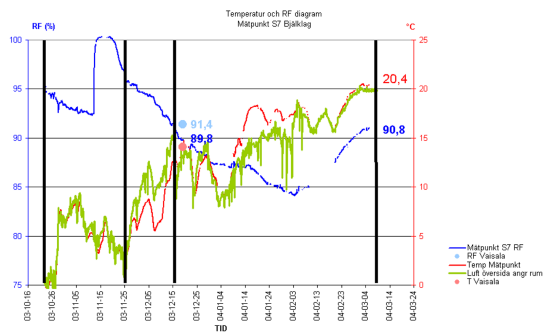
Figur 24. RF- och T-diagram för mätpunkt S2



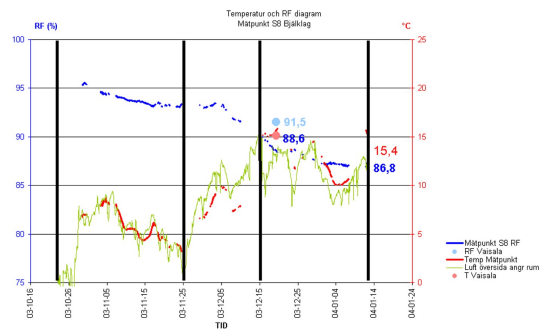
Figur 25. RF och T diagram för mätpunkt S4



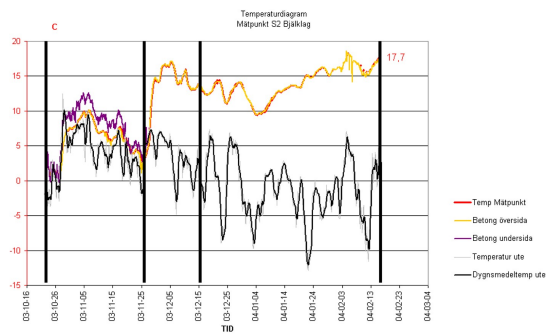
Figur 26. RF- och T-diagram för mätpunkt S6



Figur 27. RF-och T-diagram för mätpunkt S7

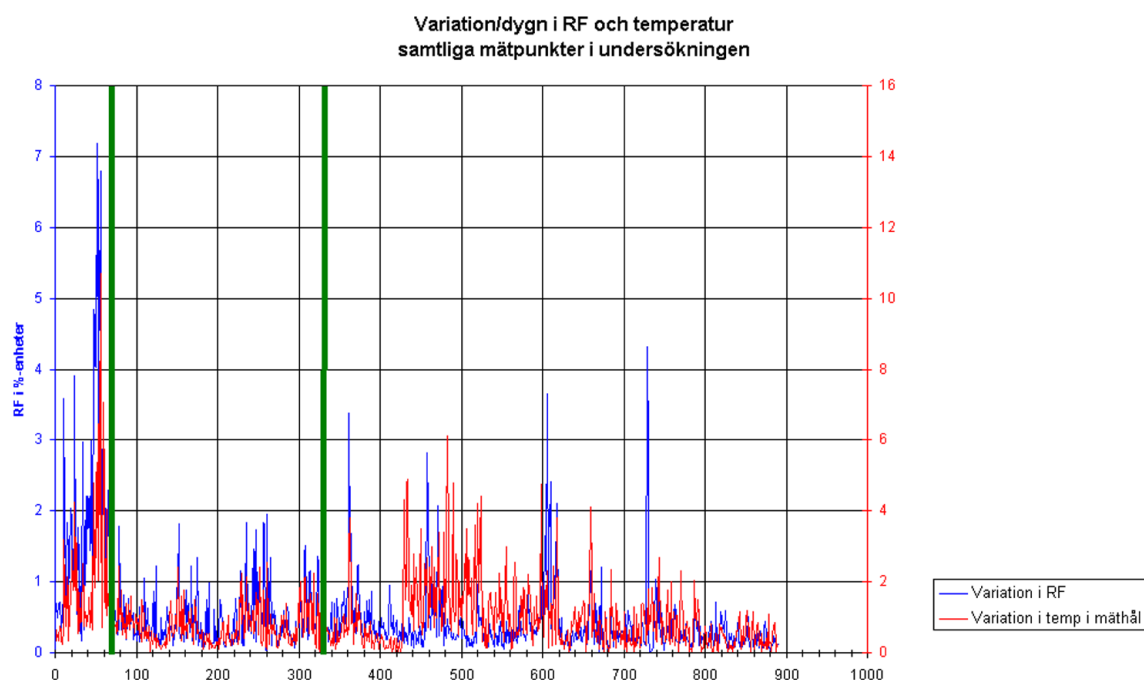


Figur 28. RF- och T-diagram för mätpunkt S8



Figur 29. T-diagram för mätpunkt S2

5.4 Dygnsvariationer i RF och T uppmätta i mätåret



Figur 30. Detta diagram visar variation i RF i %-enheter och temperaturvariation för samtliga mätpunkter i undersökningen. De två gröna lodräta strecken i diagrammet avgränsar mätningen från vänster till höger Göteborg, Malmö och Stockholm. Varje enskilt värde redovisar varje dygns maxvariation under mätperioden och redovisas från vänster till höger, så att Punkt G1 redovisas längst till vänster i diagrammet och punkt S8 längst till höger i diagrammet.

6 Bedömning

Bedömningen av projektet görs i varje mätpunkt för sig. Tabellerna i nedanstående avsnitt 6.1 till 6.3 sammanfattar mätresultaten i tabellform.

6.1 Fältmätning Göteborg

Mätningen i Göteborg har utförts i platta på mark, massiv konstruktion.

Mätpunkt G1, har påverkats av utomhustemperaturen i stor utsträckning. Temperaturen i mätpunkten har följt utomhustemperaturens variationer. Då betongen runt mätpunkten reagerat trögt på utomhustemperaturen har temperaturen i mätpunkten stabiliserats. Detta gör att temperaturen i luften i mätåret har varit jämn under hela mätperioden med små variationer. Inneklimatets variationer har inte påverkat temperaturvariationerna lika mycket som uteklimatet.

Jag ser ingen tydlig respons på avläst RF när isolering läggs på efter drygt halva mätningen. Detta beror till stor del på att borrhålet är djupt. Temperaturen inomhus har varierat betydligt,

mellan 15 och 25 grader i angränsande rum, sett över 6 veckors tid. Sannolikt har innetemperaturen vid mätpunkten varierat i samma utsträckning då inga innerdörrar varit monterade i byggnad under mätperioden. I tabell 1 redovisas skillnaden mellan maximal och minimal avläst RF per dygn, likaså skillnader i temperaturer i mätpunkt, inne och uteluft per dygn.

Jag bedömer att isoleringen av mätpunkten G1 inte har påverkat stabiliteten på avläst RF nämnvärt. Betongen har själv förmått att stabilisera temperaturens variationer, på grund av sin grova dimension i kombination med att mät hålet är djupt. Utomhustemperaturens variationer har minskat i samband med att isolering av mätpunkt. Även om stabiliteten i avläst RF hade förbättrats efter isolering är det inte helt självklart att det var tack vare isoleringen.

Mät punkt G2, har också påverkats av utomhustemperaturen men inte i samma utsträckning som G1. Betongen har, på grund av sin tunna tjocklek inte haft samma stabiliserande påverkan på temperaturen som kantbalken. Inneklimatets variationer har påverkat stabiliteten i högre grad då mät hålet är relativt ytligt placerat. Det ses tydligt när, cirka 20/10 2003, en 5 kW fläkt riktas mot mätpunkten i ivern att öka uttorkningen i mätpunkten, därav de skyhöga värdena i tabell 1 för mätpunkt G2. Dessutom följer temperaturvariationen i mätpunkten variationen i innelufttemperatur.

Jag ser en tydlig respons på mätresultatet då isolering läggs på efter drygt halva mätningen. Detta beror på att isoleringen förmår att dämpa påverkan av innetemperaturens svängningar vilket var målet med att isolera mätpunkten. Betongytans temperatur under isoleringen följer helt temperaturen i mätpunkten. Mätsensorn för betongytan ”placeras” utanför isoleringen den 29/10 2003. Utomhustemperaturen stabiliseras visserligen i samma tidsperiod, men eftersom jag bedömer att påverkan från innetemperaturen är större är detta av underordnad betydelse. Jag bygger denna slutsats på mätperioden 27/10 till 2/11, där flera snabba temperaturväxlingar har skett i inneklimatet utan att mätningen påverkats nämnvärt.

Tabell 1. Skillnad mellan maximal och minimal avläst relativ fuktighet (RF) procentenheter och temperatur (T) för mätpunkterna G1 och G2.

Maximal variation/dygn	RF i mätpunkt i %	T i mätpunkt i °C	T i Luft i °C	T Ute i °C
Mät punkt G1	3,9	4,2	7,9	15,5
Mät punkt G2	23,1	10,7	14,2	15,5

Jag bedömer att utomhustemperaturen och dess variation har spelat en betydande roll när jag har mätt relativ fuktighet i den tunna plattan, mätpunkt G2. En varmluftsfläkt med en fast effekt eller termostat kan inte parera utomhustemperaturens variation.

6.2 Fältmätning Malmö

Mätningen har utförts på ett HD/F-bjälklag med pågjutning av ett tunnare skikt betong (50 mm - 70 mm).

Mät punkt M1, är placerad vid ett fönster vid bjälklagskant och har påverkats av utomhustemperaturen de tre första veckorna. Därefter kommer uppvärmning av inneklimat igång och mätningarna påverkades mindre av utomhustemperaturen.

Temperaturen i mätpunkten har varit stabil under hela mätperioden. Endast små variationer i mätresultat på relativ fuktighet förekommer under merparten av mätperioden.

Innetemperaturens påverkan på mätpunkten har under hela mätperioden varit låg. Skillnaden mellan luft över och under mätpunkt är mellan $1,7\text{ °C}$ – $(-3,6\text{ °C})$. Det innebär att överytan stundtals har varit kallare än underytan. Denna skillnad i temperatur gör att fukten drivs uppåt/neråt i HD/F-bjälklaget, om än marginellt. Skillnad i betongtemperatur mellan överyta och underyta är mellan $+1,5\text{ °C}$ – $(-0,4\text{ °C})$. Den skillnaden bedömer jag vara liten.

Variationen i temperatur i luft runt mätpunkten per dygn är maximalt, $\pm 1,8\text{ °C}$, vilket ligger inom RBK:s riktlinjer ($\pm 2\text{ °C}$). Samtidigt är maximal variation i betongen i mätpunkt M1 $\pm 1,3\text{ °C}$, vilket ligger lite över RBK:s riktlinjer, $\pm 1,0\text{ °C}$. I tabell 2 visas resultat från mätpunkt M1 som skillnader mellan högsta och lägsta värde per dygn.

Ju längre uppvärmning pågår desto varmare blir översidan och temperaturskillnaden i betongen mellan över och under yta avtar successivt.

Skillnaden mellan de olika isoleringstyperna är liten. Under första mätperioden med 120 mm cellplast (120 mm * 150 mm) ses endast en liten krusning av mätresultat i RF. Å andra sidan är variationen av temperatur stor. Relativa fuktigheten stiger sannolikt som en följd av pågjutning av betong. I den andra mätperioden med 120 mm mineralull och större utbredningsmått (300 mm * 300 mm) minskar krusningen något, å andra sidan är temperaturstabiliteten i inomhusluften högre under denna period. Perioden med tunnare mineralullsisolering 30 mm (800 mm * 400 mm) uppvisar lite tydligare krusningar på mätresultatet i RF. Dygnsmedeltemperaturen ute under perioden är mer ostadig än föregående

period det påverkar mätresultatet ytterst marginellt. Under mätperioden stiger innetemperaturen successivt, också det visar sig ha en marginell betydelse på RF. Slutligen är mätresultatet från sista mätperioden i princip lik de föregående. I den sista perioden var innetemperaturen jämn till en början men sedan sjönk den hastigt. Sannolikt berodde det på att den temporära uppvärmningen har stängts av eller att uppvärmningssystemets effekt har sänkts.

Mät punkt M2, är placerad mindre än en halv meter från M1. Separat uppmätning av temperatur ”utanför” mät punkt är inte utförd. M2 påverkades av pågjutning av betong mer än M1. Det berodde på att fogen ligger cirka 1 cm under nivån på HD/F-golv och vatten rann i spåret som bildades mellan fogen och tätningen.

Mät punkt M2 har under knappt halva perioden varit över 100% (98 % exklusive mätosäkerhet). Det gör diagrammet svårt att tolka under första perioden utan isolering. Under andra mätperioden lades därför ingen isolering på M2 för att kunna jämföra resultat i RF. Då ser man en liten skillnad i M2 jämfört mot M1. Omkring 12/11 2003 ser man en lite större knyck på uppmätt RF detta är ett resultat av att temperaturen påverkar mätpunkten. Endast små variationer i mätresultat på relativ fuktighet förekommer under merparten av mätperioden. Innetemperaturens påverkan på mätpunkten har under hela mätperioden varit låg. Maximal temperaturvariation i betongen i mät punkt M2 är +/- 1,2 °C, vilket ligger lite över RBK:s riktlinjer (+/-1,0 °C). I tabell 2 visas resultat från mät punkt M2 som skillnader mellan högsta och lägsta värde per dygn.

Skillnaderna mellan de olika isoleringstyperna är liten. I första mätperioden stiger RF sannolikt som en följd av pågjutning av betong och även visst vattenläckage. Perioden med tunnare mineralulls isolering 30 mm (800 mm * 400 mm) uppvisar samma typ av krusningar på mätresultatet i RF som i M1. I den sista perioden var innetemperaturen jämn till en början men sedan sjönk den hastigt. Sannolikt berodde det på den temporära uppvärmningen har stängts av helt eller så har effekten sänkts.

Mät punkt M3, är placerad mitt i byggnaden i en fog mellan två HD/F-bjälklag. Tyvärr så påverkades också M3 av pågjutning av betong. Sannolikt trängde vatten ner i borrhålet i samband med pågjutning.

Mät punkt M3 har under en kort period, cirka 5 dygn, varit över 100% (98 % exklusive mätosäkerhet). Jag bedömer att mätsensorn har klarat detta. I princip liknar mät punkt M3s temperaturutveckling mät punkt M1s. Under de två första mätperioderna är temperaturen något stabilare i mät punkt M3 än i mät punkt M1 medan det är tvärtom i mätperiod tre och fyra.

I första perioden isolerades M3 med 120 mm mineralull (120 mm * 120 mm) alltså liten utbredning. Stabiliteten i RF under denna period är god. Temperaturväxlingar påverkar inte RF nämnvärt. När isolering byts till 60 mm mineralull (120 mm * 120 mm) märker man att avläst RF blir lite mindre stabil men detta kan också bero på att temperaturen inne har varierat mer.

Skillnad mellan lufttemperatur över och under mät punkt är mellan $+3,4\text{ °C}$ – ($-4,1\text{ °C}$). Det har under första halvan varit varmare under bjälklaget än över. Under den andra halvan av mätperioden har det varit ungefär lika varmt över som under bjälklaget. Skillnad mellan temperatur i betongytan över och under är mellan $+1,5\text{ °C}$ – ($-1,3\text{ °C}$). Avläst RF är väldigt jämn och stabil under hela mätperioden. Variationen i temperatur ovanför mät punkten per dygn är maximalt $\pm 2,7\text{ °C}$, vilket ligger utanför RBK:s riktlinjer. Samtidigt ligger maximal temperaturvariation i betongen, $\pm 1,4\text{ °C}$, vilket också överskrider RBK:s riktlinjer. I tabell 2 visas resultat från mät punkt M3 som skillnader mellan högsta och lägsta värde per dygn.

Mät punkt M4, fastmonterad 53mm ner i betong, är placerad mitt i byggnaden i ett HD/F bjälklag. Mät punkten är placerad mindre än en halv meter från M3. Separat uppmätning av temperatur ”utanför” mät punkt är inte utförd.

Skillnaden mellan de olika isoleringstyperna är liten även i den här mät punkten. Under första mätperioden med 120 mm mineralull (250 mm* 250 mm) är mätningen väldigt stabil. Det är en liten skillnad i stabilitet mellan 60 mm mineralull och 120 mm mineralull med samma utbredningsmått. En tjockare isolering ger en bättre stabilitet än en tunn. Det är emellertid inte stor skillnad mellan mät punkt M3 som har blott $\frac{1}{4}$ –del så stor isoleringsyta som M4 oavsett isoleringstjocklek. Dygnsvariationen i betongen i mät punkt M4 är maximalt $\pm 1,1\text{ °C}$ vilket är lite över RBK:s riktlinjer. Skillnader i temperatur och RF kan också utläsas i tabell 2.

Tabell 2. Skillnad mellan maximal och minimal avläst relativ fuktighet (RF) procentenheter och temperatur (T) för mätpunkter M1 till M4

Maximal variation/dygn	RF i mätpunkt i %	T i mätpunkt i °C	T i Luft i °C	T Ute i °C
Mät punkt M1	1,8	2,6	2,6	13,1
Mät punkt M2	1,8	2,4	2,6	13,1
Mät punkt M3	2,0	2,8	5,4	13,1
Mät punkt M4	1,5	2,2	5,4	13,1

6.3 Fältmätning Stockholm

Mätningen i Stockholm har utförts i en massiv konstruktion, 50 mm filigranbjälklag med 160 mm – 190 mm pågjutning av betong.

Bedömningen av mätpunkter S2-S8 är mindre omfattande än övriga punkter för att dessa har haft samma typ av isolering vid varje enskilt tillfälle som punkt S1. Saker som uppenbart har skiljt sig som till exempel när uppvärmning startat och exakta temperaturförhållanden vid varje individuell mätpunkt har inte registrerats. Skillnader mellan högsta och lägsta värde i RF och temperatur har också redovisats överskådligt i tabell 3.

Mät punkt S1 är placerad i platta på mark som är 240 mm tjock. Inneklimatet har inte varit uppvärmt under första mätperioden. Temperaturen i mät hålet, 96 mm djupt, har stabiliserats av betongens värmetröghet samt av marken under plattan. En månad efter mätstart påbörjas uppvärmning av inneklimat. Då uppvärmning startar påverkas sensorn som visar sig genom en temporär sänkning av RF på 3,4 %, då temperaturen i mät hålet höjs från 5,6 °C till 12,8 °C på 2 dygn.

Skillnaden mellan de olika isoleringstyperna är liten. När isoleringen är 100 mm är temperaturen mer stabil än när den är 50 mm tjock. Över hela mätperioden har stabiliteten i mät hålet varit god med undantag av en kort period med en maximal dygnsvariation av +/-1,7 % RF samt +/-1,9 °C i temperatur. Den jämförande mätningen, utförd med Vaisala mätsystem, tyder på att mätningen ligger alldeles för lågt. Det mätsystemet är behäftat med liknande mät fel. Det som talar för att mätningen är korrekt är att minskningen sker helt odramatiskt (2,6 %-enheter RF/mån) under långt tid och att uttorkningen är jämn. Mät punkten har påverkats av den stora temperaturhöjningen men RF sjunker istället höjs när uppvärmning startar. Detta kan bero på att luften i mät hålet inte varit helt fränskild från uteluften. Om

luftläckage förekommer innebär det att RF inte längre är i jämvikt med betongens RF på mätdjupet. Vid en temperaturhöjning kommer en temperaturhöjning att medföra en sänkning av RF ty luftens förmåga att innehålla vatten ökar med ökande temperatur.

RF stiger i material när temperaturen höjs. Detta beror på att materialets fuktisoterm byts när temperaturen ändras. När temperaturen stiger och fukthalten är densamma stiger därför RF.

Mät punkt S2 är placerad i ett bjälklag som är 240 mm tjockt. Inneklimatet har värmts upp efter första mätperioden. Temperaturen i mät hålet, 48 mm djupt, har till en början i hög grad påverkats av utomhustemperaturen. Då uppvärmning startar stiger temperaturen i mät punkten med 12 grader under 3 dygn. Då stiger också avläst RF med cirka 5%-enheter. Detta är rimligt, enligt teorin stiger RF vid en temperaturhöjning i materialet. Ty ett material fungerar på det sättet att om materialet värms stiger RF om fukttransport förhindras visat av Anders Sjöberg et al i [2]. Temperaturskillnad över bjälklaget är som mest 5 °C, det var varmast under plattan vid det tillfället. Detta gör också att valt mätdjup inte längre kan anses som ett ekvivalent mätdjup [1]. Det är sannolikt vanligt att ett bjälklag är varmare på undersidan än på översidan då varm luft stiger och värmer taket mer än golvet. Detta bör undersökas vidare.

Mät punkt S4 är placerad i ett bjälklag som är 210 mm tjockt. Mät hålet är 42 mm djupt och temperaturen i mät hålet har varierat med +/- 2,4 grader/dygn samtidigt har RF som mest varierat med +/-1,8 %-enheter RF/dygn. Jag har inte mätt temperaturen i omgivningen utan enbart temperatur i mät hålet samt RF. Det är svårt att utläsa någon skillnad i avläst RF vid de olika typerna av isolering.

Mät punkt S6 är placerad i samma lokal som mät punkt S2, med ett mätdjup på 42 mm. Temperaturen i mät hålet har varierat med +/-2,0 grader/dygn och +/- 0,5 %-enheter RF/dygn. Då temperaturen stiger i mät period 2 stiger avläst RF med cirka 2,5 %. Att RF stiger när temperaturen stiger i betongen har påvisats i en rapport från Chalmers. [2]

Mät punkt S7 är placerad i ett 210 mm tjockt bjälklag, mätdjupet är 42 mm. Temperaturen i mät hålet har varierat med maximalt +/-1,3 grader/dygn och RF har varierat maximalt med 4,3%-enheter. Avläst RF höjs i mät period 1 till över 100 % (vilket innebär c:a 98 % utan mätosäkerheten) detta kan jag inte förklara. Avläst RF stiger också efter 04-02-02 detta kan

förklaras av att avjämningsmassa göts vid mätpunkten vid den tiden och att det sannolikt har påverkat mätningen.

Mätunkt S8 är placerad i ett 210 mm tjockt bjälklag, mätdjupet är 42 mm. Temperaturen i mätålet har varierat maximalt med +/- 0,5 grader/dygn och RF har samtidigt varierat med maximalt +/-0,25 %-enheter/dygn. Denna mätpunkt har inte haft god kontakt med datalogger. Dessa jämna värden har uppkommit genom att för få värden har lagrats i datalogger.

Tabell 3. Skillnad mellan maximal och minimal avläst relativ fuktighet (RF) procentenheter och temperatur för mätpunkter S1 till S8

Maximal variation/dygn	RF i mätpunkt i %	T i mätpunkt i °C	T i Luft i °C	T Ute i °C
Mätpunkt S1	3,4	3,8	3,8	11,2
Mätpunkt S2	2,8	6,4	6,1	11,2
Mätpunkt S4	3,7	4,8	Uppgift saknas	11,2
Mätpunkt S6	1,2	4,1	Uppgift saknas	11,2
Mätpunkt S7	4,3	2,7	Uppgift saknas	11,2
Mätpunkt S8	0,5	1,2	Uppgift saknas	11,2

6.4 Dygnsvariationer i RF och T uppmätta i mätålet

Under ett dygn har temperaturen i mätålet varierat i medel med cirka +/- 0,5 °C i samtliga mätålet under mätperioden. Denna stabilitet har uppnåtts tack vare att isolering varit på mätpunkterna under större delen av undersökningen. När isoleringen tas bort helt blir variationen temperatur i mätålet i storleksordningen dubbelt så stor.

Under ett dygn har RF i mätålet har varierat i medel med cirka +/- 0,25 %-enheter RF i samtliga mätålet under mätperioden. Denna stabilitet har också uppnåtts tack vare att isolering varit på mätpunkterna under större delen av. När isolering tas bort helt blir variationen i storleksordningen dubbelt så stor.

Förhållandet mellan temperatur och RF ser här ut att vara 2 men det är en ren slump. Förhållandet mellan RF ändring och T ändring beror på ett antal faktorer och är inte kontrollerat i denna rapport.

Dock finns det ett otal exempel under mätningen som visar att loggad mätning av RF och temperatur är att föredra. Temperatursvängningarna uppträder nyckfullt och påverkas av

utomhustemperaturen och placering av mätthål. Det är i princip möjligt att välja vid vilken tid som en avläsning ska göras om mätadata är loggade. Då bör man välja den period där minst störningar, läs temperaturvariationer, förekommer och där kurvan för RF är utan variationer upp och ner.

7 Slutsatser

- Temperaturen på en arbetsplats påverkas mycket av utomhustemperaturen. Även om tätt hus har uppnåtts. Snabba temperaturvariationer utomhus överförs till inomhusklimatet om inte ett effektivt uppvärmningssystem, som förmår häva dessa, är installerat.
- Temperaturen i en betongkonstruktion är sällan jämn över hela tvärsnittet.
- Sannolikt är temperaturen högst under ett bjälklag och lägst på ovansidan och detta medför att ekvivalent mätdjup kan behöva justeras från vad som är allmänt vedertaget idag.
- Ett grunt mätthål påverkas mer av variationer i lufttemperatur än ett djupt.
- Ett mätthål påverkas också av placering i byggnad. Så att en mätpunkt placerad i en stor byggnad långt ifrån fasad påverkas mindre än en mätpunkt placerad vid fasad i en liten byggnad.
- Isolering av mätpunkten gör att dygnsvariationen i avläst RF minskar.
- Sannolikt räcker en tunnare och till ytan mindre isolering som till exempel 200 mm * 200 mm * 30 mm för att stabilisera avläst RF.

8 Referenser och källor

- [1] Manual Fuktmätning i Betong. Sveriges Byggindustrier, kompetensutvecklingsavdelningen. Version 3, 2001-05-16.
- [2] Fuktmätning i betonggolv med golvvärme Etapp I: Förstudie. Anders Sjöberg, Lars-Olof Nilsson, Ted Rapp
- [3] SMHI, väderdata, (utomhustemperatur) erhållna från tre olika stationer i Malmö, Göteborg och Stockholm, Claes Brundin.
- [4] Muntlig kommunikation med Tekn. Dr. Anders Sjöberg, byggnadsmaterial LTH.
- [5] Muntlig kommunikation med RBK auktoriserad fuktmätningstekniker Mikael Grankvist, Dry-IT.

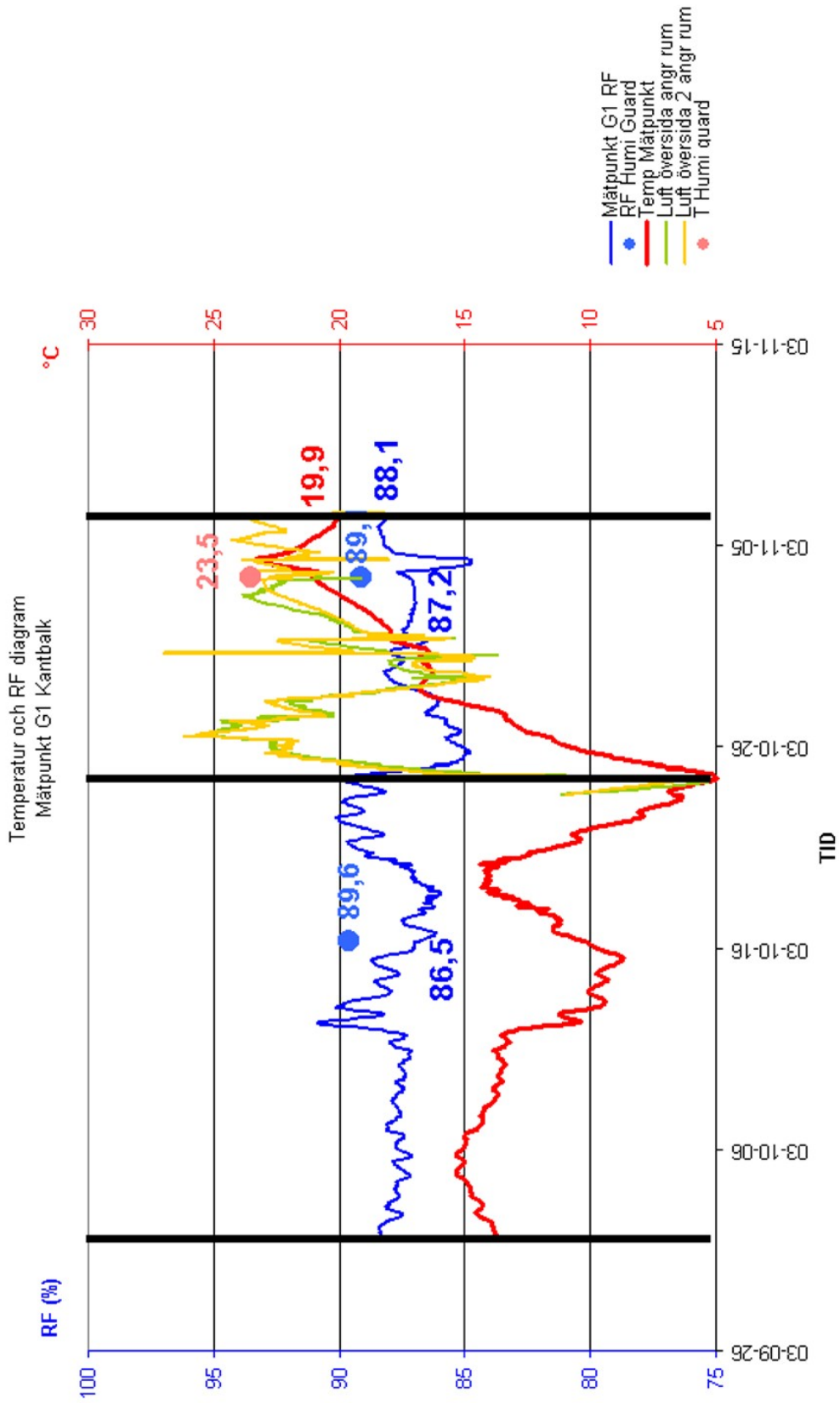
Malmö 2004-04-20

Skanska Asfalt och Betong
Betongteknik

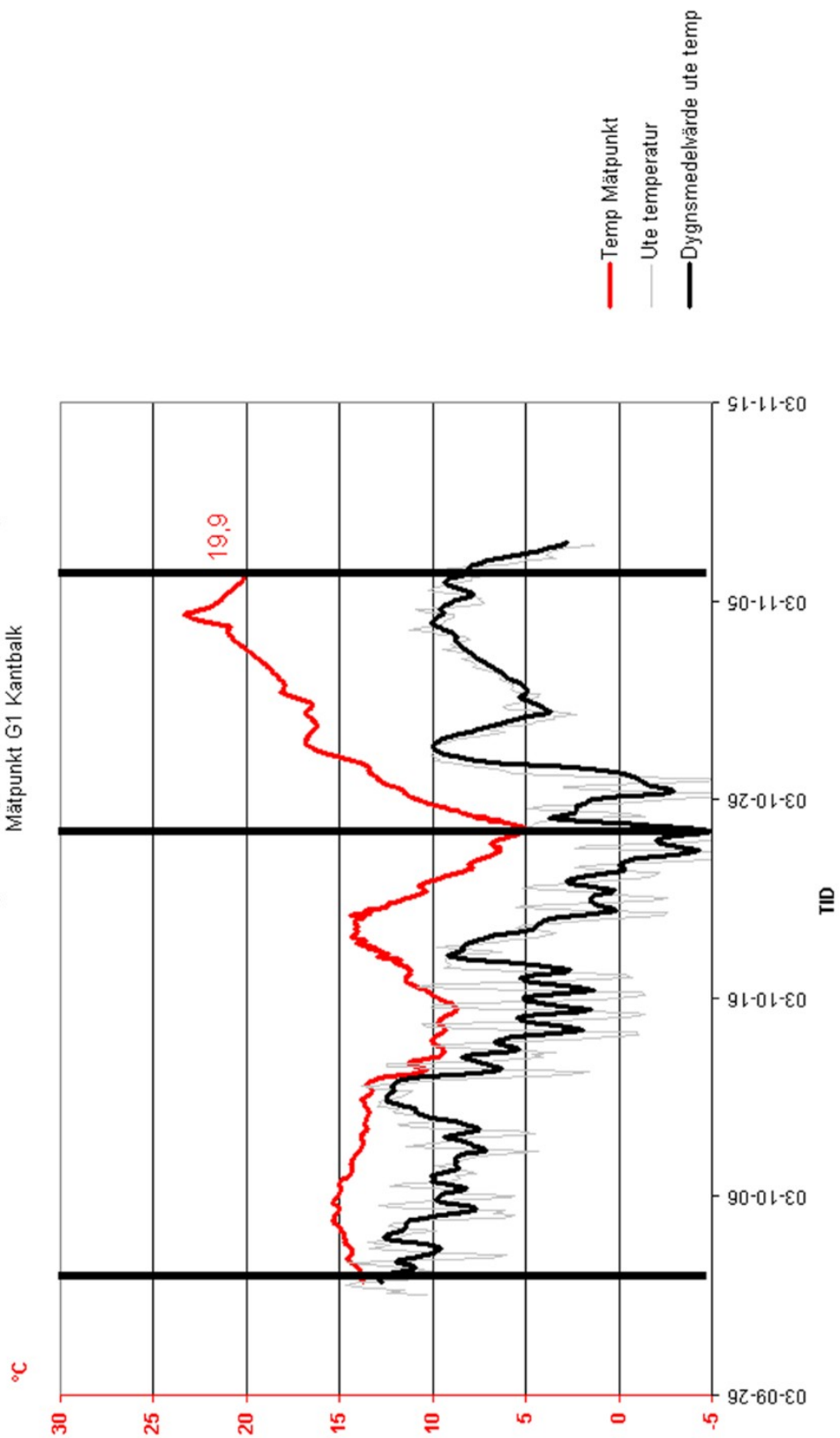
Namn Magnus Åhs

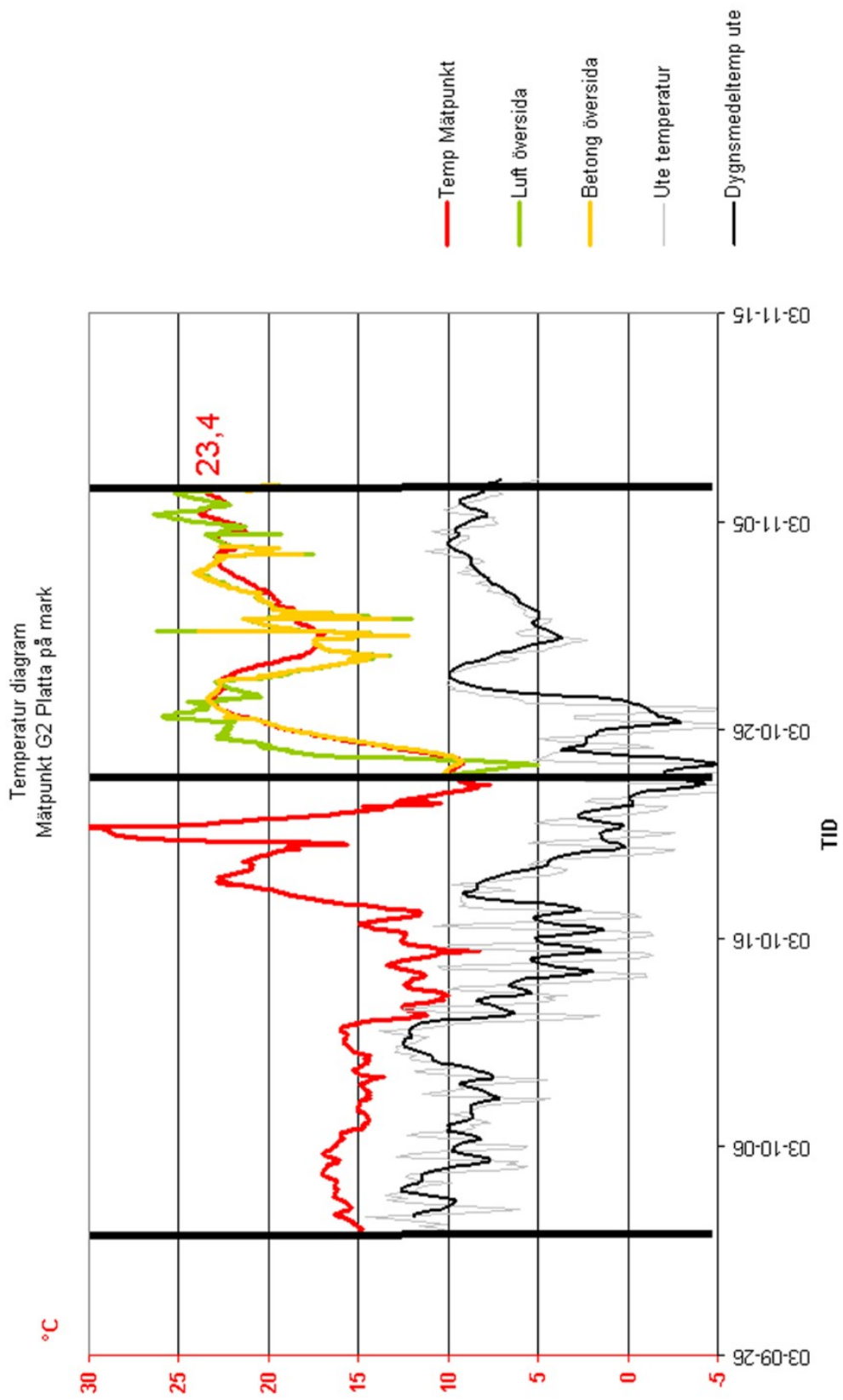
Projektledare Magnus Åhs

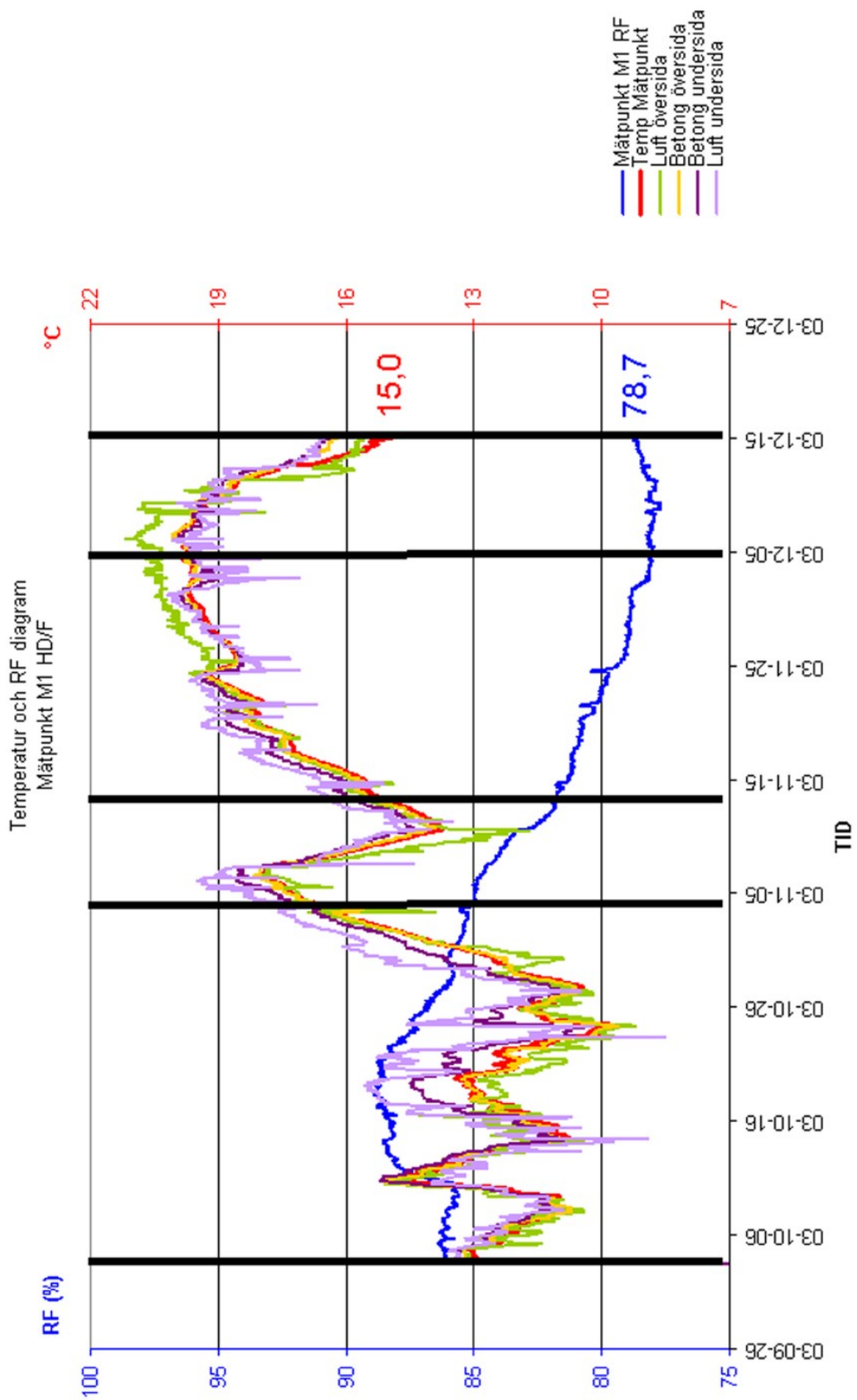
9 Bilaga

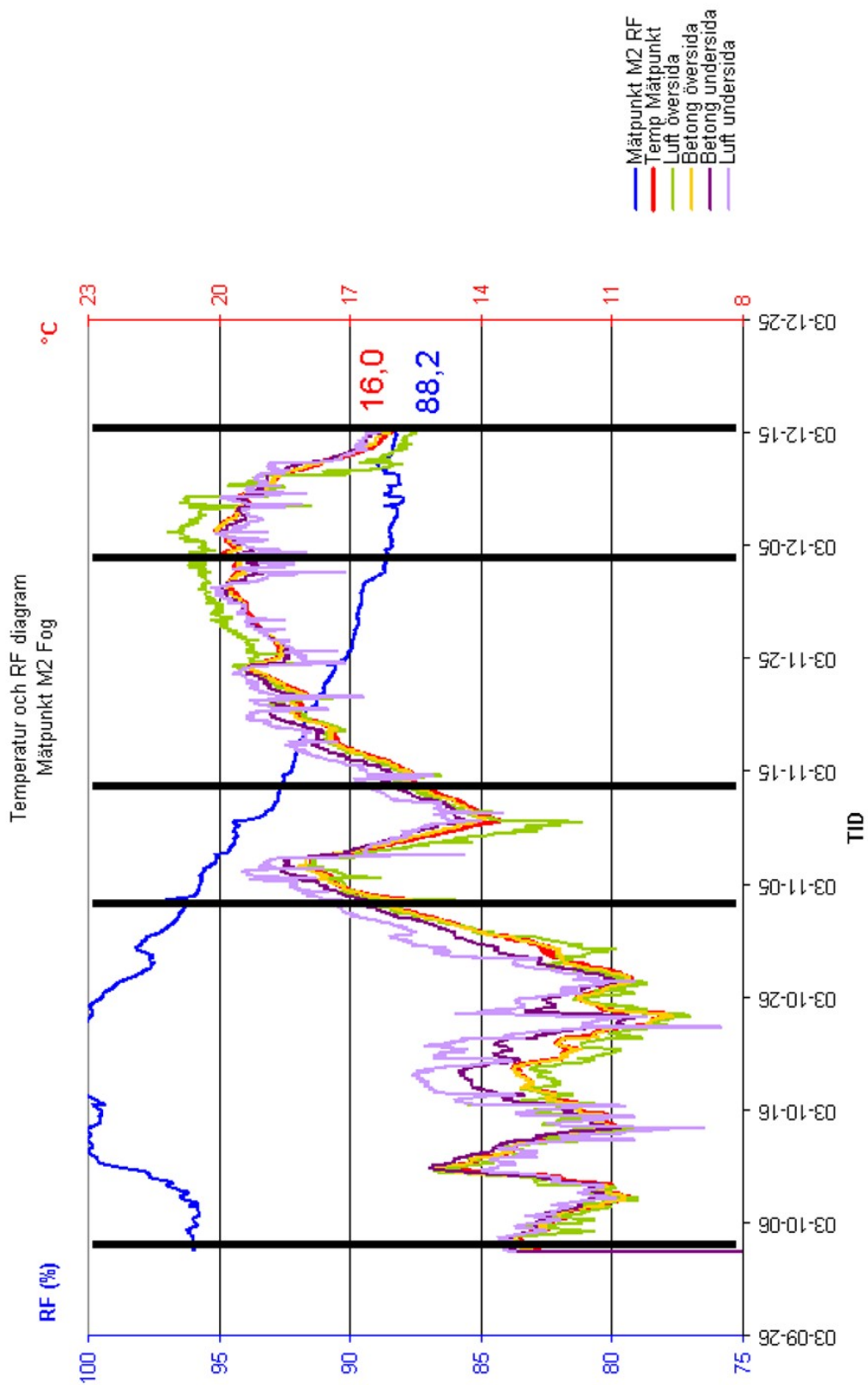


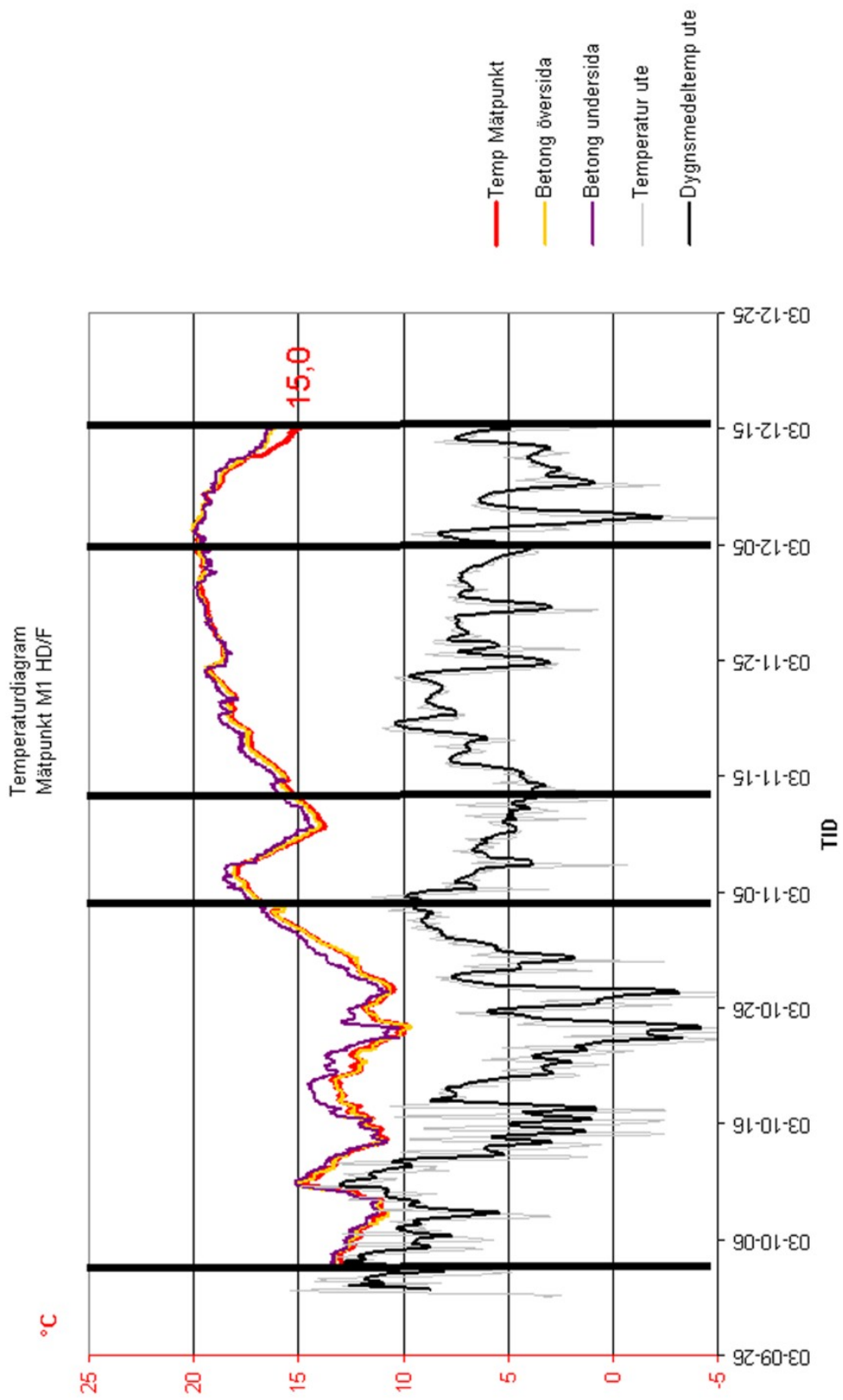
Temperaturdiagram temp i mätpunkt - utetemp
Mätunkt G1 Kantbalk

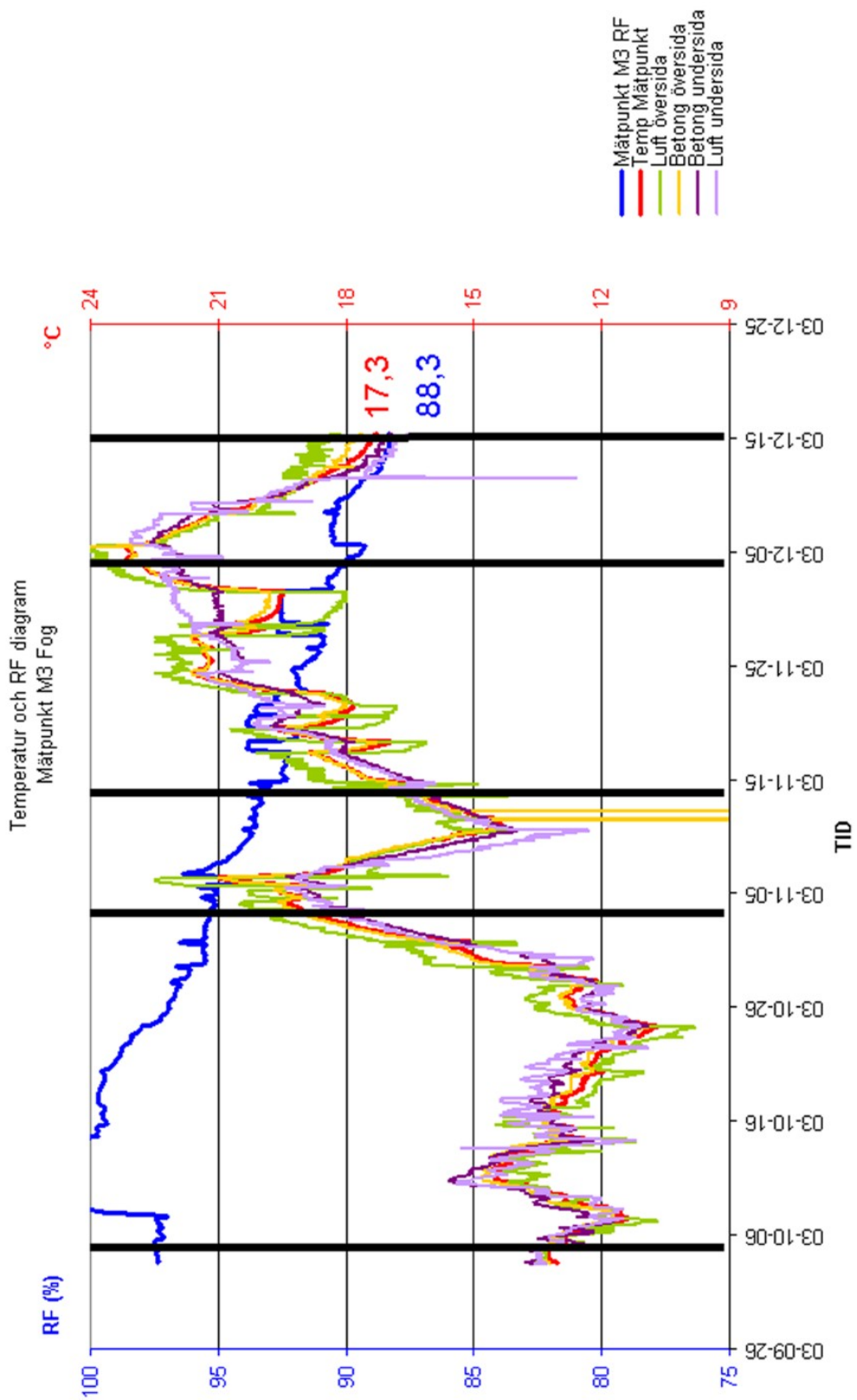


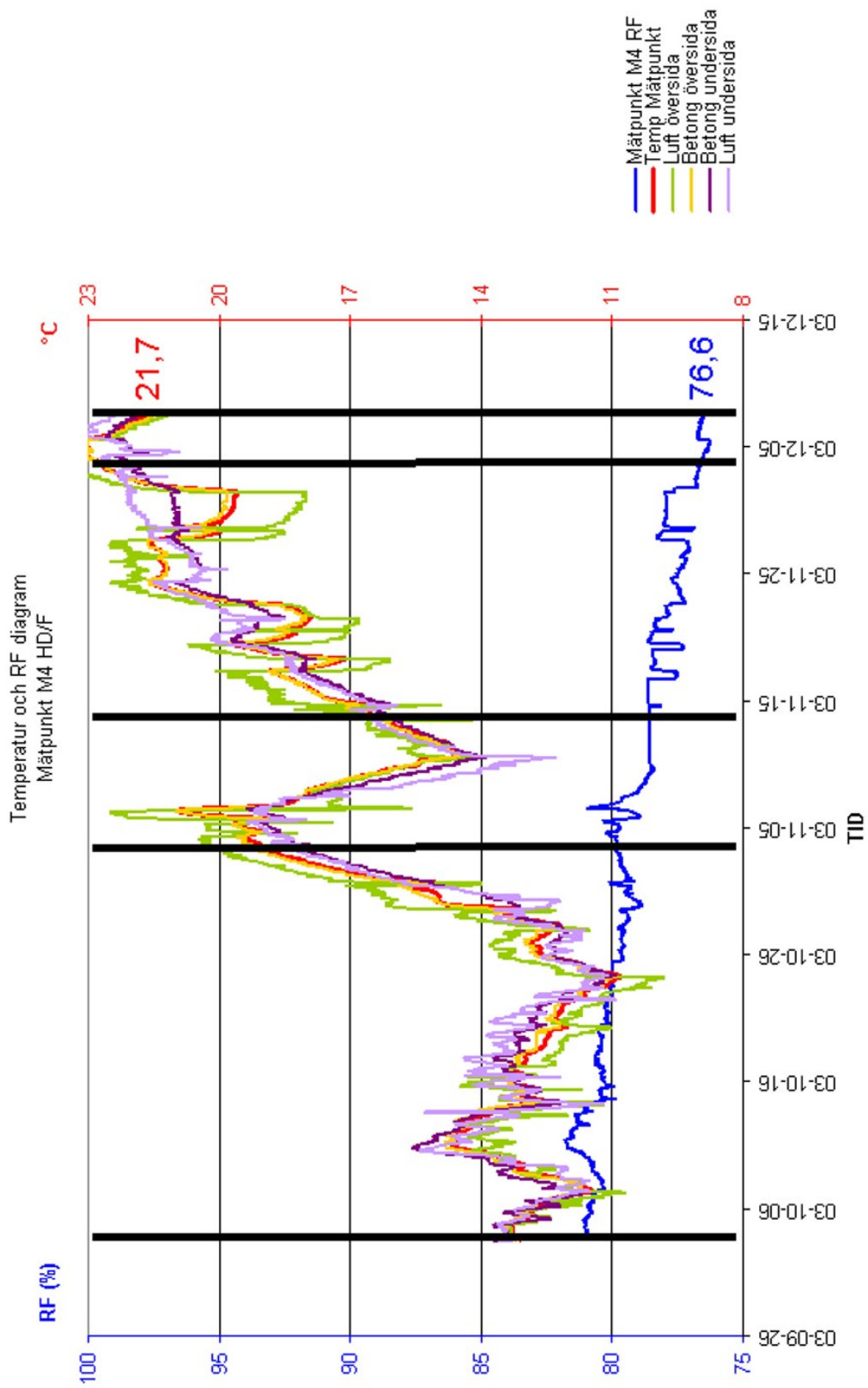


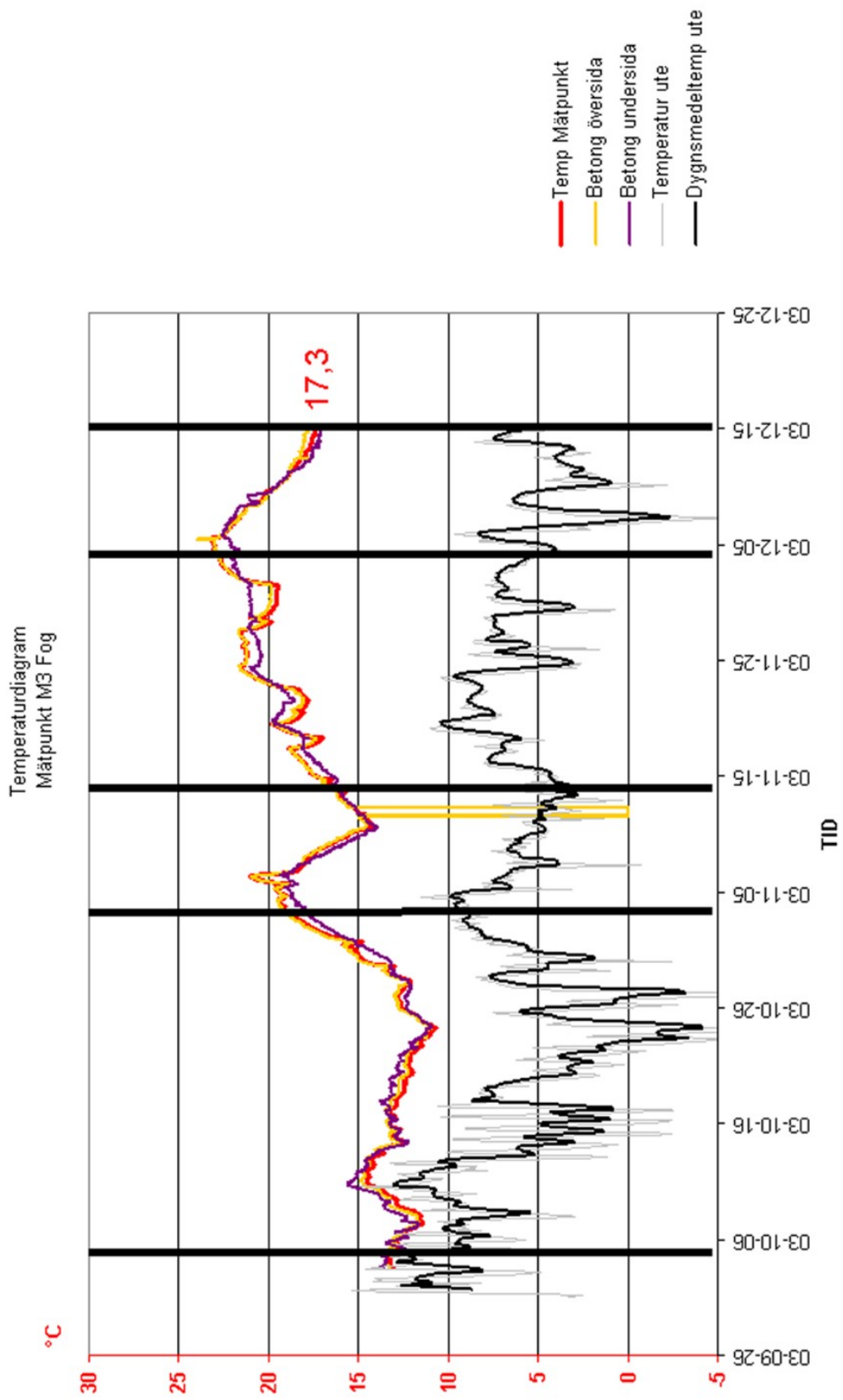


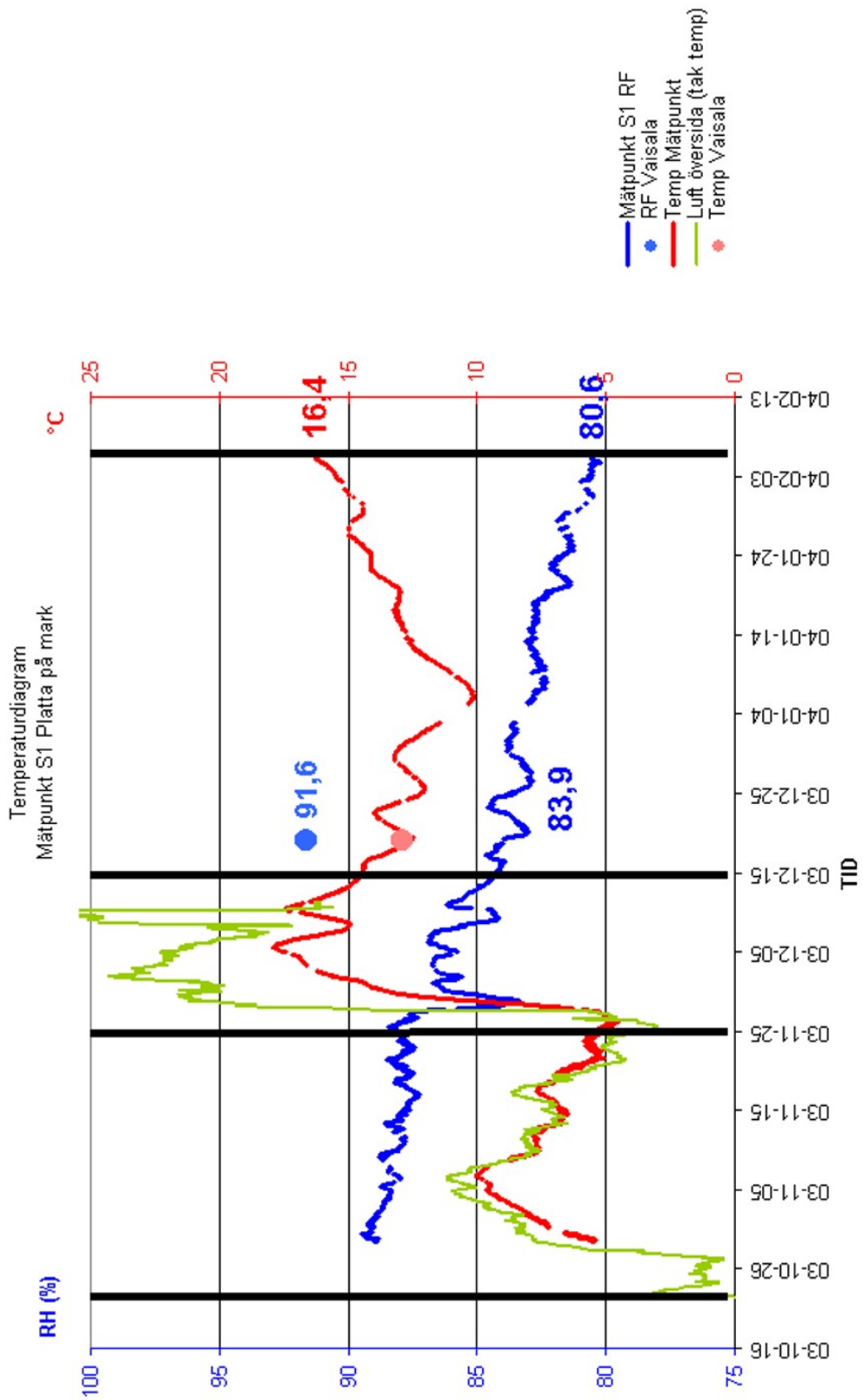


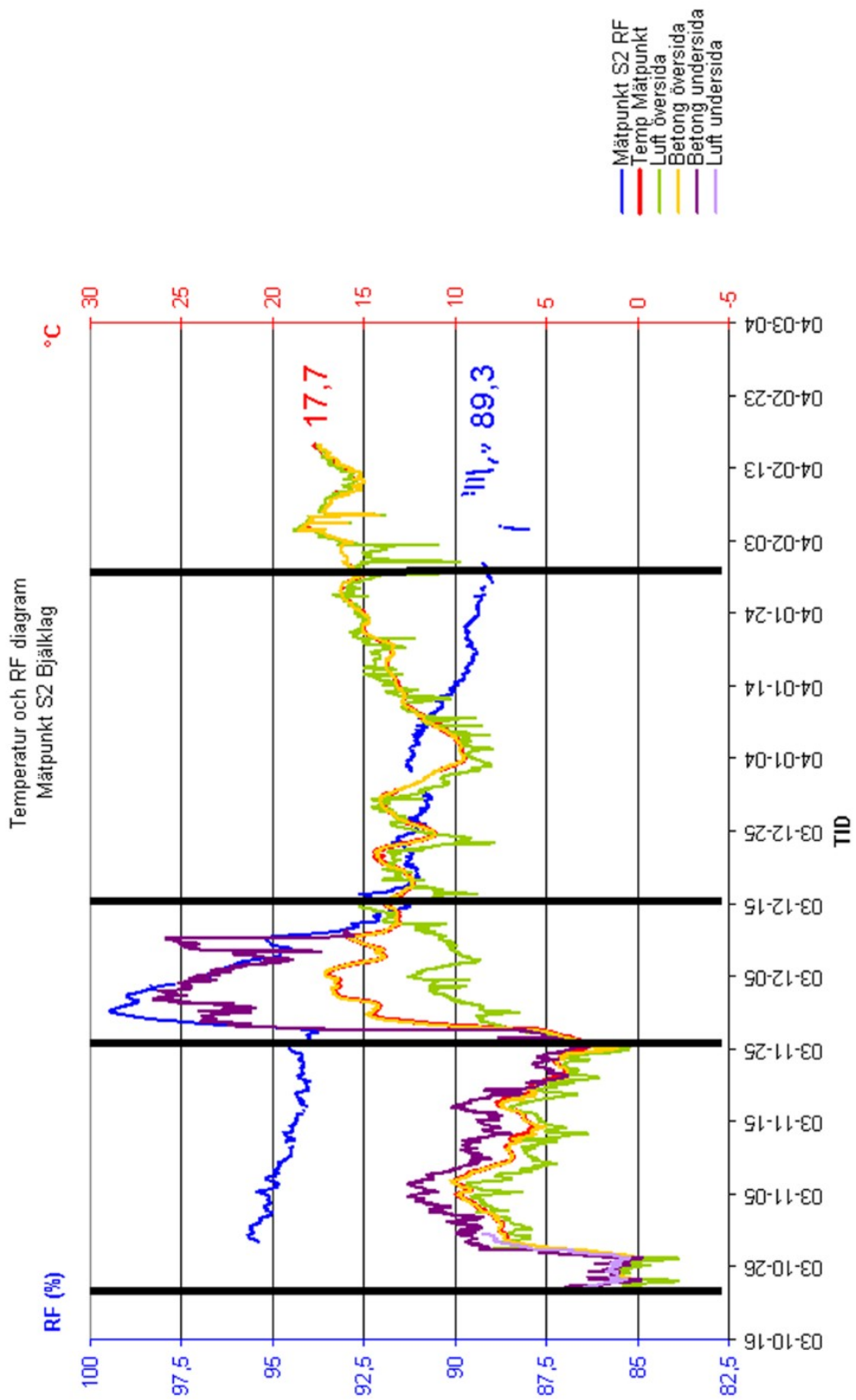


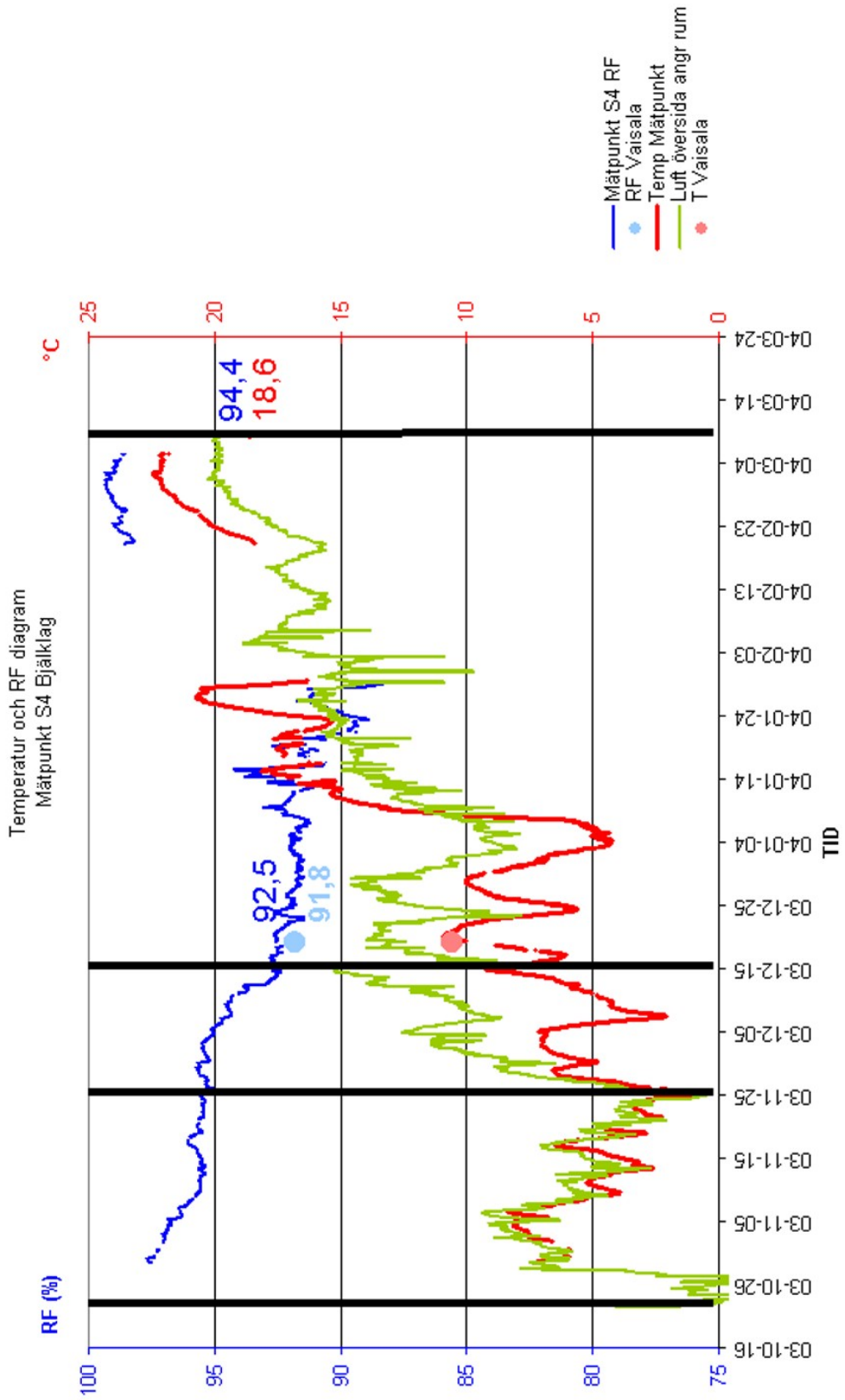


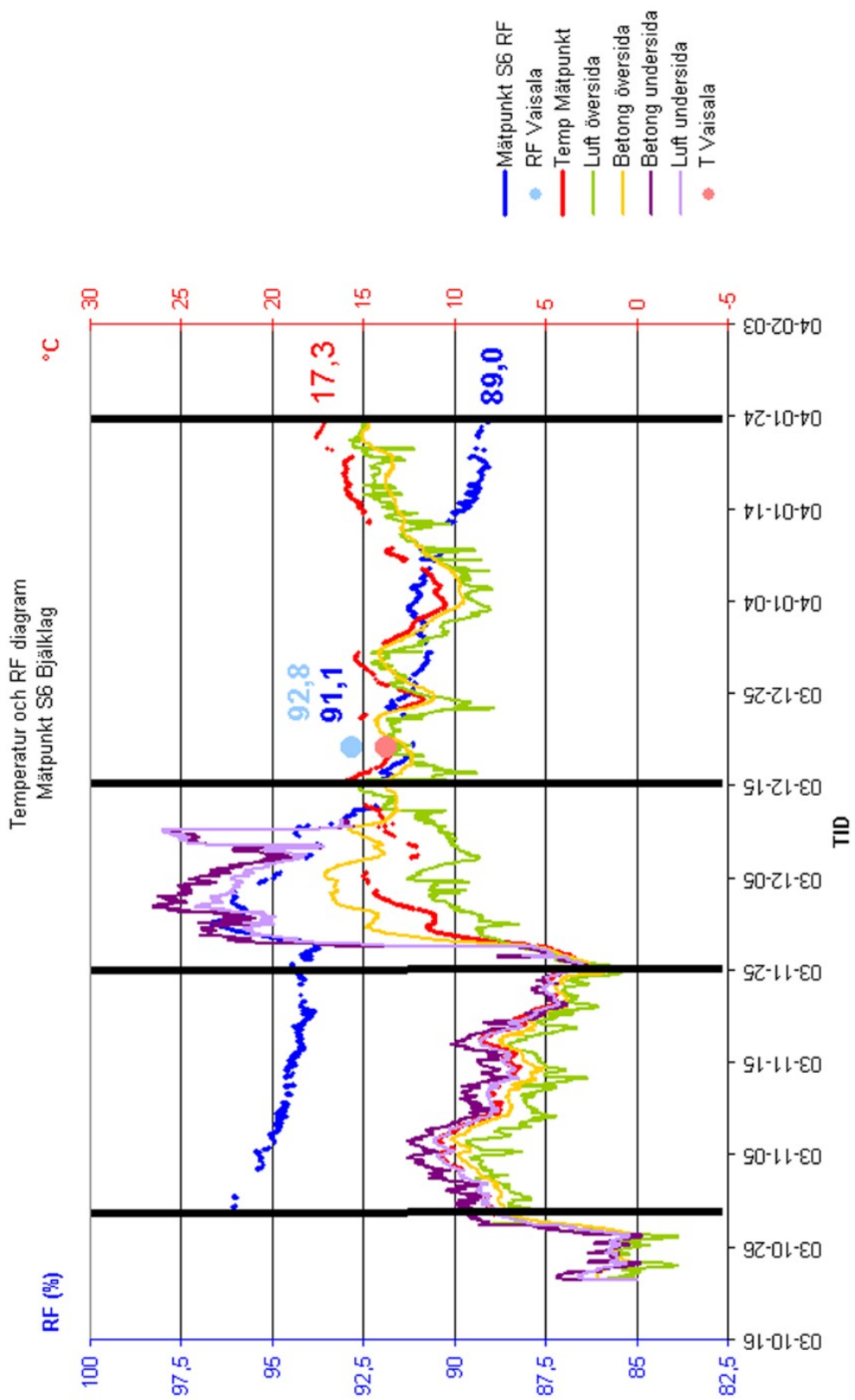


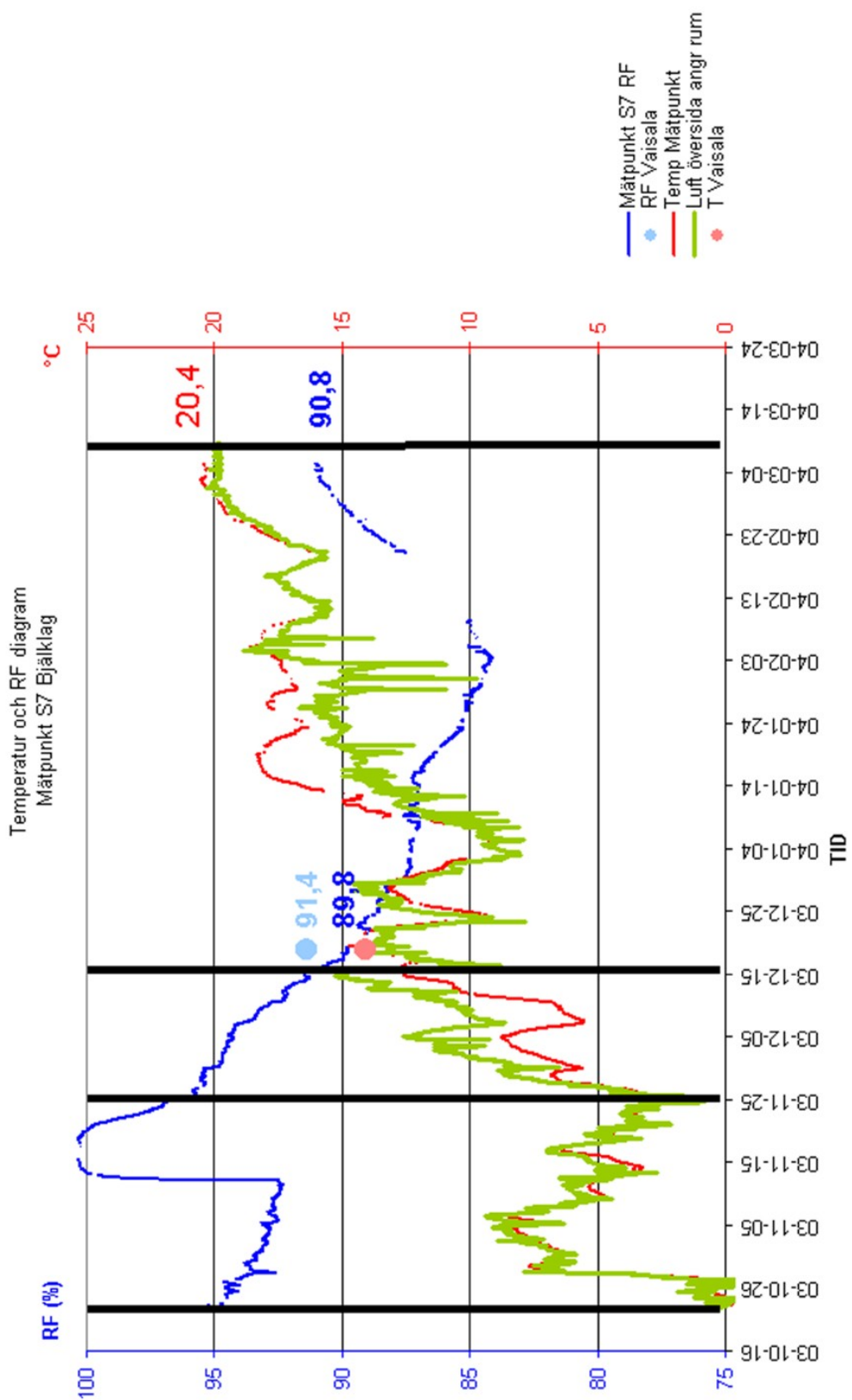


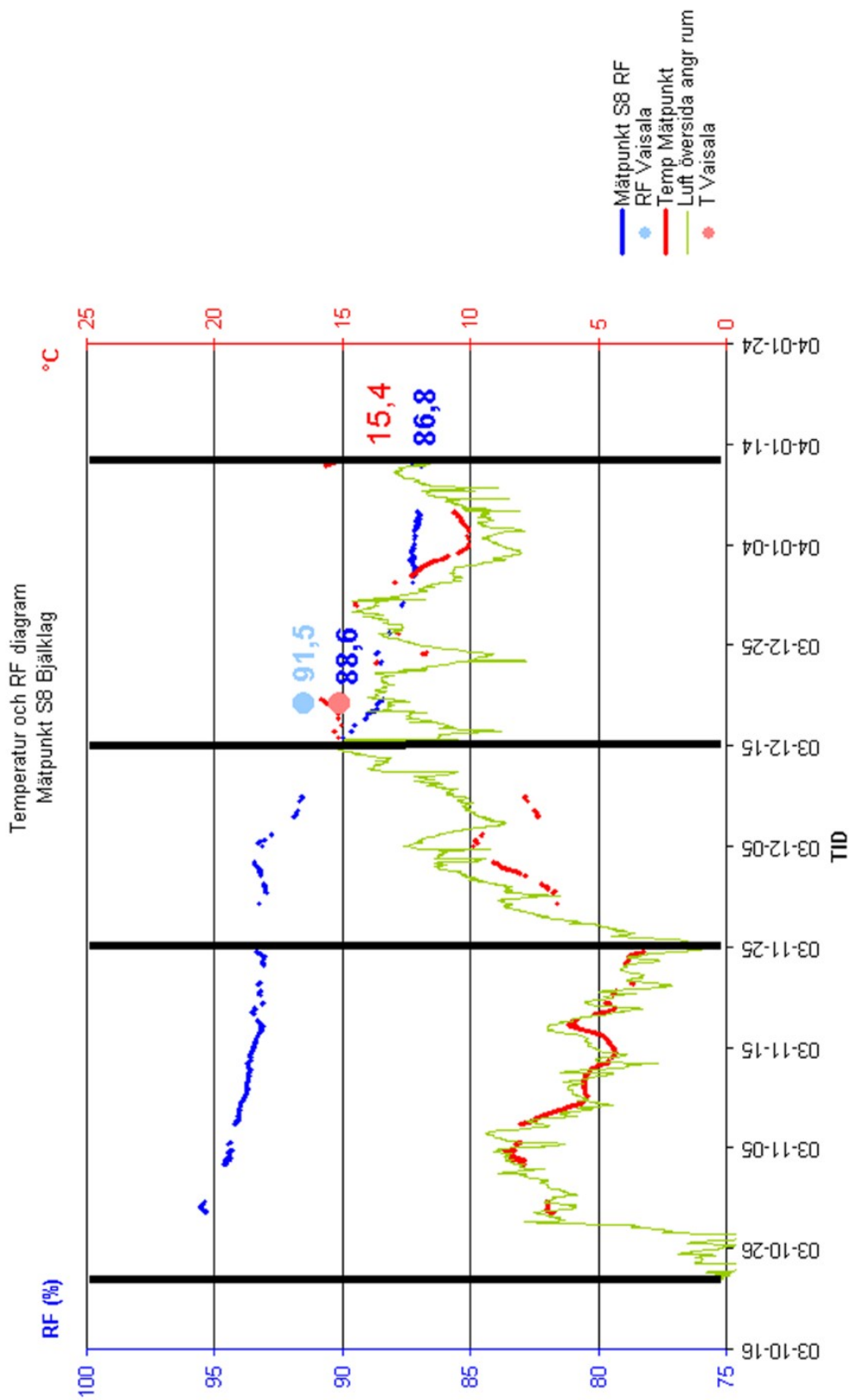




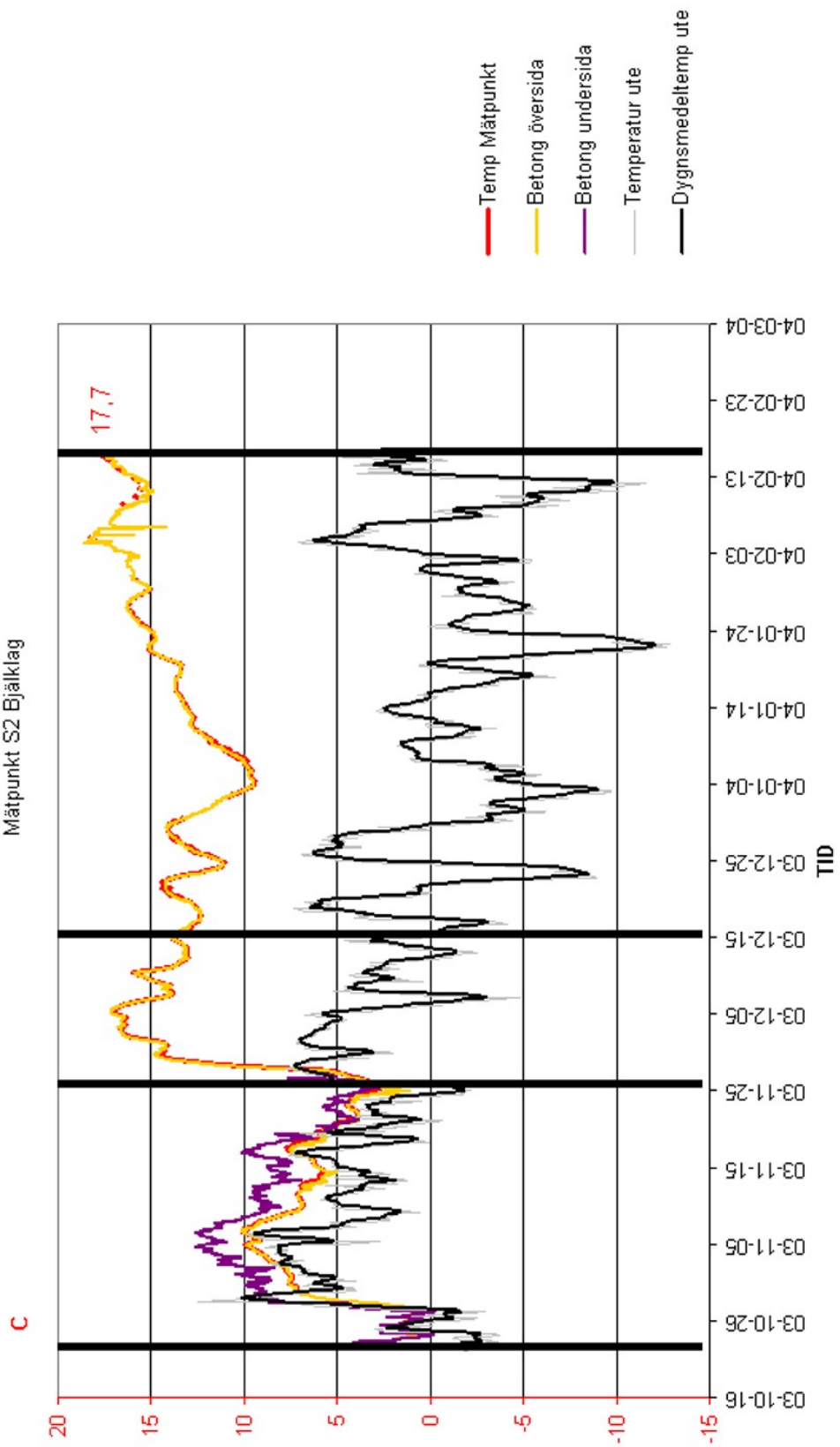








Temperaturdiagram
Mätpunkt S2 Bjälklag



Variation/dygn i RF och temperatur
samtliga mätpunkter i undersökningen

