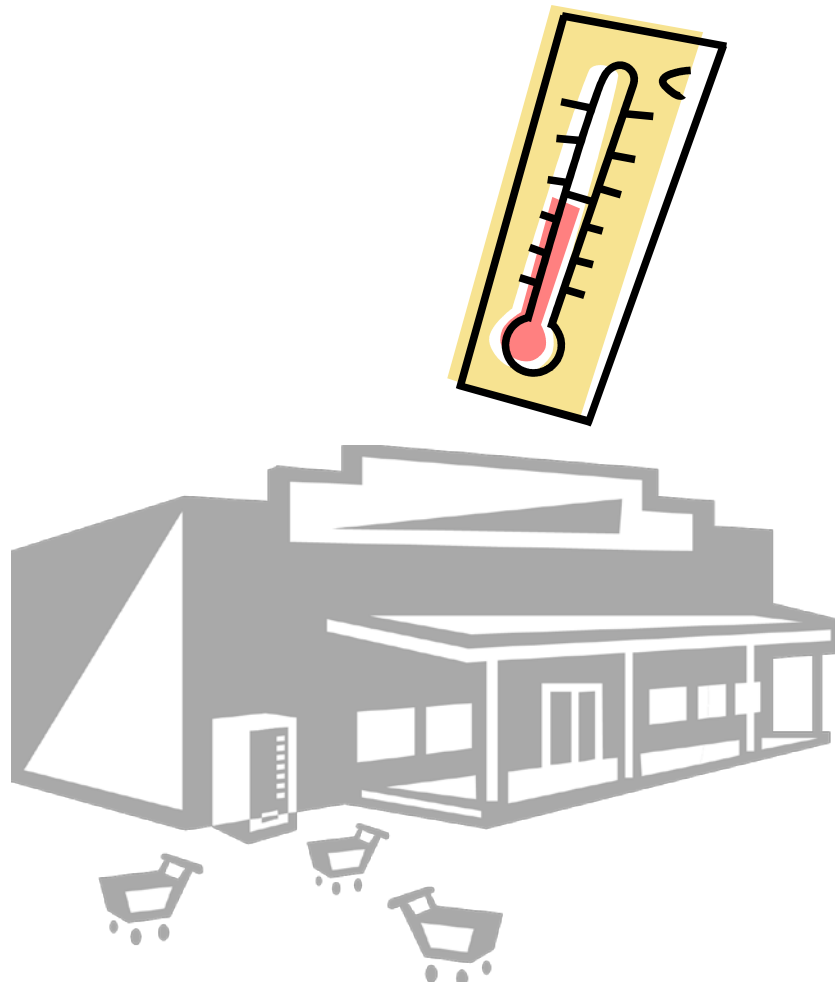


Kyldiskar i butik - Referensmätning av temperatur

Sara Jensen, Kristin Larsson, Ulla Lindberg

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut



Kyldiskar i butik - Referensmätning av temperatur

Sara Jensen, Kristin Larsson, Ulla Lindberg

Abstract

Refrigerated display cases - Measurements of temperatures

For a store to be able to maintain the correct temperature in refrigerated display cases, good technical equipment is necessary. Grocery stores have to know not only what temperature they have in their refrigerated display cases but even more important, that they measure the correct temperature. Function and reliability of the temperature sensors used for control and monitoring is thus central to cope with maintaining the right temperatures.

Reference measurement or calibration to verify that the temperature sensor and associated measurement system measures the actual air temperature in the refrigerated display case is needed to be able to control and regulate measurements and monitoring.

It is important from an energy perspective to maintain the correct temperatures. If the goods are warmer than the temperature in the display case when they are loaded, it means that the cooling system has to work extra to reduce the temperature of the goods. This of course costs extra energy.

SP was commissioned by a grocery store to conduct measurements in the store's refrigerated display cases to check if the store's temperature sensors measure accurately. The store uses three types of temperature sensors in its display cabinets:

- (1) sensors connected to the store's temperature monitoring system
- (2) sensors with display that show customers the temperature
- (3) sensors that regulates the temperature in the refrigerated display case

Reference measurements were made in nine refrigerated display cases at a total of twenty four measurement sites. Reference gauges were placed at (1) the temperature sensors connected to the store's temperature monitoring system.

The measurement was made during the store's regular hours to reflect the normal conditions in refrigerated cabinets at the influence of customers and staff. Additional measurements were made for information purposes to view temperature fluctuations in refrigerated display cases and demonstrate difficulties with measurement disturbances.

It is clear from the reported measurements that temperatures in refrigerated display cases is a complex issue. There are large variations from point to point (in large cases up to 8 °C) and also variations at each point over time, both slow and fast. Measuring errors up to 3 °C have been observed. The measurement showed that the lighting had a huge impact on the temperature, as measured reference temperature increased drastically if the measuring equipment was not placed in the shade. The balance between energy use and durability of the food depends on the temperature. Even a few degrees up or down in temperature is important for the store's economy and durability of the goods.

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
SP Technical Research Institute of Sweden

SP Rapport 2014:58
ISBN 978-91-88001-02-3
ISSN 0284-5172
Borås 2014

Innehållsförteckning

Abstract	3
Innehållsförteckning	4
Sammanfattning	5
1 Beteckningar	6
2 Syfte	7
2.1 Avgränsningar	7
3 Bakgrund	7
3.1 Lagar och regler	7
3.1.1 Lagstiftningens syfte	8
3.2 Temperaturhållning	8
3.3 Temperaturmätning	8
4 Mätning i butik	9
4.1 Placering av mätutrustning	9
4.2 Mätplatser	11
4.3 Mätstörningar	13
5 Resultat	13
6 Diskussion	15
7 Fortsatt arbete	16
Bilaga 1 - Mätning vid temperaturgivare för DUC-systemet	17
Bilaga 2 - Mätning vid temperaturgivare för diskdisplay	26
Bilaga 3 - Mätning av lufttemperaturer i kyldiskarna	29

Sammanfattning

För att en butik skall kunna hålla rätt temperaturer i de kyldiskar som förvarar livsmedel förutsätts att det finns bra teknisk utrustning i butiken. Livsmedelsbutiker måste veta vilken temperatur de har i sina kylar och kanske ännu viktigare, att de mäter rätt temperatur. Funktion och tillförlitlighet hos de temperaturgivare som används för styrning och övervakning är alltså centralt för att klara att hålla rätt temperaturer.

Referensmätning eller kalibrering för att verifiera att temperaturgivare och tillhörande mätsystem mäter verklig lufttemperatur i kyldisken behövs för att kunna kontrollera och reglera mätning och övervakning.

Det är även viktigt ur energisynpunkt att hålla rätt temperaturer. Om varan håller en för varm temperatur när den lastas in i kyldisken så innebär det att kylanläggningen får jobba extra för att sänka temperaturen på varorna. Detta kostar förstås extra energi.

SP har på uppdrag av en större livsmedelsbutik utfört mätningar i butikens kyldiskar för att kontrollera om butikens givare mäter rätt. Butiken har tre typer av givare i sina kyldiskar:

- (1) stationära temperaturgivare kopplade till butikens temperaturövervakningssystem
- (2) givare med display som visar disktemperaturen för kunden
- (3) givare som temperaturen i kyldisken regleras mot

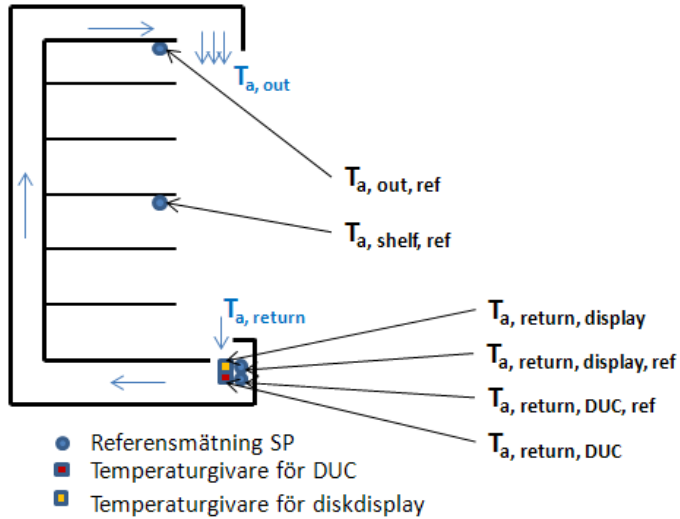
Referensmätningar gjordes i nio kyldiskar på totalt tjugofyra mätplatser, där referensmätarna var placerade vid (1) temperaturgivarna kopplade till butikens temperaturövervakningssystem.

Mätningen gjordes under butikens ordinarie öppettider för att återspegla de förhållanden som normalt råder i kyldiskarna vid påverkan av kunder och personal. Ytterligare mätningar gjordes i informativt syfte för att se temperatursvängningar i kyldiskar och påvisa svårigheter med mätstörningar.

Det framgår klart från de redovisade mätningarna att temperaturer i kyldiskar är en komplicerad fråga. Det finns stora variationer från punkt till punkt (i stora diskar upp till 8°C) och dessutom varierar temperaturen på varje punkt över tid, både långsamt och snabbt. I mätningarna har mätfel upp mot 3°C konstaterats. Mätningen visade att belysning hade en stor inverkan på temperaturen, då uppmätt referenstemperatur ökade drastiskt om mätutrustningen inte placerades i skuggan. Balansen energiförbrukning-hållbarhet beror på temperaturen. Redan någon grad upp eller ner i temperatur har betydelse för butikens ekonomi och varornas hållbarhet.

1 Beteckningar

$T_{a, \text{return, display}}$	Temperaturgivare för diskdisplay; lufridå; retur; torr temperatur
$T_{a, \text{return, DUC}}$	Temperaturgivare för DUC; lufridå; retur; torr temperatur
$T_{a, \text{return, display ref}}$	Temperatur; lufridå; retur; torr temperatur
$T_{a, \text{return, DUC, ref}}$	Temperatur; lufridå; retur; torr temperatur
$T_{a, \text{out, ref}}$	Temperatur; lufridå; tillförd; torr temperatur
$T_{a, \text{shelf, ref}}$	Temperatur; luft i kylenhet; hylla; torr temperatur



Förkortningar

DUC	Dataundercentral för övervakning av temperaturer.
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Points

2 Syfte

Syftet med denna rapport är att redovisa hur temperaturen ser ut i en livsmedelbutiks kyldiskar.

2.1 Avgränsningar

Mätningarna har gjorts i en butik vid ett tillfälle.

3 Bakgrund

Att rätt temperaturer upprätthålls i butikens kyl- och frysdiskar är viktiga av framför allt två anledningar:

1. För att säkra kvalitén på kylda och frysta livsmedel.
2. Energianvändning, då lägre temperaturer än nödvändigt ger ökat energibehov för att driva kylanläggningarna och i sin tur ökad mängd köpt elenergi.

Butiken skall känna till och dokumentera att de har rätt temperaturer i sina kyl- och frysdiskar. Funktion och tillförlitlighet hos de temperaturgivare som används för styrning och övervakning blir då central för att klara att hålla rätt temperaturer samt hålla nere energibehovet.

3.1 Lagar och regler

För livsmedel inom EU gäller klara regler avseende hantering och förvaring. Dessutom finns stränga krav för mätnoggrannhet och upplösning för temperaturmätare från tillverkning till slutkund. Den princip, som EU har valt för att i efterhand kunna kontrollera kvalitén på livsmedel kallas spårbarhet och finns reglerad i lagstiftning EG-förordning nr 178/2002¹. En EG-förordning skall inarbetas utan ändringar i medlemsstaternas lagstiftning och gäller överordnat lokal lagstiftning.

I Sverige finns Livsmedelslagstiftning från 2006² som tagits fram av Landsbygdsdepartementet. Den svenska livsmedelslagen (SFS 2006:804) kompletterar EU-förordningarna. Den innehåller bl.a. regler om kontroll, avgifter, straff och överklagande. Lagen kompletterar sådana bestämmelser i EG-förordningar (EG-bestämmelser) som har samma syfte som lagen och som faller inom lagens tillämpningsområden. Denna lag syftar till att säkerställa en hög skyddsnivå för människors hälsa och för konsumenternas intressen när det gäller livsmedel.

De lagar som reglerar krav på temperaturnivåer finns i lagstiftningen refererad till tidigare och för animaliska produkter i EU förordning 853/2004³. För övriga kylda produkter finns inga andra krav än att temperaturen skall vara sådan att angivet bäst-före-datum gäller. Föreningen för fryst och kyld mat (f.d. Djupfrysningbyrån) har gett ut riktlinjer⁴ för temperaturdisciplin vid hantering av kylda och djupfrysta livsmedel. Riktlinjerna skall ses som branschens tolkning av gällande livsmedelslagstiftning, med tyngdpunkt på temperaturfrågor och komplement till specifika branschöverenskommelser och/eller

¹ Regulation (EC) No 178/2002 of the European Parliament and Council of 28 January 2002 on laying down the general principles and requirements of food law, establishing the European Food

² Livsmedelslag (2006:804)

³ Regulation (EC) No 853/2004 of the European Parliament and Council of 29 April 2004 on laying down specific hygiene rules for on the hygiene of foodstuffs

⁴ Branschriktlinjer för temperaturdisciplin i hantering av kylda och djupfrysta livsmedel, Djupfrysningbyrån, 2007

riktlinjer.

3.1.1 Lagstiftningens syfte

Spårbarhetsprincipen innebär att det alltid skall vara möjligt att veta varifrån ett livsmedel kommer, om kylning har varit aktuell och hur varan har behandlats avseende temperatur. Möjligheten att få information från tidigare steg i kedjan skall säkerställas genom att varje aktör, som är ansvarig för någon länk, i efterhand ska veta varifrån en viss vara kom, till vem den levererades och vad som hände däremellan. Dessa uppgifter skall arkiveras tills produkten med säkerhet är konsumerad eller destruerad. För kylda livsmedel är några månader tillräcklig arkiveringstid. För frysta livsmedel kan det beroende på produkt behövas finnas dokumentation under mer än ett år.

Utöver spårbarhetskrav, finns det ett krav på aktörer i kylkedjan att utföra HACCP-analys (Hazard Analysis and Critical Control Points) enligt EU förordning 852/2004⁵.

Innebörden är att alla steg inom en aktörs ansvarsområde, vilka kan ge kvalitetsförsämring, skall analyseras och åtgärder ska införas som eliminerar eller kontrollerar möjlig fara.

3.2 Temperaturhållning

En av de viktigaste parametrarna för att bedöma faran för att ett livsmedel blir otjänligt är temperaturhållningen i kylkedjan.

För att leva upp till de krav som ställs på hantering av kylda och frysta matvaror är det av vikt att butiken känner till de faktiska temperaturerna i de diskar och rum där livsmedel förvaras. Kalibrering för att verifiera att dessa temperaturgivare mäter verklig lufttemperatur i disken behövs enligt standard EN 13486, se avsnitt 3.3.

Men det är inte enbart temperaturgivarnas riktighet som påverkar temperaturen hos de kylda och frysta varorna. Spridningen av den kylda luften i disken, luft rörelser från yttre faktorer och strålning från belysning påverkar temperaturprofilen i diskarna. Allt detta kan exempelvis medföra att en temperaturgivare visar att önskad temperatur upprätthålls i disken, men i själva verket mäter givaren 2°C fel jämfört mot verklig temperatur i mätpunkten och/eller att temperaturen på hyllan över är 3°C högre på grund av dålig spridning av kyld luft. I dessa fall visar dokumentation på att krävd temperatur upprätthålls, fast så inte är fallet.

Om en givare i kyldisken visar högre temperatur än den verkliga tror styrsystemet att temperaturen i disken är för hög och ökar kylningen för att sänka temperaturen. Den lägre temperaturen innebär ett högre kylbehov. Grovt räknat ger en sänkning på 1°C i en disk med temperaturen 8°C 8-10% högre elförbrukning.

Fuktig luft i butiken kan leda till kondens och isbildning i kyldiskarna med ett ökat behov av avfrostning till följd, vilket gör att energianvändningen i diskarna ökar. Vintertid är fukthalten i luften låg medan det under de varmaste sommardagarna kan vara mycket hög luftfuktighet. Med dörrar på disken minskar luftfuktighetens påverkan på temperaturhållning och energianvändning i kyldisken.

3.3 Temperaturmätning

Hur mätning av temperaturer ska utföras och vilka krav som ställs på mätosäkerhet finns beskrivet i standarderna:

⁵ Regulation (EC) No 852/2004 of the European Parliament and council of 29 April 2004 on the hygiene of foodstuffs

- EN 12830 Termometrar - Temperaturmätare för transport, lagring och distribution av kylda och frysta matvaror - Provning och krav
- EN 13485 Termometrar för mätning av luft- och produkttemperatur vid transport, lagring och distribution av kyld, fryst, djupfryst/snabbfryst mat och glass - Provning, prestanda, användbarhet
- EN 13486 Temperaturmätare och termometrar för transport, lagring och distribution av kyld, fryst, djupfryst/snabbfryst mat och glass - Periodisk kontroll

Utförande av temperaturmätutrustning finns beskriven i standarderna EN 12830, EN 13485 och EN 13486. Dessa gäller alla nya instrument från 1 jan 2006 och äldre befintliga instrument från 1 jan 2010. De viktigaste kraven är följande:

- Instrumentets mätområde skall vara -30°C till $+20^{\circ}\text{C}$.
- Temperaturen skall kunna avläsas direkt på instrumentet.
- Instrumentet skall ha en mätosäkerhet som är mindre än $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ inom mätområdet.
- Instrumentet skall kunna visa temperaturskillnader på $0,1^{\circ}\text{C}$.
- Instrumentet skall inom 3 minuter visa 90 procent av skillnaden mellan initialvärde och slutligt värde.
- Den temperaturkänsliga delen av instrumentet skall ge god termisk kontakt med produkten.
- Temperaturgivaren skall vara lätt att rengöra.
- Instrumentet skall vara försett med giltigt spårbart årligt kalibreringscertifikat.

4 Mätning i butik

Fältmätningen i butiken gjordes med två syften:

1. Referensmätning av de stationära temperaturgivare som är kopplade till butikens dataundercentral för temperaturövervakning (DUC) och i de fall det var möjligt, även till de givare som är kopplade till displayer och visar disktemperatur för kund.
2. Mätning av temperaturspridningen i diskarna.

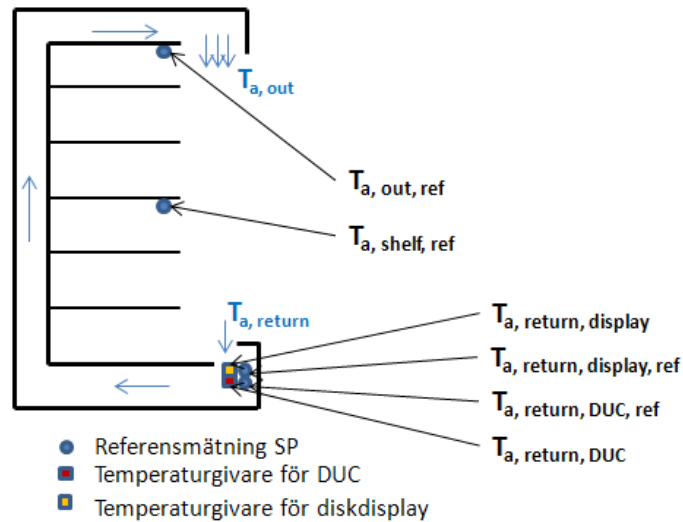
Mätning av lufttemperaturer gjordes vid de temperaturgivare som är placerade i charkuteriavdelningens kyldiskar. Uppmätta referenstemperaturer jämfördes med de temperaturer som loggades i butikens övervakningssystem, DUC:en. Programvaran för DUC:en gör det möjligt att avläsa värden på en datorskärm i realtid och lagra momentanvärde för temperaturerna i diskarna var femte minut.

Mätningen skedde under butikens ordinarie öppettider för att återspegla de förhållanden som råder i kyldiskarna vid påverkan av kunder och personal. Mätningarna gjordes på lufttemperatur och inte på temperatur i själva livsmedelsvarorna. Livsmedel har en större tröghet jämfört med luft och svarar långsammare på temperaturförändringar.

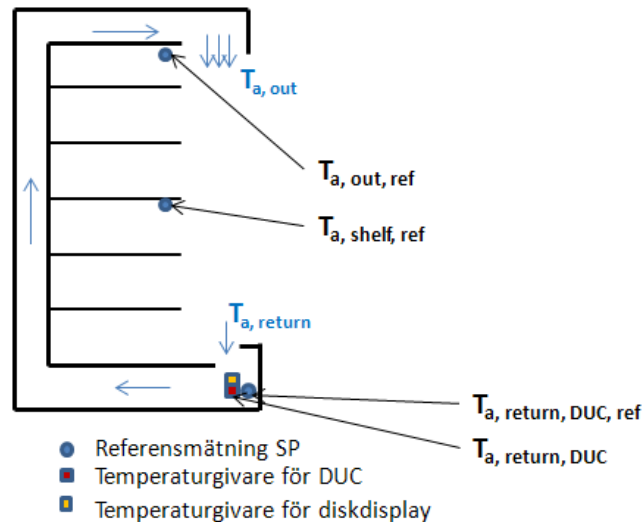
4.1 Placering av mätutrustning

Temperaturerna mättes i tre referenspunkter i vertikalt led med SP:s medhavda mätutrustning på samtliga mätplatser i respektive kyldisk; $T_{a, out}$, $T_{a, shelf}$ och $T_{a, return}$ se Figur 1, Figur 2 och Figur 3. Mätperioden för datainsamling var 10 minuter. Temperaturer som visades på diskdisplayer och i DUC:ens datorsystem avlästes manuellt varje minut.

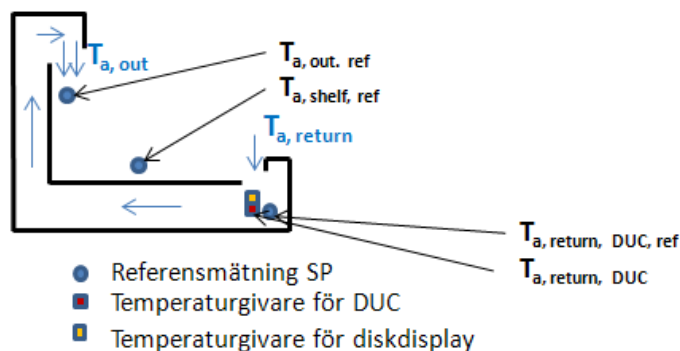
Termoelement fästes bredvid de stationära temperaturgivaren för att mäta lufttemperaturen runt givarna. Luftrörelser hindrades inte, men givarna för mätning placerades i skuggan för att minska strålningspåverkan från belysningen. Temperaturgivare som loggar värden i DUC:en var för samtliga diskar placerade i nedre framkant, där luft från disken sugas tillbaka för att åter kylas av kylbatteriet, $T_{a, \text{return}}$. Bredvid DUC:ens temperaturgivare satt även en temperaturgivare för styrning av disk och/eller displayvisning av temperatur för kund. På kyldiskar K17-K21 fanns det en givare vid mätpunkt $T_{a, \text{return}}$, som var kopplad till en synlig kunddisplay där temperaturen kunde läsas av. På övriga diskar var det inte möjligt att mäta med termoelement vid givare för diskdisplay utan att göra ingrepp på disken, då givaren inte var synlig. Temperaturen på den luft som blåses ut i kyldisken, $T_{a, \text{out}}$, samt luft under mittenhyllan av kyldisken, $T_{a, \text{shelf}}$ mättes med referensgivare.



Figur 1 Genomsärningskiss för placering av stationära temperaturgivare och referensmätningsspunkter i kyldiskarna K17-K21. Blå pilar visar luftström i disken.



Figur 2 Genomsärningskiss för placering av stationära temperaturgivare och referensmätningsspunkter i kyldiskarna K23 och K25. Blå pilar visar luftström i disken.



Figur 3 Genomsnittsskiss för placering av stationära temperaturgivare och referensmätningsspunkter i kyldiskarna K24 och K26. Blå pilar visar luftström i disken.

Medel-, max- och mintemperatur samt standardavvikelse för mätperioden räknades ut för samtliga stationära temperaturgivare och referensmätningar.

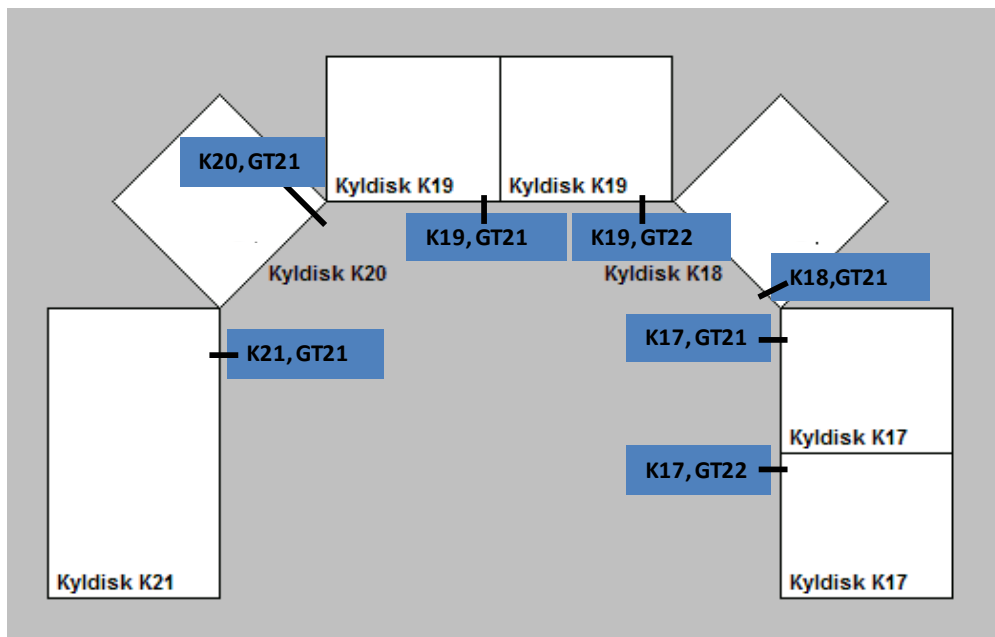
4.2 Mätplatser

Mätning gjordes i kyldiskar i charkuteriavdelningen med beteckning K17, K18, K19, K20, K21, K23, K24, K25 och K26. Ingen mätning gjordes i kyldiskar K22 och K27 då ett elfel under natten före mätningen hade satt dem ur funktion. Se Tabell 1 för antal stationära temperaturgivare, som är kopplade till butikens övervakningssystem, kallad DUC. Kyldiskar K17-K21 är försedda med dörrar.

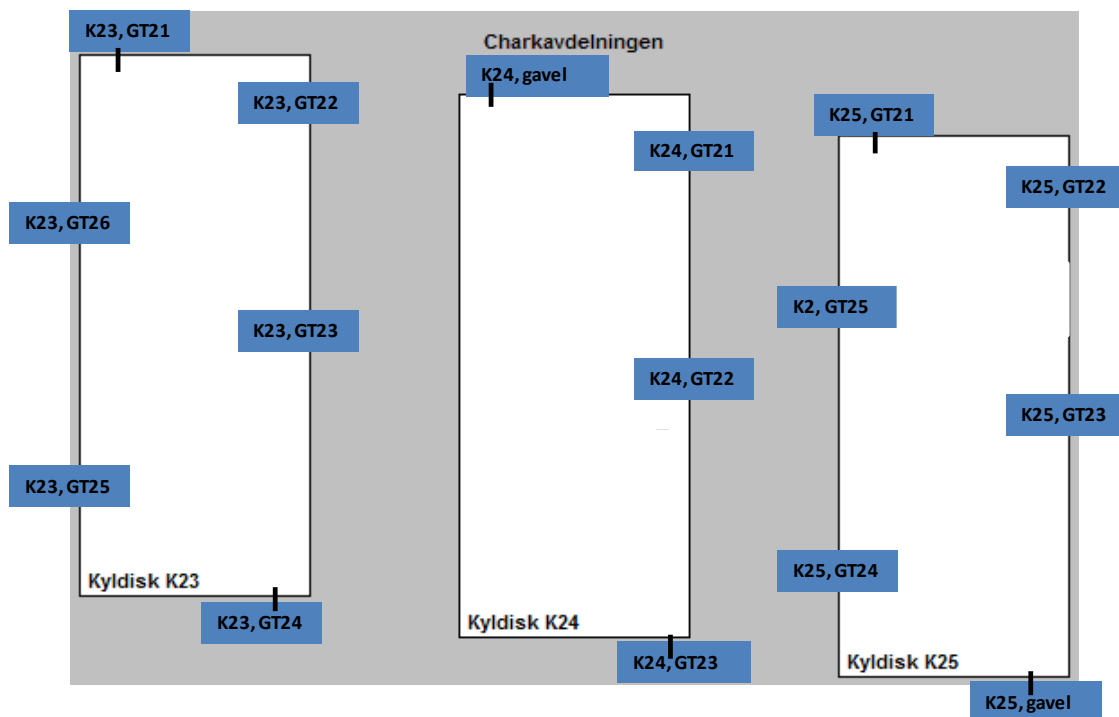
Tabell 1 Sammanställning över kyldiskar och temperaturgivare som mättes.

Kyldisk	Temperaturgivare
K17	GT21
	GT22
K18	GT21
K19	GT21
	GT22
K20	GT21
K21	GT21
K23	GT21
	GT22
	GT23
	GT24
	GT25
	GT26
K24	GT21
	GT22
	GT23
K25	GT21
	GT22
	GT23
	GT24
	GT25
K26	GT21
	GT22
	GT23

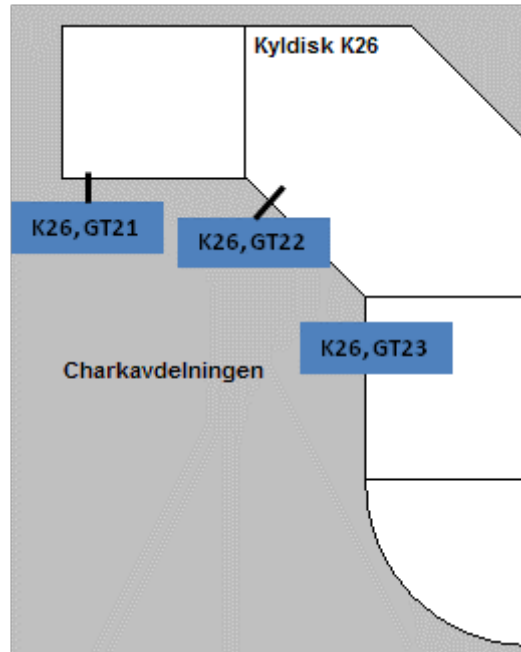
Placeringen av DUC-temperaturgivarna utgjorde plats för mätningarna, se Figur 4, Figur 5 och Figur 6. Totalt 24 temperaturgivare är kopplade till DUC:en och antal mätplatser var 26 st, då disk K24 har en temperaturgivare som inte är inlagd i DUC:en samt att disk K25 saknar temperaturgivare för DUC-systemet på en av gavlarna, se Figur 2. Dessa refereras till som "K24 – GTgavel" samt "K25 – GTgavel" i resultatet.



Figur 4 Placering av temperaturgivare och mätplatser för kyldiskar K17 till k21.



Figur 5 Placering av temperaturgivare och mätplatser för kyldiskar K23 till K25.



Figur 6 Placering av temperaturgivare och mätplatser för kyldisk K26.

4.3 Mätstörningar

Mätningen utfördes under normalförhållande för kyldiskar då butiken var öppen för kunder. Lufttemperaturer uppmättes och de störningar som kan påverka mätningen är:

- Strålning från belysning i diskarna.
- Luftrörelser som uppstår både när kunder och personal som går förbi kyldiskarna och när de flyttar på varor i diskarna.
- Kunder och personal som hanterar varorna i kyldiskarna.
- Tröghet hos temperaturgivare, som gör att olika givare reagerar olika snabbt på temperaturförändringar och skapar en fördröjning mot varandra.

5 Resultat

Uppdraget var att göra en referensmätning för DUC-givarna och de var placerade i nedre delen av diskarna vid $T_{a, \text{return, DUC}}$, se Figur 1 och Figur 2. Mätosäkerheten för SP:s instrumentet låg på $0,2^{\circ}\text{C}$. Mätning av $T_{a, \text{out ref}}$ och $T_{a, \text{shelf, ref}}$ gjordes i informativt syfte och indikerar hur momentana lufttemperaturer kan svänga på grund av strålning och luftrörelser. Storleken på mätstörningarnas påverkan på mätosäkerheten är svår att uppskatta.

Medelavvikelsen mellan referensmätare och givare för DUC-systemet för samtliga diskar var $-0,3^{\circ}\text{C}$. De största avvikelserna som uppmättes var $\pm 3,1^{\circ}\text{C}$.

Resultatet från mätningen av stationära temperaturgivare i kyldiskarna redovisas i Tabell 2 och Tabell 3. Tabellerna redovisar medelvärdet för de stationära temperaturgivarna respektive referensgivarna under mätintervallet. Fel värden avlästes för de stationära temperaturgivarna GT21 samt GT23 i disk K24, se Tabell 2. Istället användes de temperaturer som DUC-systemet lagrar. DUC:en lagrar momentantvärden var 5:e minut vilket gav två observationer för dessa två temperaturgivare. Fel värden avlästes för temperaturgivaren GT21 i disk K17. De felavlästa värdena ströks.

Tabell 2 Mätning vid temperaturgivare för DUC-systemet, typ 1.

Disk	Givare	T _{a, return, DUC} [°C]	T _{a, return, DUC, ref} [°C]	Differens T _{a, return, DUC} [°C]	Kommentarer
K17	GT21	3,6	4,1	-0,5	
	GT22	2,6	2,8	-0,2	
K18	GT21	1,2	2,5	-1,3	
K19	GT21	2,8	3,7	-0,9	
	GT22	4,3	4,4	-0,1	
K20	GT21	4,6	4,7	-0,1	
K21	GT21	1,8	2,8	-1,0	
K23	GT21	7,2	6,9	0,3	GT21 låg på diskbotten
	GT22	5,5	7,5	-2,0	
	GT23	4,6	4,3	0,3	
	GT24	3,6	4,6	-1,0	
	GT25	2,5	1,7	0,8	
	GT26	2,4	4,3	-1,9	
K24	GT21	1,6 ¹	-1,5	3,1	
	GT22	1,3	1,3	0,0	GT22 låg på diskbotten
	GT23	3,0 ¹	1,6	1,4	
K25	GT21	2,0	1,4	0,6	
	GT22	7,0	7,6	-0,6	GT22 låg på diskbotten
	GT23	6,6	9,7	-3,1	
	GT24	5,2	6,2	-1,0	
	GT25	4,9	5,0	-0,1	
K26	GT21	9,9	8,6	1,3	
	GT22	2,8	3,1	-0,3	
	GT23	5,1	5,0	0,1	

¹ Värde bygger på data hämtade från butikens övervakningssystem DUC:en, som loggade med ett femminutersintervall, och värdet är ett medel på endast två observationer.

Tabell 3 Mätning vid temperaturgivare för diskdisplay, typ 2.

Disk	Givare	T _{a, return, display} [°C]	T _{a, return, display, ref} [°C]	Differens [°C]
K17	GT21	- ¹	-	
	GT22	3,0	3,2	-0,2
K18	GT21	1,8	3,5	-1,7
K19	GT21	3,1	3,6	-0,5
	GT22	3,7	4,2	-0,5
K20	GT21	4,1	4,4	-0,3
K22	GT21	2,0	3,4	-1,4

¹ Felavlästa värden

Diagram för mätning av temperaturgivare kopplade till DUC-systemet med medel-, max- och minvärde samt standardavvikelse redovisas i Bilaga 1.

Diagram för mätning av temperaturgivare kopplade till diskdisplay med medel-, max- och minvärde samt standardavvikelse redovisas i Bilaga 2.

Sammanställning av diagram över lufttemperaturer i de tre referenspunkterna för respektive mätplats redovisas i Bilaga 3.

6 Diskussion

Butikens kyldiskar har tre olika typer av stationära temperaturgivare med var sin funktion:

Typ 1. Övervakar temperaturen (DUC)

Typ 2. Visar temperaturen för kunderna

Typ 3. Styr temperaturen i disken

Detta för att leva upp till lagar och de krav som ställs för att säkerställa kvalitén på kylda och frysta livsmedel. För att ha kontroll över vilken givare som hör till vilken funktion behövs klar uppmärkning och dokumentation. Det skulle förenkla arbete både vid service och vid referensmätning av temperaturgivare. Vid leverans av diskar och övervakningssystem bör leverantörerna ha manualer som tydligt förklarar placering av temperaturgivare och dess funktion. Detta för att underlätta efterföljande service och felsökning vid eventuella reparationer och justeringar. En frågeställning är ifall inte olika funktioner kunde integreras i en och samma givare. Då skulle en givare kunna användas både för styrning och visning av temperatur, istället för att sätta två eller tre temperaturgivare på samma ställe.

Temperatursvängningarna som uppmättes och redovisas i Bilagor 1, 2 och 3 är temperaturer för luften i disken och illustrerar inte temperatursvängningarna i livsmedlen. Livsmedelsvaror har en större tröghet och påverkas av temperaturförändring med en fördröjning jämfört mot luften. Verklighet i livsmedlen påverkas förutom av lufttemperatur exempelvis även av vilken temperatur varan hade vid inlastning och hur länge varan legat i disken, hur exponerad den är mot omgivande luft och hur kunder och personal hanterar och flyttar på varor i disken.

Mätningen visade att belysning hade en stor inverkan på temperaturen, då uppmätt referenstemperatur ökade drastiskt om termoelementet inte sattes i skuggan.

Detta var en kontroll av temperaturer vid givare, inte en kalibrering av givare. För att göra en kalibrering av temperaturgivare i diskar med mindre påverkan av störningar, behöver vattenbad användas för att sänka ner givarna i.

Information om hur snabbt diskens givare reagerar på temperaturförändringar är också av vikt vid referensmätning, för att veta vilket mätintervall som behövs och val av utrustning.

Det är krav på att övervakande givare kalibreras. Det finns svårigheter med att kalibrera temperaturgivare:

- I många diskar är det svårt att komma åt givarna för att kalibrera med exempelvis vattenbad.
- Det behövs tydligare dokumentation om var givare sitter och vad de mäter.
- Det tar tid! Det finns många diskar och många givare som ofta sitter otillgängligt.
- Det finns inga tydliga riktlinjer för hur kalibreringen ska utföras.

Ytterligare en problematik är diskarnas konstruktion då det gäller åtkomst vid service och referensmätning. Många givare kunde inte mätas vid referensmätningen, eftersom det hade krävt ingrepp på disken. För att komma in i disken måste varorna plockas ut och diskarnas plåtar tas bort. Det gör att ingreppen tar tid och kräver hantering av varor. Det kan även innebära att man behöver anlita fackmannamässig personal till ingreppen då det kan vara skaderisk i och med fläktar och dylikt.

Det framgår klart från de redovisade mätningarna att temperaturer i kyldiskar är komplicerat. Det finns stora variationer från punkt till punkt (i stora diskar upp till 8°C) och dessutom varierar temperaturen i varje punkt över tid, både långsamt och snabbt. Observera att givare här har placerats i skuggan från belysningen, annars blev variationen betydligt större.

Den i avsnitt 3.2 angivna ökningen av kylbehovet då temperaturen sänks i disken gäller en öppen disk. Diskar med dörrar får mycket liten påverkan vid olika entalpier i omgivningen visar mätning som gjorts i mejeridisk, den disk som öppnas oftast i en butik.⁶

Balansen energiförbrukning-hållbarhet beror på temperaturen. Redan någon grad har betydelse för butikens ekonomi och varors hållbarhet. Mjölk förvarad i 4°C i stället för vid 8°C får fördubbling av hållbarhetstiden.⁷

Hur mycket som handlaren förlorar på att hålla för låg temperatur är svårt att ange exakt, men om en stor butik har ett mätfel på t.ex. 1°C i samtliga kyldiskar kan butiken förlora >50000 kr/år. I mätningarna i detta projekt har mätfel upp mot 3°C konstaterats.

Kravet på ett löpande HACCP-arbete i butiken innebär att framförallt avvikelser uppåt som ger avvikelser från tillverkarens temperaturkrav skall vara kända och under kontroll.

Hur skall kontroll och underhåll av temperatursystemen planeras? Någon riktigt användbar metodik finns inte beskriven för butikspersonal, men skulle behövas.

Tills detta finns kan man bara råda butiksägare att skaffa en bra temperaturmätare som helst är spårbart kalibrerad. Genomför regelbunden kontroll av både mätsystem och diskar. Allt behöver inte kontrolleras samtidigt, sprid ut detta under lång tid.

7 Fortsatt arbete

- Ta fram metodik riktad till butikspersonal för kontroll och underhåll av butikens temperatursystem.
- Ta fram riktlinjer för hur länsstyrelser och kommuner⁸ att kalibrering och underhåll av butikens temperatursystem utförs.

⁶ Rolfman, L., et al. (2014). Dörrar på öppna kyldiskar och anpassning av kylsystem i butik. www.BeLivs.se.

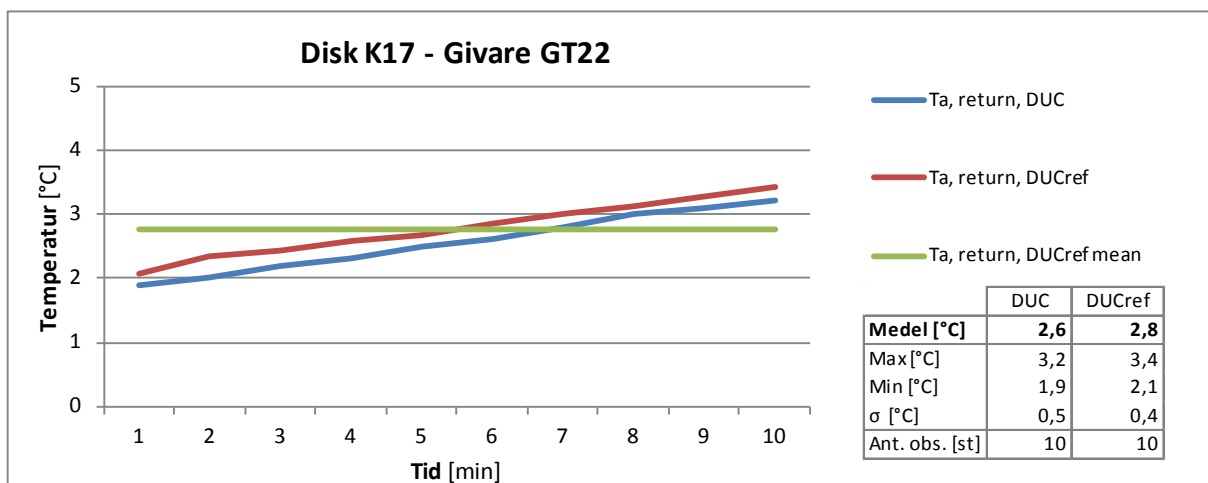
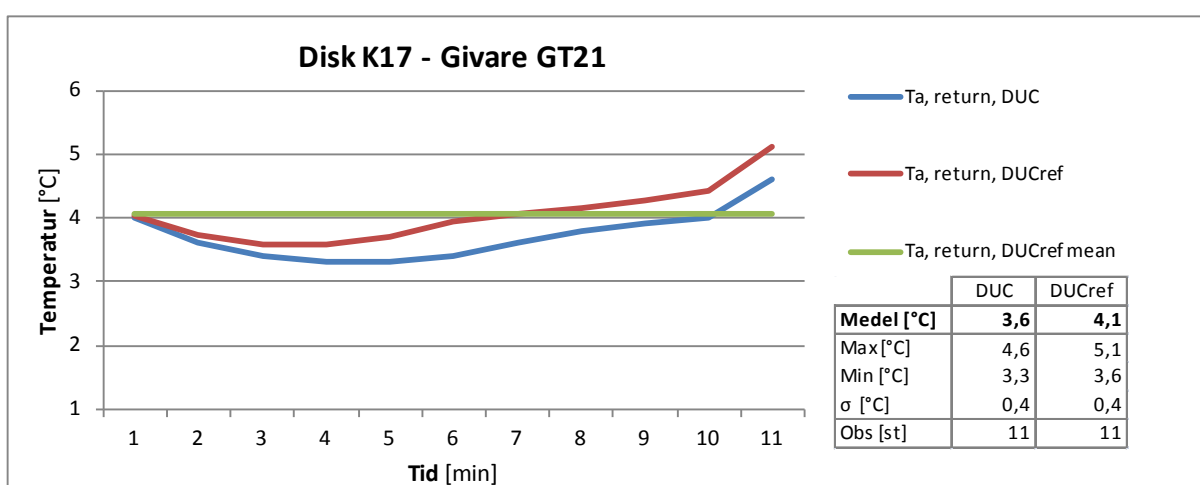
⁷ Jensen, S. and K. Båth (2013). Vilken effekt skulle sänkt temperatur i kylkedjan få på matsvinnet? Naturvårdsverket.

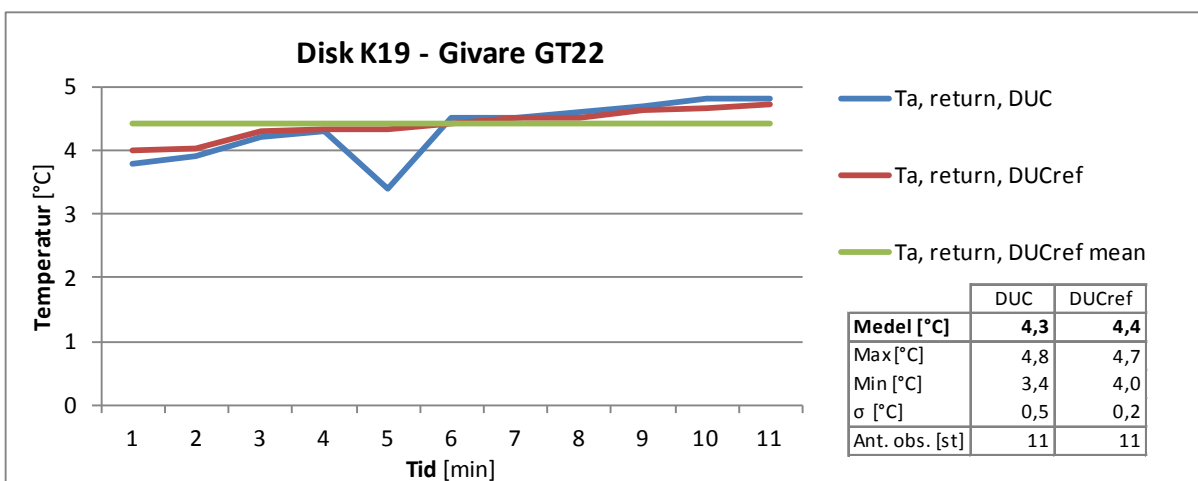
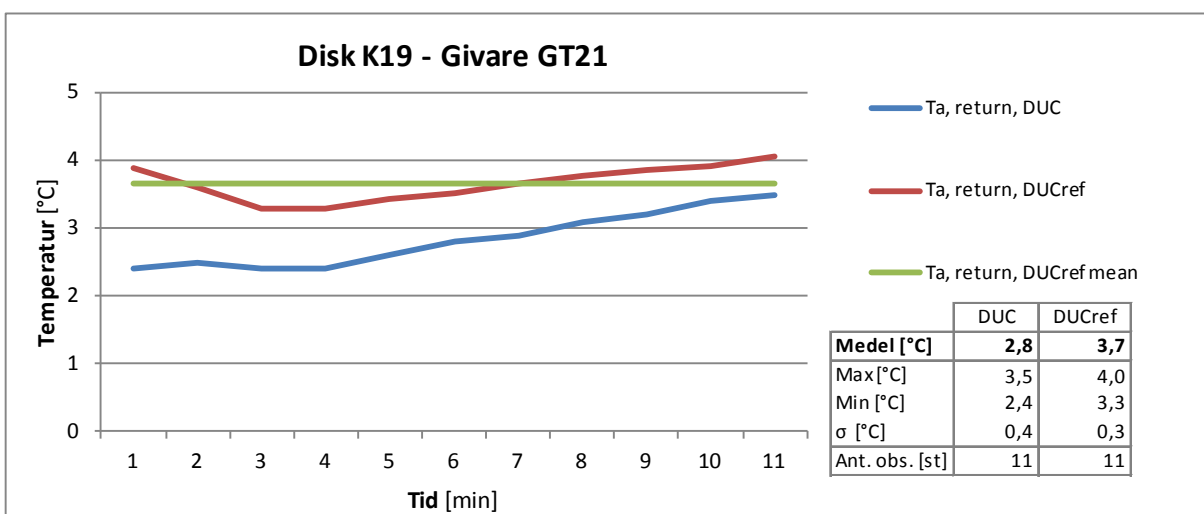
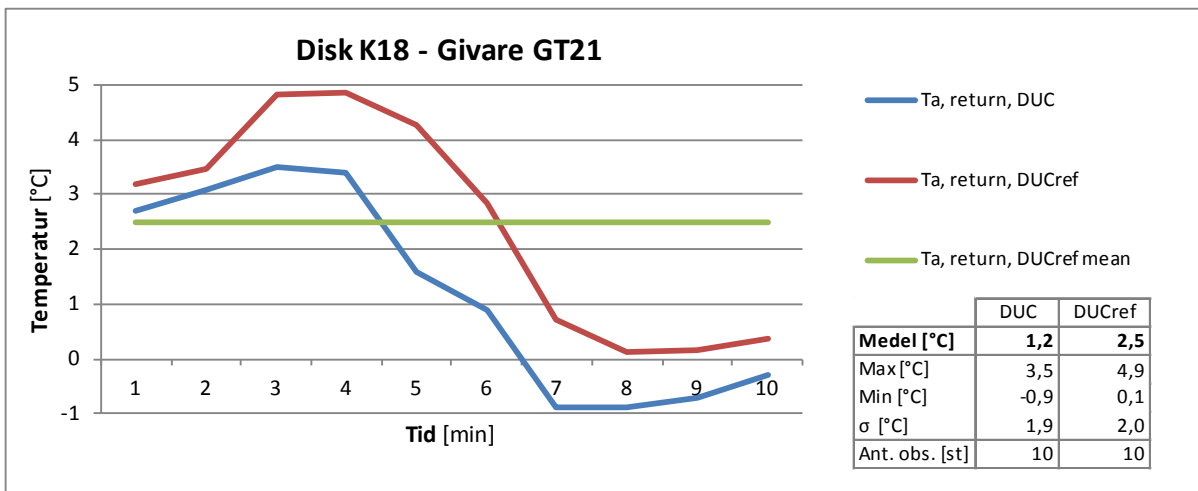
⁸ Livsmedelsförordning (2006:813)

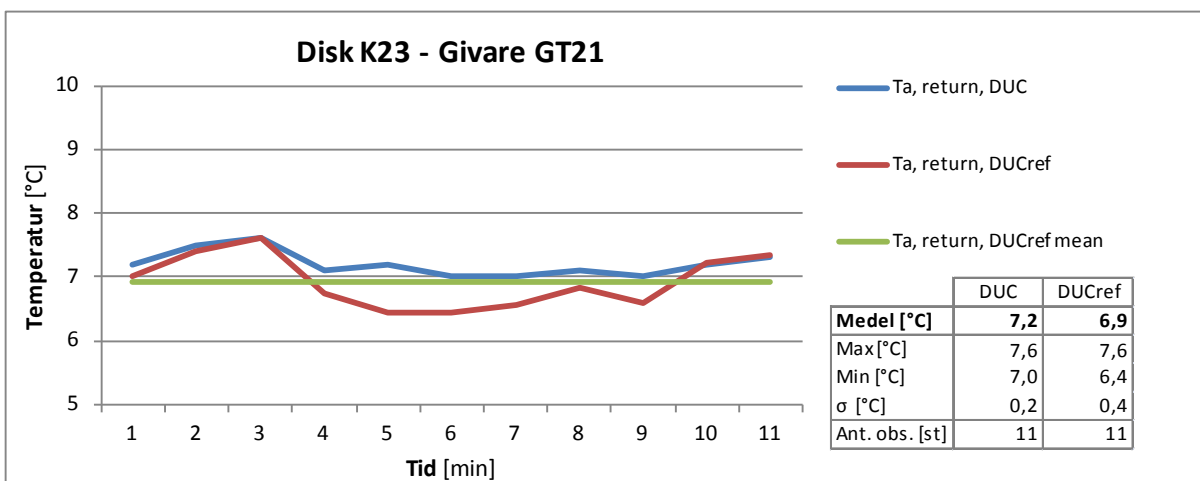
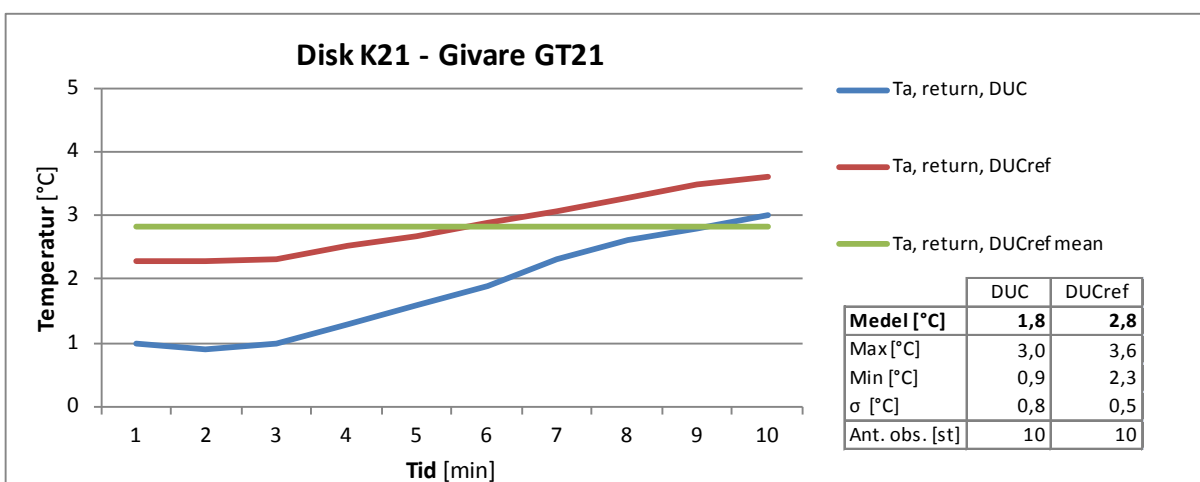
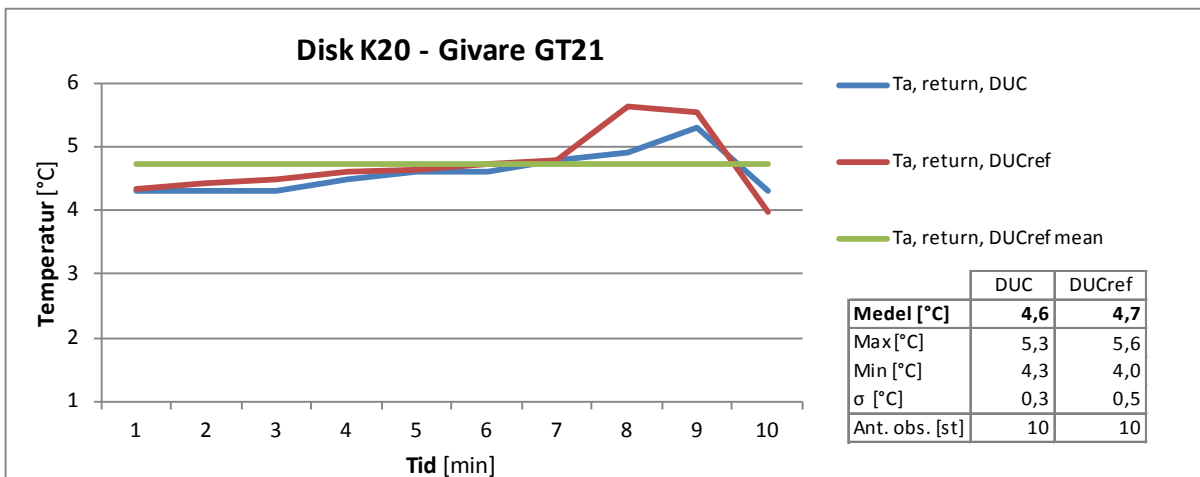
Bilaga 1 - Mätning vid temperaturgivare för DUC-systemet

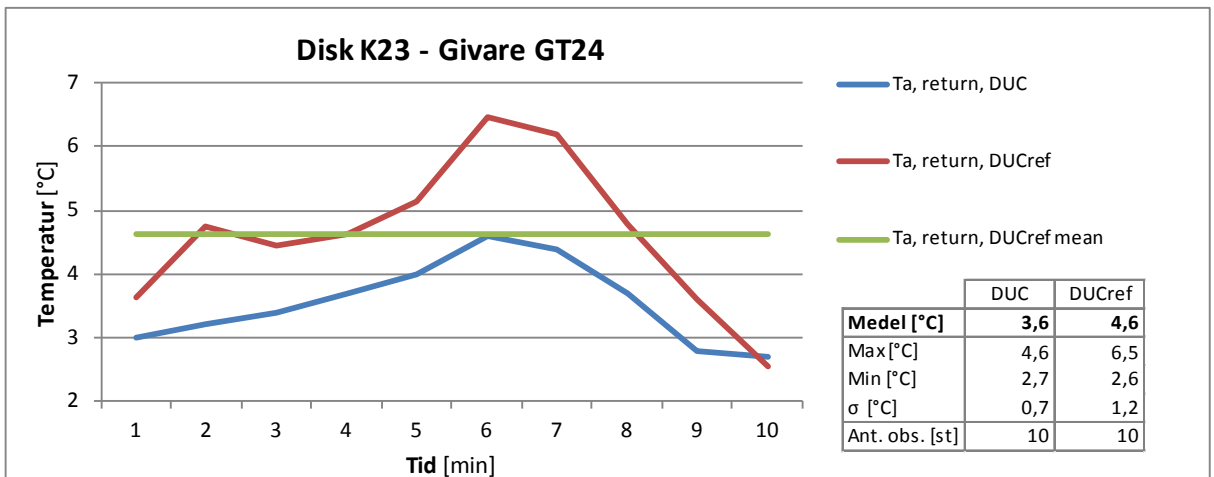
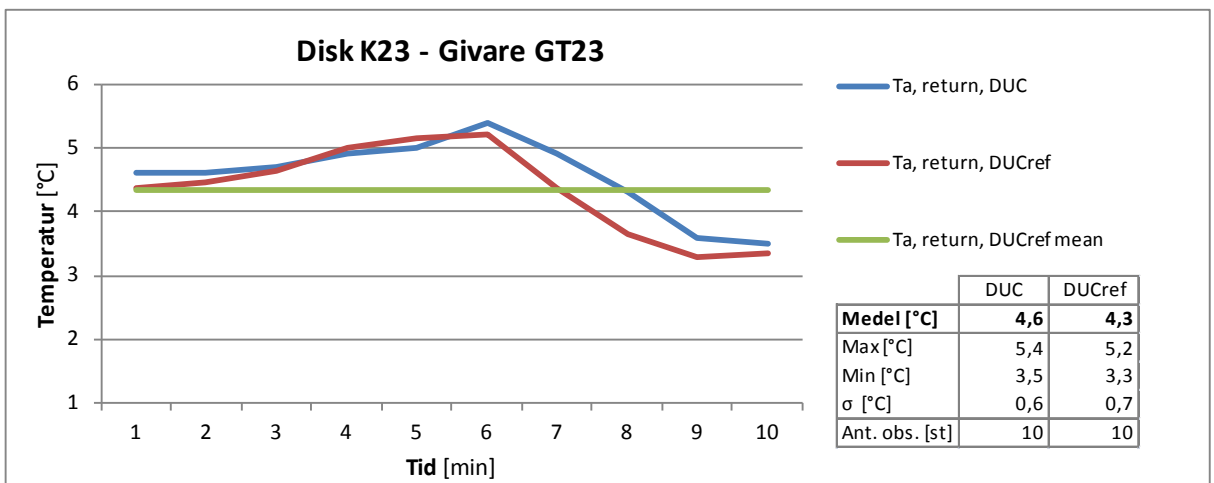
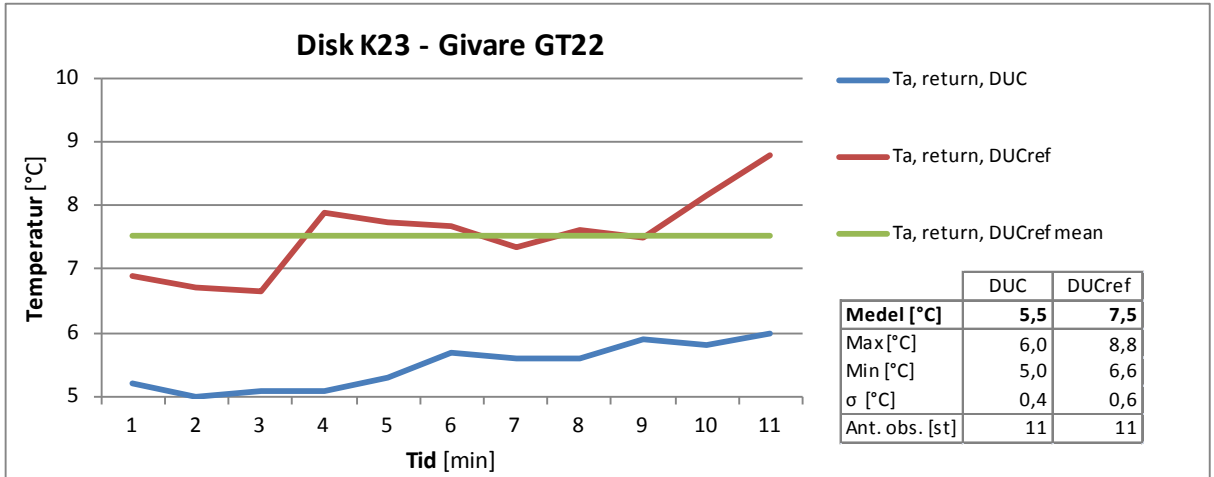
Mätning med referensgivare av luften kring temperaturgivare för butikens övervakningssystem (DUC). Referensgivare fästes vid de stationära temperaturgivarna (GT) i disken. Givarna är placerade vid kyldiskarnas nedre framkant, där luften som kylt varorna returneras från disken. I diagrammen redovisas manuellt avlästa värden från DUC:en, loggade värden för referensmätningen samt medelvärdet för referensmätningen under mätperioden. Medel-, max- och minvärden, standardavvikelsen (σ) i talform och antal observationer redovisas också.

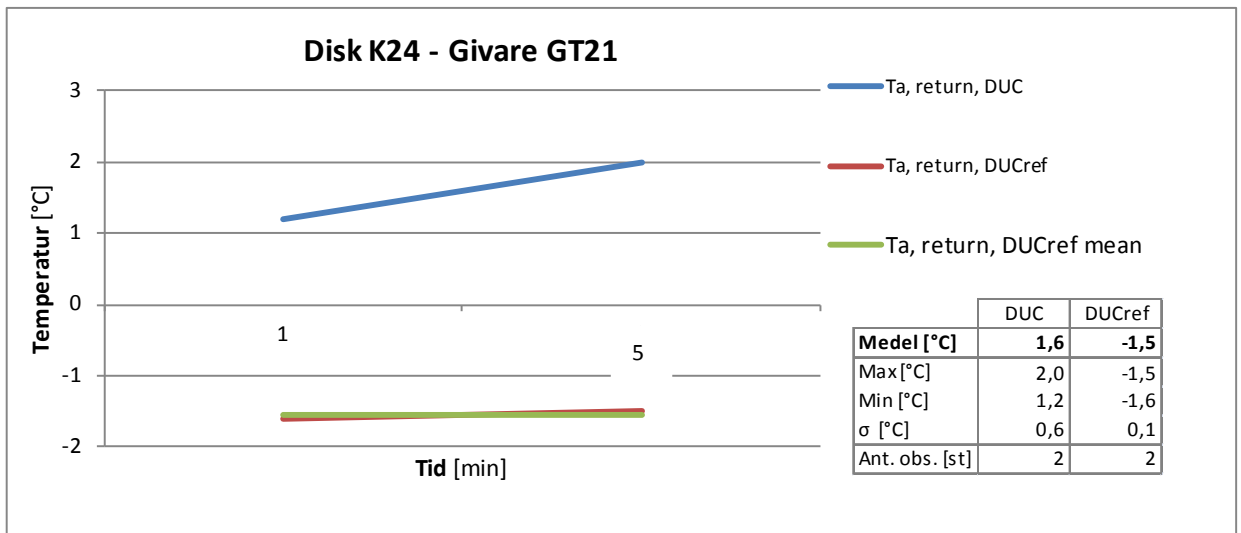
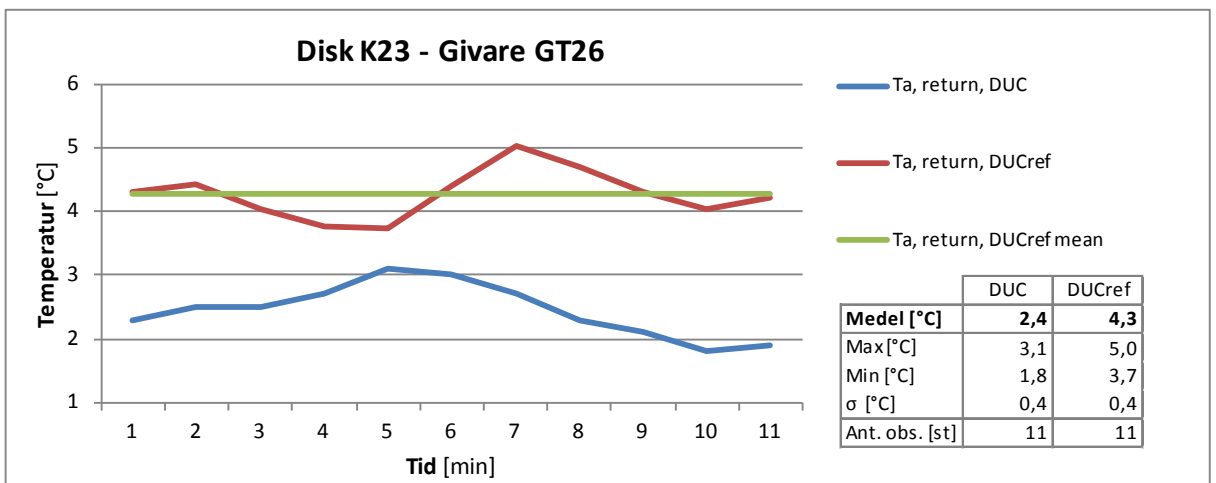
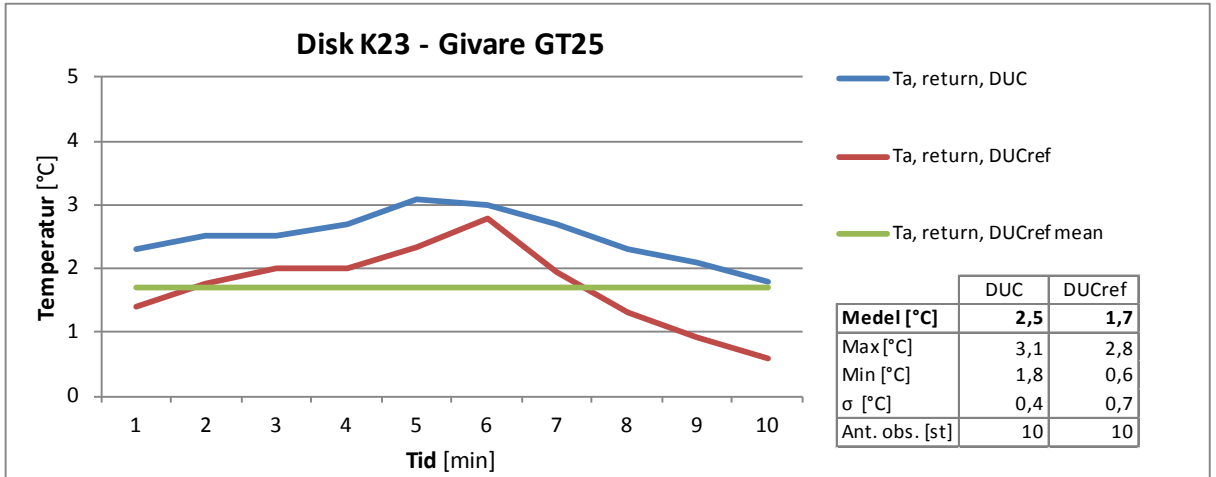
Obs! Y-axlarna på diagrammen har inte samma skala. Samtliga diagram utom "Disk K18 – Givare GT21", "Disk K25 – Givare GT23" och "Disk K25 – Givare GT23" har ett femgradersspann på Y-axeln, men max- och mintemperatur på skalan skiljer sig åt.

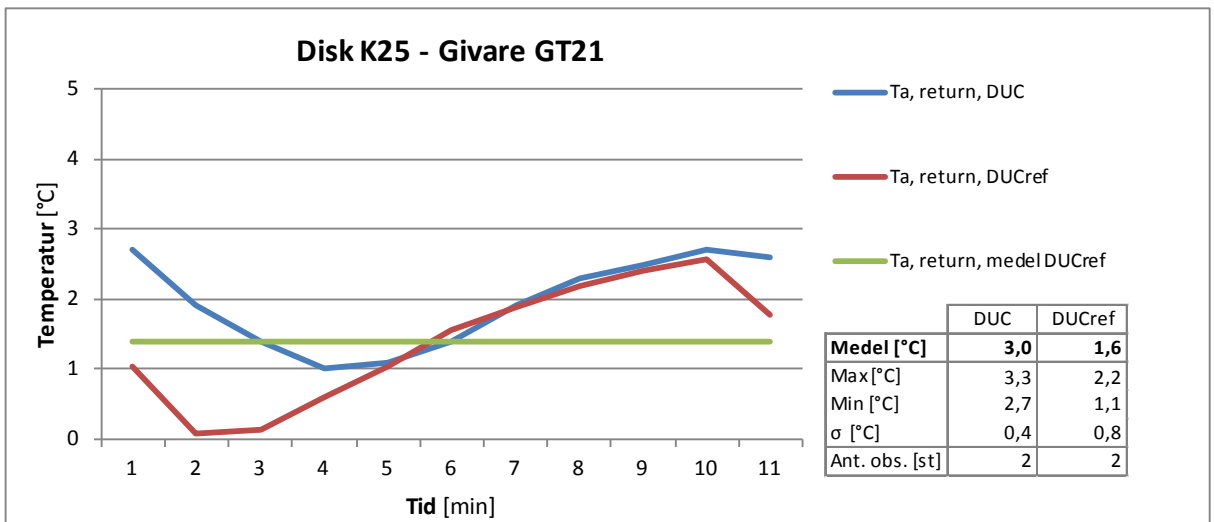
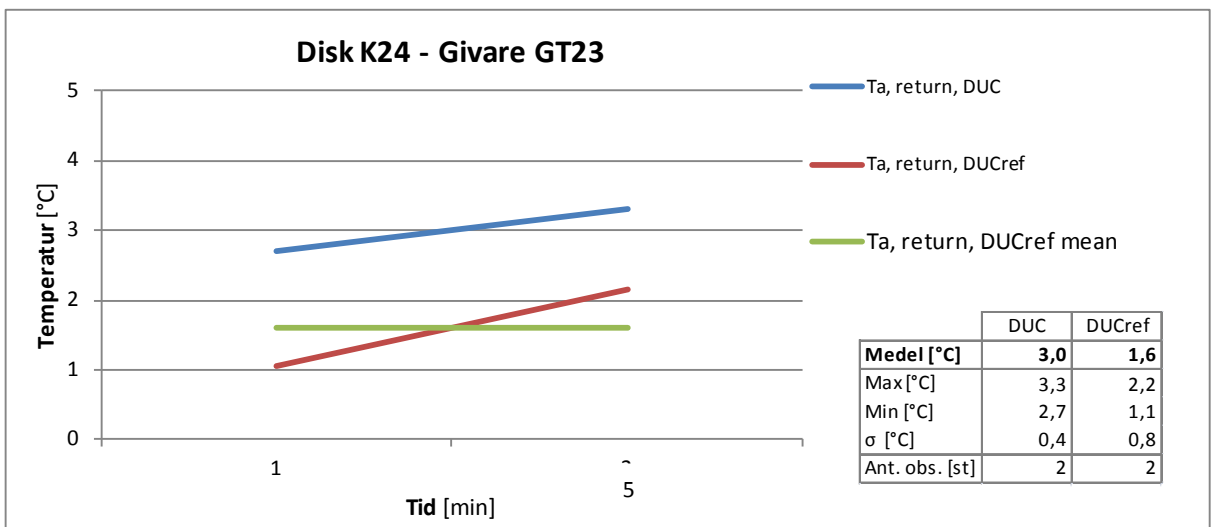
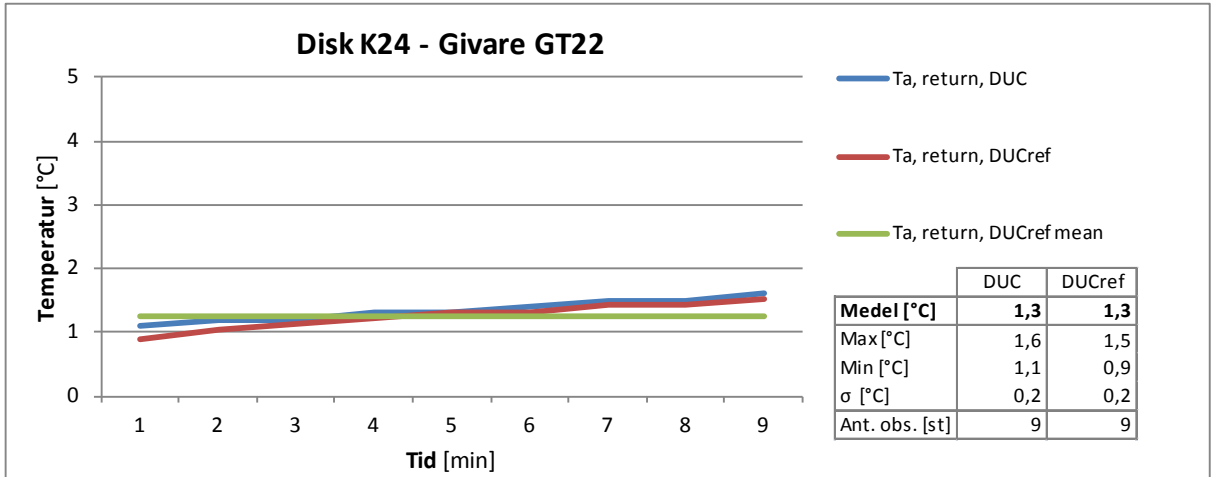


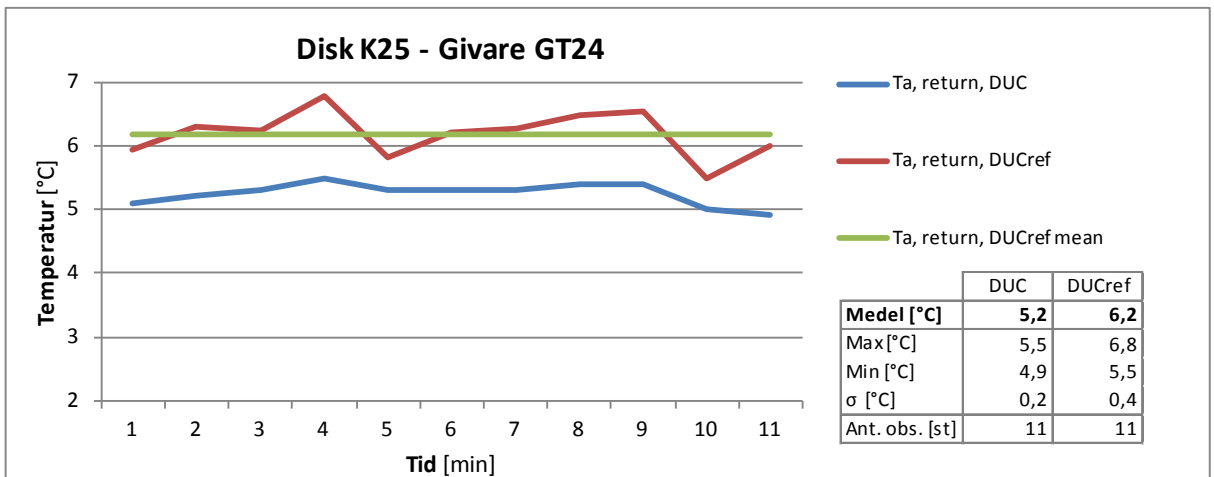
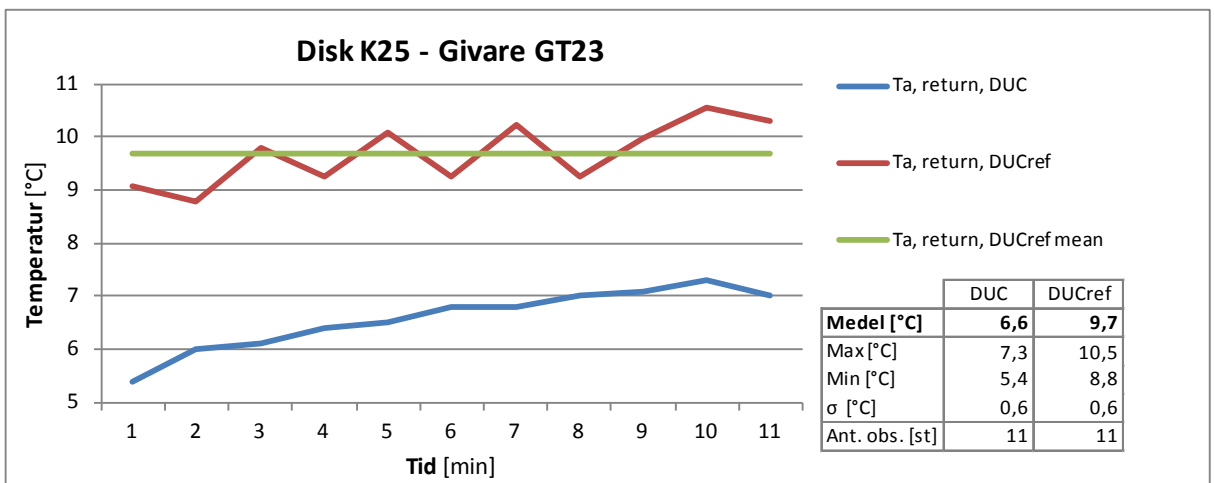
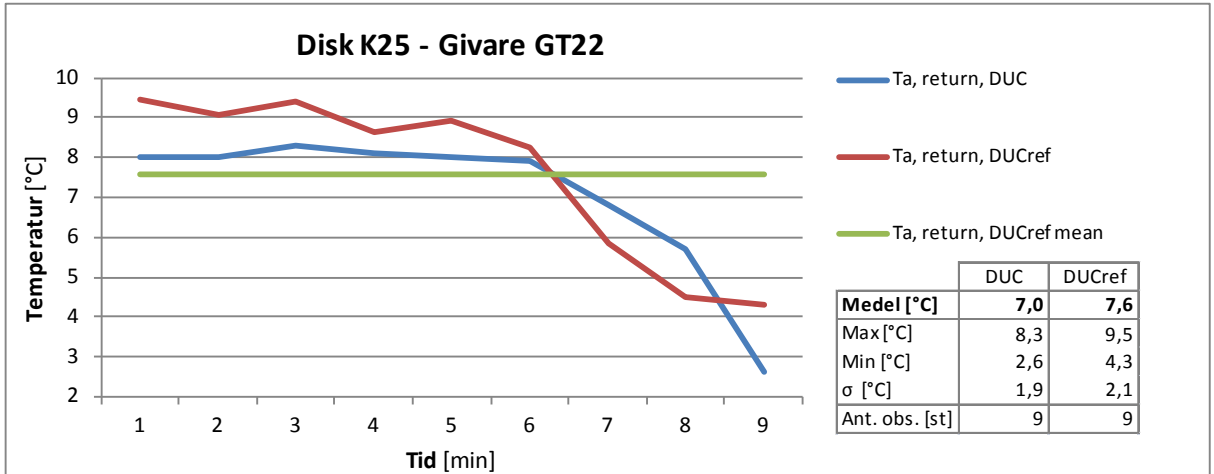


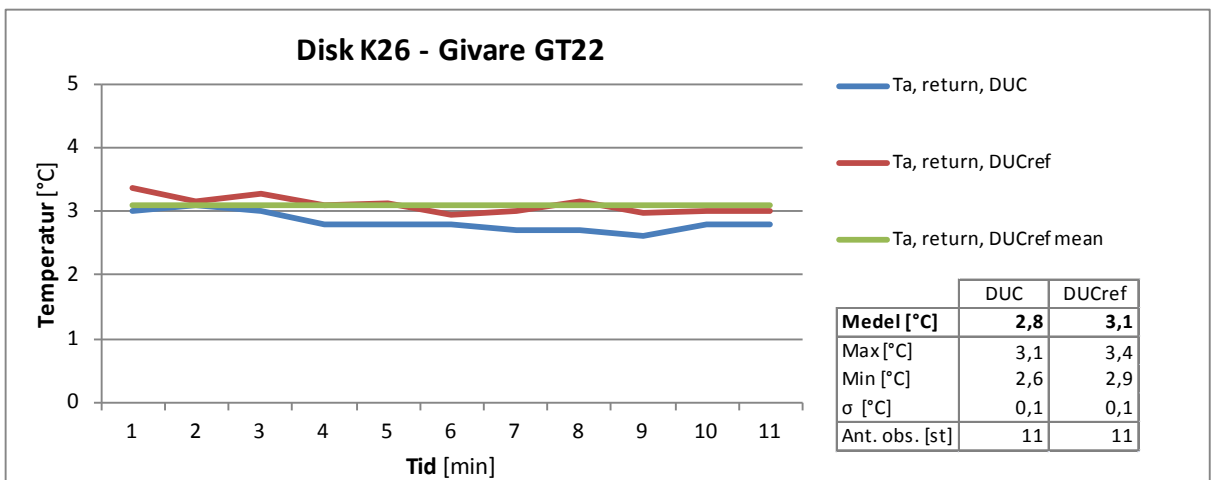
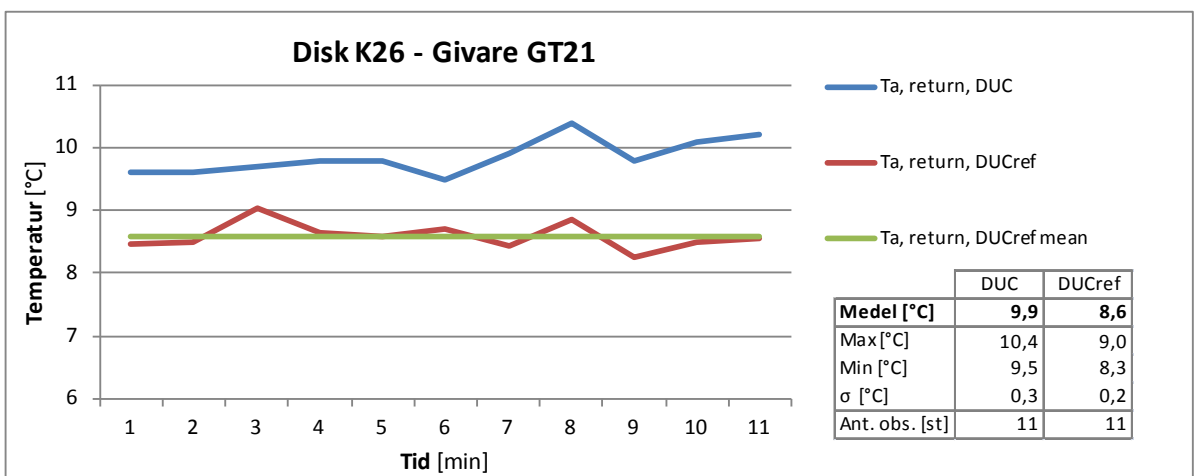
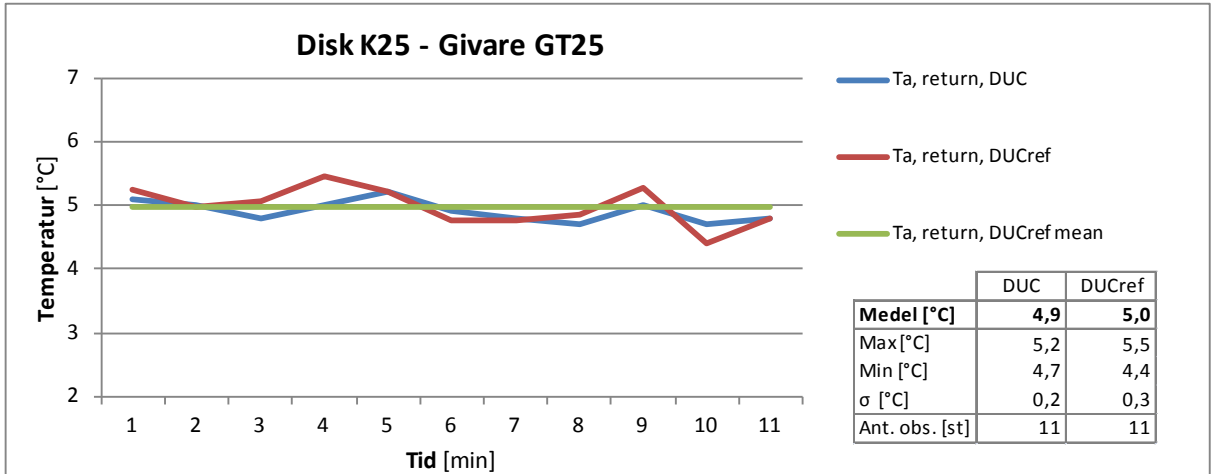


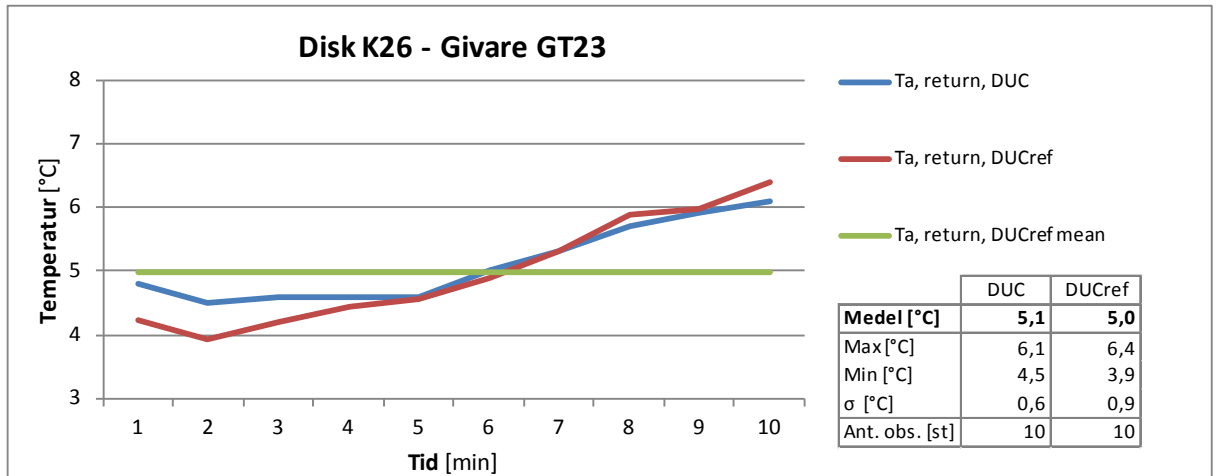








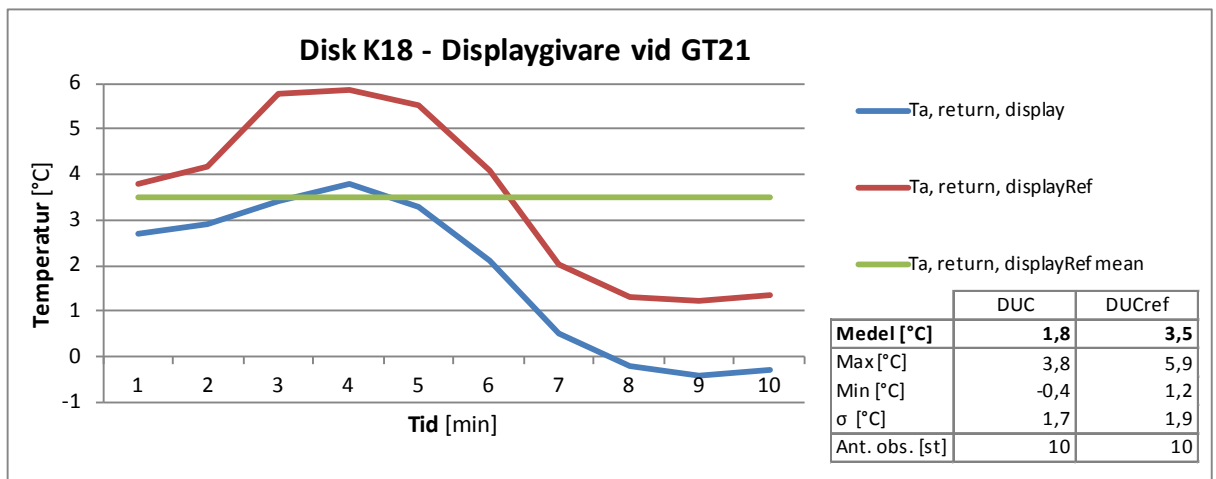
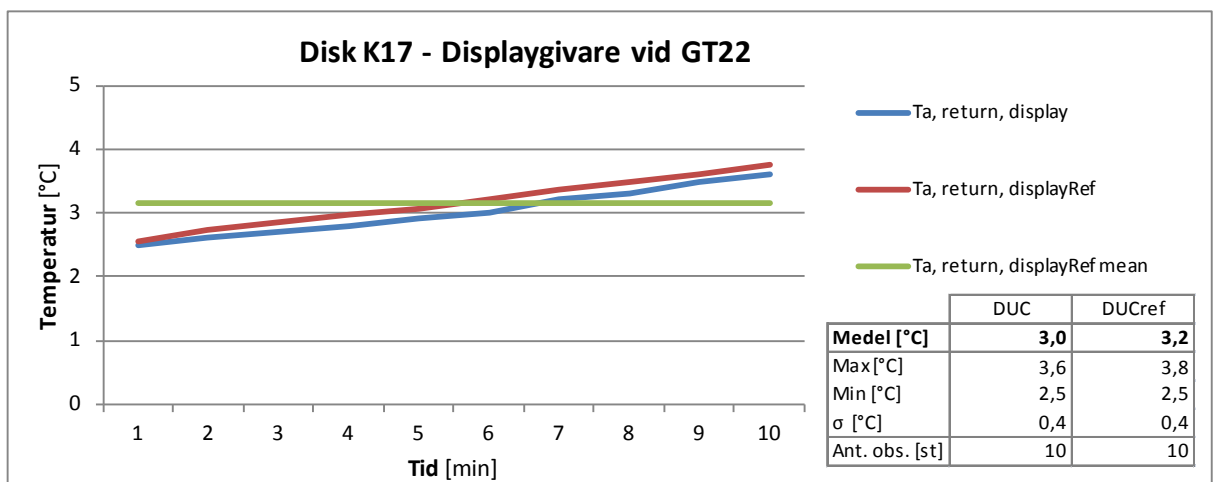


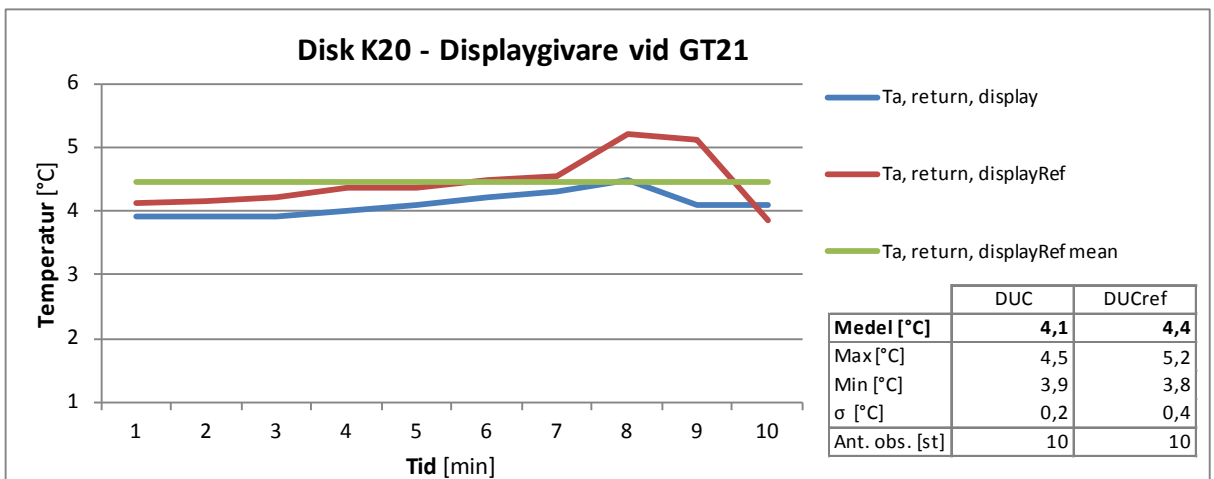
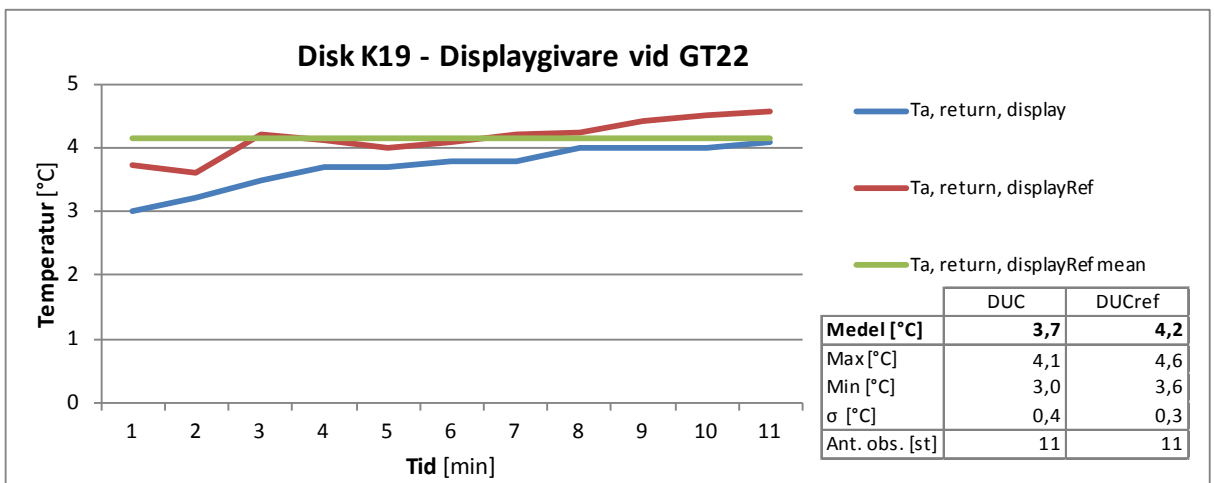
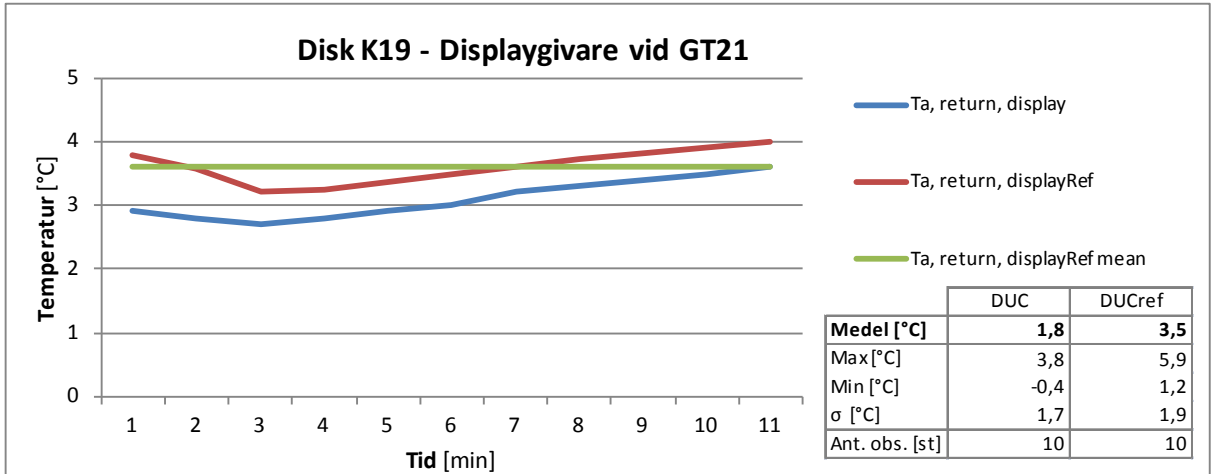


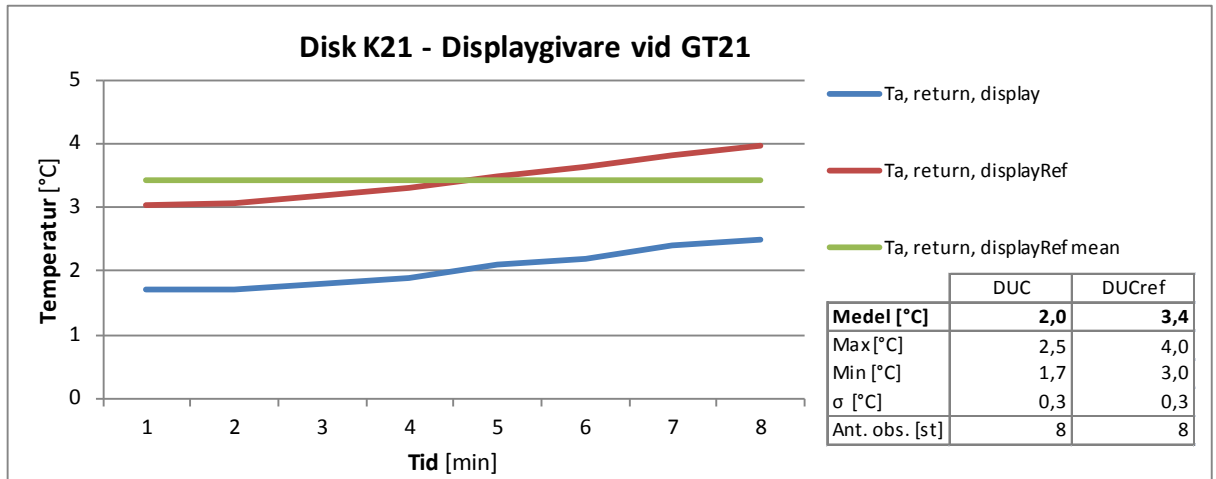
Bilaga 2 - Mätning vid temperaturgivare för diskdisplay

Mätning med referensgivare av luften kring givare för kyldiskens temperaturdisplay. Givarna är placerade vid kyldiskarnas nedre framkant, där luften som kylt varorna returneras från disken och bredvid temperaturgivarna för butikens övervakningssystem, benämnda GT. I diagrammen redovisas manuellt avlästa värden från displayen, loggade värden för referensmätningen samt medelvärdet för referensmätningen under mätperioden. Medel-, max- och minvärden, standardavvikelsen (σ) i talform och antal observationer redovisas också.

Obs! Skalan på Y-axlarna går från 0°C till 5°C förutom på diagrammen för "Disk K18 – Givare GT21" och "Disk K20 – Givare GT21".

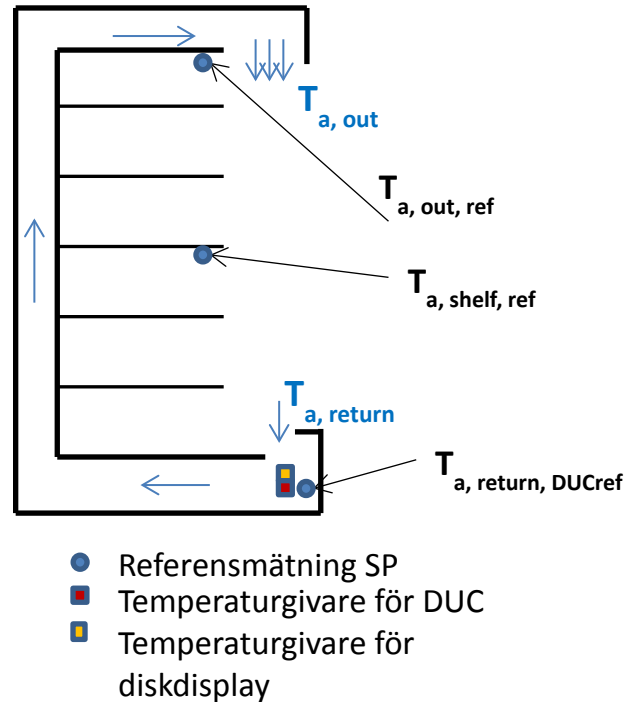




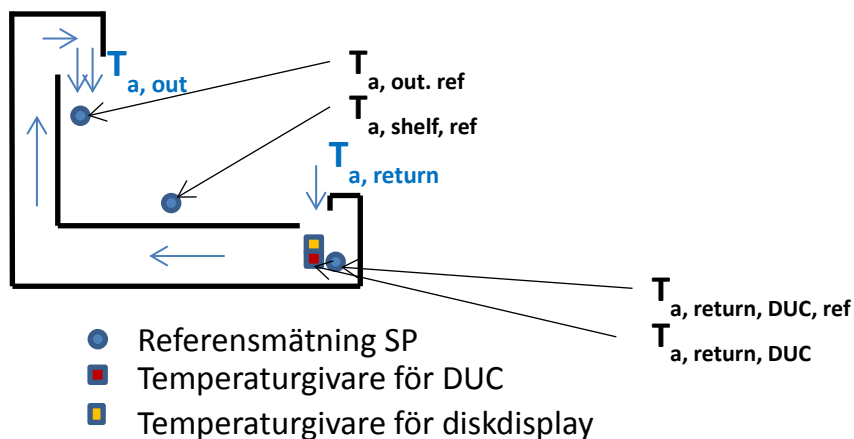


Bilaga 3 - Mätning av lufttemperaturer i kyldiskarna

Mätning av temperatur med referensgivare för tre punkter i kyldisk; utblås till disk, mittenhylla samt returluft från disk. Se Figur 3:1 och Figur 3:2. Kyldiskar K17-K21 är försedda med dörrar.



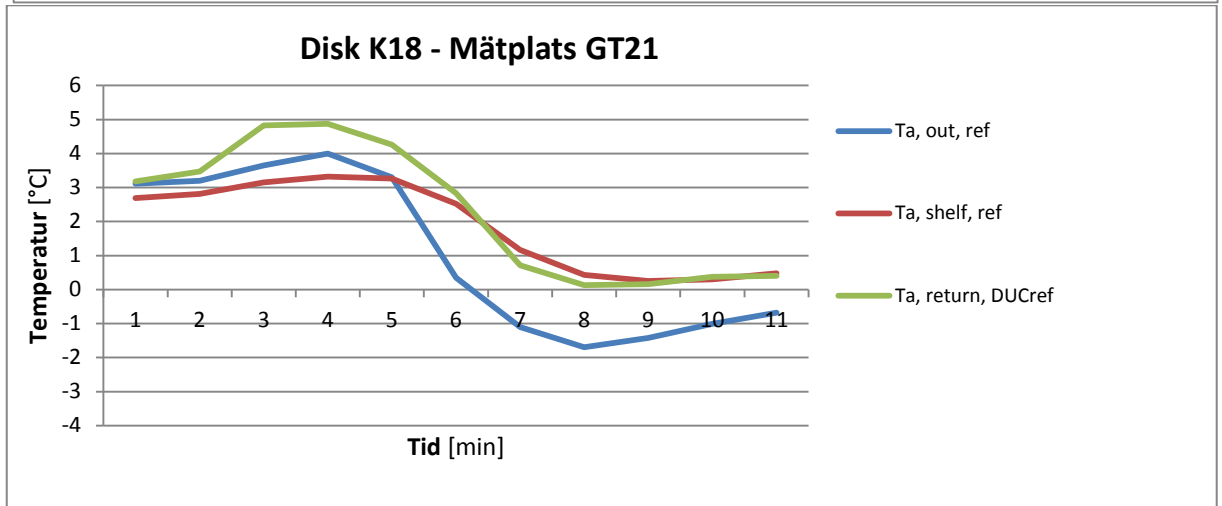
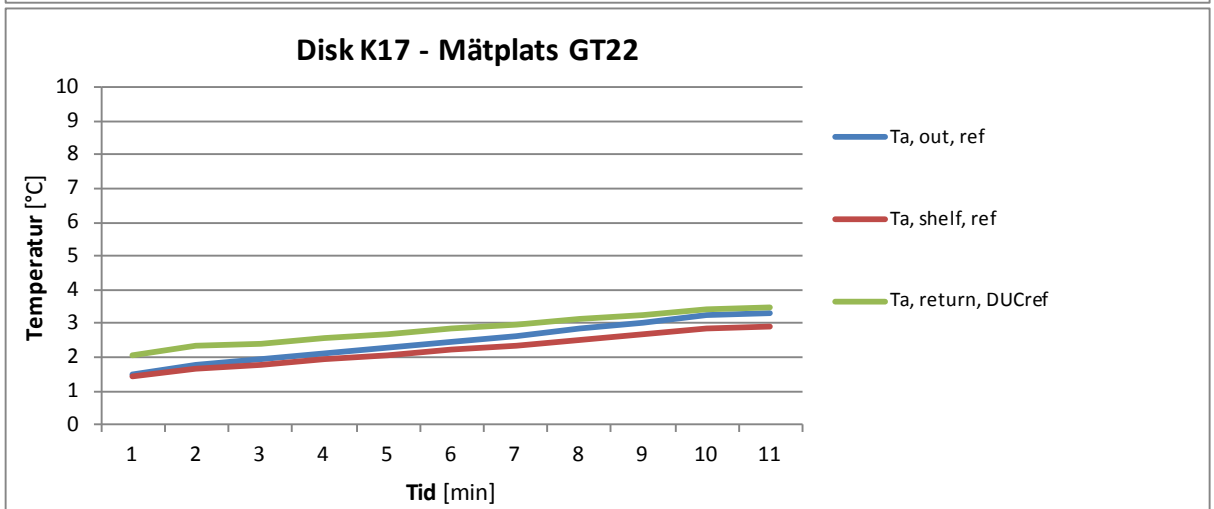
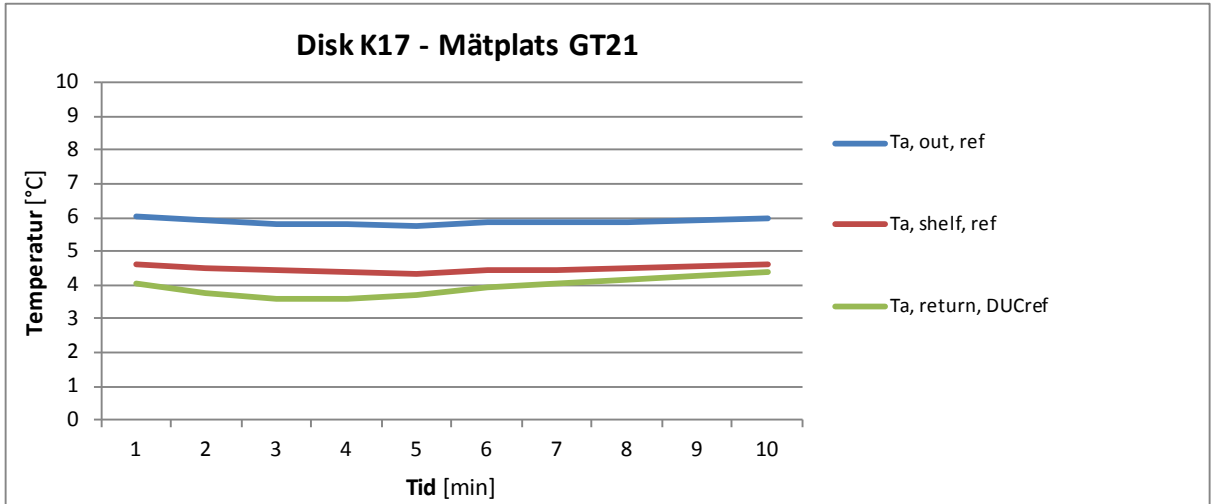
Figur 3:1. Mätning av disktemperatur för kyldiskar K17-K21, K23 och K25. Blå pilar visar luftström i disken.

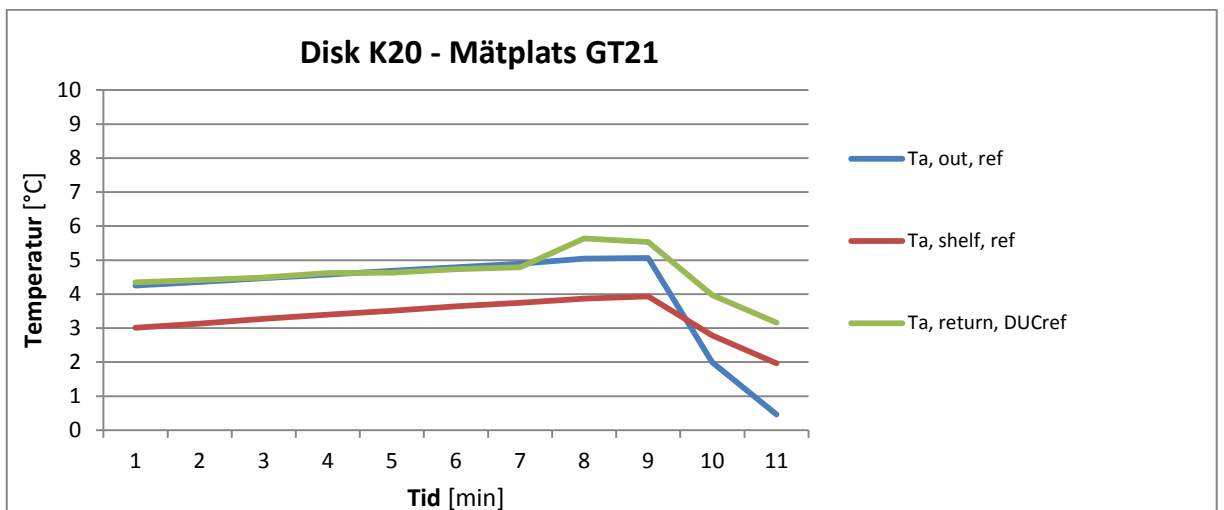
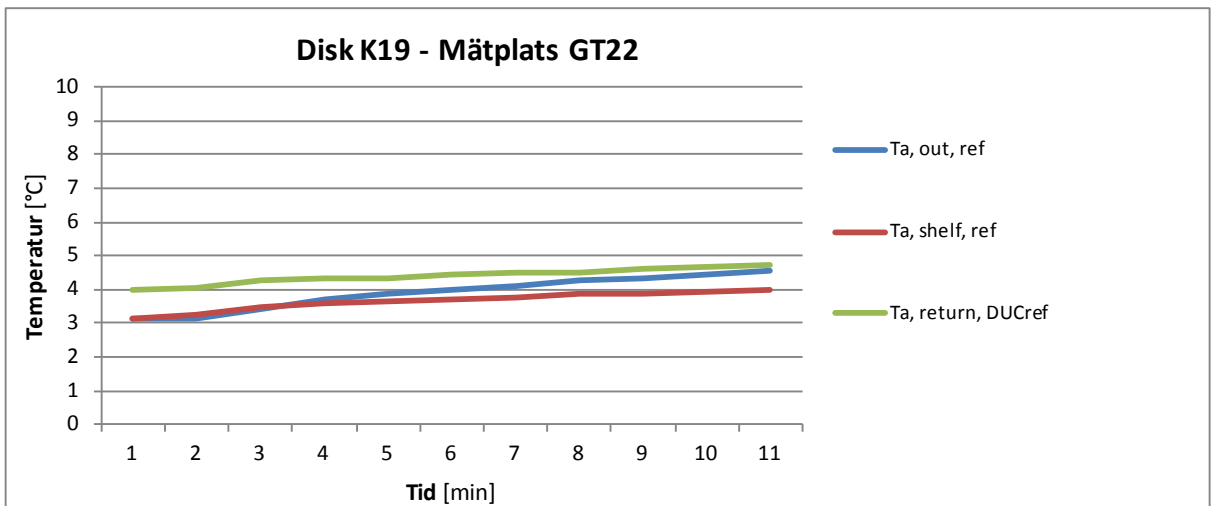
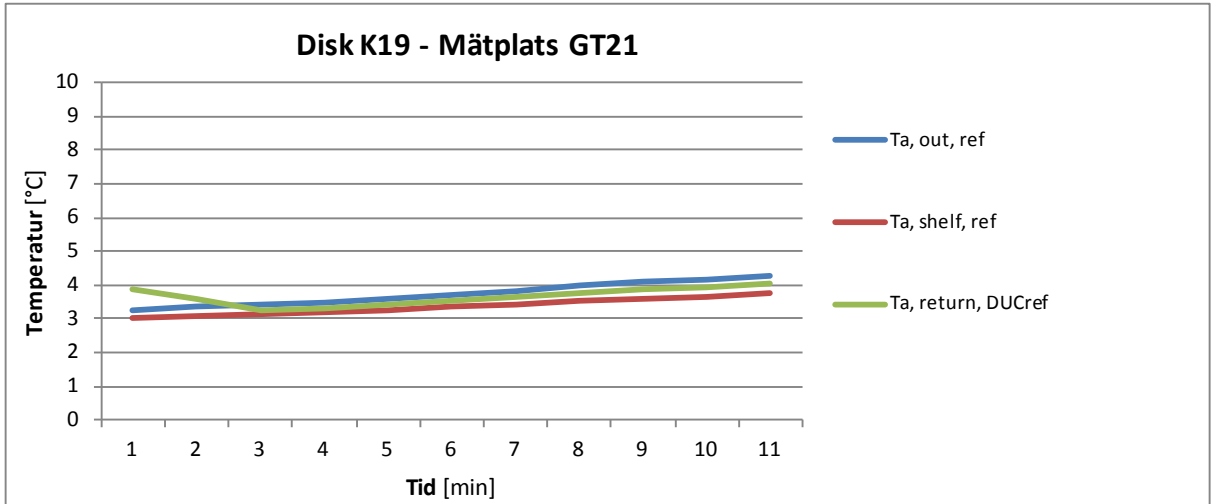


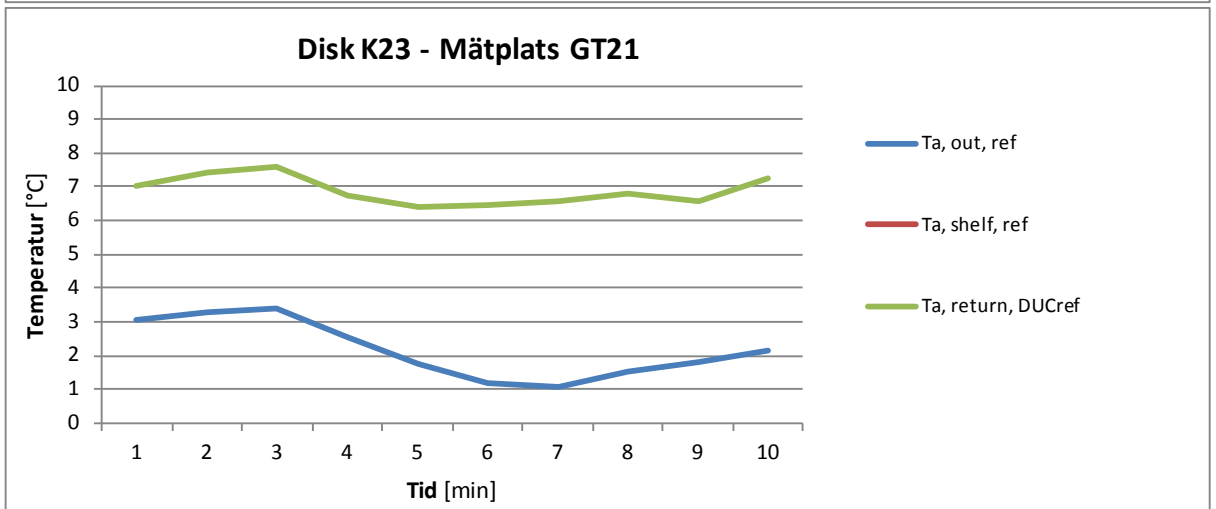
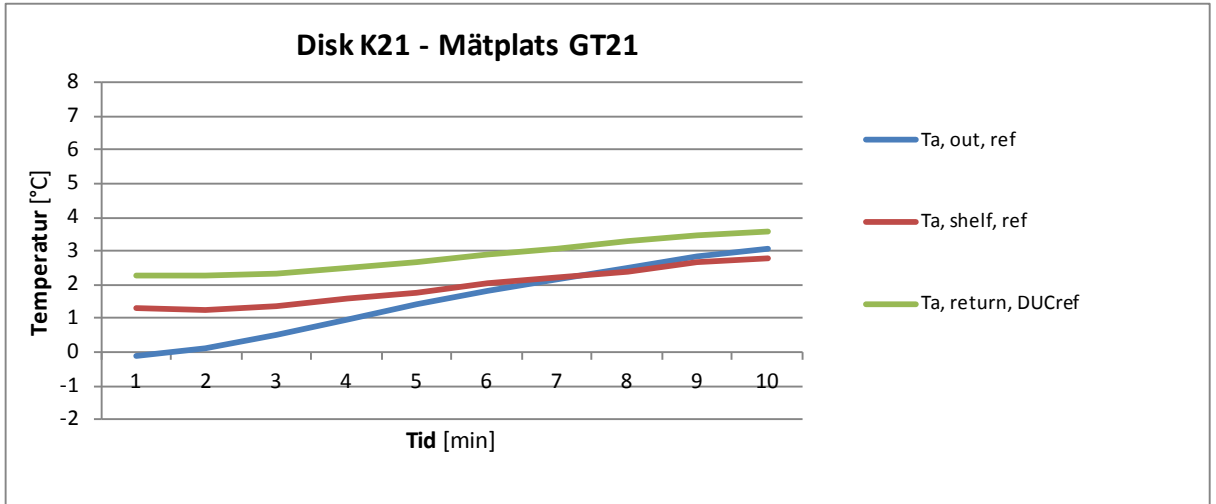
Figur 3:2. Mätning av disktemperatur för kyldiskar K24 och K26. Blå pilar visar luftström i disken.

Referensgivarna sattes under hyllplan för att skärma av från strålning från belysning. Strålning från belysning i diskarna har en stor påverkan på temperaturen. I de fall där $T_{a, out, ref}$ är högre $T_{a, return, DUCref}$ är orsaken strålning från belysning.

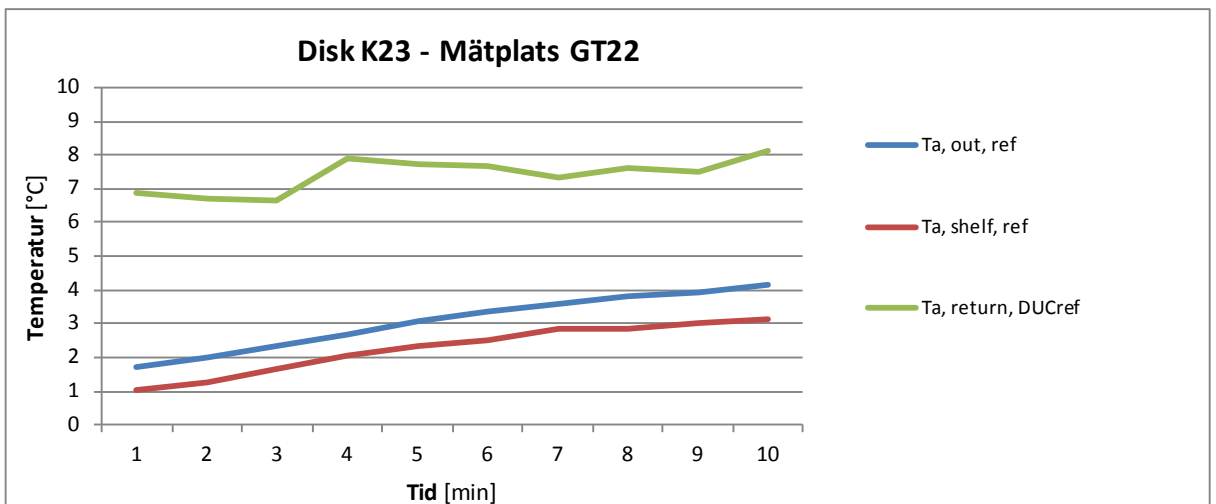
Obs! Y-axlarna på diagrammen har inte samma skala. Samtliga diagram har ett tiogradersspann på Y-axeln, men max- och mintemperatur på skalan skiljer sig åt.

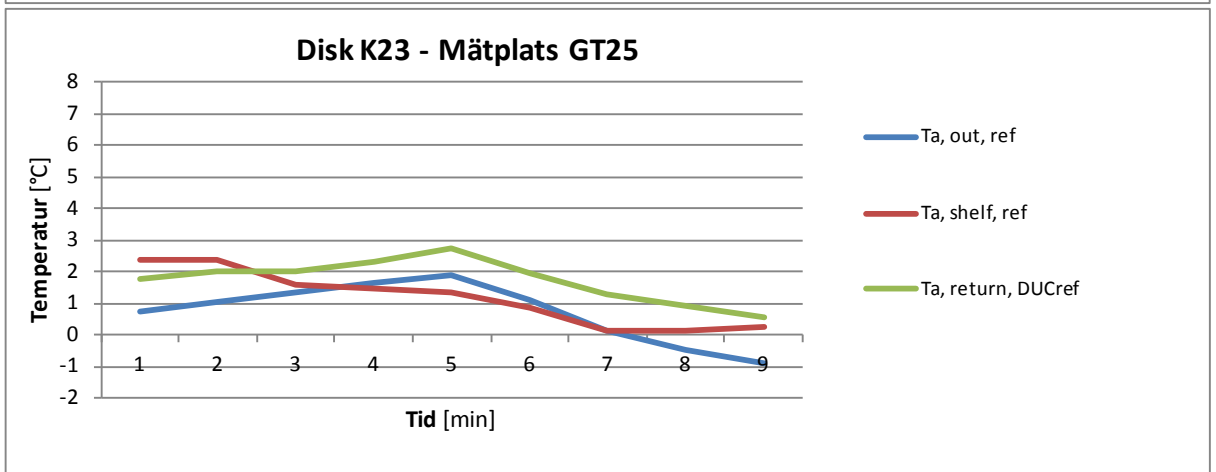
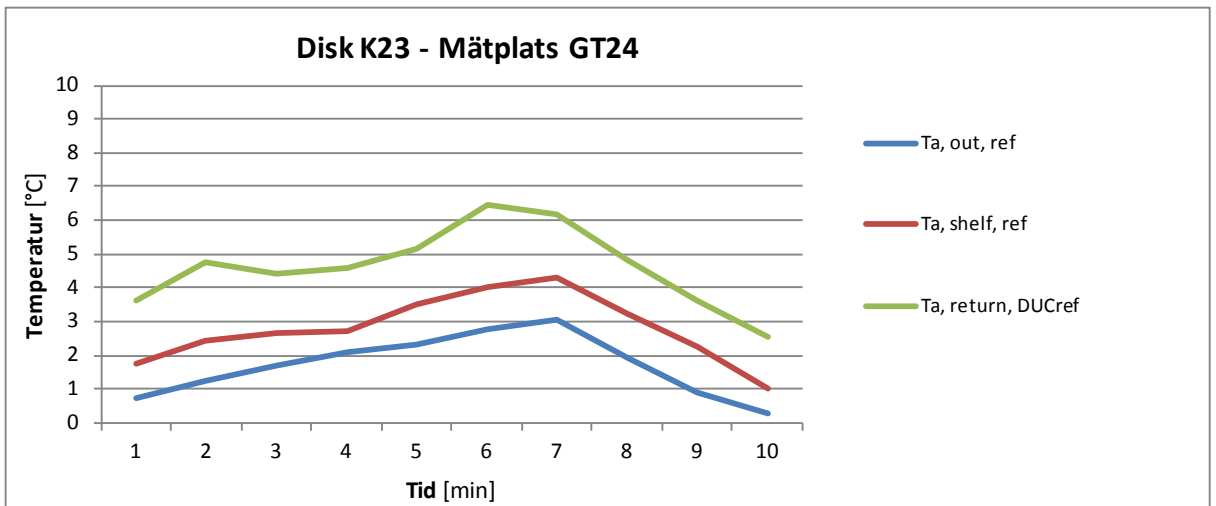
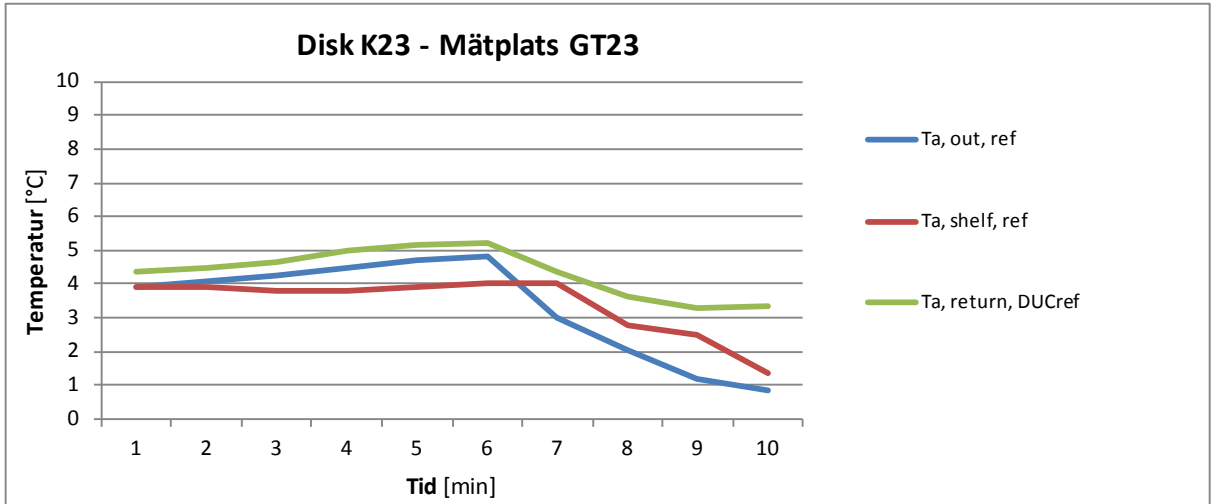


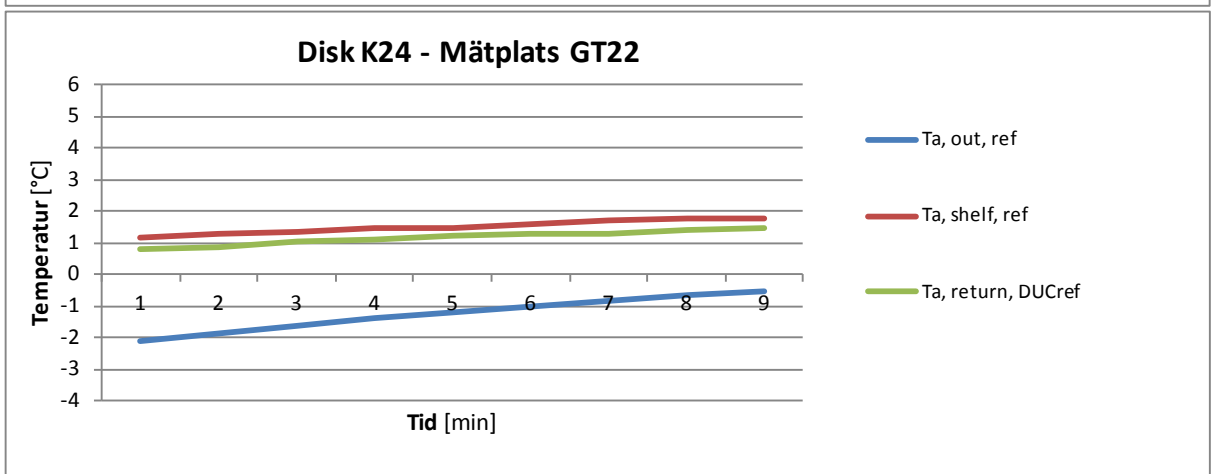
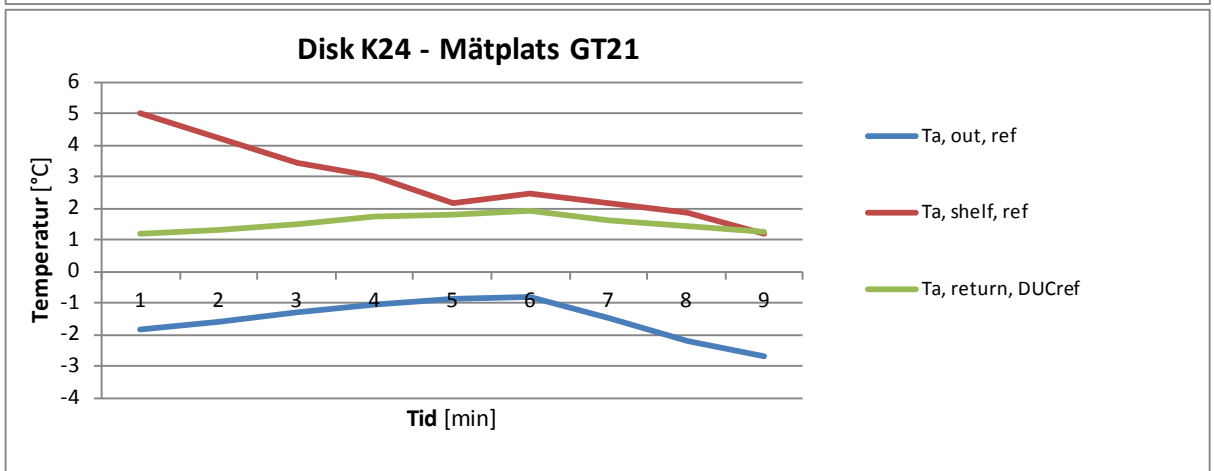
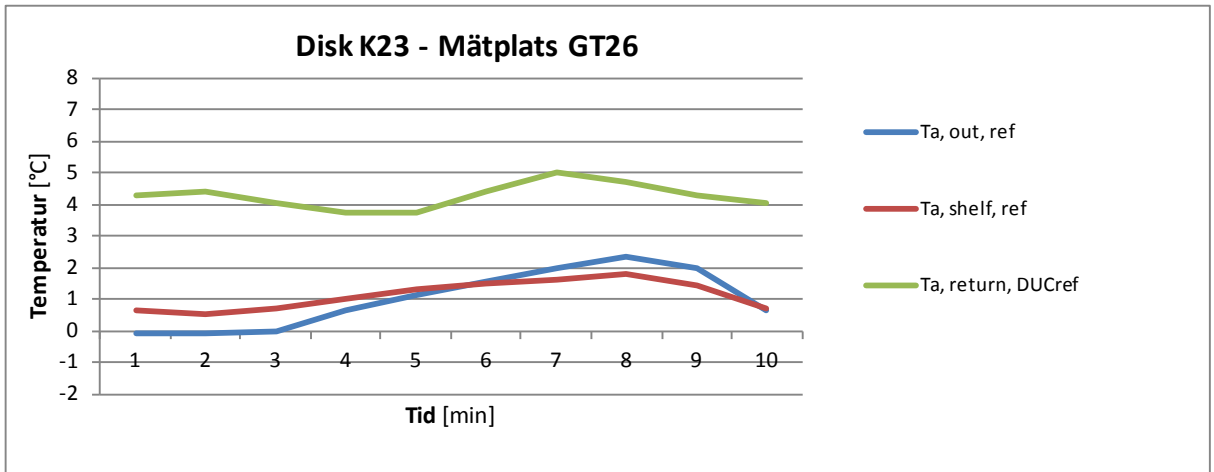


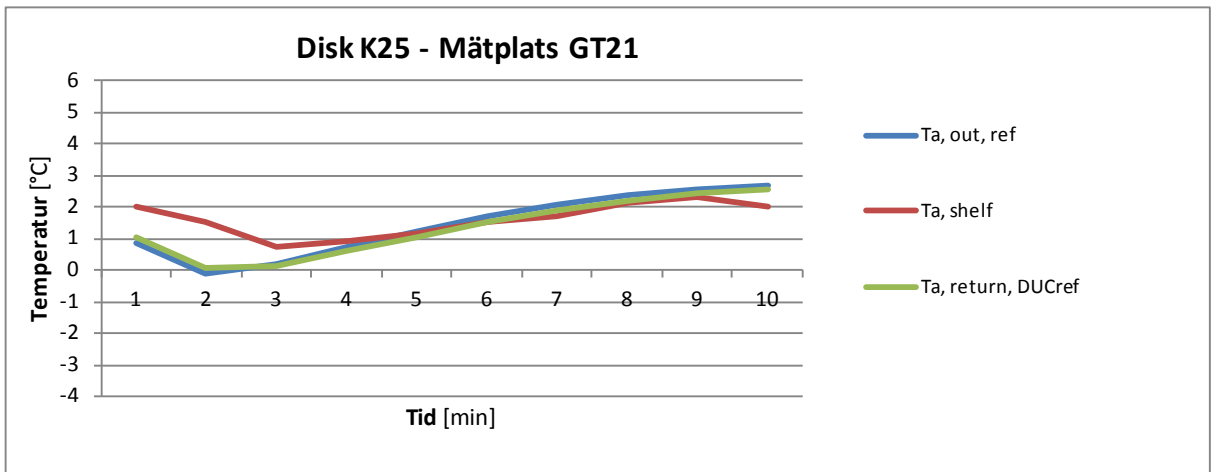
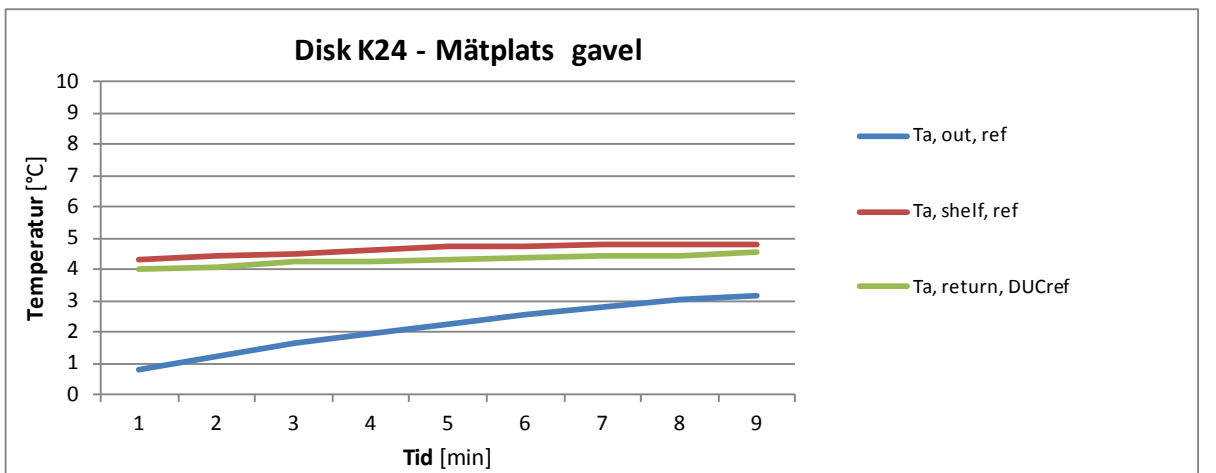
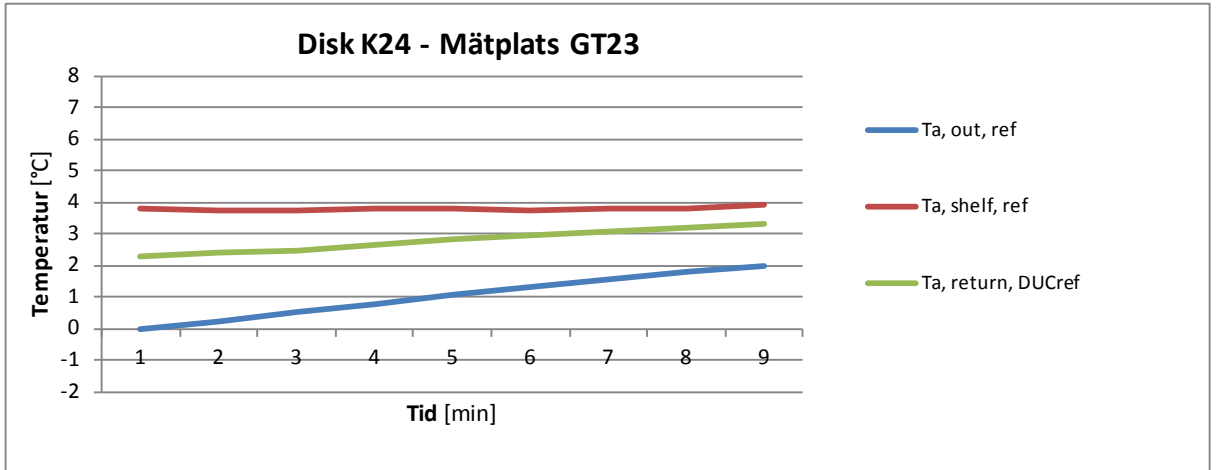


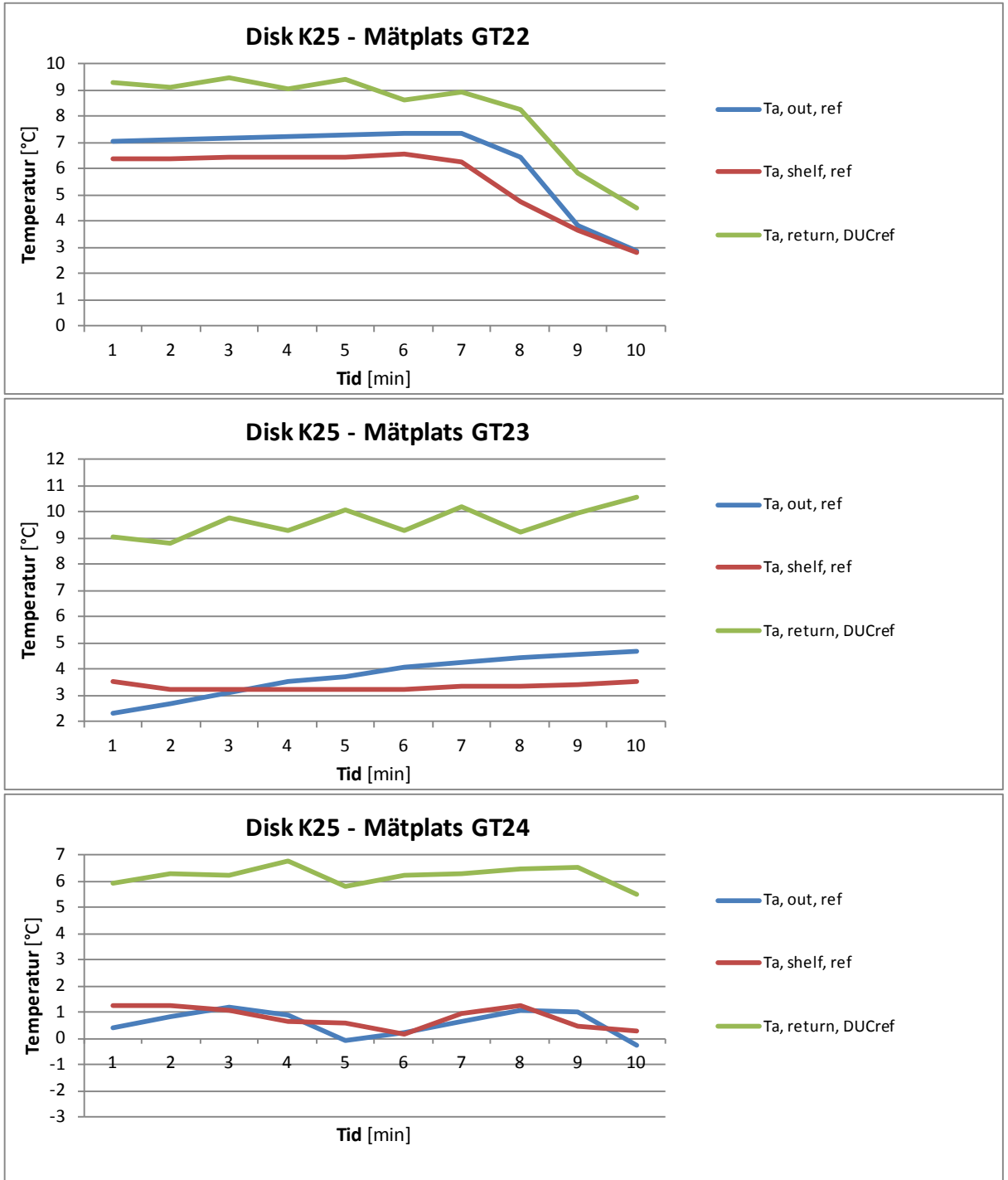
Instrument för mätning av mittenhyllan ramlade ner under mätning, därför kunde inte $T_{a, shelf, ref}$ mätas

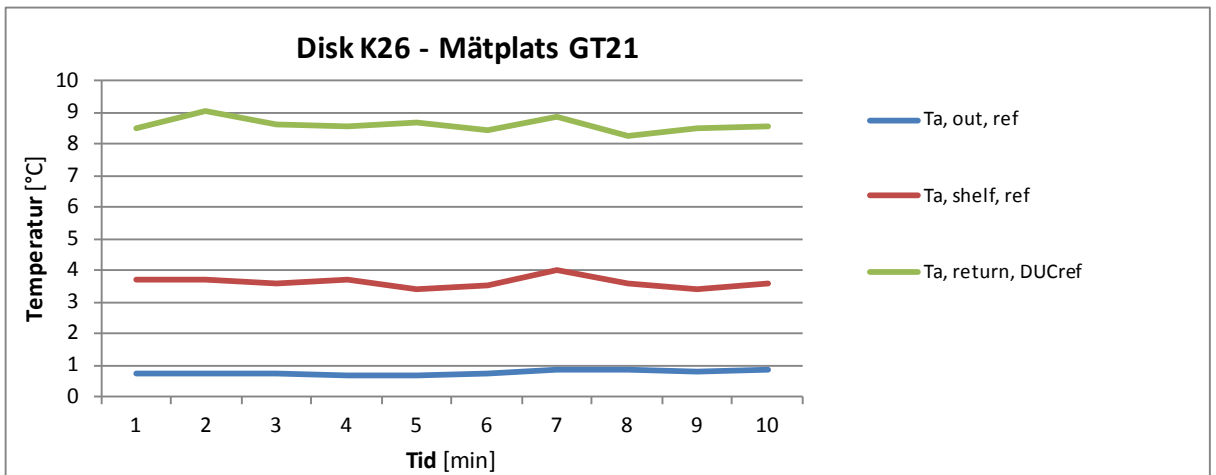
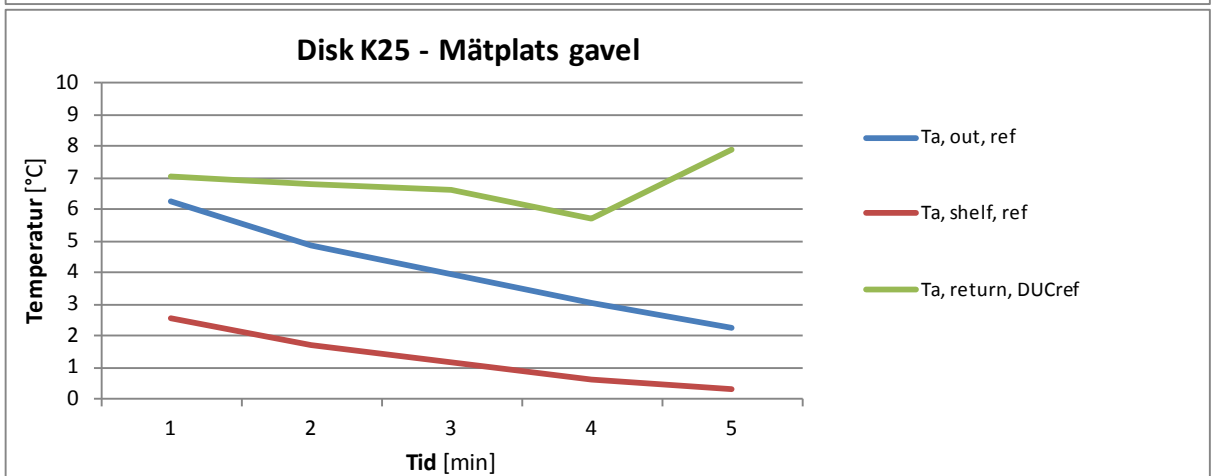
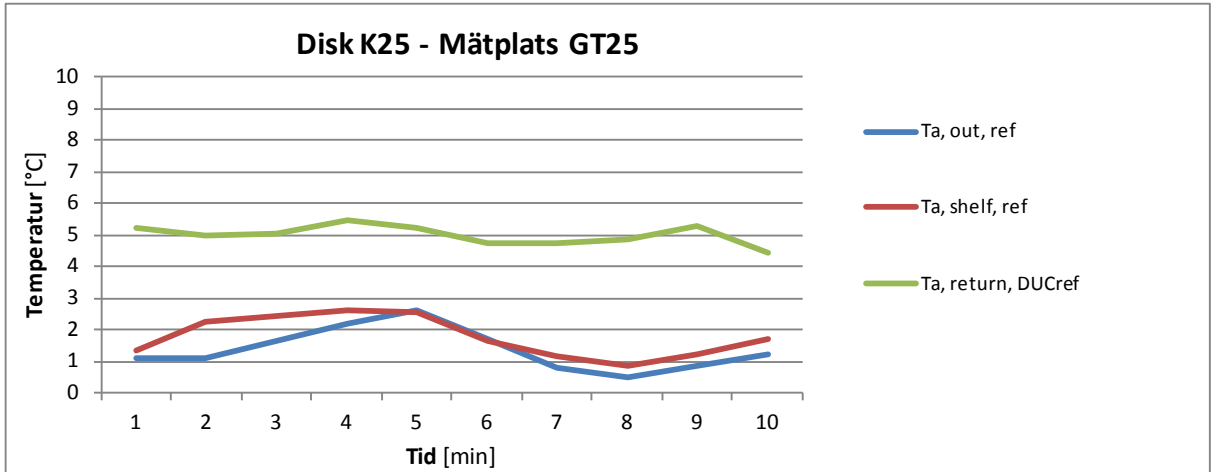


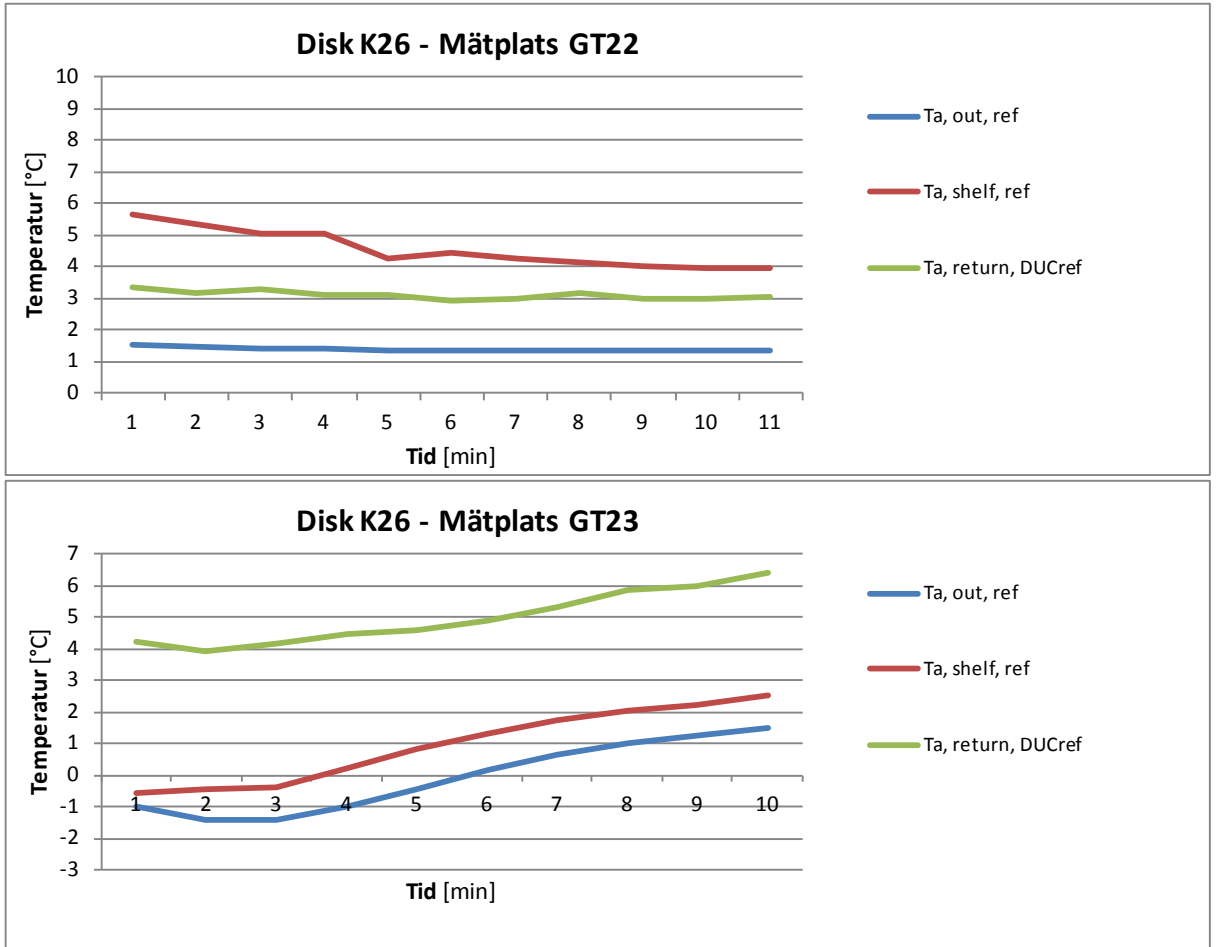






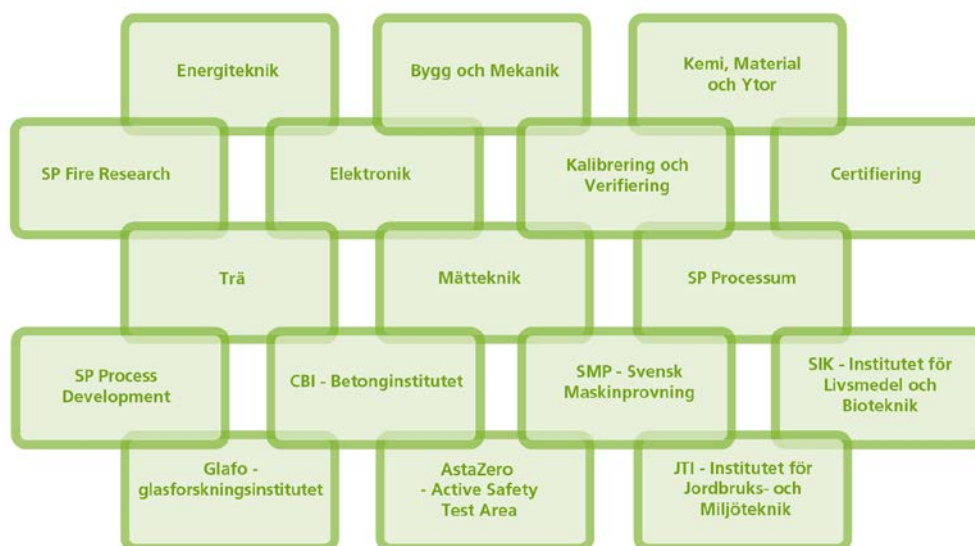






SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Vi arbetar med innovation och värdeskapande teknikutveckling. Genom att vi har Sveriges bredaste och mest kvalificerade resurser för teknisk utvärdering, mätteknik, forskning och utveckling har vi stor betydelse för näringslivets konkurrenskraft och hållbara utveckling. Vår forskning sker i nära samarbete med universitet och högskolor och bland våra cirka 10000 kunder finns allt från nytänkande småföretag till internationella koncerner.



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Box 857, 501 15 BORÅS

Telefon: 010-516 50 00, Telefax: 033-13 55 02

E-post: info@sp.se, Internet: www.sp.se

www.sp.se

Mer information om SP:s publikationer: www.sp.se/publ

SP Rapport 2014:58

ISBN 978-91-88001-02-3

ISSN 0284-5172