

Danfoss Redan A/S
Att. Peter Hemmsen
Omega 7, Søften
DK-8382 HINNERUP
Danmark

Provning av fjärrvärmecentral

(3 bilagor)

1 Uppdrag

SP har på uppdrag av Danfoss Redan A/S provat en fjärrvärmecentral av fabrikat Danfoss.

I uppdraget ingår att granska tillverkarens inlämnade dokumentation för överensstämmelse med fjärrvärmecentralens utrustning och att kraven är uppfyllda enligt Svensk Fjärrvärmes tekniska bestämmelser F:101 och F:103-7.

2 Provobjekt

Tillverkare: Danfoss Redan A/S
Typ: VX 2000/11
Tillverkningsnummer: Proto 675
Tillverkningsår: 2011

Regulator: Danfoss ECL 110/PTC2+P

Fjärrvärmecentralen har systembeteckning: HT

Testad för differenstryckområdet: 0,100-0,600 MPa

2.1 Konstruktionsdata

2.1.1 Konstruktionstryck

Primärsida: 1,6 MPa
Sekundärsida, radiator: 0,25 MPa
Sekundärsida, varmvatten: 1,0 MPa

2.1.2 Konstruktionstemperatur

Primärsida: 120 °C
Sekundärsida, radiator: 80 °C
Sekundärsida, varmvatten: 80 °C



Figur 1. Fjärrvärmecentralen Danfoss VX 2000/11

2.2 Handlingar tillhörande provobjektet

Följande handlingar har granskats för överensstämmelse med den provade fjärrvärmecentralens utrustning och med kraven i F:103-7 kapitel 1.3.

- Fjärrvärmecentralen är märkt med modellbeteckning VX 2000/11, typnummer 41325412 och tillverkningsnummer Proto 675.
- Specifikationer av ingående komponenter, material och fogningsmetoder. Se bilaga 2.
- För obligatorisk kontroll och tilläggskontroll redovisas följande uppgifter för styr- och reglerutrustning: Termisk reglering inställning 2,5 varv från maxinställning
 - Öppnings- och stängningstid för ställdonet för varmvattenreglering; Öppningstid; stängningstid Ej aktuellt
 - P-band; I-tid; D-tid Ej aktuellt
 - K-faktor (för DUC) Ej aktuellt
 - Styrfunktionsenhetens programversion Ej aktuellt
 - Börvärde: Varmvattentemperatur Ej aktuellt

- Principkoppling och fjärrvärmecentralens uppbyggnad med måttangivelser och vikt. Ingår i manualen.
- Kundenpassad funktionsbeskrivning och skötselanvisning *Logstor Primär fjärrvärmecentral VX 2000/11 Danfoss ECL 110/Redan PTC* daterad 2012-02-03.
- Beräkningsprogram för värmeväxlare *Danfoss Heat exchanger calculation tool*, 4.2.34, 2012-02.
- Försäkran om överensstämmelse för CE-märkt fjärrvärmecentral, som gäller under PED 97/23/EG, och intyg att tillverkningskontroll genomförts enligt kravet i F:101 tabell 3. Ej aktuellt
- För ej CE-märkt fjärrvärmecentral enligt tryckkärlsdirektivet PED 97/23/EG art. 3 är tillverkningskontroll utförd av anmält organ (notified body): Bureau Veritas. Intyg nummer: 10.CPN.1063.01 Redan
- Redovisning med provprotokoll att värmeväxlare av samma typ som är installerade i fjärrvärmecentralen uppfyller kraven i standarden SS-EN 1148 med temperaturprogram enligt Svensk fjärrvärmes tekniska bestämmelse F:109. Rapport *Danfoss LPM HEI 21/07* utfärdad av Danfoss LPM, Leppävirta Finland, 2007-10-29.

3 Provpplats och tid

Provningen utfördes på SP, sektionen för System- och installationsteknik, i mars 2011. Provobjektet ankom till SP den 3 mars 2011 och hade vid ankomsten inga synliga fel.

4 Provmetod

Prov av denna fjärrvärmecentral har utförts enligt Svensk Fjärrvärmes Tekniska bestämmelse F:103-7.

4.1 Provriggens utrustning och uppbyggnad

Följande utrustning har använts vid provningen.

Fjärrvärmecentralprovrigg FV3	ETu-QD CB:11
Differenstryckmätare	Inv. nr. 202 111
Differenstryckmätare	Inv. nr. 202 112
Flödesmätare typ induktiv DN 15	Inv. nr. 202 082
Flödesmätare typ induktiv DN 10	Inv. nr. 202 083
Flödesmätare typ induktiv DN 15	Inv. nr. 202 085
Logger för mätdatansamling med temperaturgivare typ PT100	Inv. nr. 202 879
Tryckmätare för tryckprovning	Inv. nr. 900 050

4.2 Mätdatainsamling statistiska mätningar

Efter att stabila förhållanden har uppnåtts har mätvärden registrerats i minst 60 sekunder.

Stabila förhållanden har antagits blivit uppnådda när individuella temperaturer är inom $\pm 0,5$ K av medelvärdet och massflödet är inom $\pm 1,5\%$ av medelvärdet. Registrerade mätvärden är medelvärden av 60 momentana mätvärden. Samplingshastighet 1 Hz.

4.3 Mätdatainsamling dynamiska mätningar

Samplingshastigheten är 5 Hz för dynamiska mätningar i mätpunkterna t_{32} och t_{33} .

Tidskonstanten för temperaturgivarna i mätpunkt t_{32} och t_{33} är $\leq 1,5$ s och motsvarar 63% av slutvärdet för en momentan temperaturändring från 10 till 90 °C.

Tidskonstanten för flödesmätaren som mäter varmvattenflödet är $\leq 0,2$ s.

Det statistiska trycket för inkommande kallvatten är 0,4 MPa för framställning av varmvatten i direktväxling.

För styrning av varmvattenflödet har provriggen två parallellkopplade magnetventiler. Varje magnetventil styr ett inställt flöde och inställningen beror av vilken typ av fjärrvärmecentral som provas. Tiden för varmvattnets flödesändring är $\leq 1,5$ s. Varmvattensystemets totala tidskonstant som registreras i provningen med angivna förutsättningar omfattar både provrigg och provobjekt.

Resultat presenteras i diagramform och verifieras med numeriska värden.

4.4 Reglersystem för varmvatten

Den provade fjärrvärmecentralen är avsedd för direktväxling av varmvatten. Det innebär att inkommande kallvatten, c:a 10 °C, värms direkt i värmeväxlaren till c:a 50 °C. Temperaturen för varmvattnet i mätpunkt t_{32} mäts i anslutning för fjärrvärmecentralens varmvattenledning.

Varmvattnets temperatur vid tappstället i mätpunkt t_{33} mäts i samma ledning 5 m från mätpunkt t_{32} . Varmvattenledningen i provriggen består av ett oisolerat PEX-rör med dimension 22*3 mm.

4.5 Redovisad mätosäkerhet

Mätosäkerheten har uppskattats till bättre än följande värden.

Differenstryck 0-100 kPa	± 1 kPa
Temperatur 0-100 °C	$\pm 0,1$ °C
Flöde	$\pm 1,5\%$
Effekt ($\Delta t=10,0$ °C)	$\pm 2,1\%$
Effekt ($\Delta t=20,0$ °C)	$\pm 1,7\%$
Tryck 0-7 MPa	$\pm 0,01$ MPa

5 Provresultat

Efter varje kontroll görs en bedömning om provobjektet uppfyller de krav som ställs i F:103-7. Bedömningen redovisas med följande: *uppfyller/uppfyller inte provprogrammets krav*. Samtliga krav ska vara uppfyllda för att certifikat ska kunna utfärdas för den provade fjärrvärmecentralen.

Provresultatet avser endast den provade fjärrvärmecentralen.

5.1 Utrustning och utförande

Fjärrvärmecentralens utförande och utrustning är kontrollerad mot de krav som ställs i F:101.

Resultat: Uppfyller provprogrammets krav.

5.2 Tryckprovning

Primärsidan har tryckprovats med 2,29 MPa (1,43 * konstruktionstrycket 1,6 MPa) under 30 minuter.

Resultat: Uppfyller provprogrammets krav.

5.3 Kontroll av styrventiler

Stängd styrventil för värmekretsen vid differenstrycket 0,60 MPa.

Resultat: Uppfyller provprogrammets krav.

Stängd styrventil för varmvattenkretsen vid differenstrycket 0,60 MPa.

Resultat: Uppfyller provprogrammets krav.

5.4 Statistiskt prov av radiatorkapacitet

I tabell 1 redovisas registrerade mätvärden för de två olika belastningsfall som föreskrivs i provmetoden enligt moment 4.1 i provprogrammet. I tabellen angivna termiska effekter är beräknade värden.

Provpunkt 1 provad med 0,100 MPa primärt differenstryck, radiatorlast 100 % av P_{nom} .
 Provpunkt 2 provad med 0,100 MPa primärt differenstryck, radiatorlast 50 % av P_{nom} .

Tabell 1

Prov punkt	Primär				Sekundär				
	t_{11} [°C]	t_{12} [°C]	q_1 [l/s]	P_1 [kW]	t_{21} [°C]	t_{22} [°C]	q_2 [l/s]	Δp_2 [kPa]	P_2 [kW]
1	99,9	61,3	0,120	19,2	60,0	80,2	0,223	14	18,3
2	65,3	46,0	0,120	9,6	45,1	55,4	0,215	14	9,1

Provprogrammets krav:

$t_{12} \leq 63^\circ\text{C}$ vid 100% av P_{nom} för radiatortemperaturer 60-80°C.

Resultat: Registrerade mätvärden uppfyller provprogrammets krav.

5.5 Statiskt prov av varmvattenkapacitet

Styrventilen för värmesystemet är stängd under detta prov.

Provpunkt 3 i tabell 2 redovisar registrerade mätvärden för det belastningsfall som föreskrivs i provmetoden enligt moment 4.2 i provprogrammet.

I tabell 2 är termiska effekter beräknade värden.

Provpunkt 3 har provats med 0,100 MPa primärt differensstryck.

Dimensionerande varmvattenflöde: 0,2 l/s.

Tabell 2

Prov punkt	Primär				Sekundär				
	t ₁₁ [°C]	t ₁₂ [°C]	q ₁ [l/s]	P ₁ [kW]	t ₃₁ [°C]	t ₃₂ [°C]	q ₃ [l/s]	Δp ₃ [kPa]	P ₃ [kW]
3	65,1	21,5	0,185	33,6	9,9	50,5	0,200	60	33,3

Provprogrammets krav: t₁₂ ≤ 22°C.

Resultat: Registrerade mätvärden uppfyller provprogrammets krav.

Ett frivilligt kompletteringstest med ett varmvattenflöde på 0,3 l/s kan göras och redovisas i tabell 3.

Ej aktuellt.

Tabell 3

Prov punkt	Primär				Sekundär				
	t ₁₁ [°C]	t ₁₂ [°C]	q ₁ [l/s]	P ₁ [kW]	t ₃₁ [°C]	t ₃₂ [°C]	q ₃ [l/s]	Δp ₃ [kPa]	P ₃ [kW]
	-	-	-	-	-	-	-	-	-

5.6 Dynamiskt prov av varmvattenfunktionen

Före registrering av de dynamiska förloppen har varmvattenkretsen varit i drift för att uppnå ett stationärt drifttillstånd. Varmvattentemperaturen i mätpunkt t₃₂ har varit c:a 50°C och inkommande kallvatten i mätpunkt t₃₁ har varit c:a 10 °C med varmvattenflödet 0,2 l/s.

Provpunkterna 4 och 5 utfördes med radiatorlast och dynamiska varmvattenlaster enligt F:103-7 kap. 4.3.1.

Tre olika driftsfall har provats och redovisas med diagrammen 1, 2 och 3 i bilaga 3.

Diagrammen redovisar fjärrvärmecentralens funktion vid lastförändringar med fokusering på varmvattentemperaturen i utgående ledning från vattenvärmaren i mätpunkten t_{32} och i ”tappställets” mätpunkt t_{33} .

5.6.1 Diagram 1. Provpunkt 4. 50% radiatorlast.

Provet har genomförts med 0,5 MPa statiskt tryck i primär framledning och 0,100 MPa primärt differensstryck. (bilaga 3)

5.6.2 Diagram 2. Provpunkt 5.1. 100% radiatorlast.

Provet har genomförts med 0,5 MPa statiskt tryck i primär framledning och 0,100 MPa primärt differensstryck. (bilaga 3)

5.6.3 Diagram 3. Provpunkt 5.2. 100% radiatorlast.

Provet har genomförts med 1,0 MPa statiskt tryck i primär framledning och 0,600 MPa differensstryck. (bilaga 3)

För samtliga driftsfall ska kraven som ställs i F:103-7 kap. 4.3.3 uppfyllas.

Sammanställning:

- Reglerutrustningens inställningsvärden: Termisk reglering inställning: 2,5 varv från maxinställning.
 - Öppnings- och stängningstid för ställdonet för varmvattenreglering; Öppningstid: -; stängningstid: - Ej aktuellt
 - P-band: -; I-tid: -; D-tid: - Ej aktuellt
 - K-faktor (för DUC): Ej aktuellt
 - Styrfunktionsenhetens programversion: Ej aktuellt
 - Börvärde: Varmvattentemperatur: Ej aktuellt
- Temperaturen i anslutning för varmvattenledning i mätpunkt t_{32} är lägst 48,0 °C, och högst 61,2 °C för provpunkterna 4, 5.1 och 5.2.
- Varmvattentemperaturen i mätpunkt t_{32} stabiliseras inom 100 s.
- Under 0 s har temperatur över 65°C registrerats i mätpunkt t_{32} .
- Stabilitetskravet på varmvattnet i mätpunkt t_{32} är variationer inom $\pm 1^\circ\text{C}$.
- Högsta uppmätta temperatur på varmvattnet i mätpunkt t_{33} är 60,0 °C (se diagram 3 bilaga 3).
- Lägst uppmätta temperatur på varmvattnet i mätpunkt t_{33} är 48,9°C (se diagram 1 bilaga 3).

Resultat: Registrerade mätvärden uppfyller provprogrammets krav.

5.7 Varmvattenfunktioner

5.7.1 Kontroll av reglerutrustning vid lågt varmvattenflöde

För att försäkra att fjärrvärmecentralens reglerutrustning kan producera varmvatten med ett lågt flöde genomförs en kontroll med flödet 0,02 l/s. Provet genomförs utan radiatorlast med primär framledningstemperatur 65 °C och 0,100 MPa differensstryck. Se F:103-7 kap. 4.3.4.1.

Före registrering av prov med lågt varmvattenflöde har varmvattenkretsen varit i drift för att uppnå ett stationärt drifttillstånd. Varmvattentemperaturen i mätpunkt t_{32} har varit c:a 50 °C och inkommande kallvatten i mätpunkt t_{31} har varit c:a 10 °C med varmvattenflödet 0,13 l/s. När ett stationärt drifttillstånd uppnåtts ändras varmvattenflödet till 0,02 l/s.

Diagram 4 redovisar kontroll av reglerutrustning vid lågt varmvattenflöde (bilaga 3). Provprogrammets krav är att varmvatten kan produceras med flödet 0,02 l/s.

- Ett varmvattenflöde på 0,02 l/s startas. Varmvattentemperaturen i mätpunkt t_{32} är stabil efter 42 s och uppmättes till 45,4 °C.

Resultat: Registrerade mätvärden uppfyller provprogrammets krav.

5.7.2 Kontroll av tomgångsegenskaper för fjärrvärmecentraler utan VVC

Fjärrvärmecentraler för småhus, som inte har varmvattensystem med VVC skall ha en varmhållningsfunktion för att upprätthålla en temperatur i serviceledningen på en nivå så att god beredskap finns för varmvatten. Se F:103-7 kap. 4.3.4.2.

En varmvattentappning genomförs med flödet 0,2 l/s utan radiatorlast med primär framledningstemperatur 65°C och 0,100 MPa differenstryck. När ett statiskt drifttillstånd har uppnåtts stängs varmvattenflödet av. På primärsidan mäts flödet samt fram- och returtemperatur.

I de fall varmhållningsflödet inte passerar genom värmväxlare är provprogrammets krav att temperaturen i serviceledningens returledning får vara högst 45°C.

Den provade fjärrvärmecentralen öppnar styrventilen för varmvatten för att hålla en stabil temperatur i värmväxlaren även när ingen last förekommer.

Varmhållningsfunktionens energi mäts av fjärrvärmecentralens värmemätare.

Diagram 5: Kontroll av tomgångsegenskaperna för fjärrvärmecentral utan VVC (bilaga 3)

- Varmhållningen startar efter 55 minuter.
- Efter 140 minuter fastställs ett stabilt drifttillstånd där temperaturen i mätpunkt t_{12} uppmättes till 39 °C.
- Tomgångsflödet uppmättes till c:a 8 l/h. (Mätosäkerheten är dock stor vid så låga flöden.)

Resultat: Registrerade mätvärden uppfyller provprogrammets krav.

5.7.3 Kontroll av reaktionstid för varmvatten

Efter provet av tomgångsegenskaper genomförs ett prov som visar hur lång tid det tar tills varmvatten med rätt temperatur och stabilitet uppnås. När fjärrvärmecentralen intagit ett stabilt drifttillstånd utan varmvatten- och värmelast startas en varmvattentappning med flödet 0,2 l/s. Se F:103-7 kap. 4.3.4.2.

Provprogrammets krav är att temperaturen i mätpunkt t_{32} skall vara stabil inom 100 s efter att en temperaturförändring börjar att registreras och vara stabil mellan 50-60 °C. Stabil innebär att temperaturen tillåts variera ± 1 °C.

Diagram 6: Kontroll av reaktionstid för varmvatten (bilaga 3)

- Varmvattentemperaturen i anslutning för varmvattenledning i mätpunkt t_{32} är stabil efter 46 s och uppmättes till 51,9 °C.

Resultat: Registrerade mätvärden uppfyller provprogrammets krav.

5.8 Kontroll av värmemätarens installationsplats

Vid provning har en passbit med tryckfallet 25 kPa vid 0,28 l/s flöde ersatt värmemätarens flödesgivare.

Mätarplats för flödesgivare är placerad på primärsidans returledning i horisontellt läge.

Raksträcka före mätarplatsen: 10 cm

Raksträcka efter mätarplatsen: 5 cm

6 Övriga upplysningar

Ej aktuellt.

7 Underlag för certifieringsbeslut

Den provade fjärrvärmecentralen av fabrikat Danfoss, typ VX 2000/11 med tillverkningsnummer Proto 675 uppfyller ställda krav enligt Svensk Fjärrvärmes tekniska bestämmelser F:103-7.

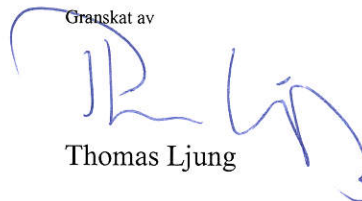
SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut Energiteknik - System- och installationsteknik

Utfört av



Anna Boss

Granskat av



Thomas Ljung

Bilagor

- 1 Beteckningar
- 2 Komponentförteckning och tekniska data
- 3 Diagram

Bilaga 1

Beteckningar

P_1	Effekt, primärsida.	[kW]
P_2	Effekt, värmesystem.	[kW]
P_3	Effekt, varmvatten.	[kW]
t_{11}	Temperatur, primärsida framledning.	[°C]
t_{12}	Temperatur, primärsida returledning.	[°C]
t_{21}	Temperatur, värmesystem returledning.	[°C]
t_{22}	Temperatur, värmesystem framledning.	[°C]
t_{31}	Temperatur, kallvatten.	[°C]
t_{32}	Temperatur, varmvatten intill växlaren.	[°C]
t_{33}	Temperatur, varmvatten i tappställe.	[°C]
q_1	Volymflöde, primärsida.	[l/s]
q_2	Volymflöde, värmesystem.	[l/s]
q_3	Volymflöde, varmvatten.	[l/s]
Δp_2	Differenstryck, värmekretsen.	[kPa]
Δp_3	Differenstryck, varmvattenkretsen.	[kPa]

Komponentförteckning och tekniska data

Värmeväxlare för värme- och varmvattensystem

Tillverkare: Danfoss

Typ av värmeväxlare: Plattvärmeväxlare

Typ nummer, värmesystem: XB 06H-1 26

Typ nummer, varmvatten: XB 06H-1 26

Tillverkningskontroll enligt PED 97/23/EG i tillämpliga fall lägst A.

Tillverkningskontrollen utförd av: Bureau Veritas

Intyg nummer: 10.CPN.1063.01 Redan

Dimensioneringsuppgifter för radiatorväxlaren:

Effekt: 18 kW

Temperatur primär/sekundär: 100-61/60-80°C

Dimensioneringsuppgifter för varmvattenväxlaren:

Effekt: 33 kW

Temperatur primär/sekundär: 65-22/10-50°C

Dimensionerande varmvattenflöde: 0,2 l/s

Reglerutrustning för värmesystem

Reglercentral

Tillverkare: Danfoss

Typ: ECL Comfort 110

Version av program: 130

Styrventil

Tillverkare: Danfoss

Typ: VS2

Storlek: DN15

Kvs: 0,63

Ställdon

Tillverkare: Danfoss

Typ: AMV 150

Ställtid: 120 s

Temperaturgivare

Temperaturgivare, framledning

Tillverkare: Danfoss

Typ: ESMC

Temperaturgivare, utomhus

Tillverkare: Danfoss

Typ: ESMT

Temperaturgivare, rumsgivare

Tillverkare: Danfoss

Typ: ESM-10

Reglerutrustning för varmvatten

Termisk regulator

Tillverkare: Danfoss
Typ: PTC2+P
Kvs: 2,4
Ställtid: -
Storlek: DN15
Tryckklass: PN 16

Övrig utrustning

Pump för värmesystem

Tillverkare: Grundfos
Typ: UPS 15-40
Kapacitet: 0,8 m³/h – 33 kPa

Expansionskärl

Tillverkare: CIMM
Volym: 12 liter
Förtryck: 0,5 bar

Säkerhetsventiler

Säkerhetsventil värme
Tillverkare: DUCO
Öppningstryck: 2,5 bar

Säkerhetsventil kallvatten

Tillverkare: DUCO
Öppningstryck: 10 bar

Manometer

Tillverkare: Hong qi instruments
Typ: Ø 50 mm
Tryck: 0-4 bar

Termometrar

Tillverkare: Hong qi instruments
Typ: Ø 35 mm 0-120 °C
Placering: Värme fram och retur

Packningar

Specifikation på packningsmaterial i kopplingar på primärsida
Tillverkare: Simrit
Typ: 85 EPDM 282
Material: EPDM
Temperatur: 140 °C
Tryck: 100 bar

Alt.

Tillverkare: Simrit
Typ: UNIBA 81100
Material: Aramidfiber
Temperatur: 250 °C
Tryck: 100 bar

Bilaga 2

Specifikation på packningsmaterial i kopplingar på sekundärsida

Tillverkare: Simrit
Typ: 85 EPDM 282
Material: EPDM
Temperatur: 140 °C
Tryck: 100 bar

Alt.

Tillverkare: Simrit
Typ: UNIBA 81100
Material: Aramidfiber
Temperatur: 250 °C
Tryck: 100 bar

Kopplingar

Tillverkare: Danfoss
Typ: Redankoppling Standard end-forming EPDM, Standard end-forming fiber och EPDM end-forming short neck for o-ring

Påfyllningsventil

Tillverkare: Pettinaroli
Typ: ¾" avzinkningshärdig mässing
EN1717 EA

Backventil för kallvatten

Tillverkare: Watts
Typ: IO015

Smutsfilter

Tillverkare: Danfoss Redan
Maskvidd: 0,5 mm primär, 0,6 mm sekundär

Förbigång

Utöver att det i reglerfunktionen finns en inbyggd varmhållningsfunktion, kan det förekomma en extra varmhållningsfunktion.

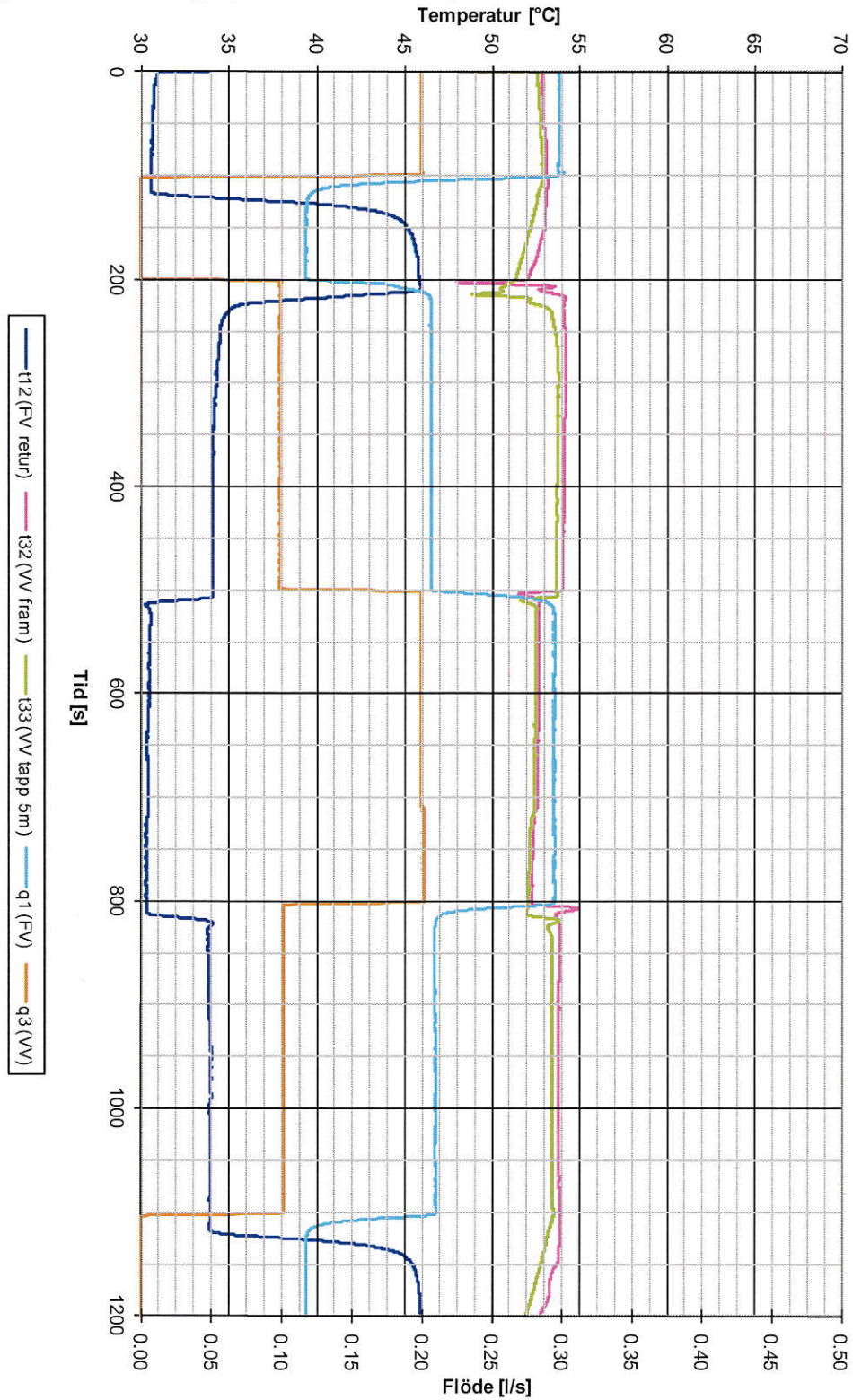
Ventil; tillverkare: Danfoss Redan
Typ: DN20 ¾" utv./utv. kvs 0,4
Givare; tillverkare: Danfoss
Typ: FJVR 10-50 °C

Flödet mäts/mäts inte av värmemätare. Valbart om flödet ska gå genom mätare.

Bilaga 3

Diagram 1: Provpunkt 4

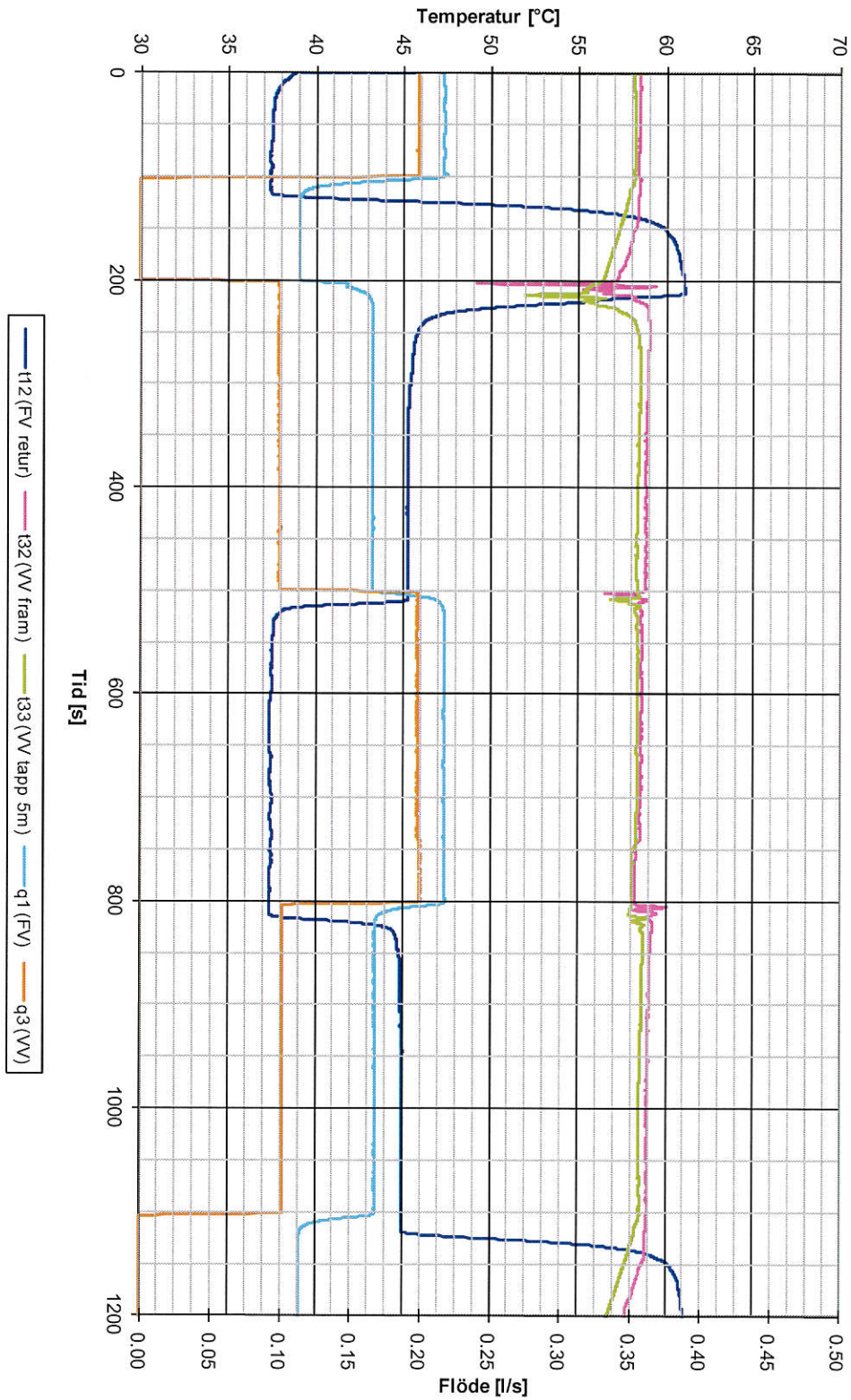
65°C primär framledning, 0,100 MPa differenstryck



Bilaga 3

Diagram 2: Provpunkt 5.1

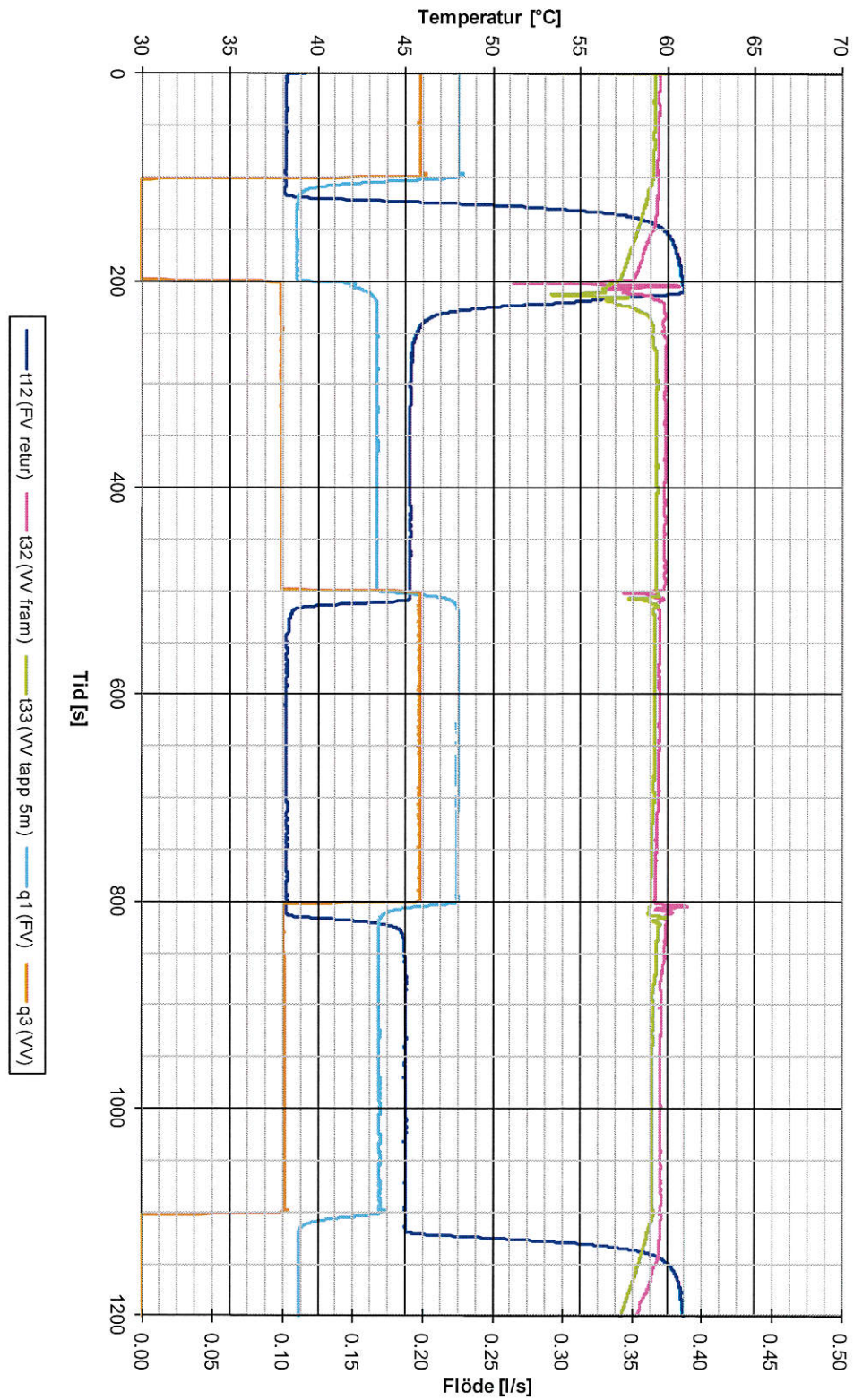
100°C primär framledning, 0,100 MPa differenstryck



Bilaga 3

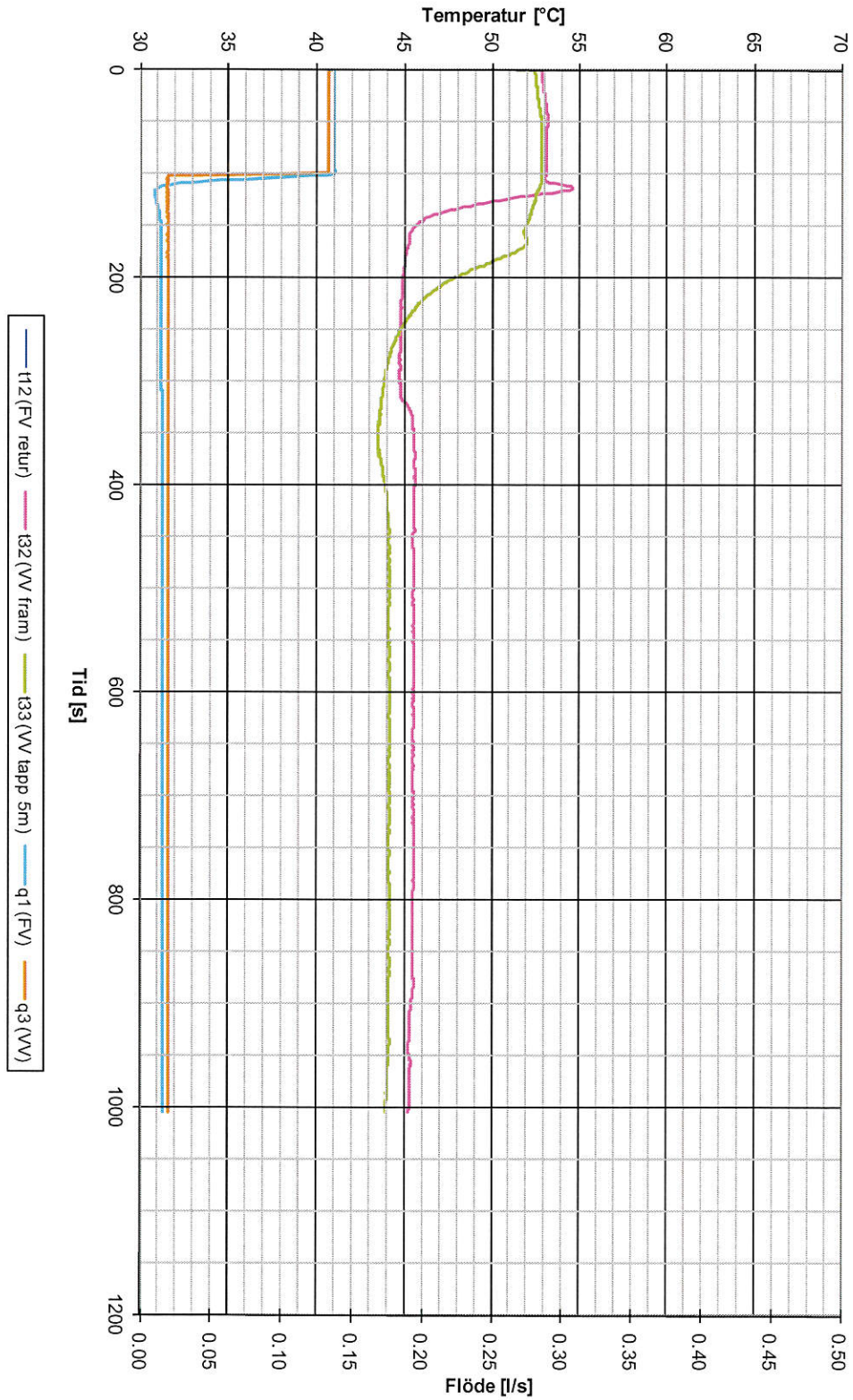
Diagram 3: Provpunkt 5.2

100°C primär framledning, 0,600 MPa differenstryck



Bilaga 3

Diagram 4: Lågt varmvattenflöde (0,02 l/s)



Bilaga 3

Diagram 5: Tomgång



Bilaga 3

Diagram 6: Reaktionsstid för varmvatten

