

PROVPROGRAM FÖR VÄRMEVÄXLARE OCH VATTENVÄRMARE



Tekniska bestämmelser | F:109 | Mars 2004

PROVPROGRAM FÖR VÄRMEVÄXLARE OCH VATTENVÄRMARE

Tekniska bestämmelser | F:109 | Mars 2004

ISSN 1401-9264
© 2004 Svensk Fjärrvärme AB
Art nr 031137

Förord

Värmeväxlare som ingår i fjärrvärmecentraler ska uppfylla de krav som ställs i Svensk Fjärrvärmes tekniska bestämmelser för fjärrvärmecentraler F:101.

Denna bestämmelse F:109 beskriver hur en typtest av värmeväxlare genomförs enligt standarden EN 1148, samt med de krav som gäller för svenska fjärrvärmesystem.

Tillverkare av värmeväxlare ska i sin produktinformation redovisa att värmeväxlarna uppfyller de i F:109 ställda kraven. På anmodan ska tillverkaren till Svensk Fjärrvärme redovisa en provningsrapport.

Svensk Fjärrvärme AB
Fjärrvärmecentralteknik

Göte Ekström

Innehållsförteckning

1.	Allmänt.....	4
2.	Villkor för godkännande	4
3.	Provprogram	5
3.1.	Provbeskrivning för radiator- och ventilationsväxlare.....	5
3.1.1.	Provpunkter.....	5
3.2.	Provbeskrivning för växlare för varmvatten i flerbostadshus	5
3.2.1.	Provpunkter.....	6
4.	Provningsrapport.....	6
5.	Utvärdering av värmeväxlarens prestanda	7
5.1.	Mätvärden	7
5.2.	Beräknade parametrar	7
5.3.	Teoretiska parametrar	7
5.4.	Utvärdering och omdöme	9
6.	Slutgiltig bedömning	9
7.	Beteckningar	10

1. Allmänt

Svensk Fjärrvärme har tekniska bestämmelser som bl.a. omfattar värmeväxlare i fjärrvärmecentraler, "Fjärrvärmecentralen – Utförande och installation" F:101. I denna framgår vilka krav som ställs på värmeväxlarens utförande och prestanda.

Tillverkare och leverantörer av värmeväxlare ska redovisa att VVX uppfyller Svensk Fjärrvärmes krav, gällande EG-direktiv och nationella myndigheters krav. Detta sker genom provning av värmeväxlare enligt s.k. typtest.

Testerna följer beskriven provmetod i EN 1148 "Heat exchangers - Water to water heat exchangers for district heating - Test procedures for establishing the performance data".

2. Villkor för godkännande

Kraven i EN 1148 och Svensk Fjärrvärmes tekniska bestämmelser ska vara uppfyllda. Provningsrapporten ska innehålla uppgifter som redovisar provpunkternas mätresultat och dimensioneringsprogrammets jämförande beräkningar. Mätvärden och beräkningar ska ge överensstämmande resultat.

- Övergripande krav
Värmeväxlaren uppfyller kraven i tryckkärlsdirektivet PED 97/23/EG och att tryckkärl, som omfattas av 8§, i direktivet även uppfyller kraven i F:101.
- Radiator- och ventilationsväxlare
De sex angivna provpunkterna i 3.1.1 mäts i provriggen. Skillnaden mellan VVX primära och sekundära returtemperaturer får inte vara större än 3°C i provpunkterna 1 - 3. För provpunkterna 4 - 6 tillåts skillnaden mellan primära och sekundära returtemperaturer vara större än 3°C. Samtliga sex uppmätta provpunkter redovisas och jämförs med motsvarande beräkningar i dimensioneringsprogrammet.
- Varmvattenväxlare
De sex angivna provpunkterna i avsnitt 3.2.1 mäts i provriggen. För tappvarmvattenväxlare får den primära returtemperaturen inte överstiga 22°C i någon av de sex provpunkterna. Samtliga sex uppmätta provpunkter redovisas och jämförs med motsvarande beräkningar i dimensioneringsprogrammet.
- Övrig information
Katalogmaterial som beskriver värmeväxlaren
- Dimensioneringsprogram
PC-kompatibelt, version och datum ska framgå i programmets presentation.

3. Provprogram

Provningen genomförs med utgångspunkt från EN 1148 och med temperaturnivåer som fastställts av Svensk Fjärrvärme.

3.1. Provbeskrivning för radiator- och ventilationsväxlare

Värmeväxlarens s.k. nominella effekt P_{nom} för valt temperaturprogram ska anges innan provet påbörjas.

3.1.1. Provpunkter

Den första provserien om tre provpunkter (1-3) ska registreras vid olika belastningar, se tabell 1. EN 1148 föreskriver att därefter ska ytterligare en provserie om tre provpunkter (4-6) registreras då det sekundära massflödet är 50% av värdet vid de tre första punkterna. Detta innebär att totalt ska minst sex provpunkter genomföras vid ett komplett prov.

Vid injustering av de olika provpunkterna ska precisionen i flöde prioriteras framför temperaturer. Det innebär att avvikelser på högst $\pm 0,5^\circ\text{C}$ får förekomma på inställda temperaturer t_{11} , t_{21} och t_{22} . Det sekundära massflödet ska vara detsamma inom varje provserie om tre provpunkter.

Provprogram	Temperaturer [$^\circ\text{C}$]	Effekt i % av P_{nom}
Provpunkt 1	100 - = 53 / 50 - 70	100
Provpunkt 2	65 - 42 / 40 - 50	50
Provpunkt 3	65 - 31 / 30 - 35	25
Provpunkt 4	100 - 38 / 30 - 70	100
Provpunkt 5	65 - 34 / 30 - 50	50
Provpunkt 6	65 - 27 / 25 - 35	25

Kraven på de primära returtemperaturer framgår av kap. 2.
Returtemperaturerna i provpunkterna 2 - 6 är endast riktvärden.

3.2. Provbeskrivning för växlare för varmvatten i flerbostadshus

Provobjektet undersöks i två provserier där primär framledningstemperatur i det första tre provpunkterna är 65°C och i de följande provpunkterna är 85°C . Provpunkternas värden framgår av tabell i avsnitt 3.2.1.

Tre provpunkter ska registreras inom varje provserie motsvarande olika varmvattenflöden. EN 1148 föreskriver att provpunkterna sker vid 25%, 50% och 100% av nominellt varmvattenflöde q_{nom2} . Det nominella flödet q_{nom2} ska innan provet påbörjas, anges som ett flöde baserat på ett lägenhetsantal enligt tabell i bilaga 1.

Värmeväxlarens effekt P_{nom} fastställs då kallvattnet värms från 10°C till 55°C . Dessa temperaturer gäller för samtliga provpunkter.

För den första provpunkten gäller temperaturerna $65^\circ\text{C} - 22^\circ\text{C} / 10^\circ\text{C} - 55^\circ\text{C}$ vid värmeväxlarens nominella flöde q_{nom2} .

Varmvattenväxlare till fjärrvärmecentraler för småhus omfattas inte av denna provning. De har dimensioneringsdata 65°C - 25°C / 10°C - 50°C och provas för ett högsta varmvattenflöde på 0,2 l/s.

3.2.1. Provpunkter

Varmvattenväxlaren provas vid tre olika belastningar (varmvattenflöden) och med två olika framledningstemperaturer. Det innebär att totalt ska minst sex provpunkter genomföras vid ett komplett prov.

Vid injustering av de olika provpunkterna ska precisionen i flöde prioriteras framför temperaturer. Det innebär att avvikelser kan få förekomma på högst $\pm 0,5^\circ\text{C}$ för temperaturerna t_{11} , t_{21} och t_{22} . Det sekundära massflödet ska vara detsamma för provpunkterna 1 och 4. Motsvarande relation ska gälla för provpunkterna 2 och 5 respektive provpunkterna 3 och 6.

Provprogram	Temperaturer [°C]	Effekt i % av P_{nom}
Provpunkt 1	65 - = 22 / 10 - 55	100
Provpunkt 2	65 - = 22 / 10 - 55	50
Provpunkt 3	65 - = 22 / 10 - 55	25
Provpunkt 4	85 - = 22 / 10 - 55	100
Provpunkt 5	85 - = 22 / 10 - 55	50
Provpunkt 6	85 - = 22 / 10 - 55	25

4. Provningsrapport

Provningsrapporten ska redovisa värmeväxlarens datauppgifter, prestanda och resultat från provningen enligt EN 1148. Varje provpunkt kontrolleras mot dimensioneringsprogrammet och redovisas.

I rapporten ska det anges med vilken mätnoggrannhet provningsresultaten redovisas.

Det ska tydligt framgå om den testade växlaren uppfyller kraven i Svensk Fjärrvärmes tekniska bestämmelser och EN 1148.

Tillåtna avvikelser
Effekt $P' \geq 0.97 \times \bar{P}$
Differenstryck primärsida $\Delta p'_1 \leq 1.05 \times \Delta p'_1$
Differenstryck sekundärsida $\Delta p'_2 \leq 1.05 \times \Delta p'_2$

5. Utvärdering av värmeväxlarens prestanda

I detta avsnitt redovisas utvärderingsmetoden för utvärdering av testresultat enligt EN 1148. Fingerade mätvärden har använts för att åskådliggöra metoden.

5.1. Mätvärden

Förutsättningen är en värmeväxlare avsett för radiatoruppvärmning.

Följande mätvärden har registrerats i en provpunkt:

t'_{11}	=	99.2°C
t'_2	=	62.8°C
t'_{21}	=	59.4°C
t'_{22}	=	80.6°C
q'_1	=	2.72 l/s
q'_2	=	4.63 l/s
$\Delta p'_1$	=	16 kPa
$\Delta p'_2$	=	27 kPa

5.2. Beräknade parametrar

Utifrån dessa mätvärden kan följande parametrar beräknas:

Primär medeltemperatur $t'_{av1} = 81.0^\circ\text{C}$

Sekundär medeltemperatur $t'_{av2} = 70.0^\circ\text{C}$

Logaritmisk medeltemperaturdifferens LMTD beräknas enligt formeln:

$$LMTD = \frac{(t_{11} - t_{22}) - (t_{12} - t_{21})}{\ln \frac{(t_{11} - t_{22})}{(t_{12} - t_{21})}}$$

Logaritm. medeltemperaturdiff. $LMTD' = 8.94^\circ\text{C}$

Primär termisk effekt $P'_1 = 403.5 \text{ kW}$

Sekundär termisk effekt $P'_2 = 402.1 \text{ kW}$

Termisk effekt P' beräknas som medelvärdet av P'_1 och P'_2 d v s

Termisk medeleffekt $P' = 402.8 \text{ kW}$

Framräknade värden på $LMTD'$ och P' ska i varje provpunkt anges med respektive mätosäkerhet. En mätosäkerhet för temperatur på 0.1°C samt 1.5% av visat värde för flöde ger i detta fall:

$$LMTD' = 8.94 \pm 0.25^\circ\text{C}$$

$$P' = 402.8 \pm 6.3 \text{ kW}$$

5.3. Teoretiska parametrar

För att bedöma om värmeväxlarens uppmätta prestanda överensstämmer med tillverkarens uppgifter, ska den termiska effekten samt de primära och sekundära differenstrycken jämföras.

De teoretiska parametrarna för varje provpunkt ska tas fram utifrån uppmätta massflöden q'_{1m} och q'_{2m} , samt medeltemperaturerna t'_{av1} och t'_{av2} .

Detta kan göras på två sätt:

Alternativ 1:

Leverantören överlämnar före provstart ett beräkningsprogram för provobjektet till den provningsansvarige. Med detta program kan sedan den provningsansvarige genomföra de nödvändiga beräkningarna. S.k. passningsräkning ska göras tills överensstämmelse har uppnåtts för både massflöden och medeltemperaturer.

Alternativ 2:

Leverantören genomför beräkningarna i samarbete med den provningsansvarige efter genomfört prov. Inför beräkningarna får leverantören endast tillgång till två massflöden och två medeltemperaturer för varje provpunkt enligt vad som beskrivits ovan, samt ungefärlig framledningstemperatur på primär- och sekundärsida. S.k. passningsräkning ska sedan göras tills överensstämmelse har uppnåtts för både massflöden och medeltemperaturer.

Från beräkningsprogrammets resultat kan värmexcharens $\overline{k * A}$ beräknas enligt:

$$\overline{k * A} = P / \text{LMTD}$$

Vi antar att beräkningsprogrammet gett följande resultat:

t_{11}	=	99.3°C
t_{12}	=	62.7°C
t_{21}	=	59.3°C
t_{22}	=	80.7°C
q_1	=	2.72 l/s
q_2	=	4.63 l/s
Δp_1	=	15.4 kPa
Δp_2	=	27 kPa

Detta ger en teoretisk effekt $P = 406.3 \text{ kW}$
och en logaritmisk medeltemperatur $\text{LMTD} = 8.96^\circ\text{C}$

Detta innebär att $\overline{k * A} \approx 45.4 \text{ kW}/^\circ\text{C}$, vilket är det värde som i beräkningsprogrammet beskriver kapaciteten för värmexcharen vid de angivna massflödena och medeltemperaturerna.

För att beräkna den teoretiska effekten \overline{P} i den angivna provpunkten används sedan detta teoretiska ($\overline{k * A}$) - värde tillsammans med den tidigare framräknade LMTD' .

Vi får då att: $\overline{P} = 45.4 * 8.94 \approx 405.6 \text{ kW}$

Då hänsyn tagits till den mätosäkerhet som finns för LMTD' erhålls följande resultat:

$$\overline{P} = 405.6 \pm 11.6 \text{ kW}$$

5.4. Utvärdering och omdöme

Enligt EN 1148 ska teoretiska och uppmätta värden av den termiska effekten P , samt differensstrycken Δp_1 och Δp_2 jämföras i varje provpunkt.

I vårt exempel gäller: $P' = 402.8 \pm 6.3$ kW, samt $0.97 * \bar{P} = 393.4 \pm 11.6$ kW

De extremvärden som ska jämföras är:

$$P'_{\max} = 402.8 + 6.3 = 409.1 \text{ kW} \text{ och } \overline{P}_{\min} = 393.4 - 11.6 = 381.8 \text{ kW}$$

Dvs att den uppmätta effekten $P' >$ den teoretiska effekten $0.97 * \bar{P}$

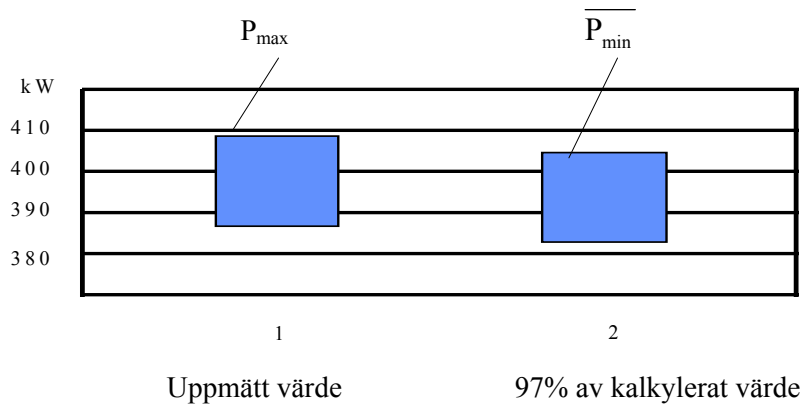
Vi konstaterar också i vårt exempel att:

uppmätt primärt tryckfall < teoretiskt primärt tryckfall

uppmätt sekundärt tryckfall = teoretiskt sekundärt tryckfall.

Omdömet enligt EN 1148 blir således att värmeväxlaren uppfyller de ställda kraven.

En sammanställning av resultaten ska göras både i grafisk och tabellform. Ett exempel på grafisk presentation visas nedan.



6. Slutgiltig bedömning

Den testade värmeväxlaren _____ de villkor som F:109 har angivit.

7. Beteckningar

P	Effekt [kW]
P_1	Effekt, primärsida [kW]
P_2	Effekt, sekundärsida [kW]
q_1	Flöde, primärsida [l/s]
q_2	Flöde, sekundärsida [l/s]
P_{nom}	Effekt, nominell [kW]
P_{nom1}	Effekt, nominell, primärsida [kW]
P_{nom2}	Effekt, nominell, sekundärsida [kW]
q_{nom1}	Flöde, nominell, primärsida [l/s]
q_{nom2}	Flöde, nominell, sekundärsida [l/s]
t_{11}	Temperatur, primärsida, inlopp VVX [°C]
t_{12}	Temperatur, primärsida, utlopp VVX [°C]
t_{21}	Temperatur, sekundärsida, inlopp VVX [°C]
t_{22}	Temperatur, sekundärsida, utlopp VVX [°C]
Δp_1	Differenstryck, primärsida [kPa]
Δp_2	Differenstryck, sekundärsida [kPa]
(...)	Mätt värde eller beräknat värde från mätinstrument, uppmätt värde
(.....)	Teoretiskt värde från tillverkarens dataprogram eller beräkningsunderlag

Bilaga 1

Lägenheter st.	Varmvatten l/s	Lägenheter st.	Varmvatten l/s	Lägenheter st.	Varmvatten l/s
1	0,2	80	0,97	170	1,51
5	0,3	90	1,04	180	1,57
10	0,38	100	1,1	190	1,62
20	0,5	110	1,17	200	1,68
30	0,59	120	1,23	210	1,73
40	0,68	130	1,29	220	1,78
50	0,76	140	1,34	230	1,83
60	0,83	150	1,4	240	1,88
70	0,9	160	1,46	250	1,94

Tekniska bestämmelser

Fjärrvärmecentralen Utförande och installation	F:101
Fjärrkylecentralen Utförande och installation	F:102
Certifiering av fjärrvärmecentral Program för provning och kontroll	F:103-3
Värmemätare Tekniska branschkrav och råd om mätarhantering	F:104
Provprogram för värmeväxlare och vattenvärmare	F:109
Värmemätare Dynamisk funktionskontroll av värmemätare för småhus	F:111

Rapporter

Din fjärrvärmecentral Handbok för dig som sköter huset	2004:1
Säkerhet i fjärrvärmeanläggningar Regler och råd för riskbedömning	2004:2
Fjärrvärmecentralen Kopplingsprinciper	2004:3
Magnetisk-Induktiv flödesmätare	1993
Ultraljudsflödesmätare	1994
Underhållsystem för fjärrvärmecentralen Kravspecifikation att använda vid upphandling	1998:5
Fjärrkommunikation för energiföretag	1997:3

Publikationer

Publikationer kan beställas av Förlagsservice på telefon 026-24 90 00 eller fax 026-24 90 10.

Aktuell förteckning finns även på Svensk Fjärrvärmes hemsida

www.fjarrvarme.org

Fjärrvärme och fjärrkyla skapar effektiva och miljöanpassade energilösningar som tar tillvara resurser som annars går förlorade, och ger kunden enkel, trygg och bekväm värme och kyla.



Svensk Fjärrvärme • 101 53 Stockholm • Telefon 08-677 25 50 • Fax 08-677 25 55
Besöksadress: Olof Palmes gata 31, 6 tr. • E-post kontakt@fjarrvarme.org • www.fjarrvarme.org