

# RAKSTRÄCKOR FÖR ULTRAJUDSMÄTARE



RAPPORT 2011:11





# RAKSTRÄCKOR FÖR ULTRALJUDSMÄTARE

MARKUS ALSBJER  
PETER WAHLGREN

## FÖRORD

Flödesmätning baserad på vinghjulsmätning alltid krävt raksträckor före och efter mätaren för att man ska kunna mäta rätt. Men utvecklingen går framåt och i dag anger många tillverkare av ultraljudsmätare krav på allt kortare raksträckor.

I moderna fjärrvärmecentraler installeras numera oftast dessa ultraljudsmätare. Med dagens utveckling mot kompaktare centraler finns flera exempel på centraler utan raksträckor före och efter värmemätaren. Uppgiften för det här projektet har varit att ta reda på ultraljudsmätarens möjligheter att mäta rätt utan och med raksträckor med olika störningar i systemet.

Arbetet, som är initierat av Svensk Fjärrvärmes expertgrupp inom mätare, har genomförts av Markus Alsbjer på SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut. Till projektet har en referensgrupp bestående av Jan Eliasson Göteborg Energi, Marie.S.Skogström One Nordic, Robert Eklund Fortum, Lars-Ove Ivarsson Vattenfall och Conny Håkansson Svensk Fjärrvärme deltagit.

Projektet ingår i forskningsprogrammet Fjärrsyn som finansieras av Svensk Fjärrvärme och Energimyndigheten. Fjärrsyns mål är att bland annat att utveckla tekniken, driftoptimera fjärrvärme och fjärrkyla för att stärka konkurrenskraften genom en mer anpassad och behovsstyrd forskning.

Bo Johansson  
Ordförande i Svensk Fjärrvärmes tekniskråd

Rapporten redovisar projektets resultat och slutsatser. Publicering innebär inte att Svensk Fjärrvärme eller Fjärrsyns styrelse har tagit ställning till innehållet.

## SAMMANFATTNING

Historiskt har flödesmätare baserat på ultraljudsmätning alltid krävt raksträckor före och efter mätaren för att mäta rätt. Men utvecklingen går framåt, idag anger många tillverkare av ultraljudsmätare krav på allt kortare raksträckor. I fjärrvärmecentraler installeras idag oftast dessa ultraljudsmätare. Med dagens utveckling mot kompaktare centraler finns flera exempel av centraler utan raksträckor före värmemätaren.

Med detta som bakgrund har Svensk Fjärrvärme gett SP i uppdrag att undersöka hur olika störningar påverkade mät noggrannheten för ultraljudsmätare som används i fjärrvärmecentraler. I projektet provades 5 provobjekt med raksträcka, 90° krök, skruvflöde, avstängningsventil och värmeväxlare framför mätaren.

Två av mätarna höll sig inom  $\pm 2\%$  (klass 2 enligt EN1434) genom hela testprogrammet. De övriga 3 mätarna klarade inte kraven då en värmeväxlare stod för störningen. Alla mätarna kunde hantera både skruvflöde och kavitation utan att mäta mer än 2 % fel. Dessa typer av störningar sågs på förhand som de som kunde ge upphov till problem. Vilken typ av störning som värmeväxlaren ger upphov till är oklart. Det kan handla om kavitation p.g.a. det höga tryckfallet eller så ger växlarens inre kanaler en okänd flödesstörning.

## SUMMARY

Historically, flow meters based on ultrasonic always needed straights before and after the meter to measure right. But as development goes forward, many manufacturers of ultrasonic meters demand shorter and shorter straights. The district heating substations that are installed today typically use an ultrasonic meter. With the current trend towards more compact substations you can find several samples of substations without straights before the heat meter.

Against this background Swedish District Heating Association assigned SP to examine how various interference affect the accuracy of ultrasound meters used in substations. Within the project five specimens were tested with a straight, 90° bend, turning flow, shut-off valve and heat exchanger in front of the meter.

Two of the meters were within  $\pm 2\%$  (grade 2 according to EN 1434) through the entire test program. The other three meters did meet these requirements when a heat exchanger was placed before the meter. All the meters could handle both turning flow and cavitations without measuring more than 2% error. Beforehand it was thought that these types of interference could cause problems. What kind of interference the heat exchanger causes is unclear. It may involve cavitations due to the high pressure drop or the internal channels of the heat exchanger might cause an unknown flow disturbance.

## INNEHÅLL

<b>1</b>	<b>INLEDNING</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>UPPDRAG</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>PROVOBJEKT</b>	<b>10</b>
	TILLVERKARNAS REKOMMENDATIONER	10
	Armatec	10
	Brunata	10
	Kamstrup	10
	Landis+Gyr	10
	Itron	11
	BILDER PÅ PROVOBJEKTEN	11
<b>4</b>	<b>PROVMETOD</b>	<b>14</b>
	TRYCK	14
	FLÖDE	14
	TEMPERATUR	14
	PROVPROGRAM	14
	Väl tilltagen raksträcka (mer än 10xDN)	14
	90° böj före mätare	14
	Två stycken 90° böjar i olika plan	15
	Plattvärmväxlare	15
	Avstängningsventil	15
	Mätaren positionerad i lodrätt läge med raksträcka monterad framför (endast provad på ett flöde)	15
	PROVRIGG	16
	MÄTOSÄKERHET	16
<b>5</b>	<b>PROVRESULTAT</b>	<b>17</b>
<b>6</b>	<b>DISKUSSION</b>	<b>23</b>
	MÄTARNAS OLIKA KONSTRUKTION	23
	FLÖDESMÄTNING UTAN TEMPGIVARE ISTOPPAD	26
<b>7</b>	<b>FÖRSLAG TILL FORTSÄTTNING</b>	<b>27</b>
<b>8</b>	<b>REFERENSER</b>	<b>28</b>

# 1 INLEDNING

Flödesmätare av ultraljudstyp har tidigare alltid krävt raksträckor före och efter mätaren för att mäta rätt. Detta för att fullt utvecklad turbulent strömning ska hinna uppstå för mätpunkten. Utvecklingen går framåt, idag anger tillverkare av flödesmätare av ultraljudstyp allt kortare raksträckor. Vissa tillverkare anger dessutom att inga raksträckor alls behövs, andra uppger raksträckor kortare än det som krävs för fullt utvecklad turbulent strömning.

I fjärrvärmecentraler installeras idag oftast ultraljudsmätare. Med dagens utveckling mot kompaktare centraler finns flera exempel av centraler utan raksträckor före värmemätaren.

Tidigare undersökningar kring flödesmätares noggrannhet har visat att ett litet tryckfall över mätaren oftast ökar störningsbenägenheten. Då ultraljudsmätare har ett lågt tryckfall ligger den i riskzonen för att störas av flödesförändringar.

## 2 UPPDRAG

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut har inom forskningsprogrammet Fjärrsyn under maj-juli 2011 genomfört provningar på 5 olika typer av flödesmätare som används i värmemätare i fjärrvärmecentraler. Olika störningar har placerats framför flödesmätarna för att undersöka behovet av raksträckor.

Provningsen utfördes på SP, sektionen för System- och installationsteknik.

## 3 PROVOBJEKT

Modell	q <sub>p</sub>	dm <sup>3</sup> /puls
Armatec, AT7500C	3,5	1
Brunata, Sharky 775	3,5	1
Kamstrup, Ultraflow54	2,5	1/60
Landis+Gyr, UH 504	2,5	*
Itron, US Echo II	2,5	2,5

\* Landis+Gyr hade som grundinställning 100 liter/puls. Flödet loggades aldrig utan läste av display då den har betydligt bättre upplösning.

Referensobjekt var av typen Valmet MP 150 som ger 3600 pulser/liter.

### Tillverkarnas rekommendationer

Tillverkarna anger olika uppgifter kring behovet av raksträckor före och efter mätaren vilka redovisas nedan:

#### Armatec

Flödesmätaren kan monteras både horisontellt och vertikalt. Raksträcka före eller efter mätaren krävs inte upp till storlek DN 40. Mätarstorlek från och med DN 50 kräver raksträcka före mätaren på minst 3 x DN på ledningen. Flödesmätaren bör placeras i en lågpunkt för att förhindra påverkan av luft i systemet. Placeringen av flödesmätaren skall heller inte ske direkt efter en ventil eller före en pump.[1]

#### Brunata

Brunata anger att den unika konstruktionen av mätröret gör att flödesprofilen genom mätaren alltid är känd, vilket medför att det inte finns några krav på raksträckor före eller efter mätaren eller på en viss orientering vid monteringen.[2]

#### Kamstrup

Raksträckor före flödesdelen

ULTRAFLOW® 54 kräver ej raksträckor före och efter mätaren för att uppfylla mätdirektivet (MID) 2004/22/EG, OIML R75:2002 och EN 1434:2007. Enbart i de fall det finns risk för kraftig flödesturbulens behövs raksträcka till mätaren. Kamstrup hänvisar här till riktlinjerna i CEN CR 13582.[3]

#### Landis+Gyr

(fritt översatt från engelska)

Inga raksträckor före eller efter mätaren är nödvändiga. Men om mätaren är installerad i en delad retur av två system, måste monteringsplatsen vara på ett tillräckligt stort avstånd från det T-rör som utgör korsningen (min 10 x DN) för att tillåta olika vattentemperaturer att blanda väl.[4]

### Itron

Användningen av S3D flödesriktare eller raksträcka före mätaren rekommenderas för att uppnå bästa resultat (se förteckningen nedan över rekommenderade rörlängder). Detta om allvarliga flödesproblem förväntas uppstå.[5]

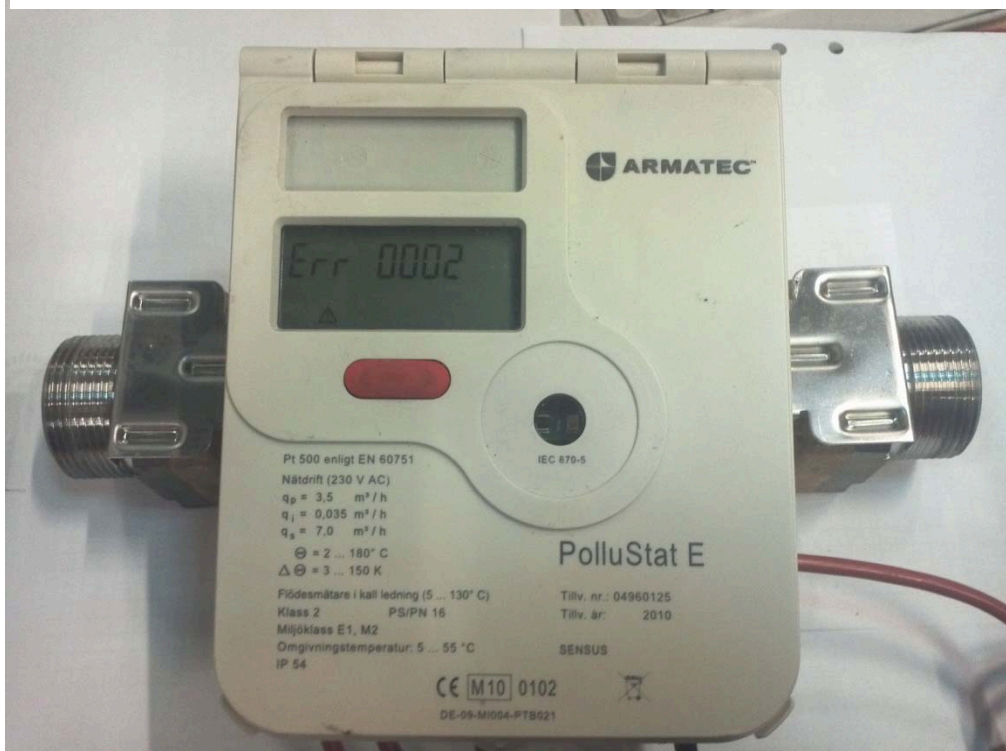
(Små mätare  $Q_p < 2,5 \text{ m}^3/\text{h}$ )

Anledning till flödesproblem	Känslighet	Rek. Uppströms raksträcka längd (xDN)
Krök	Låg	3..5
Delvis stängd ventil	Låg	3..5
Diameter förminskning	Mycket låg	0

### Bilder på provobjekten

Nedan följer bilder på de fem provobjekten.

Figur 1 Provobjekt Armatec



Figur 3 Provobjekt Kamstrup



Figur 2 Provobjekt Brunata



Figur 5 Provobjekt Itron



Figur 4 Provobjekt Landis+Gyr



## 4 PROVMETOD

### Tryck

Minst 1 bar statiskt övertryck i systemet under provningen.

### Flöde

Varje ultraljudsmätare provas med tre olika flöden per störning;  $q_p/4$ ,  $q_p$  och  $2*q_p$ .

### Temperatur

Vattentemperatur hölls konstant till 50°C i systemet under provningen.

### Provprogram

Mättiden valdes så att tillräckligt många pulser samlades in för att hålla en låg mätosäkerheten.

Provobjektet provades i sju olika konfigurationer, med olika typer av störningar monterade direkt framför mätaren. Efter mätaren satt en lång raksträcka i alla konfigurationer.

### Väl tilltagen raksträcka (mer än 10xDN)



### 90° bøj före mätare



**Två stycken 90° böjar i olika plan**  
 Detta för att uppnå skruvflöde



**Plattvärmväxlare**



**Avstängningsventil**

Två lägen, stängd till 25 % eller till 50 %



**Mätaren positionerad i lodrätt läge med raksträcka monterad framför (endast provad på ett flöde)**

Här användes samma raksträcka som i första konfigurationen.

## Provrigg

Följande utrustning har använts vid provningen:

Fjärrvärmecentralprovrigg FV3	ETu-QD CB:11
Flödesmätare Valmet MP 150	Inv. nr. 201 300
Logger för mätdatainsamling med temperaturgivare av typ PT100	Inv. nr. 202 879

## Mätosäkerhet

Mätosäkerhet för referensflödesmätaren: 0,6 %

Observera annan mätosäkerhet för Landis Gyr. Mätprocedur: När andra decimalen på mätarens display ändras startas mätprogram (uppskattningsvis inom ca 3 s).

Mätprogram stoppas efter ca 15 minuter då andra decimalen ändras.

Felkälla: Vid 3 sekunders osynkroniserad start missas en volym beroende av flödet på;

- 0,625 m<sup>3</sup>/h ger 0,521 dm<sup>3</sup> vilket motsvarar 0,33 % missad volym på en 15 minuters period
- 2,5 m<sup>3</sup>/h ger 2,08 dm<sup>3</sup> vilket motsvarar 0,33 % på en 15 minuters period
- 3,75 m<sup>3</sup>/h ger 3,125 dm<sup>3</sup> vilket motsvarar 0,33 % på en 15 minuters period

Vid loggning av mätdata för Landis+Gyr används ett loggningsintervall på 5 sekunder, detta gör att det maximalt kan missas att loggas 5 sekunder av det rådande flödet.

- Flöde 0,625 m<sup>3</sup>/h ger 0,868 dm<sup>3</sup> vilket motsvarar 0,56 % på en 15 minuters period
- Flöde 2,5 m<sup>3</sup>/h ger 3,47 dm<sup>3</sup> vilket motsvarar 0,56 % på en 15 minuters period
- Flöde 3,75 m<sup>3</sup>/h ger 5,21 dm<sup>3</sup> vilket motsvarar 0,56 % på en 15 minuters period

Vilket ger en sammanlagd mätosäkerhet på 0,9 % för Landis+Gyr-mätningen.

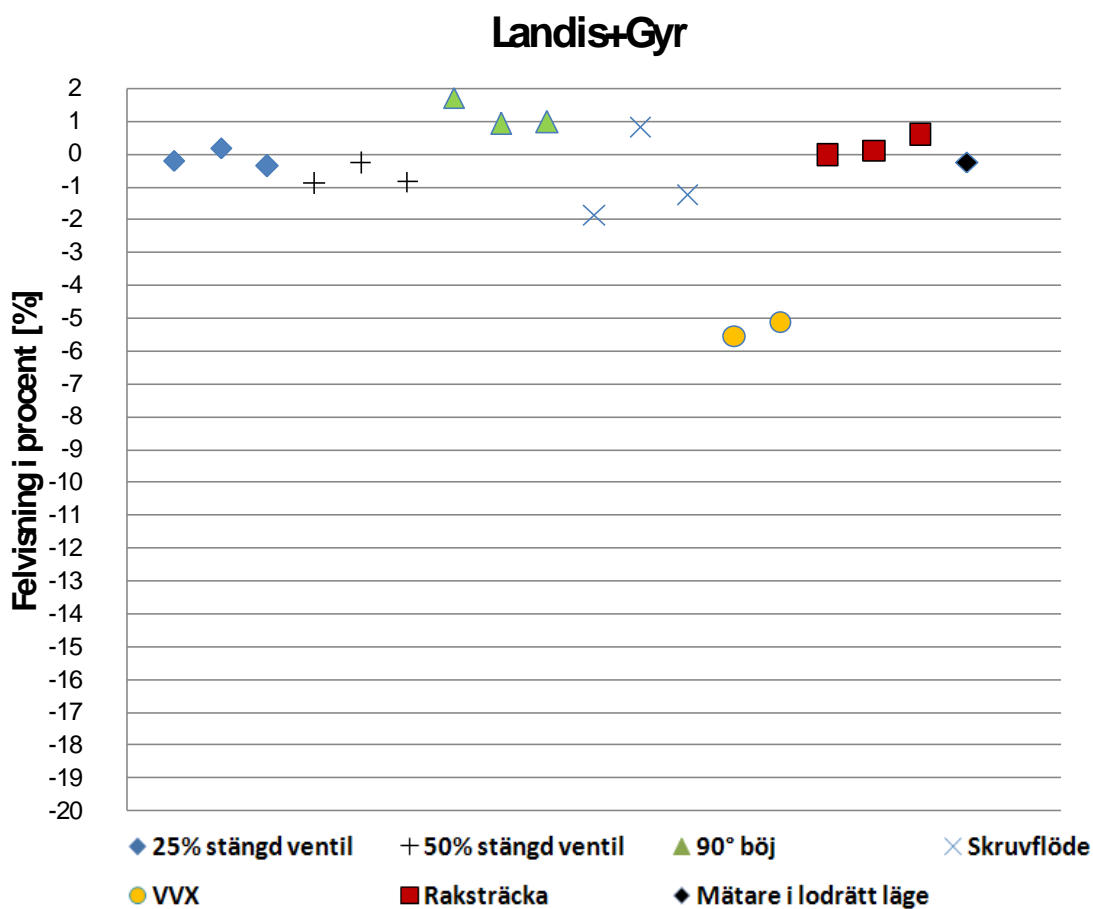
## 5 PROVRESULTAT

Två av mätarna höll sig inom  $\pm 2\%$  (klass 2 enligt EN1434) genom hela testprogrammet. De övriga 3 mätarna klarade inte kraven då en värmeväxlare stod för störningen. Alla mätarna kunde hantera både skruvflöde och kavitation utan att mäta mer än 2 % fel. Dessa typer av störningar sågs på förhand som de som kunde ge upphov till problem. Vilken typ av störning som värmeväxlaren ger upphov till är oklart. Det kan handla om kavitation p.g.a. det höga tryckfallet eller så ger växlarens inre kanaler en okänd flödesstörning.

Nedan visas felvisningen i de olika provpunkterna för de 5 provobjekten.

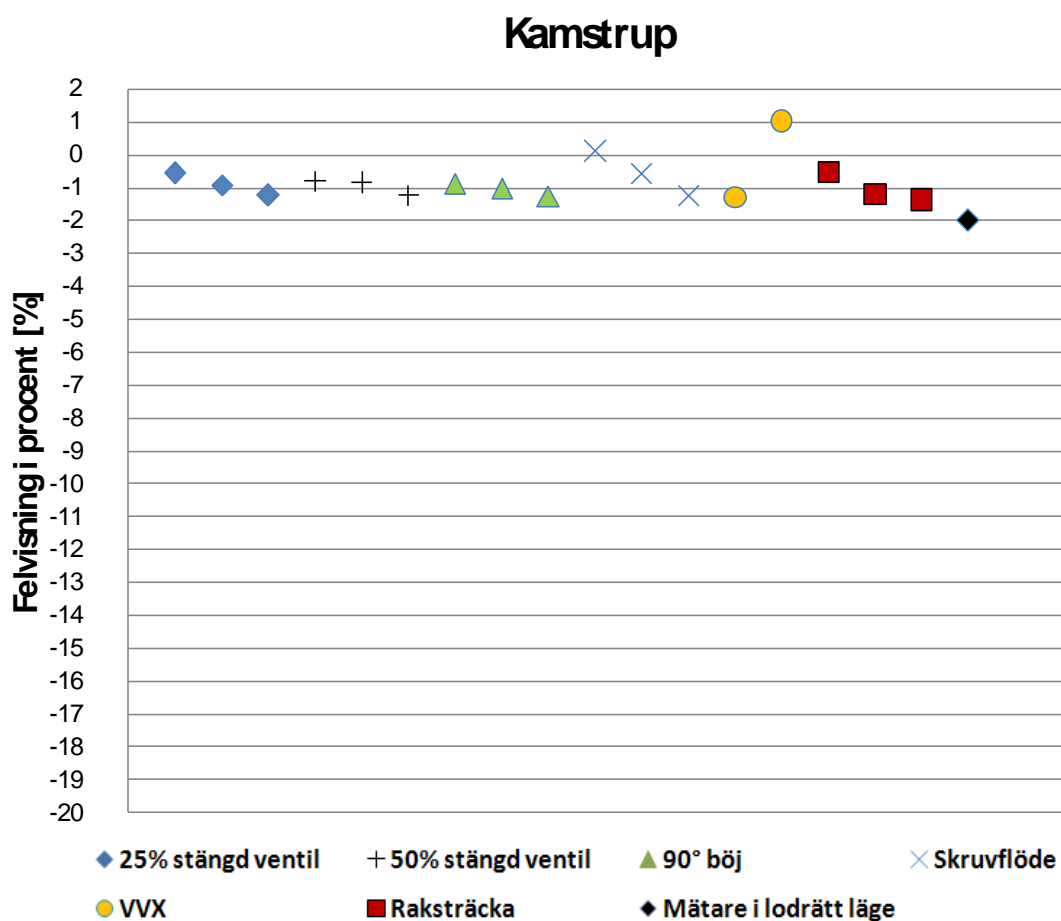
**Tabell 1 Felvisning i %, Landis+Gyr**

	Flöde 0,625 m <sup>3</sup> /h	Flöde 2,5 m <sup>3</sup> /h	Flöde 3,75 m <sup>3</sup> /h
25 % stängd ventil	-0,2	0,2	-0,4
50 % stängd ventil	-0,9	-0,3	-0,8
90° böj	1,7	0,9	1,0
2*90° böj i två plan	-1,9	0,8	-1,2
VVX	-5,5	-5,1	n/a
Raksträcka	0,0	0,1	0,6
Mätare i lodrätt läge	n/a	n/a	-0,2

**Figur 6 Felvisning i %, Landis+Gyr**


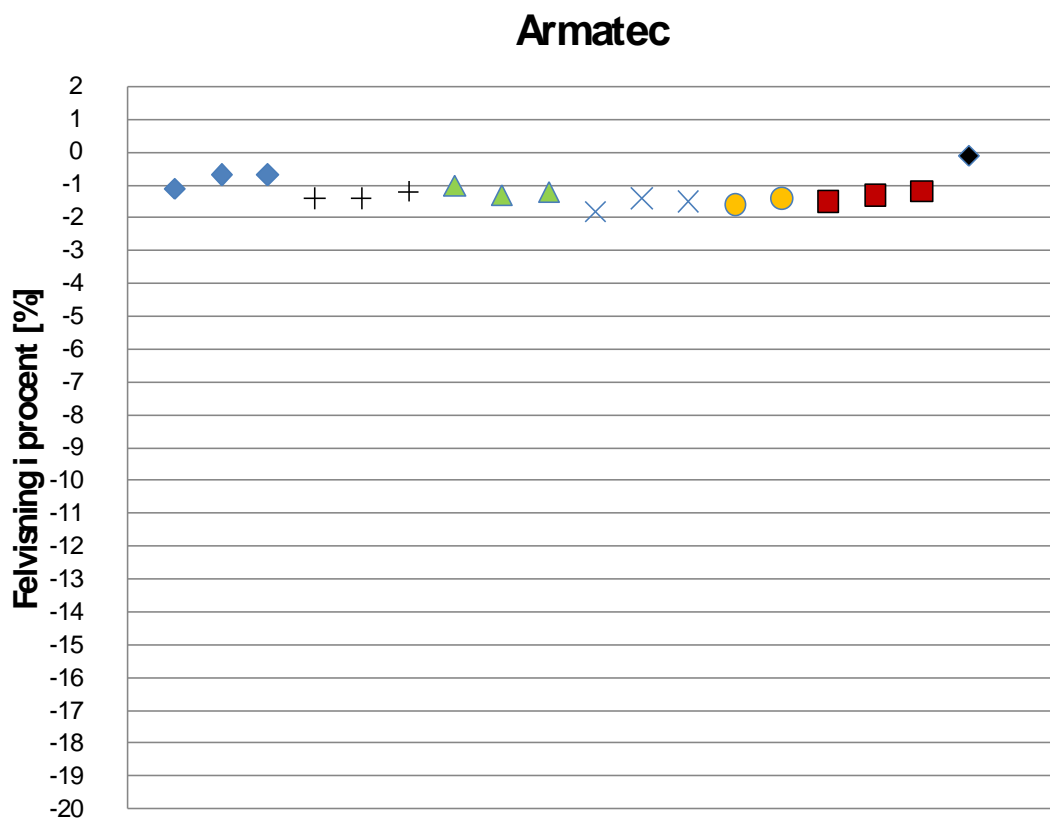
**Tabell 2 Felvisning i % Kamstrup**

	Flöde 0,625 m <sup>3</sup> /h	Flöde 2,5 m <sup>3</sup> /h	Flöde 3,75 m <sup>3</sup> /h
25 % stängd ventil	-0,6	-0,9	-1,2
50 % stängd ventil	-0,8	-0,8	-1,2
90° böj	-0,9	-1,0	-1,2
2*90° böj i två plan	0,1	-0,6	-1,2
VVX	-1,3	1,0	n/a
Raksträcka	-0,5	-1,2	-1,4
Mätare i lodrätt läge	n/a	-2,0	n/a

**Figur 7 Felvisning i % Kamstrup**


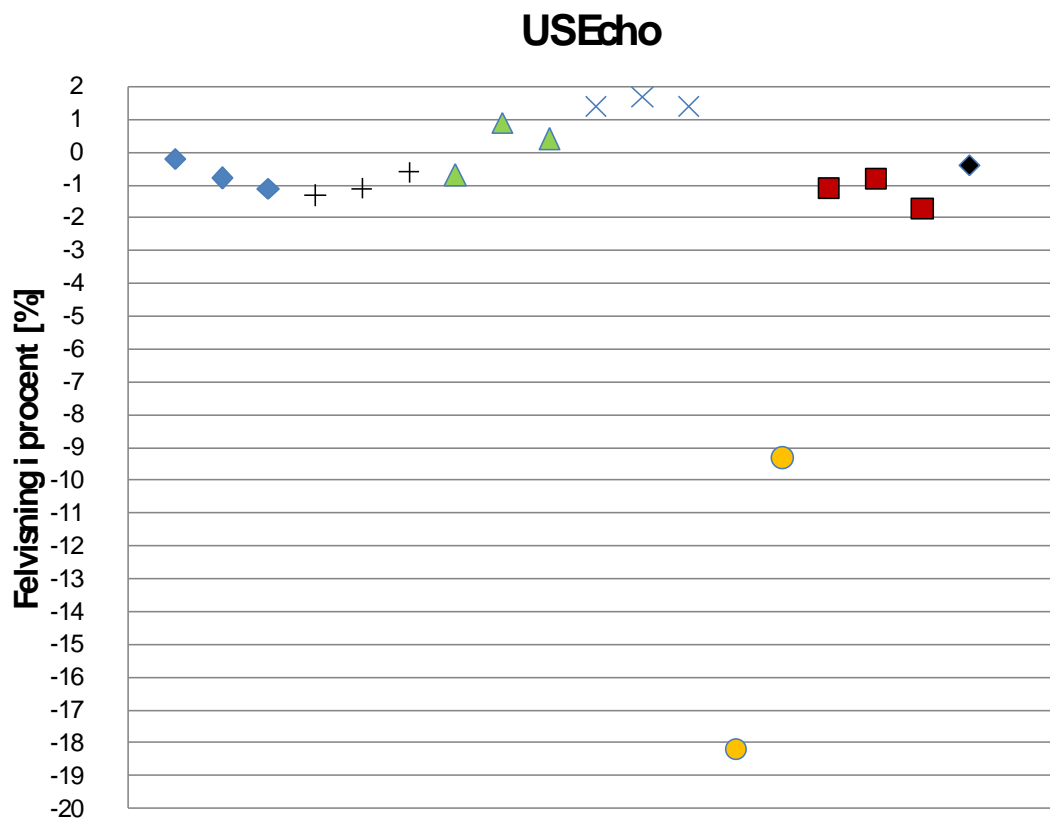
**Tabell 3 Felvisning i % Armatec**

	Flöde 0,875 m <sup>3</sup> /h	Flöde 3,5 m <sup>3</sup> /h	Flöde 5,25 m <sup>3</sup> /h
25 % stängd ventil	-1,1	-0,7	-0,7
50 % stängd ventil	-1,4	-1,4	-1,2
90° böj	-1	-1,3	-1,2
2*90° böj i två plan	-1,8	-1,4	-1,5
VVX	-1,6	-1,4	n/a
Raksträcka	-1,5	-1,3	-1,2
Mätare i lodrätt läge	n/a	n/a	-0,1

**Figur 8 Felvisning i % Armatec**


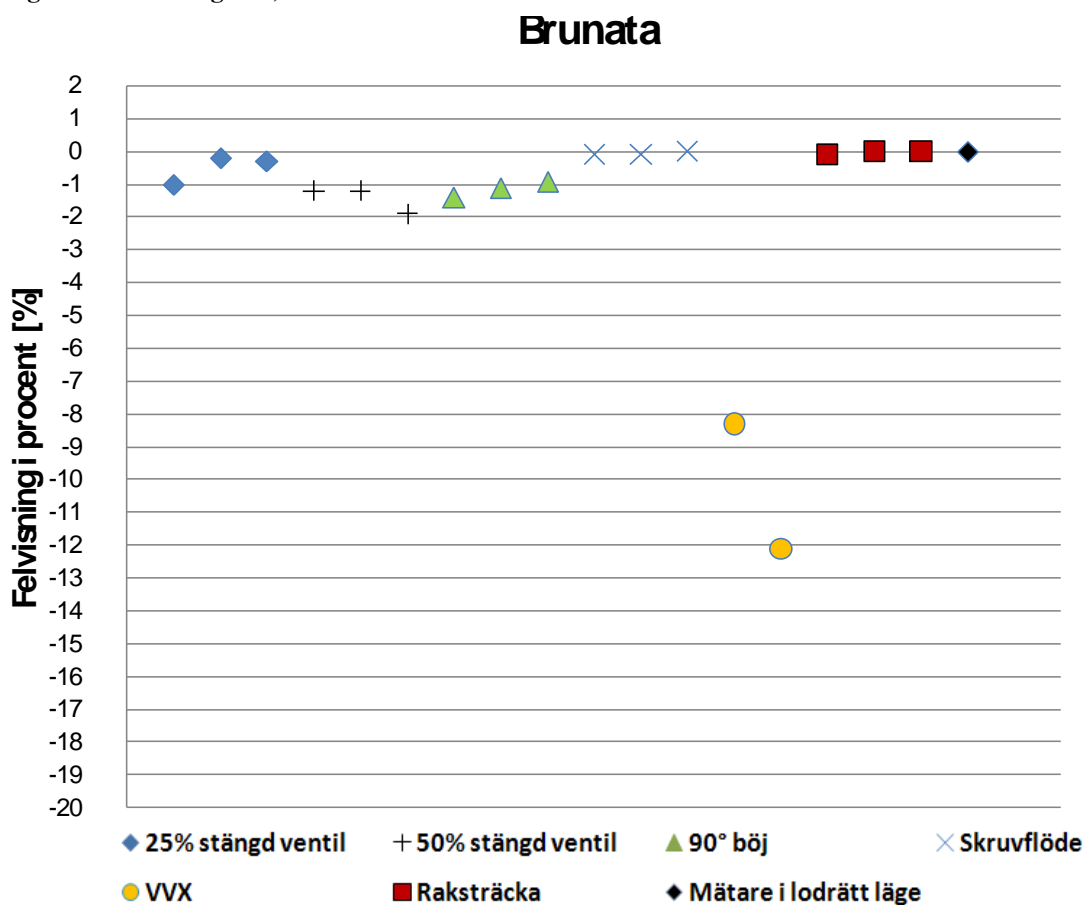
**Tabell 4 Felvisning i %, Itron US Echo II**

	Flöde 0,625 m <sup>3</sup> /h	Flöde 2,5 m <sup>3</sup> /h	Flöde 3,75 m <sup>3</sup> /h
25 % stängd ventil	-0,2	-0,8	-1,1
50 % stängd ventil	-1,3	-1,1	-0,6
90° böj	-0,7	0,9	0,4
2*90° böj i två plan	1,4	1,7	1,4
VVX	-18,2	-9,3	n/a
Raksträcka	-1,1	-0,8	-1,7
Mätare i lodrätt läge	n/a	-0,4	n/a

**Figur 9 Felvisning i %, Itron US Echo II**


**Tabell 5 Felvisning i %, Brunata**

	Flöde 0,875 m <sup>3</sup> /h	Flöde 3,5 m <sup>3</sup> /h	Flöde 5,25 m <sup>3</sup> /h
25 % stängd ventil	-1	-0,2	-0,3
50 % stängd ventil	-1,2	-1,2	-1,9
90° böj	-1,4	-1,1	-0,9
2*90° böj i två plan	-0,1	-0,1	0
VVX	-8,3	-12,1	n/a
Raksträcka	-0,1	0	0
Mätare i lodrätt läge	n/a	0	n/a

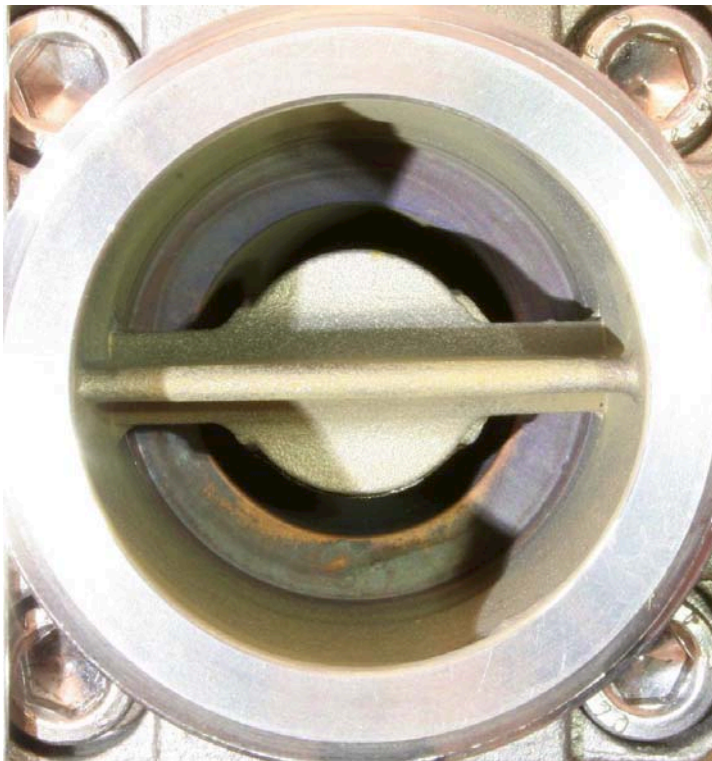
**Figur 10 Felvisning i %, Brunata**


## 6 DISKUSSION

### Mätarnas olika konstruktion

Provobjektens konstruktion för att rikta flödet skiljer sig åt. Detta visas genom foton på inflödet av flödesmätarna. Då Brunatas mätare har ett extra hinder precis vid ingången togs även ett foto på utflödet för denna mätare.

**Figur 11 Konstruktion Armatec**



**Figur 12 Konstruktion Brunata (ut)**



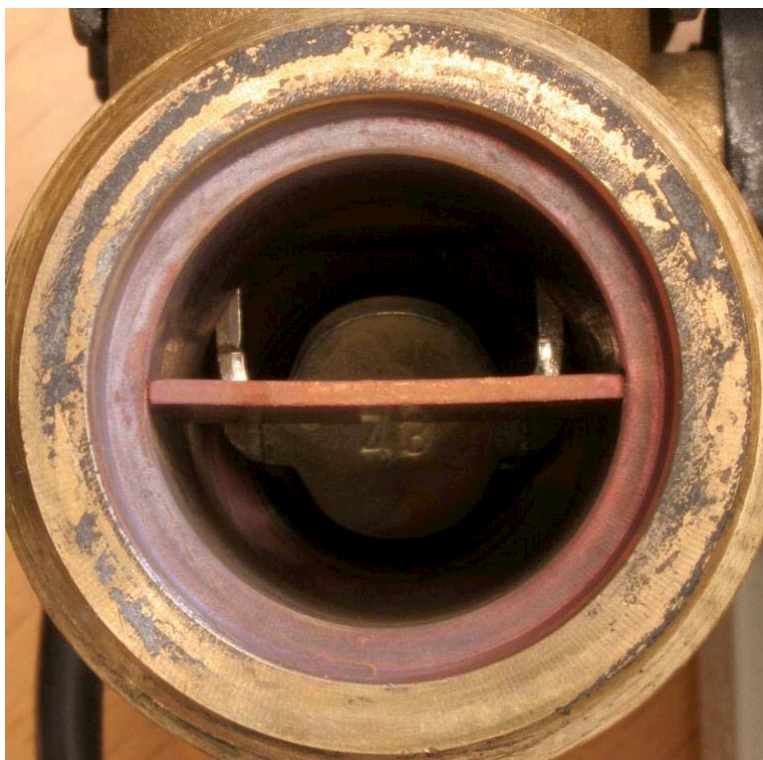
**Figur 13 Konstruktion Brunata (in)**



**Figur 14 Konstruktion Kamstrup**



**Figur 15 Konstruktion Landis+Gyr**



**Figur 16 Konstruktion Itron**



### **Flödesmätning utan tempgivare istoppad**

Vid provningen av Armatecs mätare så visade den först 9 % för lite. Felet härleddes till temperaturgivaren vid flödesmätaren, som inte var inkopplad vid första mätningen utan hängde fritt i luften (20°C). När temperaturgivaren kopplades in försvann i princip hela mätfelet. Medelmätfelet med temperaturgivaren inkopplad låg på -1,2 %. Ljudhastigheten i vatten vid 20°C är 1481 m/s och vid 50°C 1541 m/s. Det innebär en skillnad på -4 %, vilket inte förklarar hela felet. Mätaren kompenserar för någon annan, okänd faktor.

## 7 FÖRSLAG TILL FORTSÄTTNING

I denna rapport har endast mindre mätare ( $q_p$  2,5 och 3,5) behandlats. Det vore intressant att göra ett liknande prov för större dimensioner. Konsekvenserna för energibolagen är större för större mätare. Det kan leda till ekonomiska konsekvenser om mätarna mäter fel, men också problem med skrymmande installationer (där det finns krav på raksträckor). Vissa tillverkare påstår att mätarna inte behöver raksträckor, men oftast installeras mätarna med raksträckor ändå. Ett oberoende test som bekräftar att raksträckor inte behövs för större mätare skulle kunna spara utrymme och pengar för fastighetsägare och energibolag.

## 8 REFERENSER

- [1] Armatec AB, ”Kompaktvärmemätare AT 7500C,  
[http://www.armatec.com/pages/10705/webbase/1\\_AT\\_7500C.pdf](http://www.armatec.com/pages/10705/webbase/1_AT_7500C.pdf)
  
- [2] Brunata, ”*Brunata Sharky 773 värmemätare*”,  
[http://www.brunata.ch/fileadmin/Brunata.se/Datablad/Sharky\\_773\\_datablad\\_SveBru.pdf](http://www.brunata.ch/fileadmin/Brunata.se/Datablad/Sharky_773_datablad_SveBru.pdf)
  
- [3] Kamstrup, ”*Ultraflow® 54 Datablad*”,  
<http://kamstrup.com/media/961/file.pdf>
  
- [4] Landis+Gyr, ”*Heat meter T550 Ultraheat®*”,  
[http://style.landisgyr.com/apps/products/data/pdf1/InstallServInstr\\_m\\_T550\\_UH50\\_en.pdf](http://style.landisgyr.com/apps/products/data/pdf1/InstallServInstr_m_T550_UH50_en.pdf)
  
- [5] Itron, ”*CF Echo II Installations guide*”





Forskning som stärker fjärrvärme och fjärrkyla, uppmuntrar konkurrenskraftig affärs- och teknikutveckling och skapar resurseffektiva lösningar för framtidens hållbara energisystem. Kunskap från Fjärrsyn är till nytta för fjärrvärmebranschen, kunderna, miljön och samhället i stort. Programmet finansieras av Energimyndigheten tillsammans med fjärrvärmebranschen och omsätter cirka 19 miljoner kronor om året. Mer information finns på [www.fjarrsyn.se](http://www.fjarrsyn.se)

## RAKSTRÄCKOR FÖR ULTRAJUDSMÄTARE

Traditionellt har flödesmätare baserade på ultraljudsmätning krävt raksträckor före och efter mätaren för att ge ett bra mätresultat. Men den tekniska utvecklingen har lett till att många tillverkare av ultraljudsmätare idag anger att deras mätare bara kräver korta raksträckor eller inga raksträckor alls.

Samtidigt har utvecklingen mot allt mer kompakta fjärrvärmecentraler lett till att mätare utan raksträckor används.

Här redovisas resultat från en studie där fem olika ultraljudsmätare utsattes för olika störningar av flödet. Av de fem mätarna var det bara två som klarade alla former av störningar, medan tre fick för stora fel i mätvärdena när de utsattes för störningar från en värmeväxlare.

