



Forskning och
Utveckling

FOU 2001:55

TRYCKVÄXLARE FÖR FJÄRRKYLA

FÖRSTUDIE

Lars Eliasson, Birka Teknik & Miljö AB

TRYCKVÄXLARE FÖR FJÄRRKYLA

FÖRSTUDIE

Lars Eliasson, Birka Teknik & Miljö AB

I rapportserien publicerar projektledaren resultaten från sitt projekt. Publiceringen innebär inte att Svenska Fjärrvärmeföreningens Service AB tagit ställning till slutsatserna och resultaten.

Sammanfattning

Tryckväxlaren är en patenterad anordning som genom pumpning och strypning kan anpassa trycknivåer i de olika delnäten till sina aktuella förutsättningar avseende tryckklass, höjdnivåer etc. Tryckväxlaren är på frammarsch inom fjärrvärme medan den inom fjärrkyla fortfarande är ett oprövat kort. Eftersom dagens tryckväxlare är temperaturreglerade och styr på det temperaturskikt som bildas mellan varmt och kallt vatten kan det bli problem att använda tryckväxlaren inom fjärrkyla. Anledning till svårigheterna inom fjärrkyla är att temperaturdifferensen endast är en femtedel av motsvarande för fjärrvärme. Eftersom vattnets densitet är som högst vid 4°C kan ytterligare ett problem uppstå om det visar sig att det inte bildas ett temperaturskikt om framtemperaturen hålls lägre än 4°C.

Att ansluta en kund eller ett delnät via en tryckväxlare kan på många sätt jämföras med en direktanslutning. En nackdel med direktanslutna kunder är att vattenkvaliteten blir svårare att upprätthålla. Till fördelarna hör att temperaturförlusterna som uppkommer i en konventionell värmeväxlare undviks vilket medför att nätets distributionskapacitet ökar. Med tryckväxlare kan också framtemperaturen hållas högre än vid indirekt anslutning och frikyla kan då nyttjas i högre grad. Om framtemperaturen kan höjas minskar distributionsförlusterna eftersom skillnaden i temperatur mellan framledning och omgivande temperatur minskar.

Det finns otvivelaktigt ett intresse för tryckväxlaren inom fjärrkyla. Framförallt tre intresseområden belyses. Direktanslutna kunder med 6 bar system, lokala distributionsnät och indirekt anslutna storkunder samt ackumulatoranslutning.

Det är inte bara för fjärrkylaleverantören som tryckväxlaren är ett bra alternativ. Det finns också ett antal fördelar för kunden. Om kunden är direktansluten kan trycket med hjälp av en tryckväxlare bättre anpassas till de lokala förhållandena. Dessutom fungerar tryckväxlaren som en tryckutjämnare vid trycktransienter. Om kunden är indirekt ansluten kan flödet reduceras med upp till 20 % vid övergång till tryckväxlardrift och därmed minskar eventuell flödestaxa med motsvarande.

För att tryckväxlaren skall vara intressant måste sekundärsystemet vara känt och överskådligt. Det måste gå att identifiera samtliga kritiska komponenter såsom pumpar, tryckkärl, vacuumbrytare, koppar- och mässingsdetaljer mm.

Att uppföra en testanläggning är det enda sättet att ta reda på om tryckväxlaren fungerar med avseende på temperaturreglering. En testanläggning kommer att visa vad som händer om temperaturdifferensen minskar till ett par grader och om framtemperaturen sjunker under 4°C. Anläggningen måste vara strategiskt placerad med möjlighet att testa alla tänkbara förekommande driftfall. Det finns i Stockholmsområdet ett flertal anläggningar som kan passa för ändamålet. Speciellt en anläggning har studerats mer noggrant. Den tilltänkta undercentralen ligger i centrala Stockholm och uppfyller samtliga krav som kan ställas på en testanläggning. Bland annat varierar effektuttaget från 0 kW till 200 kW och framtemperaturen är vissa stunder så låg som 3,6°C.

Abstract

The pressure separator is a patented device, which by pumping and throttling underlay the pressure levels in the different parts of the network. The pressure separator is gaining ground within district heating but it has still never been tested within district cooling. The pressure separators of today have controlling valves that regulate on the temperature layer created in the open connection between forward and return pipe. Since the maximum density of water is at 4°C problems may arise if a temperature separation is not created. Another problem may occur due to minimal temperature difference that is common in wintertime when the district cooling network is low-powered.

Connecting a customer or part of a network through a pressure separator may in many ways be compared to a direct connection. Therefore similar problems such as keeping the water quality when connecting through a pressure separator will arise. An advantage with pressure separators is that the temperature losses in a conventional heat exchanger are avoided and thereby the distribution capacity increases. When using a pressure separator the supply temperature there for can be kept higher than when using a heat exchanger. This gives as a result that free cooling can be used to a higher extent at the same time as the losses are decreased because of reduced temperature difference between the supply temperature and the environmental temperature.

Without doubt there is an interest for pressure separators within district cooling. Mainly three areas of interest are focused upon. Directly connected customer with 6 bar pressure level, local networks and indirectly connected customers and finally accumulator traction.

The pressure separator is an advantageous alternative also for the customers. If the customer is directly connected the pressure may with a pressure separator be better adapted to local conditions. Furthermore, in the event of a pump trip, the pressure separator reduces hydraulic transients efficiently. If the customer is indirectly connected the flow can be reduced with up to 20% with a pressure separator.

The pressure separator is of interest only if the secondary network is lucid. All critical components such as pumps, vessels, vacuum breaker, copper- and brass details, etc must be identifiable.

The only way to find out if the pressure separator works regarding temperature control is to construct a test stand. A test stand will show how the pressure separator will react when the supply temperature drops below 4°C and when the temperature difference reduces to a few degrees. The substation has to be strategically situated with possibility to test operating limitations. Several consumer installations in the Stockholm area are suitable as test stands. The proposed stand is located in the central parts of Stockholm and it fulfils all demands that may be made on a test stand. Among other things the cooling load varies from 0 kW to 200 kW and the supply temperature is periodically as low as 3,6°C.

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	1
Abstract.....	2
Innehållsförteckning.....	3
1 Bakgrund.....	4
2 Syfte och Mål.....	4
3 Tryckväxlaren.....	4
3.1 Funktion.....	4
3.2 Reglering.....	5
4 Tryckväxlaranslutna kunder.....	5
4.1 Fördelar med tryckväxlare.....	5
4.2 Nackdelar med tryckväxlare.....	6
5 Potentiella användningsområden.....	6
5.1 Direktanslutna kunder med 6 bar system.....	6
5.2 Lokala distributionsnät och stora enskilda kunder.....	6
5.3 Ackumulator.....	7
6 Krav på kundanläggning.....	7
6.1 Vældokumenterad och begrænsad anläggning.....	7
6.2 Kundspezifika anläggningsdelar.....	8
6.3 Trycknivå.....	8
6.4 Långsiktighet.....	8
6.5 Storleken.....	8
7 Testanläggning.....	8
7.1 Effekt.....	8
7.2 Temperaturer.....	9
7.3 Utformning och typ.....	9
7.4 Närhet.....	9
8 Föreslaget objektet.....	9
9 Budgetalternativ.....	10
10 Policyfrågor.....	10
11 Potential för tryckväxlare.....	10
12 Fördelar för kunden.....	10
13 Slutsats.....	10
Referenser.....	11

Rapportförteckning

1 Bakgrund

Sedan ett par år tillbaka finns ett flertal exempel där tryckväxlaren har ersatt den mer konventionella värmeväxlaren vid hopkoppling av fjärrvärmenät med olika trycknivåer. När det gäller fjärrkyla är dock tryckväxlaren ännu ett oprövat kort. Med tryckväxlare elimineras de temperaturförluster som vid värmeväxling är oundvikliga, vilket är extra viktigt för fjärrkylasystem där temperaturdifferensen endast är cirka tio grader. Eftersom en av de viktigaste komponenterna i en tryckväxlare är en reglerventil som styr på ett temperaturskikt i en ledning mellan fram- och returledning, är det intressant att studera hur denna temperaturskiktning fungerar vid de små temperaturdifferenser som är aktuella i fjärrkylasystem.

2 Syfte och Mål

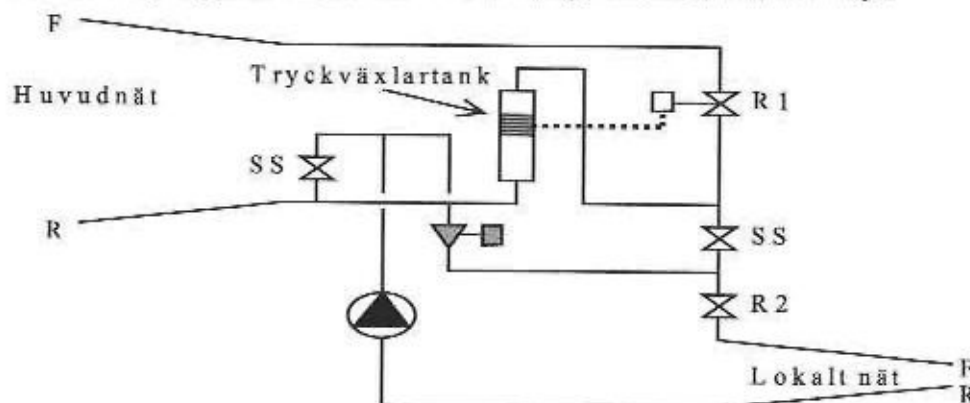
Syftet med projektet är att med hjälp av Birka Energis erfarenheter, map direktanslutna kunder och tryckväxlaranläggningen i Bredäng, utreda och belysa för och nackdelar med tryckväxlare i fjärrkylanät. Projektet skall även beskriva de konsekvenser och möjligheter som tryckväxlarlösningar kan förväntas ge. Utredningen skall också ge svar på om det finns förutsättningar för att uppföra en experimentanläggning parallellt med en befintlig anläggning för att med erfarenheterna från denna avgöra framtidsmöjligheterna för tryckväxlare inom fjärrkyla.

3 Tryckväxlaren

Tryckväxlaren är patentskyddad av Fludex AB, Bror-Arne Gustafson, Västra Frölunda och får inte installeras utan hans medgivande. Det finns idag sju stycken tryckväxlare i drift i fjärrvärmesystem varav en i Stockholm.

3.1 Funktion

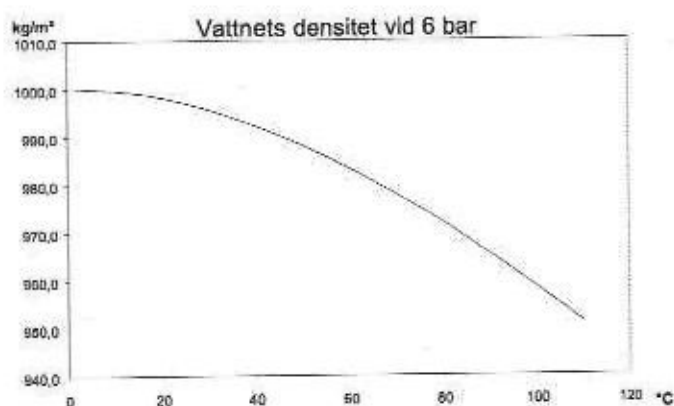
Principen för tryckväxlaren är att genom pumpning och strypning hålla isär trycknivåer i nätets olika delar (fig 3.1). Mellan huvudnätets fram- och returledning är en förbindelseledning ansluten (den sk tryckväxlartanken). Överströmning vid normal drift (=0-flöde) hindras av en reglerventil, R1, (normalt styrd av temperaturskikt mellan fram- och returledning). Vid driftstörning (t ex pumpstopp) hindras tryckhöjning i sekundärnätet med två stycken snabbstängande ventiler, SS. Huvudnätets flöde passerar då istället genom den alltid öppna tryckväxlartanken. För utförligare beskrivning se patent 9202201-1 "Anordning för snabbsektionering".



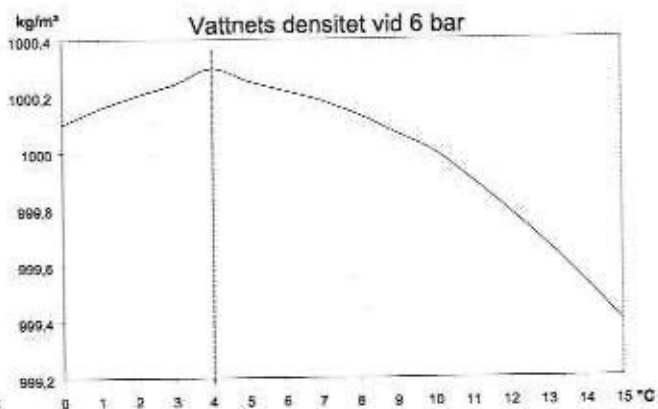
Figur 3.1 Tryckväxlare
Figure 3.1 Pressure separator

3.2 Reglering

I fjärrvärmesystem bildas vid 0-flöde ett naturligt temperaturskikt i tryckväxlartanken eftersom vattnets densitet ökar med minskad temperatur (fig. 3.2). För fjärrkyla är det inte lika självklart att det bildas ett temperaturskikt eftersom vattnets densitet är som högst vid ca 4°C (fig. 3.3). Dessutom är densitetsskillnaden mindre i det aktuella temperaturintervallet. För att kunna studera om det bildas ett temperaturskikt måste en testanläggning. En skillnad i temperatur mellan fram- och returledning är en förutsättning för att tryckväxlaren skall kunna fungera med dagens reglering. Om det visar sig att temperaturreglering inte fungerar kan den eventuellt ersättas med 0-flödesreglering.



Figur 3.2 Vattnets densitet vid 6 bar (0-120°C)
Figure 3.2 Water density at pressure 6 bar (0-120°C)



Figur 3.3 Vattnets densitet vid 6 bar (0-15°C)
Figure 3.3 Water density at pressure 6 bar (0-15°C)

4 Tryckväxlaranslutna kunder

Att ansluta en kund eller ett delnät via en tryckväxlare kan på många sätt jämföras med en direktanslutning med avseende på fördelar och nackdelar. Nedanstående jämförelser och resonemang avser tryckväxlaren men gäller i hög grad också direktkoppling.

4.1 Fördelar med tryckväxlare

På grund av temperaturdifferens mellan det kylda och värmda mediet uppkommer i en konventionell värmeväxlare så kallade temperaturförluster. Med konstant flöde och $\Delta T=10^\circ\text{C}$ motsvarar varje halv grads ökning av temperaturdifferensen nästan 5% mer överförd effekt (inom ett begränsat temperaturintervall). I ett nät med distributionsbegränsningar kan nätkapaciteten således öka om tryckväxlaren används istället för värmeväxlaren. Med tryckväxlare kan också framtemperaturen hållas högre än vid indirekt anslutning och frikyla kan då nyttjas i högre grad. Om framtemperaturen kan höjas minskar distributionsförlusterna eftersom skillnaden i temperatur mellan framledning och omgivande temperatur minskar.

4.2 Nackdelar med tryckväxlare

- Vattenkvalitet

Med direktkopplade eller tryckväxlaranslutna kunder kan föroreningar från kundanläggningar hamna i fjärrkylasystemet. Föroreningarna kan bestå av t ex köldmedier (läckage från kundanläggningar) och olika korrosionsprodukter från bland annat koppar och mässing. Det är till exempel inte ovanligt med inläckage av luft från direktanslutna kunder, ett problem främst i stora nät. Det omvända förhållandet är inte heller gynnsamt, det vill säga om föroreningar från fjärrkylanätet försmutsar kundanläggningen.

- Tryckuppsättning

Med direktkopplade kunder måste tryckuppsättningen i nätet anpassas efter kundanläggningens låg- och högpunkt. Med tryckväxlare kan istället trycknivån anpassas efter kundens nät. Radikala förändringar av nät bilden, till exempel tryckstegring eller ny produktionsmix kan dock sätta tryckväxlaren ur spel om inte reglerutrustningen är dimensionerad för de ändrade förutsättningarna. En långsiktig driftstrategi måste beaktas vid tryckväxlardrift.

- Felsökning

Vid inläckage av luft eller försmutsning är det självklart svårare att hitta orsaken med direktanslutna kunder. Om felkällan går att lokalisera till rätt fastighet är det upp till fastighetsägaren att felsöka och åtgärda.

5 Potentiella användningsområden

Nedan beskrivs tre möjliga användningsområden för tryckväxlaren inom fjärrkyla.

5.1 Direktanslutna kunder med 6 bar system

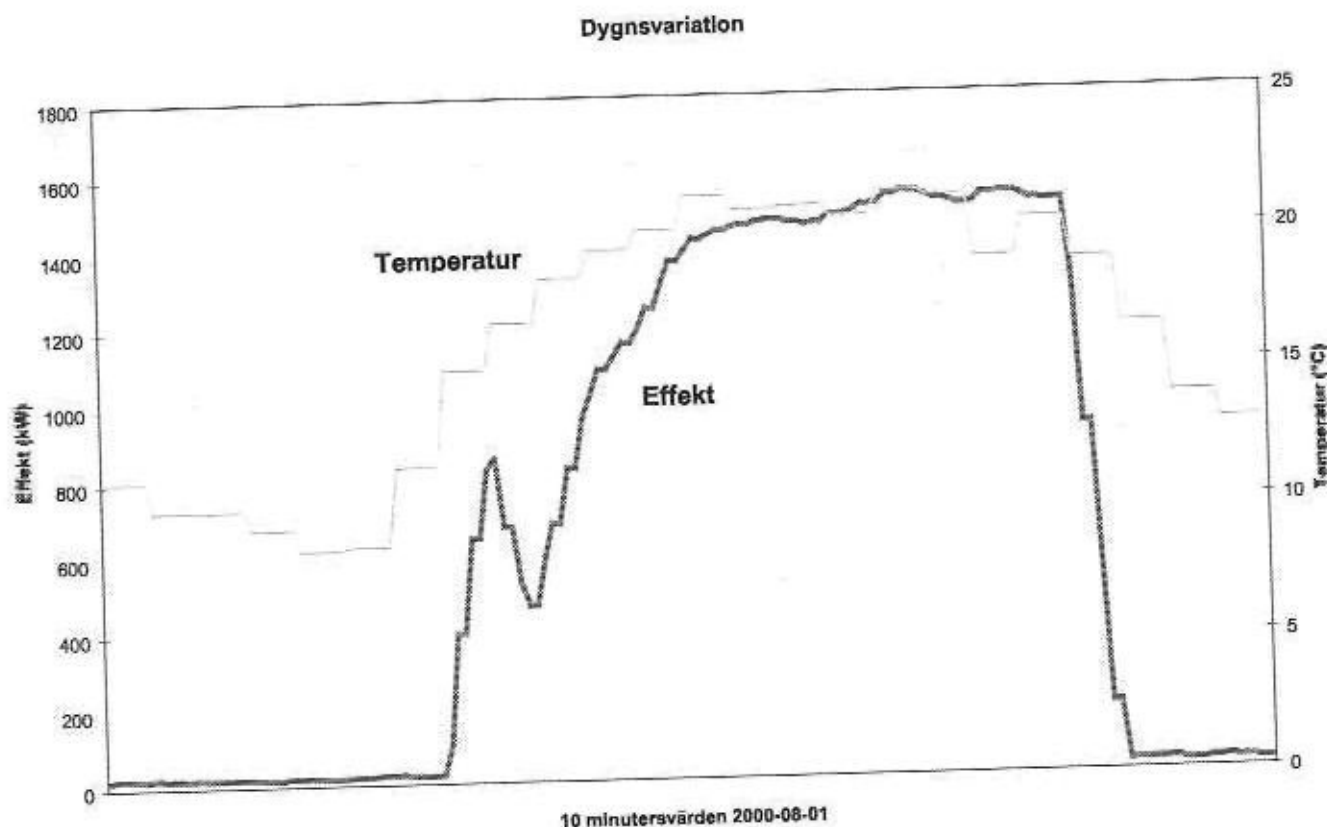
Fjärrkylanätet i Stockholm city började byggas 1994 och dimensionerades ursprungligen för 50 MW. På grund av en kraftig expansion av fjärrkyla utfördes en rad kapacitetshöjande åtgärder, bland annat höjdes systemtrycket 1999 från 6 bar till 10 bar. Ett antal direktanslutna kunder måste då växlas av, vilket var kostsamt och utrymmeskrävande. Om tryckväxlaren kan prefabriceras och kostnaderna pressas kan tryckväxlaren anslutas mot varje enskild kund, eller ännu bättre mot ett mindre delnät.

5.2 Lokala distributionsnät och stora enskilda kunder

Det finns ett fåtal anläggningar med ett eget lokalt distributionsnät med flera värmewäxlare men med låg enskild effekt (se kap. 10). Att ansluta ett sådant delnät till fjärrkyla är förstas intressant eftersom det endast blir en anslutningspunkt med hög effekt. Ett problem är dock när ett sådant system skall värmewäxlas ytterligare en gång, eftersom det medför en låg returtemperatur i primärnätet och att kunden därmed begränsar distributionskapaciteten. Med tryckväxlardrift kan returtemperaturen upprätthållas vid anslutning av delnät. Om indirekt anslutna stora kunder ansluts via tryckväxlare kan returtemperaturen dessutom höjas. En nackdel med delnät och stora kunder är dock att sekundärnäten ofta är mer utspridda och därför svårare att kontrollera map ingående armaturer.

5.3 Ackumulator

På grund av den kraftiga dygnsvariationen i ett fjärrkylanät, nedan illustrerat av en typisk komfortkylakund fig 5.1, kan det i framtiden bli aktuellt med ackumulatordrift. Ackumulatorm placeras företrädesvis långt ut i nätet. Att då ansluta en trycksatt ackumulator som är hydrauliskt sammankopplad med nätet är problematiskt eftersom den kan sätta tryckhållningssystemet ur spel. Att bygga trycksatta ackumulatorer är dessutom mer kostsamt. Ett alternativ kan då vara att ansluta en ackumulator under atmosfäriskt tryck via en tryckväxlare och på så sätt undvika de temperaturförluster som uppstår vid värmeväxlaranslutning.



Figur 5.1 Typisk komfortkylakund
Figure 5.1 Typical comfort cooling customer

6 Krav på kundanläggning

För att en kund skall vara intressant att ansluta via en tryckväxlare måste ett flertal kriterier uppfyllas. Nedan definieras fem viktiga faktorer.

6.1 Väldokumenterad och begränsad anläggning

Alla kundanläggningar har mer eller mindre mängder av koppar- och mässingsdetaljer. Då alla dessa måste bytas ut på grund av galvanisk korrosion måste anläggningen vara väldokumenterad och relativt begränsad i sin utbredning, det vill säga bestå av få och stora kylbatterier. Olika fjärrkylaleverantörer har olika åsikter i denna fråga. Birka Energi har dåliga erfarenheter, bl a stopp i filterpatroner, igensättning av ventiler samt sämre värmeöverföring, och är således mycket restriktiva i denna fråga.

6.2 Kundenspecifika anläggningsdelar

För att förhindra inläckage av luft och därmed oönskade korrosionsprodukter är det viktigt att avlägsna alla vacuumbrytare. Befintliga tryckkärl och pumpar kan också behöva ersättas eller avlägsnas. Shuntgrupper och styrutrustning kan behöva modifieras för att bättre passa de förutsättningar som gäller vid direktanslutning av fjärrkyla.

6.3 Trycknivå

Det måste vara möjligt att med hjälp av tryckväxlaren passa in kundanläggningen map tryckbilden med sina låg- och högpunkter för att förhindra övertryck, kokning och eventuellt inläckage av luft.

6.4 Långsiktighet

Det är viktigt att det finns en långsiktig strategi, dvs att det inte sker några radikala nät-förändringar som förändrar tryckbilden när tryckväxlaren väl har installerats. Detta eftersom reglerutrustningen är dimensionerad efter tidigare förhållanden och inte nödvändigtvis klarar de ändrade förutsättningarna.

Radikala förändringar av nätbilden, till exempel tryckstegring eller ny produktionsmix kan dock sätta tryckväxlaren ur spel om inte reglerutrustningen är dimensionerad för de ändrade förutsättningarna. En långsiktig driftstrategi är därför att föredra vid tryckväxlardrift.

6.5 Storleken

Styrutrustningen till en tryckväxlare är omfattande och endast till en viss grad beroende av den överförda effekten. Det innebär att värmeväxlaren är mer lönsam upp till en viss effekt och utnyttjningstid. Vid en viss brytpunkt är dock tryckväxlardrift mer ekonomisk. Denna brytpunkt ligger sannolikt betydligt över 1 MW kyla.

7 Testanläggning

Uppförandet av en testanläggning kan ge svar på om tryckväxlaren är tillämplig inom fjärrkyla. Det är därför viktigt att hitta ett lämpligt "objekt" där olika driftsituationer kan testas. Först och främst är det tryckväxlarens funktion map temperaturskiftsregleringen som måste undersökas. Enda sättet att få svar på frågan om tryckväxlaren fungerar är att uppföra en testanläggning.

För att kunna installera en tryckväxlare i en befintlig anläggning måste självklart anläggningsägaren ge sitt tillstånd. Det gäller därför att hitta en teknikintresserad och engagerad ägare som kan acceptera de olägenheter som uppstår i form av enstaka driftstörningar och lite extra spring till och från driftcentralen. Dessutom måste objektet vara intressant som testobjekt map effekt, temperaturer, utformning och typ av undercentral samt tillgänglighet.

7.1 Effekt

En liten testanläggning kan ge otillförlitliga data som kan vara svåra att skala upp till en fullskalemodell. Medan en stor testanläggning istället kostar mycket att uppföra och kan vara svårare att ersätta med reservdrift. En testanläggning runt 100 kW bör vara rimlig ur kostnads- och försökssynpunkt. Förutom ovan nämnda krav är det viktigt att effektuttaget varierar under dygnet och året samt att det även under vissa perioder är närmare noll för att på så vis undersöka tryckväxlarens funktion vid minimalt Δt .

7.2 Temperaturer

Eftersom framtemperaturer under 4°C kan vara kritiska för tryckväxlarens funktion är det viktigt att testanläggningen tillhör det centrala nätet eftersom framtemperaturen där varierar mellan $3\text{--}6^{\circ}\text{C}$. Alternativt kan ett mindre nät med egen produktion nyttjas om framtemperaturen där kan varieras inom önskat intervall.

7.3 Utformning och typ

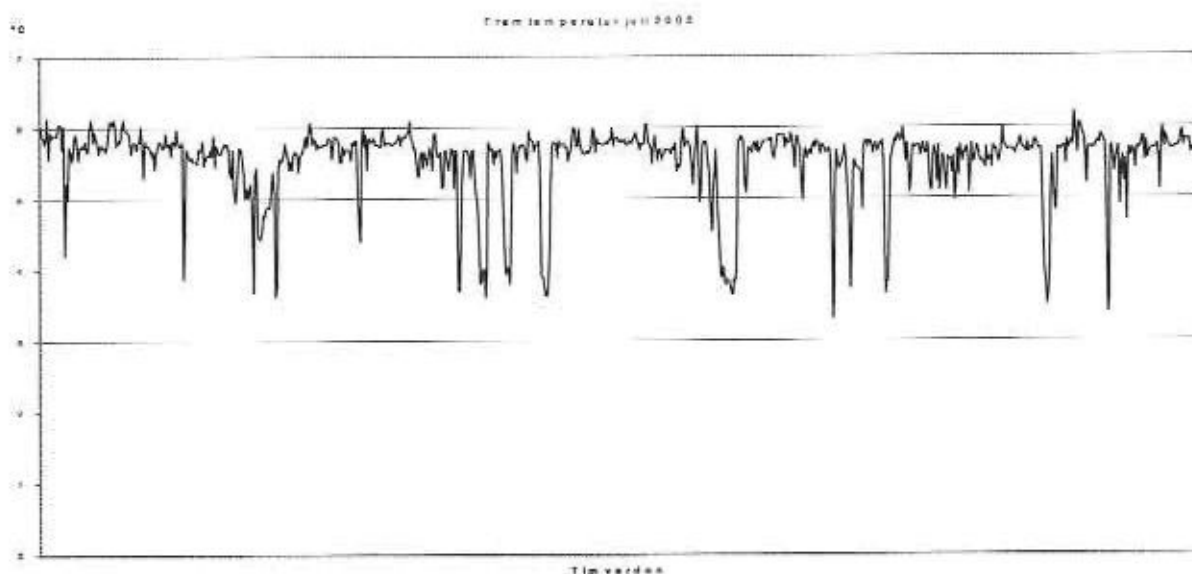
Det måste vara gott om plats och om det uppstår problem med tryckväxlingen skall "normal" drift utan tryckväxling kunna kopplas in genom enkel handmanövrering. Målsättningen är att kunden skall drabbas så lite som möjligt. Vidare måste det finnas elkraft och gärna också uppkopplingsmöjligheter för att på ett enkelt sätt kunna inhämta driftdata.

7.4 Närhet

För att minska stopptider och resekostnader är det bra om testanläggningen kan förläggas så nära berörd personal som möjligt. Det är också viktigt att erhålla fri tillgång till undercentralen under dygnets alla timmar, förslagsvis direkt med nyckel, utan omväg via extern driftpersonal eller liknande.

8 Föreslaget objektet

Efter en genomgång av ett flertal av Birka Energis fjärrkylakunder har ett antal potentiella försöksobjekt hittats. Mest intressant är en kund belägen i centrala Stockholm som tillhör intressekategorin "Direktanslutna kunder med 6 bar system". Det tilltänkta objektet har en abonnerad effekt om 400 kW. Det faktiska uttaget varierade, under juli månad 2000, mellan 0 och 200 kW (utetemperaturen mellan $4,8$ och $24,7^{\circ}\text{C}$). Framledningstemperaturen varierade under samma period mellan $3,6^{\circ}\text{C}$ och $6,6^{\circ}\text{C}$ (fig 8.1) och Δt $7,6^{\circ}\text{C}$ - $14,4^{\circ}\text{C}$. Flödet vid maxlast är ca $35\text{ m}^3/\text{h}$. Eftersom kunden redan idag är direktkopplad medför det inga extra nackdelar till följd av tryckväxlaren och därför påverkas vare sig kunden eller Birka Energi av försämrad vattenkvalitet.



Figur 8.1 Framtemperatur juli 2000

Figure 8.1 Supply water temperature in July 2000

9 Budgetalternativ

Ett sätt att begränsa kostnaderna för en testanläggning kan vara att skapa ett examensarbete där bl a programmering av styrsystemet ingår. Ytterligare ett sätt kan vara att prefabricera en så stor del av tryckväxlersystemet som möjligt i en testrigg för att sedan koppla upp den mot den tänkta kunden. En sådan lösning möjliggör också experiment och utformning av styrprogram i labbmiljö. Ett problem är att en tryckväxlare på 200 kW blir ganska otymplig.

10 Policyfrågor

På grund av dåliga erfarenheter (med avseende på vattenkvalitet) av direktkopplade kunder ställer sig Birka Energi tveksamma till att ansluta dessa kunder. Denna policy kan förstås förändras med tiden om problemen med dålig vattenkvalitet minskar. Mycket arbete läggs i dagsläget på att förbättra vattenkvaliteten.

11 Potential för tryckväxlare

Denna rapport pekar på en rad olika förutsättningar som måste uppfyllas för att tryckväxlaren skall vara intressant. Intrycket blir möjligen att tryckväxlaren inte har någon framtid inom fjärrkyla, men så är inte fallet. Våren 2000 anslöts Globenområdet (ca 8 MW) mot fjärrkyla. En förstudie visade på att tryckväxlardrift eventuellt kunde vara lämplig till ett delnät om ca 4 MW. Eftersom det var ett tidspressat projekt utreddes inte möjligheten vidare då ingen kunde garantera tryckväxlarens funktion.

12 Fördelar för kunden

Det är inte bara för fjärrkylaleverantören som tryckväxlaren är ett bra alternativ. Det finns också ett antal fördelar för kunden. Om kunden är direktansluten kan trycket med hjälp av en tryckväxlare bättre anpassas till de lokala förhållandena. Dessutom fungerar tryckväxlaren som en tryckutjämnare vid eventuella trycktransienter. Om kunden är indirekt ansluten kan flödet reduceras med upp till 20 % med tryckväxlardrift och därmed minskar flödestaxan med motsvarande.

13 Slutsats

Slutsatsen är att det finns en potential för tryckväxlaren inom fjärrkyla, men att endast en testanläggning kan ge svar på frågan om tryckväxlaren fungerar med avseende på temperaturreglering. Dvs fungerar tryckväxlaren om temperaturdifferensen minskar till ett par grader och vad händer när framtemperaturen sjunker under 4°C. Vidare är det klargjort att det inom Birka Energis fjärrkylanät finns en rad olika intressanta objekt där en testanläggning skall kunna uppföras. En förutsättning för ett lyckat testprojekt är ett nära samarbete med patentinnehavaren, Bror-Arne Gustafson. Vidare bör kontakt tas med någon högskola för att om möjligt skapa ett lämpligt examensarbete med säte i Stockholm.

Referenser

Alvarez, H, 1990, Energiteknik, Del 2, Studentlitteratur

Gustafson, B-A, 1993, Tryckväxlare en anordning för effektivisering av fjärrvärmesystem, Värmeforsk, rapport 481.

Rapportförteckning

Samtliga rapporter kan beställas hos Fjärrvärmeföreningens Förlagsservice.
Telefon: 08 - 677 26 00, Telefax: 026 - 24 90 10

<i>Nr</i>	<i>Titel</i>	<i>Författare</i>	<i>Publicerad</i>
FORSKNING OCH UTVECKLING - RAPPORTER			
1	Inventering av skador på befintliga skarvar med CFC-blåsta respektive CFC-fria fogskum	Hans Torstensson	maj-96
2	Tryckväxlare - Status hösten 1995	Bror-Arne Gustafson Lena Olsson	maj-96
3	Bevakning av internationell fjärrvärmeforskning	Sture Andersson Gunnar Nilsson	maj-96
4	Epoxirelining av fjärrvärmerör	Jarl Nilsson	sep-96
5	Effektivisering av konventionella fjärrvärmecentraler (abonnentcentraler)	Lena Råberger Håkan Walletun	okt-96
6	Auktorisation av montörer för montage av skarvhylsor och isolering Former och utvärdering	Lars-Åke Cronholm	okt-96
7	Direkt markförlagda böjar i fjärrvärmeledningar	Jan Molin Gunnar Bergström	dec-96
8	Medierör av plast i fjärrvärmesystem	Håkan Walletun Heimo Zinko	dec-96
9	Metodutveckling för mätning av värmekonduktiviteten i kulvertisoler- ing av polyuretanskum	Lars-Åke Cronholm Hans Torstensson	dec-96
10	Dynamiska värmelaster från fiktiva värmebehov	Sven Werner	mars-97
11	Torkning av tvätt i fastighetstvättstugor med fjärrvärme	H. Andersson J. Ahlgren	maj-99
12	Omgivningsförhållandenas betydelse vid val av strategi för ombyggnad och underhåll av fjärrvärmenät. Insamlingsfasen	Sture Andersson Jan Molin Carmen Pletikos	dec-97
13	Svensk statlig fjärrvärmeforskning 1981-1996	Mikael Henriksson Sven Werner	dec-97
14	Korrosionsrisker vid användning av stål- och plaströr i fjärrvärmesys- tem - en litteraturstudie	Peeter Tarkpea	dec-97
15	Värme- och masstransport i mantelrör till ledningar för fjärrkyla och fjärrvärme	Daniel Eriksson Bengt Sundén	dec-97
16	Utvärdering av fuktinträngning och gasdiffusion hos gamla kulvertör "Hisings-Backa"	Ulf Jarfelt	dec-97
17	Kulvertförläggning med befintliga massor	Jan Molin Gunnar Bergström Stefan Nilsson	dec-97
18	Värmeåtervinning och produktion av frikyla - två sätt att öka markna- den för fjärrvärmedrivna absorptionskylmaskiner	Peter Margen	dec-97

<i>Nr</i>	<i>Titel</i>	<i>Författare</i>	<i>Publicerad</i>
19	Projekt och Resultat 1994-1997	Anders Tvärne	mars-98
20	Analys av befintliga fjärrkylakunders kylbehov	Stefan Aronsson Per-Erik Nilsson	mars-98
21	Statusrapport Trycklösa Hettvattenackumulatorer	Mats Lindberg Leif Breitholtz	maj-98
22	Round Robin test av isolerförmågan hos fjärrvärmerör	Ulf Jarfelt	maj-98
23	Mätvärdesinsamling från inspektionsbrunnar i fjärrvärmesystem	Håkan Walletun	juni-98
24	Fjärrvärmerörens isolertekniska långtidsegenskaper	Ulf Jarfelt Olle Ramnäs	juni-98
25	Termisk undersökning av koppling av köldbärarkretsar till fjärrkylanät	Erik Jonson	juni-98
26	Reparation utan uppgrävning av skarvar på fjärrvärmerör	Jarl Nilsson Tommy Gudmundson	juni-98
27	Effektivisering av fjärrvärmecentraler – metodik, nyckeltal och användning av driftövervakningssystem	Håkan Walletun	apr-99
28	Fjärrkyla. Teknik och kunskapsläge 1998	Paul Westin	juli-98
29	Fjärrkyla – systemstudie	Martin Forsén Per-Åke Franck Mari Gustafsson Per-Erik Nilsson	juli-98
30	Nya material för fjärrvärmerör. Förstudie/litteraturstudie	Jan Ahlgren Linda Berlin Morgan Fröling Magdalena Svanström	dec-98
31	Optimalt val av värmemätarens flödesgivare	Janusz Wollerstrand	maj-99
32	Miljöanpassning/återanvändning av polyuretanisolerade fjärrvärmerör	Morgan Fröling	dec-98
33	Övervakning av fjärrvärmenät med fiberoptik	Marja Englund	maj-99
34	Undersökning av golvvärmesystem med PEX-rör	Lars Ehlén	apr-99
35	Undersökning av funktionen hos tillsatser för fjärrvärmevatten	Tuija Kaunisto Leena Carpen	maj-99
36	Kartläggning av utvecklingsläget för ultraljudsmätare	Jerker Delsing	nov-99
37	Förbättring av fjärrvärmecentraler med sekundärnät	Lennart Eriksson Håkan Walletun	maj-99
38	Ändgavlar på fjärrvärmerör	Gunnar Bergström Stefan Nilsson	sept-99
39	Användning av lågtemperaturfjärrvärme	Lennart Eriksson Jochen Dahm Heimo Zinko	sept-99
40	Tätning av skarvar i fjärrvärmerör med hjälp av material som sväller i kontakt med vatten	Rolf Sjöblom Henrik Bjurström Lars-Åke Cronholm	nov-99

<i>Nr</i>	<i>Titel</i>	<i>Författare</i>	<i>Publicerad</i>
41	Underlag för riskbedömning och val av strategi för underhåll och förnyelse av fjärrvärmeledningar	Sture Andersson Jan Molin Carmen Pletikos	dec-99
42	Metoder att nå lägre returtemperatur med värmeväxlardimensionering och injusteringsmetoder. Tillämpning på två fastigheter i Borås.	Stefan Petersson	mars-00
43	Vidhäftning mellan PUR-isolering och medierör. Har blåstring av medieröret någon effekt?	Ulf Jarfelt	juni-00
44	Mindre lokala produktionscentraler för kyla med optimal värmecåtervinningssgrad i fjärrvärmesystemen	Peter Margen	juni-00
45	Fullskaleförsök med friktionsminskande additiv i Herning, Danmark	Flemming Hammer Martin Hellsten	feb-01
46	Nedbrytningen av syrereducerande medel i fjärrvärmenät	Henrik Bjurström	okt-00
47	Energimarknad i förändring Utvveckling, aktörer och strategier	Fredrik Lagergren	nov-00
48	Strömförsörjning till värmemätare	Henrik Bjurström	nov-00
49	Tensider i fjärrkylennät - Förstudie	Marcus Lager	nov-00
50	Svensk sammanfattning av AGFWs slutrapport "Neuartige Wärmeverteilung"	Heimo Zinko	jan-01
51	Vattenläckage genom otät mantelrörsskarv	Gunnar Bergström Stefan Nilsson	jan-01
52	Diräktförlagda böjar i fjärrvärmeledningar Påkänningar och skadegränser	Sven-Erik Sällberg Gunnar Bergström Stefan Nilsson	jan-01
53	Korrosionsmätningar i PEX-system i Landskrona och Enköping	Anders Thorén	feb-01
54	Sammanlagring och värmeförluster i närvärmenät	Jochen Dahm Jan-Olof Dalenbäck	feb-01
55	Tryckväxlare för fjärrkyla	Lars Eliasson	mars-01

FORSKNING OCH UTVECKLING – ORIENTERING

1	Fjärrkyla: Behov av forskning och utveckling	Sven Werner	jan-98
2	Utvärdering av fjärrkyla i Västerås. Uppföljning av Värmeforsk rapport nr 534. Mätvärdesinsamling för perioden 23/5 – 30/9 1996.	Lars Lindgren Conny Nikolaisen	jan-98
3	Symposium om fjärrvärmeforskning på Ullinge Wårdshus i Eksjö kommun, 10-11 december 1996	Lennart Thörnqvist	jan-98
4	Utvärdering av fjärrkyla i Västerås. Uppföljning av Värmeforsk rapport nr 534. Mätvärdesinsamling för period 2. 1/1 – 31/12 1997.	Conny Nikolaisen	juli-98
5	Metodutveckling för mätning av värmekonduktiviteten i kulvertisolering av polyuretanskum	Lars-Åke Cronholm Hans Torstensson	sept-99

Svenska Fjärrvärmeföreningens Service AB och Statens Energi-
myndighet bedriver forskningsprogram inom området fjärrvärme
hetvattenteknik och fjärrkyla.

SVENSKA FJÄRRVÄRMEFÖRENINGENS SERVICE AB

101 53 STOCKHOLM

Besöksadress: Olof Palmes gata 31, 6 tr

Telefon 08 - 677 25 50, Telefax 08 - 677 25 55

Förlagsservice, beställning av trycksaker:

Telefon 08 - 677 26 00, Telefax 026 - 24 90 10