

Handbok för effektiv fjärrkyla

Uppdaterad 2024-01-01



Förord

Göteborg Energi har tagit fram denna fjärrkylhandbok som ett stöd till projektörer, fastighetsförvaltare och tekniker. Det är en uppdatering och vidareutveckling av handboken från 2016-01-01.

Göteborg Energi motsätter sig inte att detta material sprids och kunskapen kommer fler till nytta, inom branschen och andra energiföretag.

Under framtagande av denna uppdaterade version av handbok vill vi tacka Energiföretagen Sverige som varit med som en granskande grupp. Chalmers doktorand Maria Jangsten har med sin forskning också bidraget till innehållet i denna handbok vilket också presenteras i hennes doktorsavhandling från 2022 *District Cooling – Towards improved substation performance*.

Vi vill också tacka Älvstranden Utveckling AB, Peter Eriksson, som kommit med input till denna handbok samt varit till hjälp vid Maria Jangstens arbete med sin avhandling.

Innehåll

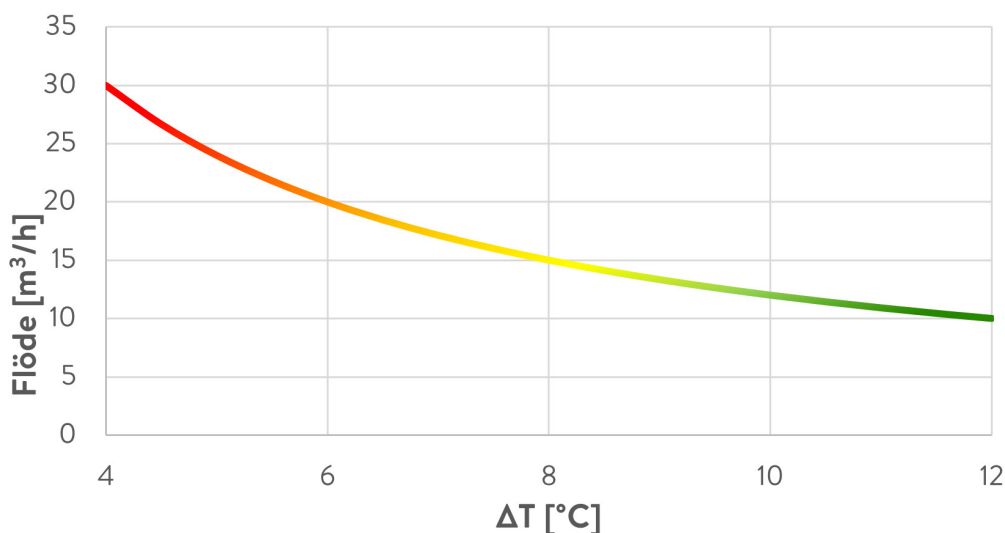
1	Inledning.....	4
1.1	Fjärrkylapriset.....	4
2	Grundläggande tips och råd för en fjärrkylanläggning.....	6
2.1	Börja med följande punkter.....	6
	Analyseraritningar.....	6
	Undersök dokumentationen.....	6
	Principschemat.....	6
	Kartlägg systemet en varm dag.....	6
	Kontroller inkopplingen av värmeväxlaren.....	6
	Kontrollera värmeväxlarens temperaturer.....	6
	Senasteinjustering?.....	6
	Rätt styrning.....	6
	Loggning.....	6
2.2	Konvertering från kylmaskinsdrift till fjärrkyla.....	7
3	Analys av data.....	8
3.1	Ideal data.....	8
3.2	Kortslutningar.....	9
3.3	För stor styrventil vid små effektuttag.....	11
3.4	Ventilationsbatterierna styrs fel.....	12
3.5	Felaktigpumpavstängning.....	13
4	Enkla åtgärder för att höja returtemperaturen.....	13
4.1	Ta bort blandningspunkter med stor temperaturdifferens.....	13
4.2	Styr anläggningen rätt.....	13
	Börvärdesjustering.....	13
	Flödesbegränsning på primärsidan.....	14
	Effektbegränsning.....	17
	Högt börvärde på köldbärarsystemet.....	18
	Min-begränsning av returtemperaturen.....	18
5	Projekteringstips.....	19
5.1	Val av en eller två styrventiler.....	19
5.2	Rätt ställkraft på ställdon till styrventiler.....	19
5.3	Koppla fler komponenter i serie.....	19
5.4	Frekvensstyrdapumpar.....	20
5.5	Storelek på ventilationsbatterierna.....	21-22
5.6	Princip för seriekoppling av luftbehandlingsaggregat och kylbafflar/ kondensorvärme.....	23
5.7	Princip primärsida.....	24
5.8	Övrig projekteringsinformation.....	24
	Bilaga 1 – Börvärdesjustering.....	25
	Bilaga 2 – Adaptiv justering av styrkurva i ett köldbärarsystem med ventilation.....	26

1. Inledning

Denna handbok är framtagen som en hjälp för att analysera och förbättra en fjärrkylanläggning med lägre returtemperatur än standard 16 °C (på primärsidan). Dels som en skrift som syftar till att avhjälpa de orsaker som ger upphov till lägre returtemperatur som beror på centralen eller det sekundära systemet. Också för att beskriva hur man förebygger skenande flöde (minskade returtemperaturer) som beror av de naturliga temperaturvariationerna i fjärrkylnätets tilloppstemperatur (genom funktionen börvärdesjustering).

Att jobba för en effektivare fjärrkyla-användning gynnar både kunden och fjärrkylasystemet, vilket också avspeglas i prismodellen. Genom att höja temperaturnivåerna i ett fjärrkylasystem kan mer frikyla nyttjas och mindre el behöver tillföras kylmaskiner, vilket i sin tur leder till sänkta kostnader och bättre resursutnyttjande.

Potentialen för sänkta flöden är inte linjär med returtemperaturen. Genom att höja ΔT (temperaturskillnaden mellan retur och tillopp) från 4 °C till 8 °C halveras flödet medan en ökning från 8 °C till 12 °C enbart minskar flödet med en tredjedel. Det ger alltså extra stort genomslag, och är därmed extra lönsamt, att jobba med de sämsta delarna av systemet först.



Figur 1. Potentialen för att öka ΔT och sänka flöden är inte linjär med returtemperaturen.

1.1. Fjärrkylapriset

Fjärrkylapriset är uppbyggt av tre komponenter - Energi, Effekt och Effektivitet - samtliga påverkbara och prissatta för att uppmäna till systemriktiga effektiviseringsåtgärder. Genom att inte använda mer energi än nödvändigt i synnerhet inte då effektbehovet är som störst, med så hög effektivitet som möjligt, säkerställs bästa funktion och lägsta fjärrkylakostnad.

Energipriset

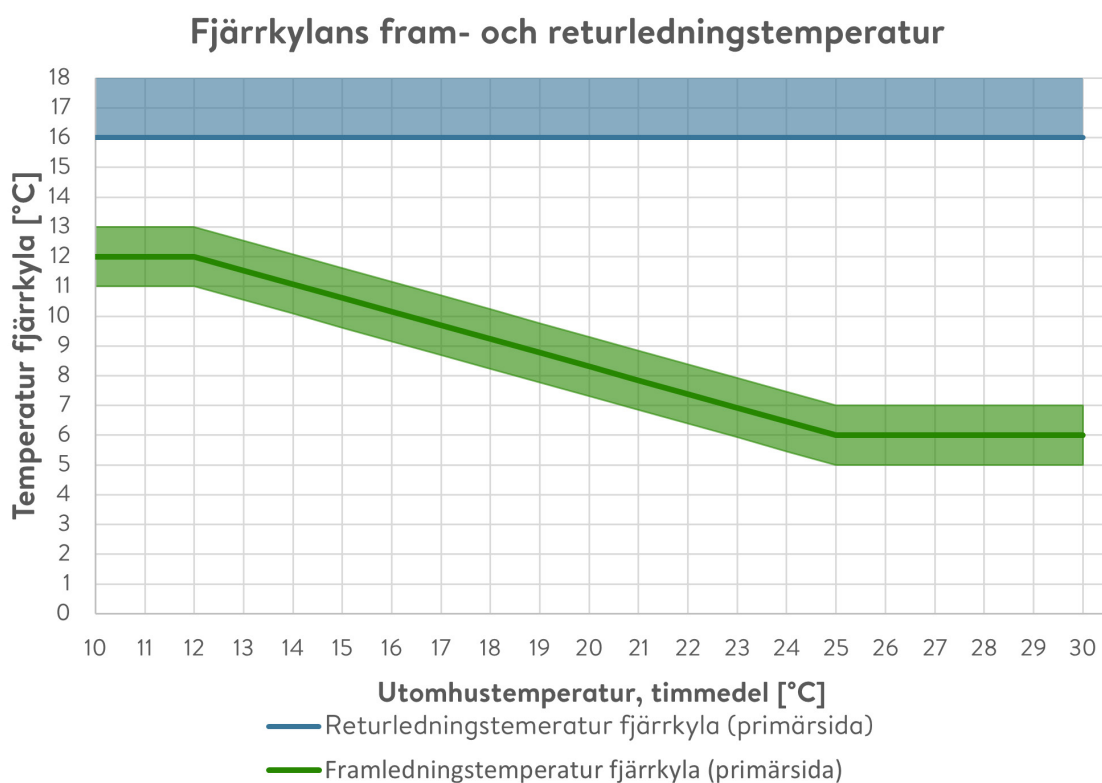
Energipriset varierar under året och är högre på sommaren än på vintern, detta då produktionsmixen styrs av efterfrågan, som i sin tur beror av utomhustemperaturen. Det är helt enkelt dyrare att producera fjärrkyla på sommaren, vilket också återspeglas i energipriset.

Effekttaxan

Effekttaxan utgår från anläggningens högsta effektbehov, vilket påverkar vilken produktion- och distributionskapacitet som behövs i fjärrkylsystemet och som i sin tur är associerat med fasta kostnader. Effekttaxan utgör en allt större andel av totalkostnaden för fjärrkyla vilket innebär att det kommer att bli viktigare med effekt-effektiviseringar och att undvika onödiga effekttoppar.

Effektivitetskomponenten

Effektivitetskomponenten utgör typiskt en mindre del av taxan och kan se ut på lite olika sätt. Syftet med komponenten är att åskådliggöra hur väl den fjärrkyla som levereras tillgodogörs i kundens fastighet. Höga returtemperaturer och låga flöden på primärsidan, vilket oftast hänger ihop, är tecken på en effektiv anläggning. Desto effektivare nyttjande av fjärrkylan ju mindre vatten behöver pumpas runt, samtidigt som fjärrkylaproduktionen gynnas genom att verkningsgraden ökar. I Göteborg motsvaras effektivitetskomponenten för fjärrkyla av en flödeskomponent och denna handbok är i huvudsak inriktad på åtgärder för att säkerställa så låga flöden som möjligt. Om fokus istället ligger på att höja returtemperaturen är resultatet i regel likväl sänkta flöden, vilket också kommer att belönas genom sänkta kostnader. Man kan alltså säga att det finns en direkt koppling mellan kostnad och flöde medan den för returtemperaturen kan verka mer indirekt. Notera att standard returtemperatur för Göteborg Energis fjärrkylasystem är minst 16 °C och att framledningstemperaturen varierar med utomhustemperaturen i enlighet med Göteborg Energis Lokala anvisningar för fjärrkyla, se nedan.



Figur 2. Framledningstemperaturen kan fluktuera och är ej konstant, men varierar också med utomhustemperaturen.

2. Grundläggande tips och råd för en fjärrkylanläggning

För att få en bild över hur anläggningen är uppbyggd och hur bra den fungerar är det viktigt att samla ihop så mycket information om anläggningen som möjligt.

2.1. Börja med följande punkter

Analysera ritningar

Analysera ritningarna, titta efter kortslutningar så som trevägsventiler och by-passar (speciellt shuntar till ventilationsaggregat, de ska ha tvåvägsfunktion, ej trevägsfunktion). Titta efter temperaturer vid effektanvändarna, vilka teoretiska temperaturer kan förväntas i anläggningen?

Undersök dokumentationen

Undersök via dokumentation om kylbatterier är rätt dimensionerade. Om anläggningen är gjord för kylmaskiner är kylbatterierna oftast dimensionerade för ca 6 °C ΔT i stället för 10 °C.

Principsschemat

Principsschemat visar i vissa fall beräknade temperaturer och flöden. Jämför beräknade temperaturer med börvärden i styrutrustningen.

Kartlägg systemet en varm dag

Kartlägg systemet, se till att ritningar och annan dokumentation stämmer med verkligheten. Ta reda på temperaturer vid effektanvändarna en varm dag när lasterna är höga. En enkel kontroll kan göras med befintliga termometrar eller handanläggningstermometer. Kontrollera shuntar till ventilationsaggregat och kylbafflar, de ska ha tvåvägsfunktion, ej trevägsfunktion.

Kontrollera inkopplingen av värmeväxlaren

Kontrollera att värmeväxlaren är motströmskopplad.

Kontrollera värmeväxlarens temperaturer

Kontrollera värmeväxlarens funktion genom att jämföra primär och sekundär returtemperatur. Normalt ska det skilja max 2 grader, men det beror på hur växlaren är dimensionerad. Primär returtemperatur kan ses i mätarens integreringsverk; stega dig fram med pilknappen tills du kommer till returtemperaturen, om endast en krets är inkopplad. Om två kretsar är inkopplade kan den andra stängas tillfälligt, om det inte är en känslig verksamhet, för att se temperaturen.

Senaste injustering?

Ta reda när senaste injustering genomfördes. Har det gått lång tid sedan senaste injusteringen? Har systemet byggts om och ändrats med tiden så att man tappat kontrollen över vart flödena tar vägen? Eventuellt kan en ny injustering behöva genomföras.

Rätt styrning

Kontrollera styrfunktioner. Till exempel om styrventilen indikerar att den är stängd, kontrollera att den verkligen är stängd.

Loggning

För att komma fram till en samlad bild av hela anläggningen bör man göra en mer omfattande mätning av hela systemet samtidigt. Loggningen utförs under en längre tidsperiod vilket ger ett underlag för vidare analys av hur systemet uppför sig.

2.2. Konvertering från kylmaskinsdrift till fjärrkyla

Vid konvertering från kylmaskin till fjärrkyla finns det ett par saker att tänka på. Systemet och dess komponenter är ofta dimensionerade för framledningstemperaturer om 6 eller 7 °C och för returledningstemperaturer ca 12°C.

Fjärrkylan jobbar i temperaturspannet 8-18 °C (på sekundärsidan), problemet blir då att kundanläggningen kommer behöva ett stort flöde för att kunna tillgodose kyleffekten.

Vid konvertering från kylmaskin till fjärrkyla är det av vikt att man ser över hela kundanläggningen med avseende på styrventiler, kylbatterier, kylbafflar med mera. Detta står beskrivet under kap 4 - Enkla åtgärder för att höja returtemperaturen.

I de flesta fall blir systemet mycket bättre genom att byta vissa komponenter som finns i det sekundära systemet. Det kan verka som en onödig investering men kan löna sig i längden då anläggningen får en mycket bättre prestanda och effektivitet. Detta genererar i sin tur lägre flöden vilket belönas genom en sänkt kostnad för effektivitetskomponenten.

I tabellen nedan visas exempel på körningar av kylbatterier vid konvertering från kylmaskiner till fjärrkyla. Utfallet ser lite olika ut beroende på vilka dimensioneringskriterier man har på sommarluften. Det behöver alltså inte bli så mycket sämre bara för att man höjer temperaturerna i köldbärarsystemet från kylmaskinernas 6-12 °C till fjärrkyla-anpassat köldbärarsystem, 8-14 °C. Mindre kyleffekt går åt till att avfukta luften då köldbäraren har högre temperatur.

		Kylbatteri 1		Kylbatteri 2	
Dimensioneringskriterier uteluft, luft in (i batteriet)		25°C och 70%		27°C och 50%	
	Enhet	Kylmaskin	Fjärrkyla	Kylmaskin	Fjärrkyla
Luftflöde	[m ³ /s]	1,0	1,0	1,0	1,0
Lufttemp ut	[°C]	16,0	17,1	16,0	15,5
Vätsketemp in	[°C]	6,0	8,0	6,0	8,0
Vätsketemp ut	[°C]	12,0	14,0	12,0	14,0
Effekt kylbatteri [kW]	[kW]	22,11	18,66	19,01	18,92
Sensibel effekt kylbatteri	[kW]	11,08	9,72	13,51	14,09
Kondensat	[g/s]	4,3	3,5	2,2	1,9
Nyttoeffekt / effekt till rummet * * antagen rumstemperatur = 23°C	[kW]	8,4	7,08	8,4	9
Effektskillnad kW till rummet, fjärrkyla jämfört med kylmaskin	[%]	84%		107%	

Tabell 1. Körningar av kylbatterier vid kylmaskindrift jämfört med fjärrkylanpassad drift.

3. Analys av data

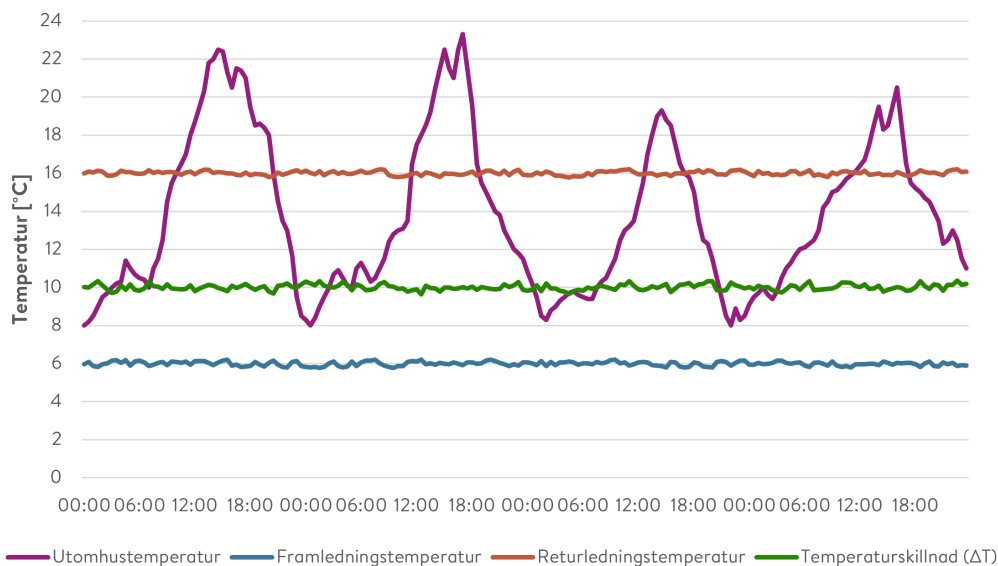
Genom att analysera anläggningens statistik från debiteringsmätaren kan en del brister upptäckas. Nedan finns fyra vanligt förekommande fel förklarade.

3.1. Ideal data

Nedan visas de ideala kurvorna för temperatur och flöde. Uppmärksamma hur returtemperaturen ligger jämnt oberoende av hur flödesuttaget och utetemperaturen varierar.



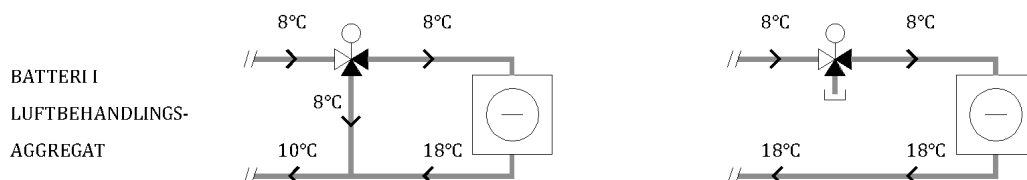
Figur 3. Exempel på fjärrkylflöde som varierar under dygnet (med effektuttaget).



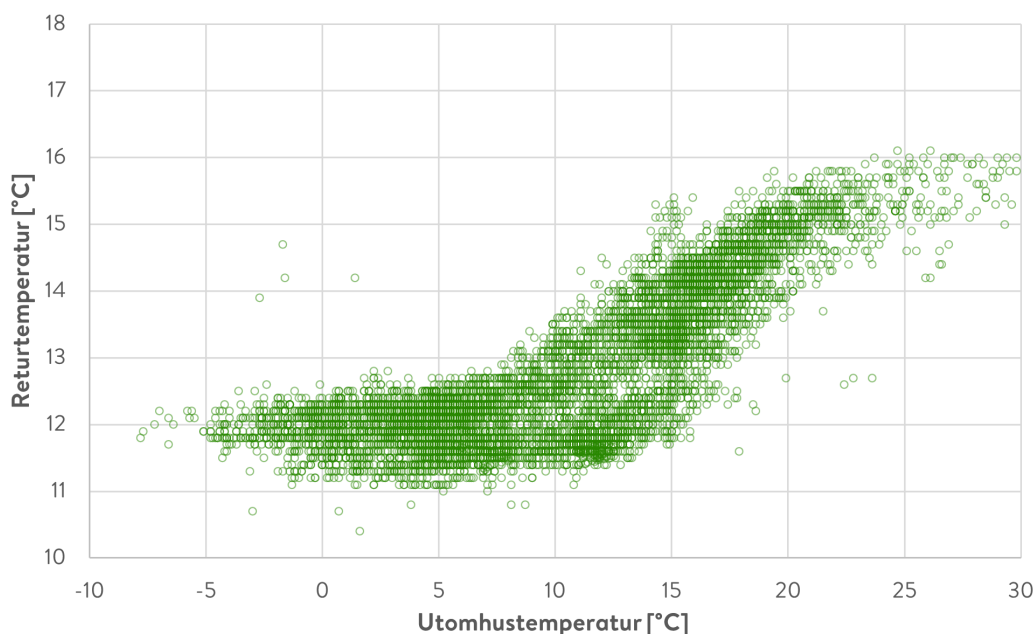
Figur 4. Exempel på temperaturer som är konstanta i ideala fall under dygnet (med varierat flödes-/effektuttag).

3.2. Kortslutningar

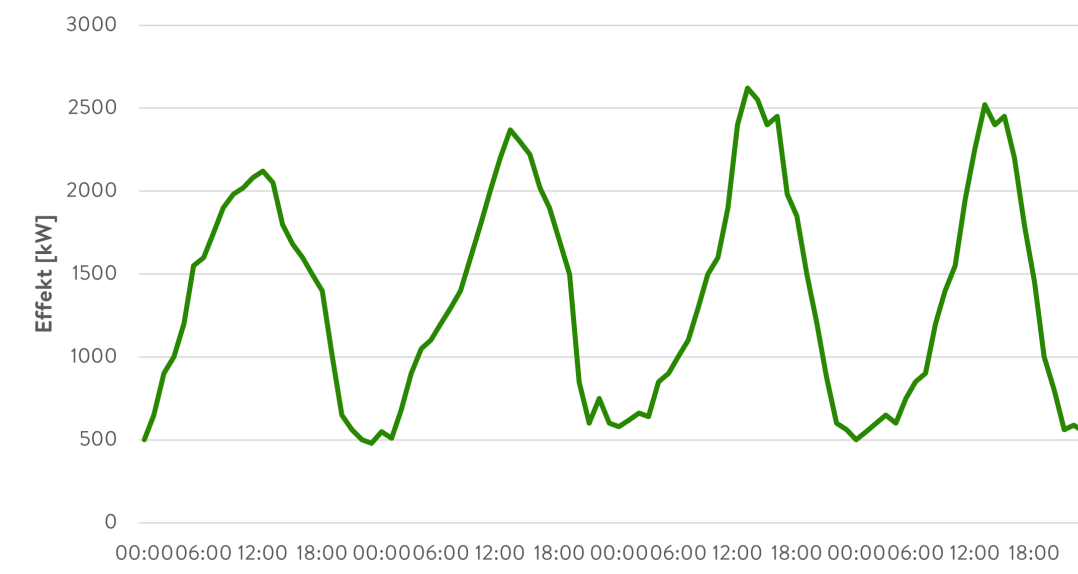
Ett vanligt fel i anläggningen är kortslutning. Dessa uppkommer ofta när shuntgrupper innehåller trevägsventiler som inte är proppade (ombyggda till tvåvägsfunktion), se figur 5 nedan. Det karaktäristiska för data från anläggningar med kortslutningar är att returtemperaturkurvan följer effektkurvan. När effektanvändningen är låg går kallt vatten via till exempel en trevägsventil tillbaka till värmeväxlaren utan att nyttjas av effektanvändaren och följden blir en låg returtemperatur. Om kortslutningen och effektbehovet inte finns står vattnet still (tvåvägsfunktion). Om effektanvändningen däremot är hög passerar det mesta vatten igenom till exempel kylbatteriet och uppvärmt vatten erhålls. Detta åskådliggörs i diagrammen nedan. Lägg märke till att vid tidpunkten då effektuttaget når sin topp når även returtemperaturen sitt högsta värde och kurvorna följer varandra. Detta skall jämföras med den ideala kurvan då returtemperaturkurvan ligger konstant om 16 °C oberoende av effekt eller flödesuttag.



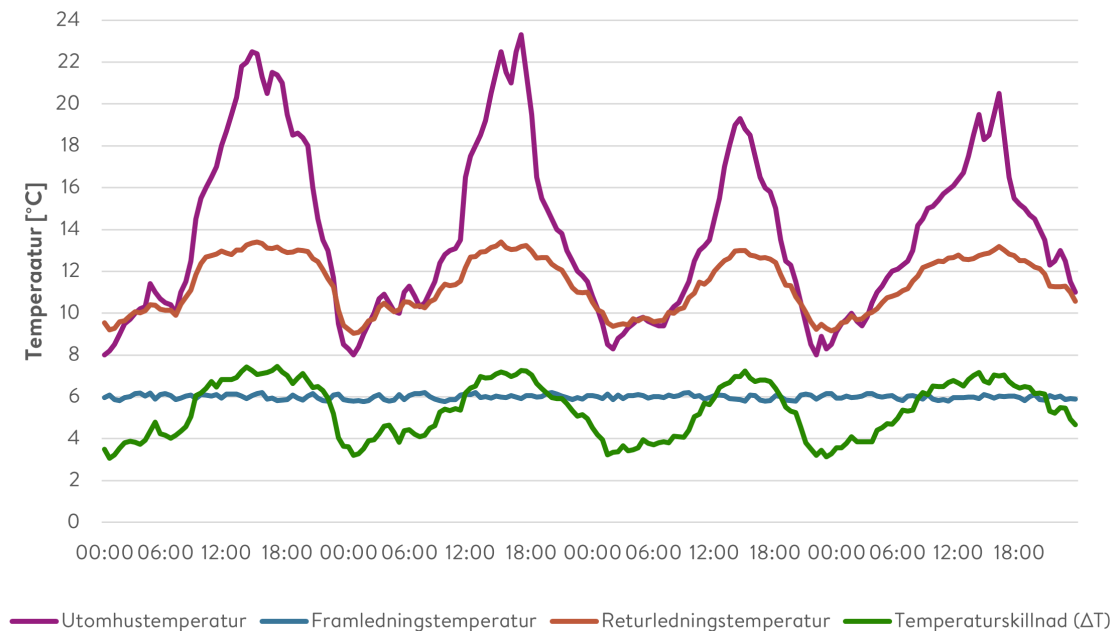
Figur 5. Exempel där trevägsventilen inte är proppad (ombyggd till tvåvägsfunktion), samt exempel där trevägsventilen är proppad (ombyggd till tvåvägsfunktion).



Figur 6. Exempel där returtemperaturen blir högre desto mer effektuttag som tas ut (desto högre utetemperaturen blir). Vid lägre utetemperatur shuntas mer köldbärare tillbaka via trevägsfunktionen.



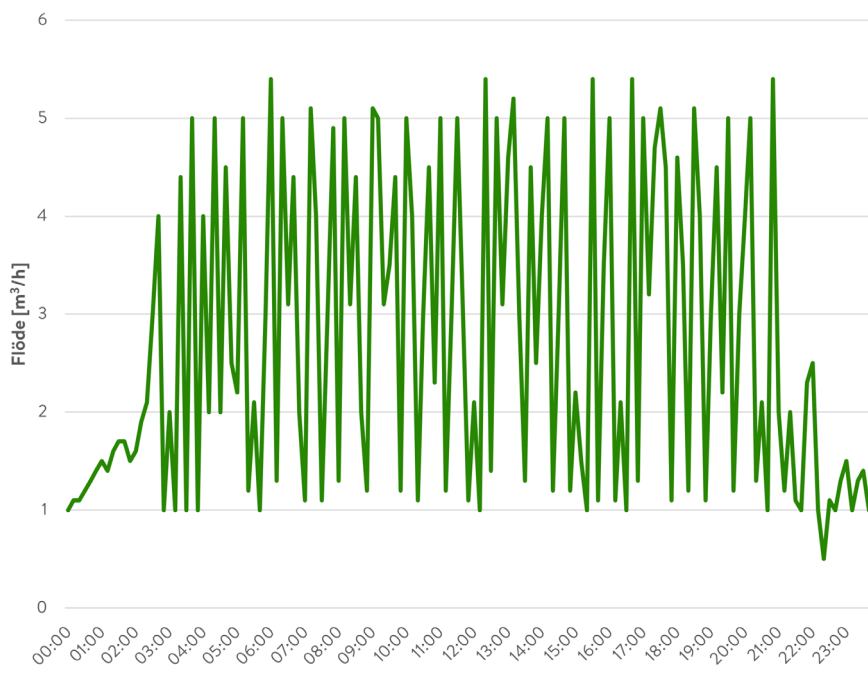
Figur 7. Exempel på effektuttag som varierar under dygnet.



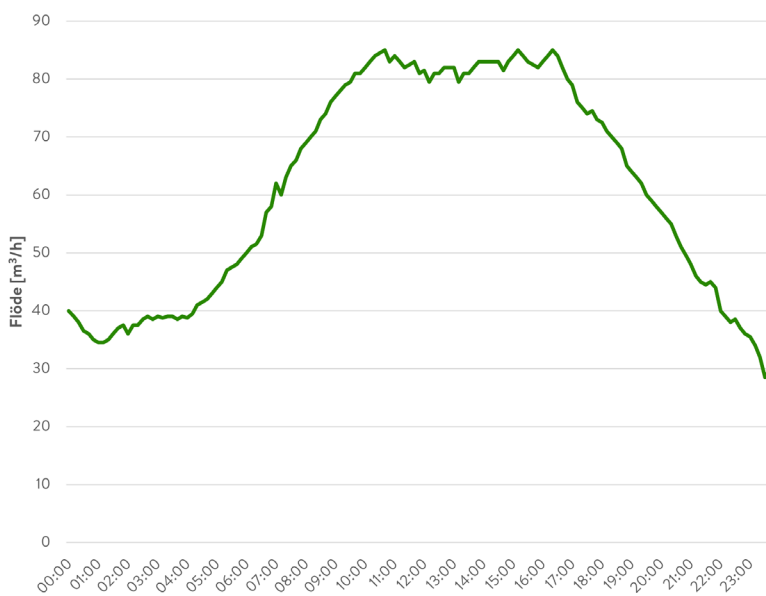
Figur 8. Exempel där returtemperaturen blir högre desto mer effektuttag som tas ut (desto högre utetemperaturen blir).

3.3. För stor styrventil vid små effektuttag

En för stor styrventil vid små effektuttag kan lätt upptäckas genom att analysera flödeskurvor från låglast och höglast period. Vid låglast, som kan ses i figur 9 nedan, är flödet så lågt att styrventilen som är dimensionerad för betydligt större flöden inte kan upprätthålla ett jämnt flöde. Styrventilen öppnar och stänger sig hela tiden för att uppnå den önskade temperaturen. Detta gör att kurvan blir hackig. Vid höglast som kan ses på figur 10 däremot ser flödeskurvan jämn ut. Detta är för att styrventilen är dimensionerad för det stora flödet (där den regleras som bäst).



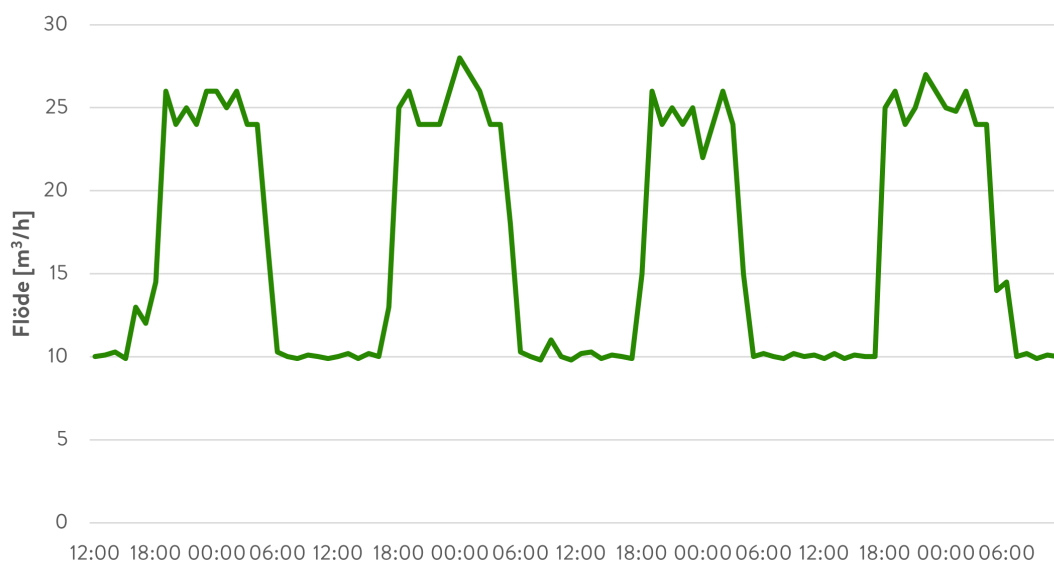
Figur 9. Exempel där primära flödet fluktuerar vid små effektuttag, med (för) stora ventiler.



Figur 10. Exempel primärt flödesuttag vid anläggning med för stora styrventiler men som ändå fungerar tillfredställande vid större effektuttag.

3.4. Ventilationsbatterierna styrs fel

Luftbehandlingsaggregat med tidsinställning som stänger av fläkten nattetid och helger utan att stänga köldbärarflödet är ett förekommande problem. När fläkten är avstängd kommer flödet genom kylbatteriet att öka då styrventilen öppnar för att försöka hålla inställt börvärde. Då flödar köldbäraren från framledningen till returledningen utan att värmas upp. Detta kan man konstatera genom att analysera statistik för några dygn under höglastperiod. I diagrammet nedan syns fjärrkylaflödet under fyra dygn och man kan se att flödet går upp betydligt på natten då fläkten är avstängd och styrventilen står fullt öppen. När sedan fläkten slås på sjunker flödet kraftigt för att sedan rätta till sig till normalt uttag.



Figur 11. Exempel på ventilationsaggregatet som slås på sjunker flödet kraftigt för att sedan rätta till sig till normalt uttag.

3.5. Felaktig pumpavstängning

När ingen last förekommer i anläggningen och köldbärarpumpen stängs av (alternativt pumpar mot stängda ventiler ute i systemet) så att den sekundära kretsen blir stillastående. Det stillastående vattnet värms då upp av omgivningen och den styrande temperaturgivaren på den sekundära sidan beordrar styrventilen på primärsidan att öppna upp för fullt för att kyla ner framledningsvattnet på sekundära sidan. Eftersom vattnet är stillastående kommer inte temperaturen vid givaren ner till sitt börvärde vilket får till följd att primärt kylvatten flödar igenom växlaren tills pumparna slås på igen (alternativt att stängda ventiler öppnar igen ute i systemet) och styrningen börjar fungera korrekt igen. För att avhjälpa detta styrningsfel bör pumpens styrning integreras med styrventilens styrning så att styrventilen stänger när pumpen inte är i drift, samt att styrventiler ute i systemet måste vara öppna för att den primära styrventilen ska få öppna. En nödhjälpsåtgärd på detta problem kan vara att flytta den styrande givaren närmare växlaren så att ledkyla när givaren vid kortslutningarna som bildas i växlaren.

4. Enkla åtgärder för att höja temperaturen

4.1 Ta bort blandningspunkter med stor temperaturdifferens

Den viktigaste åtgärden är att ta bort samtliga blandningspunkter. Ett sätt är att bygga om tvåvägsventiler till tvåvägsventiler. En rekommendation för att energieffektivisera är att kombinera denna åtgärd med varvtalsstyrning av pumpen (konstant tryckhållning) då flödet kommer få större variation i och med att läckflöden försvinner.

4.2 Styr anläggningen rätt

Ett enkelt och kostnadseffektivt sätt att höja returtemperaturen är att lägga till några funktioner i styrsystemet. Nedan är rangordnade i de som bedöms vara mest effektiva.

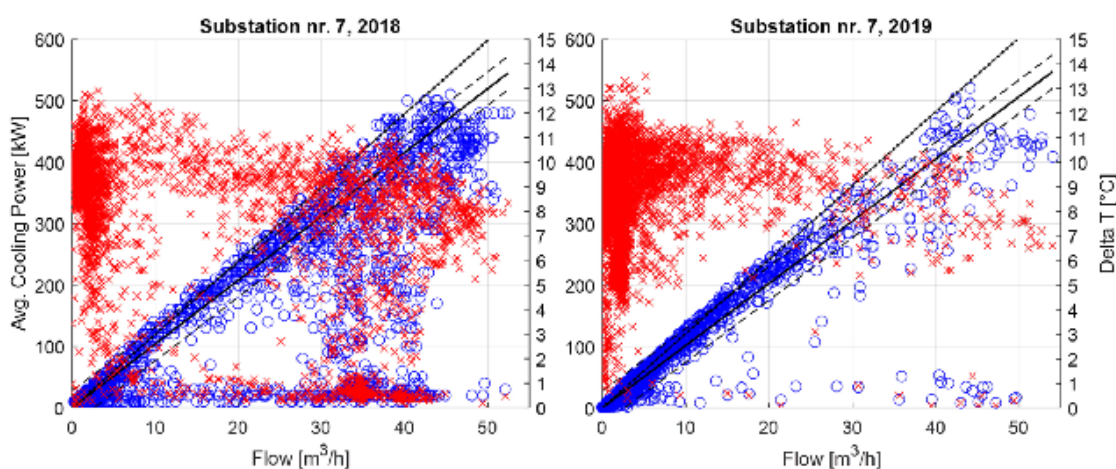
Börvärdesjustering

I syfte att undvika kortslutning och onödigt höga flöden kan man med styrsystemet se till att framledningstemperaturen på sekundärsidan följer med framledningstemperaturen på primärsidan med en fast temperaturdifferensen. Förslagsvis alltid minst 2 °C eller den temperaturskillnad som växlaren är dimensionerad för i skillnad på fjärrkylframledning och kölbärarframledning. Framledningstemperaturen på fjärrkylan är inte statiskt lika med 6 °C. Vilket innebär att om fjärrkylans tilloppstemperatur stundvis går över 6 °C, exempelvis upp till 7 °C, så kommer fjärrkylavväxlaren inte klara av att växla till mer än 2 °C över (det som växlaren är dimensionerad för), börvärdet bör därför "glida med upp" till 9 °C (i stället för 8 °C). Om funktionen inte är inlagd så hade köldbärarsystemet ändå inte fått så mycket kallare än 9 °C (eftersom växlaren är dimensionerad för 2 °C tapp), utan det som i stället händer är att ett onödigt kortslutningsflöde uppstår på primärsidan för att växlaren inte klarar av att hålla börvärde 8 °C (vid fjärrkylframledningstemperatur 7 °C). Styrfunktionen ställs in att ligga på ett fast börvärde, alternativt en kurva, men med tilläggsvillkoret minimum 2 °C skillnad (inställbart i styrsystemet) på fjärrkyltilloppstemperatur och köldbärartilloppstemperatur. Fjärrkylans framledningstemperatur kan tas från en egen givare alternativt läsas in från fjärrkylmätarens temperaturgivare (via m-bus-utgången / kundutgången på mätaren). Se bilaga 1 för exempel.

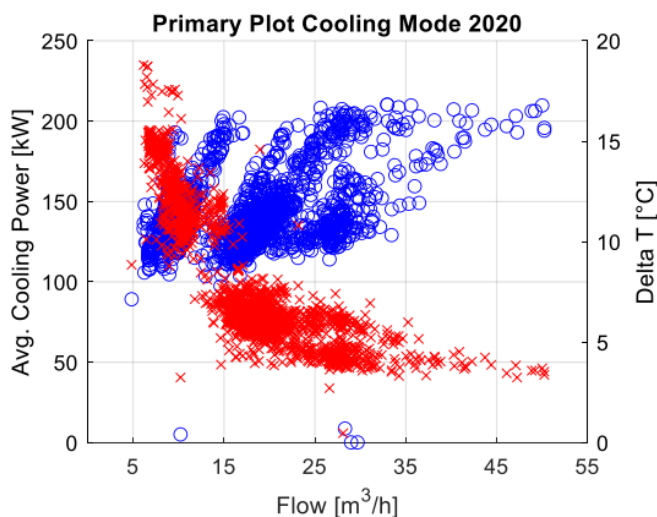
Flödesbegränsning på primärsidan

Med hjälp av m-busutgången i leverantörens integreringsverk kan man bygga upp en funktion som begränsar flödesuttaget. Genom att studera data från ett representativt år, där primärflöde plottas upp tillsammans med kyleffekt kan slutsatser dras vilket primärflöde som behövs för att uppnå max kyleffekt. Genom att ta den punkten där max kyleffekt har använts så kan man se vilket flöde som anläggningen skulle kunna begränsas till. Det hjälper framför allt till att begränsa flödet i de anläggningar som har överdimensionerade styrventiler.

I exemplen nedan tas punkten med max-flöde minus flödet vid punkten med högsta uttagna effekt, därmed får man den potentiella flödesbegränsningen och det flödet som anläggningen i en inledande styrprogrammering skulle kunna programmeras till att max få ta ut.



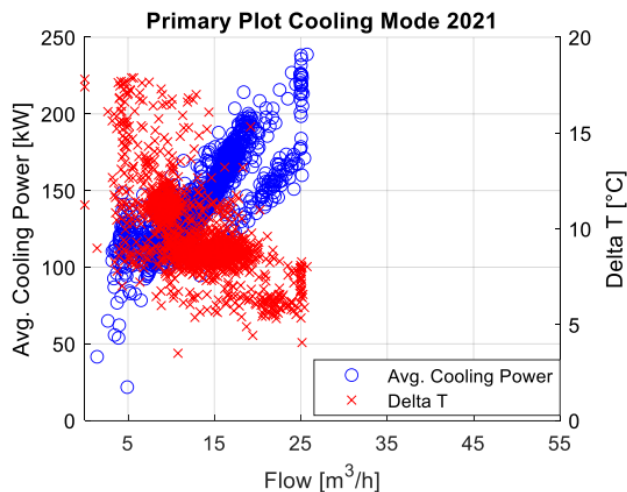
Figur 12. Exempel på fjärrkylcentral där upp till 22% besparing av max-flödet kan göras. Blå ringar motsvaras av effekt [kW] och röda kryss av ΔT [°C] med flöde på X-axeln. Källa: Jangsten m.fl. 2022, sida 10.¹



Figur 13. Maximala kyleffekt uppnås vid ca 25 m³/h. Källa: Jangsten 2022, sida 46.²

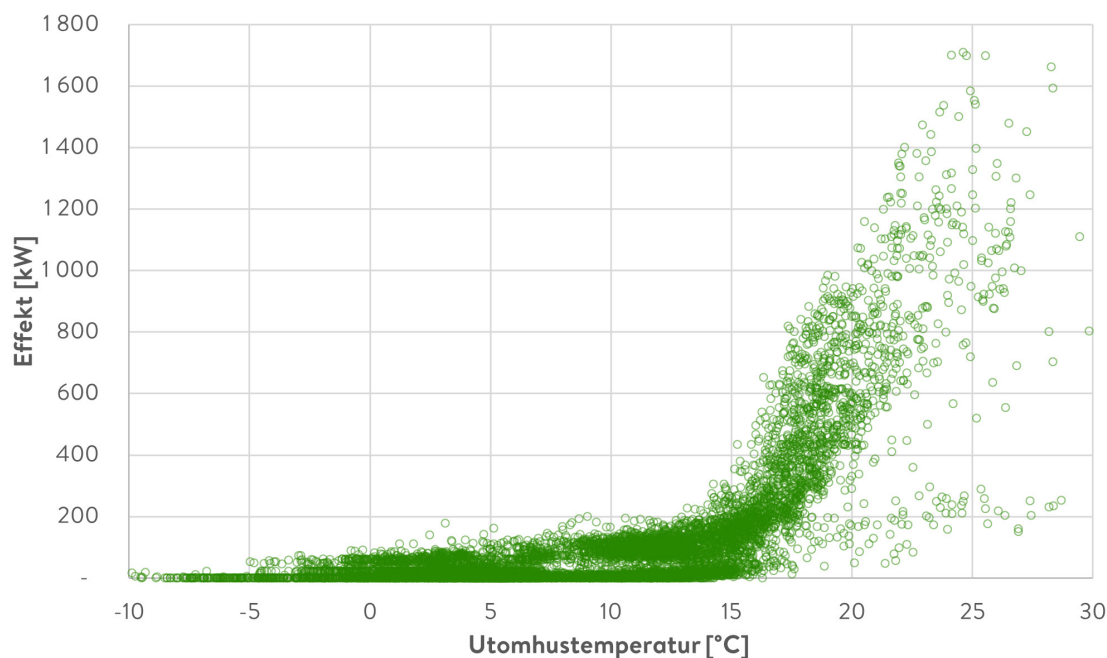
¹. <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/23744731.2022.2129272?needAccess=true>

². https://research.chalmers.se/publication/532258/file/532258_Fulltext.pdf

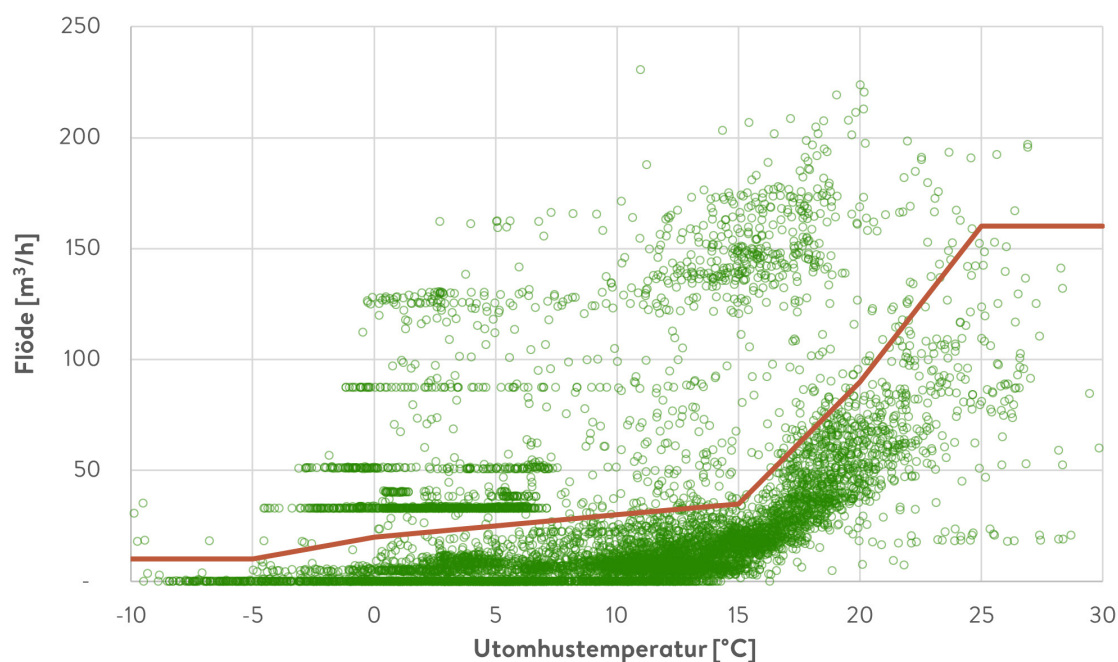


Figur 14. Flödet begränsas till det flöde som kan ge max kyleffekt. Mättnadszonen elimineras.

I anläggningar där flödet är automatiskt under hela året (inte bara vid dimensionerade utetemperaturer/sommartid) skulle en flödesbegränsning med utekompenserad kurva kunna läggas in. Då jämförs effektprofilen med flödesprofilen och samma form på kurva är önskvärd på flödet likt som på effekten, se nedan.



Figur 15. Effektprofil, som fås genom att plotta effekt [kW] och utetemperatur [°C] under ett år.



Figur 16. Flödesprofil, som fås genom att plotta flöde [m^3/h] och utetemperatur [$^{\circ}\text{C}$] under ett år.

Förslag på flödesbegränsning tas fram genom att plotta linje som har samma grafiska profil som effektuttaget, längs den övre kanten av det flödesuttag som är önskvärt. I exemplet ovan hade inledande programmering av den utekompenserade flödesbegränsningens kurva kunnat se ut enligt nedan.

Utomhustemperatur [$^{\circ}\text{C}$]	Flödesbegränsning [m^3/h]
-5	10
0	20
10	30
15	35
20	90
25	160
30	160

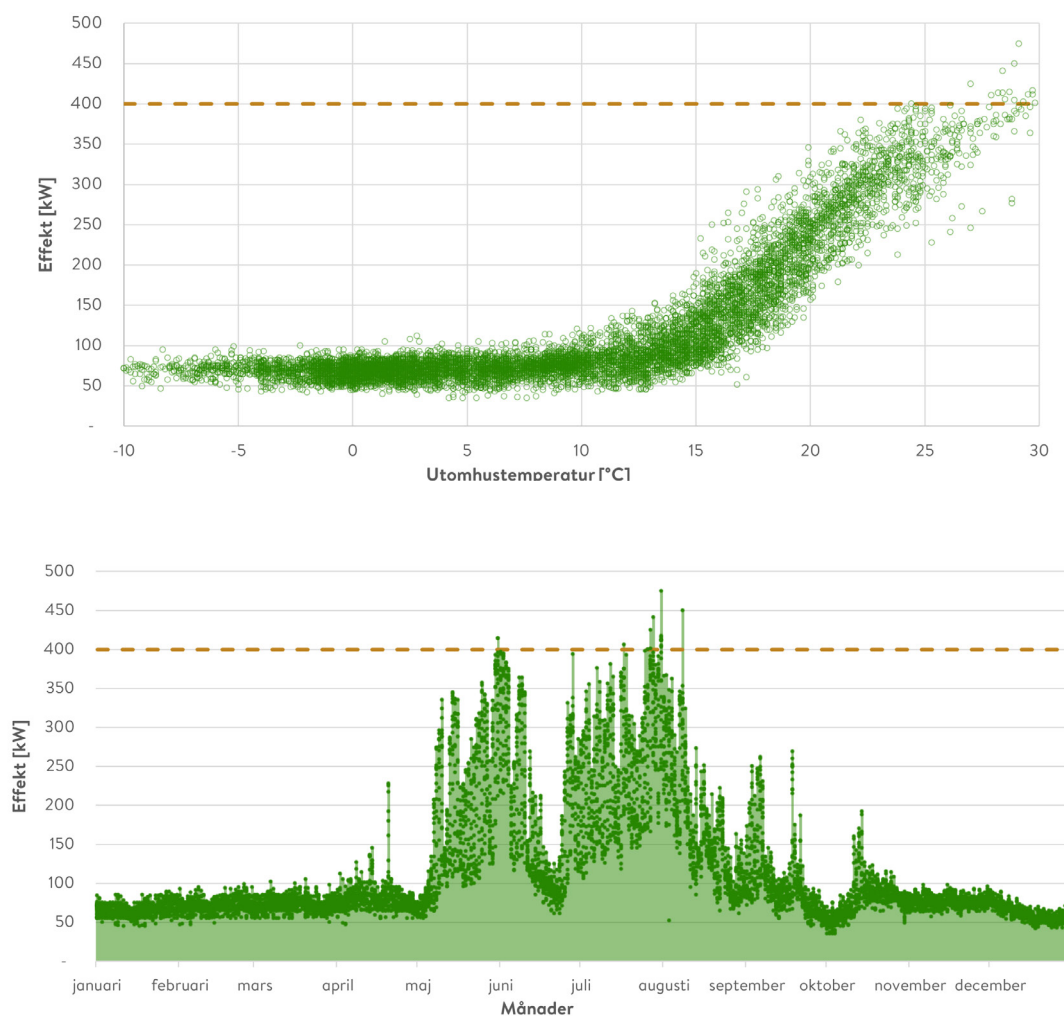
Tabell 2. Exempel på utomhustemperaturkompenserade flödesbegränsning, se även figur 16 ovan.

4.2.3 Effektbegränsning

Ett annat sätt att begränsa uttaget är att göra det på effekten, vilket kan innebära betydande kostnadsbesparingar och ibland även en komfortökning (onödigt att frysa på sommaren). Ofta kan en effektbegränsning fås till enkelt via m-busutgång på mätaren (enklare än flödesbegränsning) och med ett programmeringsvillkor i styrsystemet.

Kortvariga effekttoppar påverkar knappast inomhusklimatet märkvärt men påverkar fjärrkylasystemet negativt och driver upp dina kostnader. En bekväm inomhustemperatur är ofta glidande 3-4 °C under utomhustemperaturen från 25 °C och högre. Folkhälsomyndigheten rekommenderar max 26 °C varaktigt och max 28 °C kortvarigt inomhus¹.

Styrs effekten ned några få timmar på ett år, då utomhustemperaturen är över exempelvis 25 °C, sänks toppeffekten och kostnaderna associerad till denna för hela året. Eftersom effekttaxan är en stor del av fjärrkylakostnaden så finns det potential till besparing.

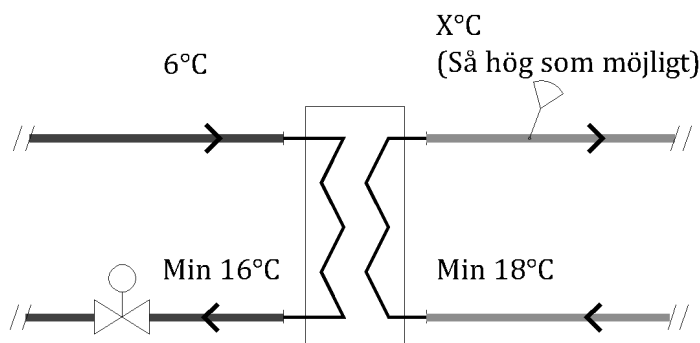


Figur 17. Exempel på begränsning av effekten där över 15 % av maxeffekten och därmed kostnaden undviks. Den övre rubriken visar effekten för alla årets timmar ordnade efter utomhustemperatur och den nedre samma effekt fast i kronologisk ordning.

¹ FoHMFS 2014:17 - Folkhälsomyndighetens allmänna råd om temperatur inomhus.

4.2.4 Högt bärvärde på köldbärarsystemet

Det vanligaste sättet att styra växlaren är på köldbärarens framledningstemperatur på sekundärsidan. Det man i huvudsak skall tänka på är att ställa den så högt som möjligt. Om anläggningen har svårt att prestera $10\text{ °C } \Delta T$ så skulle möjligheterna kunna förbättras att nå standardreturtemperaturen 16 °C om köldbärarens tillloppstemperatur är så hög som möjligt. Teoretiskt sett så presterar kylsystemets bättre med en lägre framledningstemperatur, vilket i kombination med ett lägre flöde i köldbärarsystemet skulle kunna möjliggöra högre returtemperaturer. Detta har dock visat sig svårare i praktiken, speciellt om sköldbärarsystemet har problem med kortslutningar med mera. Jämför teoretiskt med ett radiatorsystem som erhåller bättre returtemperaturer om systemet görs om från hög- / normalflödessystem till lågflödessystem. Det är alltså två metoder/teorier som ställs mot varandra. Det bör således testas/laboreras med kurvan och eventuellt pumptrycket, för att se hur resultatet blir. Ytterligare ett steg i att testa detta kan vara att låta styrsystemet adaptivt justera kurvan, se bilaga 2 för exempel.



Figur 18. Fjärrkylväxlare med där köldbärarens tillloppstemperatur är så hög som möjligt.

4.2.5 Min-begränsning av returtemperaturen

Om man vill vara säker på att man inte understiger standardreturtemperaturen kan min-begränsaren kopplas in och bärvärdet ställas in på 16 °C . Detta är en mycket effektiv åtgärd för att höja returtemperaturen. Det kan dock bli problem med att önskad kyleffekt ej erhålls när det finns brister och fel i anläggningen. Ett effektivare sätt att min-begränsa sin anläggning är att förse alla effektanvändare med min-begränsare. På detta sätt undviker man de långa döttider som ofta uppkommer när min-begränsaren är lokaliserad i fjärrkylcentralen.

5 Projekteringstips

Här behandlas tips som tas i beaktande vid nybyggnation alternativt sådana förändringar som kräver att systemet stängs en längre tid, förslagsvis vintertid, och är dyrare än tidigare nämnda åtgärder. För fjärrkylasystem med en prismodell som innehåller en effektivitetskomponent kan det ändå kan vara lönsamt att vidta åtgärder på denna nivå.

5.1. Val av en eller två styrventiler

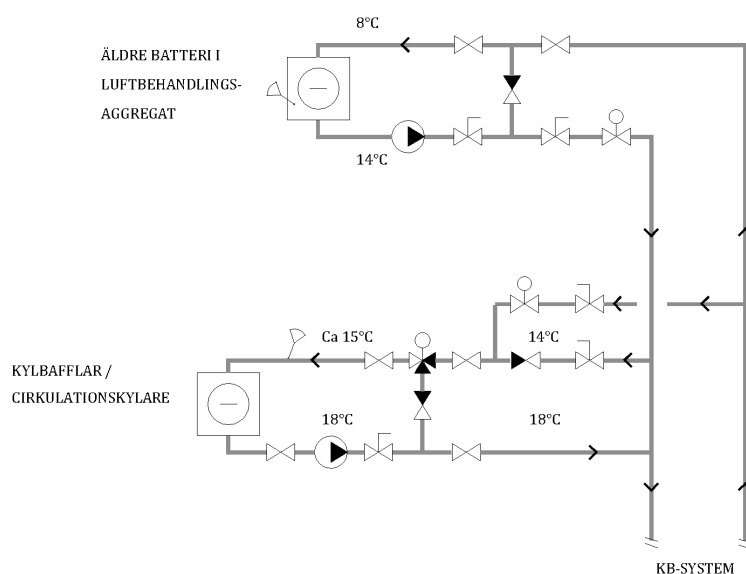
När anläggningen har stor variation av kyleffektsbehov, till exempel låg baslast och stort kyleffektsbehov sommartid, bör två eller fler styrventiler på primärsystemet monteras. Erfarenhetsmässigt gäller detta även då primärflödet överstiger 20 l/s. Om man till exempel väljer två styrventiler väljs styrventilerna för 1/3 respektive 2/3 av det dimensionerande flödet. Vid större styrventiler ökar behovet av ställkraft, så av den anledningen kan också två mindre styrventiler väljas, se 5.2 nedan. Glöm inte att fråga Göteborg Energi vilket minsta differenstryck som råder i nätet vid den aktuella fastigheten, så att inte styrventilen blir onödigt stor (eller för liten), alltså får rätt kvs-tal.

5.2 Rätt ställkraft på ställdon till styrventiler

Eftersom styrventiler för fjärrkyla brukar bli större än de för fjärrvärme (på grund av lägre ΔT jämfört med värme, vilket innebär högre flöden) krävs större ställkraft för att stänga styrventilen. Ibland kan en tryckkompenserad ventil behöva väljas. Se Lokala anvisningar för vilket differenstryck styrventilen ska klara stänga mot. Se i produktbladen så att styrventil, ställdon och maximalt differenstryck matchar.

5.3 Koppla fler komponenter i serie

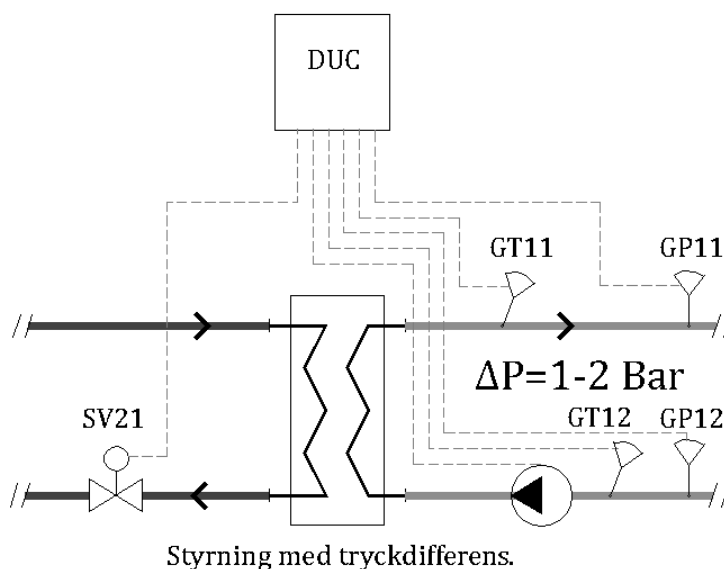
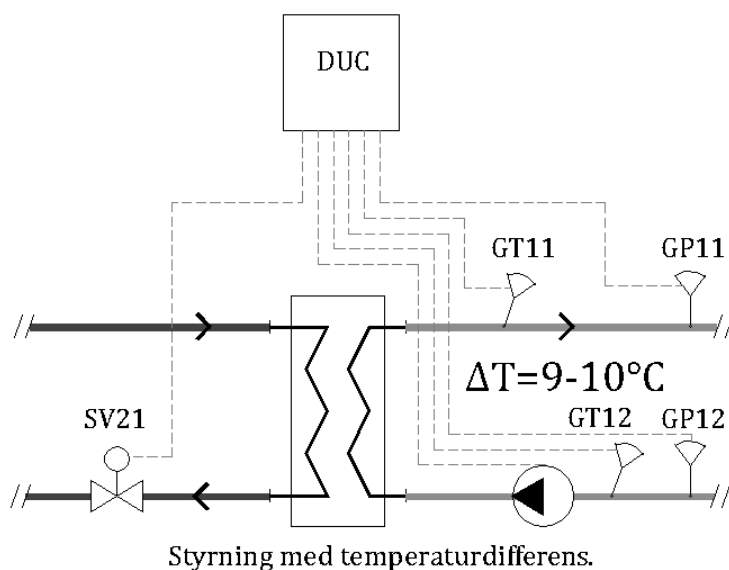
Vissa kylobjekt som till exempel rumskylare/fancoil/cirkulationskylare, kondensorvärme från kylmaskin och kylbafflar arbetar vid högre temperaturer än tilluftsaggregat. Dessa kan då läggas i serie med returledningen med möjlighet till påspädning av kallt framledningsvatten när så erfordras.



Figur 19. Kylobjekt där returledningen kopplas i serie.

5.4 Frekvensstyrda pumpar

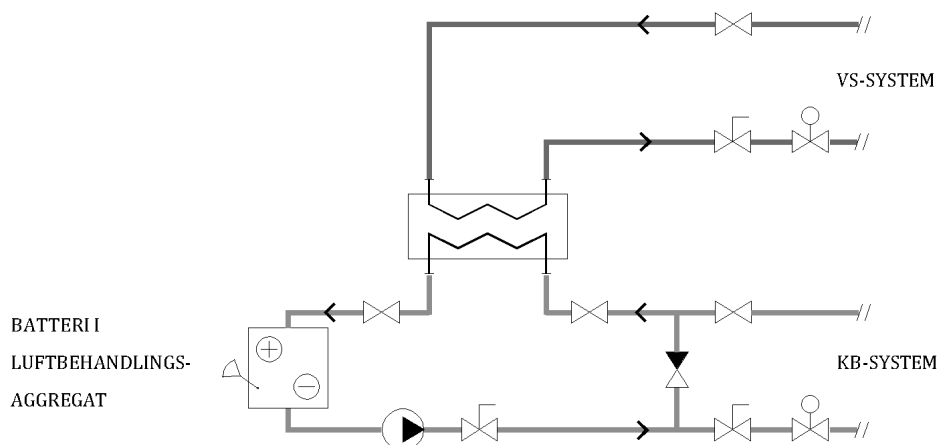
Många köldbärarsystem har en huvudcirkulationspump där pumpen är i drift under alla årets 8 760 timmar. Den energi som pumpen avger stryps sedan bort i en mängd små styrventiler. Frekvensstyrda pumpar bör säkerställas så att pumparna/flödet används effektivt, jämfört med om pumparna hade haft konstant varvtal (i stället för konstant tryckstyrning). Frekvensstyrning lämpar sig utmärkt i sekundärsystem med tvåvägsventiler då flödet ständigt varierar beroende på kylbehov. Utvecklingen har medfört att frekvensstyrning har blivit allt mer ekonomiskt motiverat för ett pumpbyte. Figuren nedan illustrerar några exempel på hur pumparna kan styras.



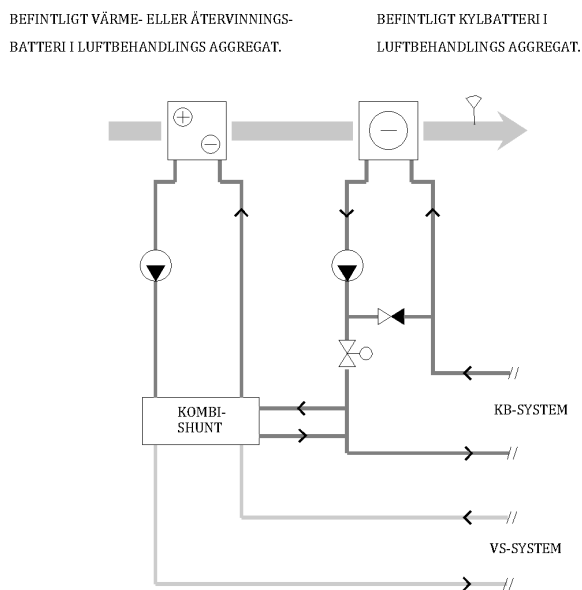
Figur 20. Fjärrkylcentral med olika styrstrategier av köldbärarpumpen.

5.5 Storlek på ventilationsbatterier

Genom konsultation med batterileverantören kan man beräkna hur de gamla tilluftbatterierna kommer att fungera med till exempel temperaturprogrammet 8/18 °C i stället för 6/12 °C på vattensidan. Om temperaturprogrammet medför en för kraftig effektsänkning kan ett batteribyte bli nödvändigt. Ett annat alternativ kan då vara att nyttja även värmebatteriet eller återvinningsbatteriet som kylbatteri sommartid med en så kallad kombishunt. Alternativt om inte platsen finns för att sätta in ett större kylbatteri så kan värme- och kylbatteri bytas ut till ett kombibatteri.

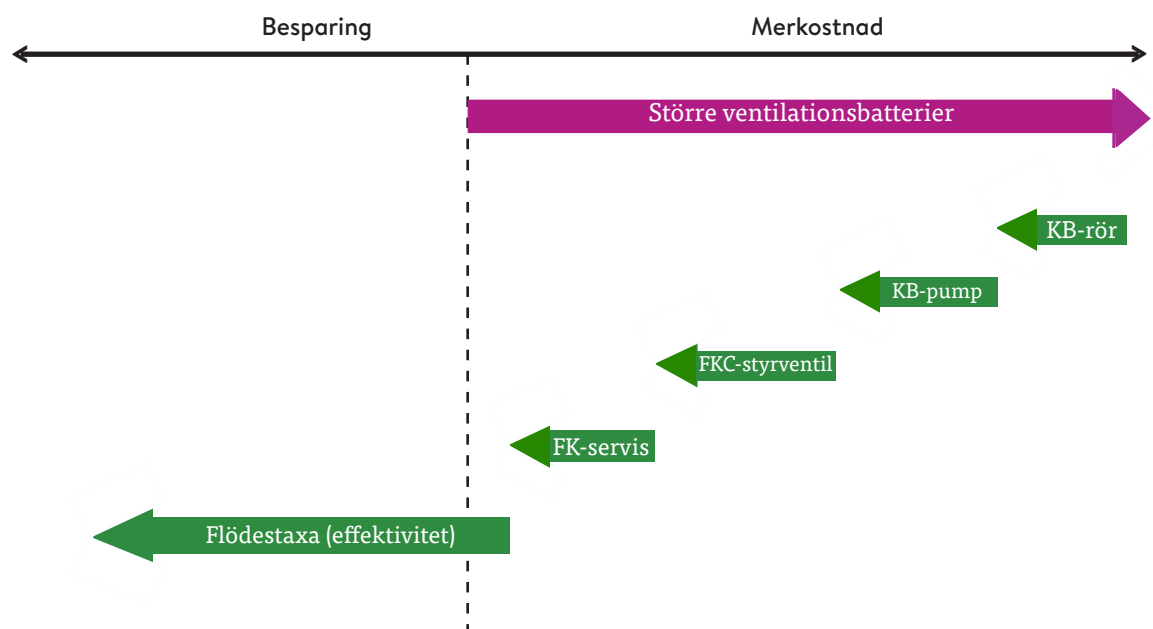


Figur 21. Princip för indirekt anslutning till fjärrkyla Kombinerat kyl- och värmebatteri.



Figur 22. Kombinerat kylbatteri och värme-/återvinningsbatteri seriekopplad med befintligt kylbatteri.

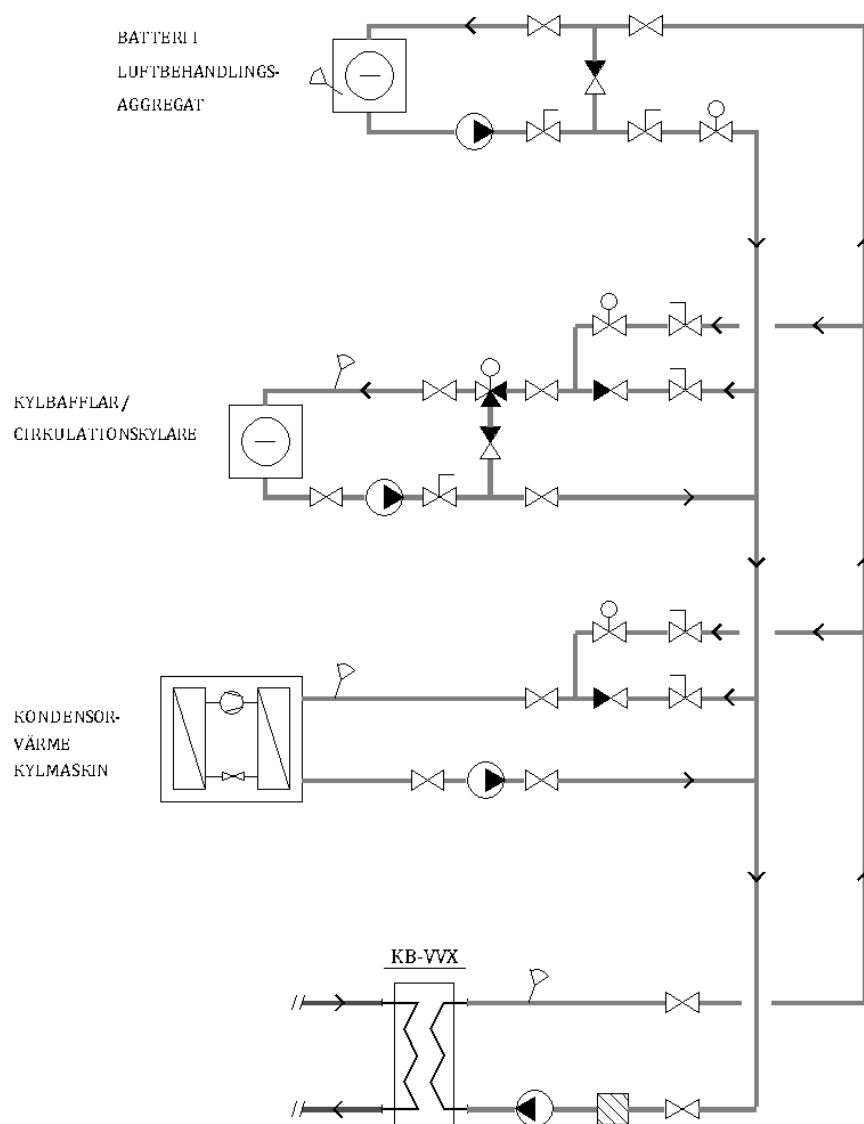
Vid nybyggnation kan det vara värt att se över om det går att dimensionera större ventilationsbatterier (med högre returtemperaturer), för att få ner flödena på köldbärarsystemet. Detta påverkar kostnaderna i flera led vilket gör att det kan vara värt att ta en högre kostnad för ventilationsbatterierna, se figur nedan.



Figur 23. Kostnaderna påverkas i flera led vilket gör att det kan vara värt att ta en högre kostnad för ventilationsbatterierna.

5.6 Princip för seriekoppling av luftbehandlingsagg. och kylbafflar/ kondensorvärme

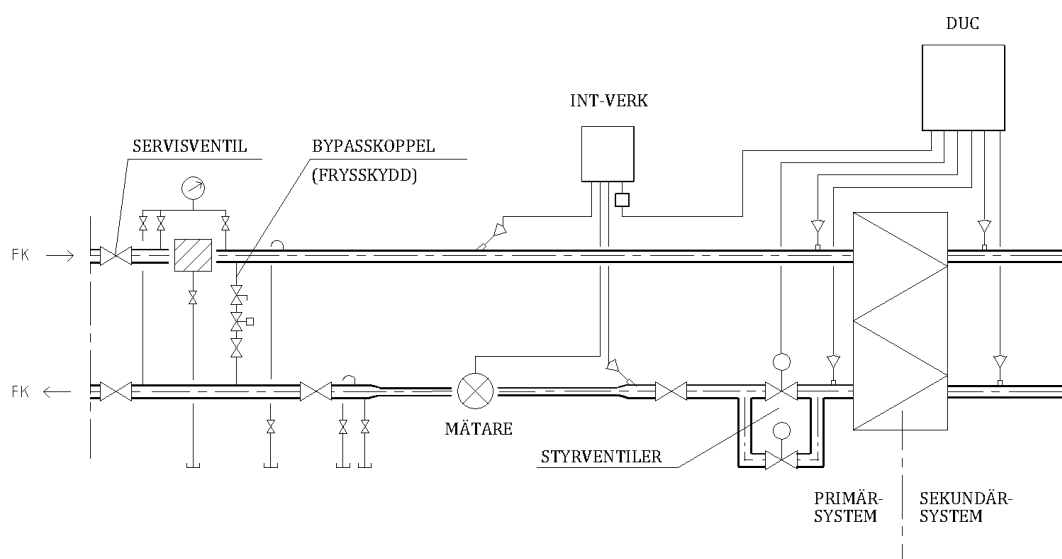
Exempel av princip för seriekoppling av luftbehandlingsaggregat och kylbafflar/kondensorvärme för att få bättre returtemperatur i det sekundära systemet.



Figur 24. Princip för seriekoppling av luftbehandlingsaggregat och kylbafflar/kondensorvärme.

5.7 Princip primärsida

Exempel på princip av primärsidan i en fjärrkylcentral. Leveransgränsen kan skilja sig från olika fall/leverantörer. Extra avstängningsventiler runt mätaren kan lämpa sig vid större dimensioner och/eller långa inomhus-rördragningar. Behov av bypass-koppel (frys-skydd) avgörs av leverantören beroende på hur lång servisledning är och eventuellt hur behovet i fastigheten ser ut. Normalt byggs denna med en avstängningsventil, magnetventil (som är normalt öppen), samt en reglerventil, i storlek DN20. Storleken kan dock vara olika beroende på längd på servisledningen. Magnetventilen styrs (ska vara öppen) när utetemperauren är under ca 3 °C (inställbart i DUC/DDC).



Figur 25. Exempel på princip av primärsida i en fjärrkylcentral.

5.8 Övrig projekteringsinformation

Tänk på att växlare för kyla är betydligt mer skrymmande och tyngre än för värme (jämfört vid samma effektagivelse). På grund av de snäva temperatursambanden (skillnaden mellan primärt tillopp och sekundärt tillopp) samt låga ΔT så krävs betydligt större växlarytor. Jämfört med vad som annars hade behövts för värme.

Förlängda muffar kan behöva installeras för givare och termometrar. Detta för att det ska gå att isolera upp en bit på muffen och att kylan ska hinna klinga av. Detta görs för att undvika kondens på komponenterna, vilket är särskilt viktigt på tilloppsledningen som är den kallaste ledningen.

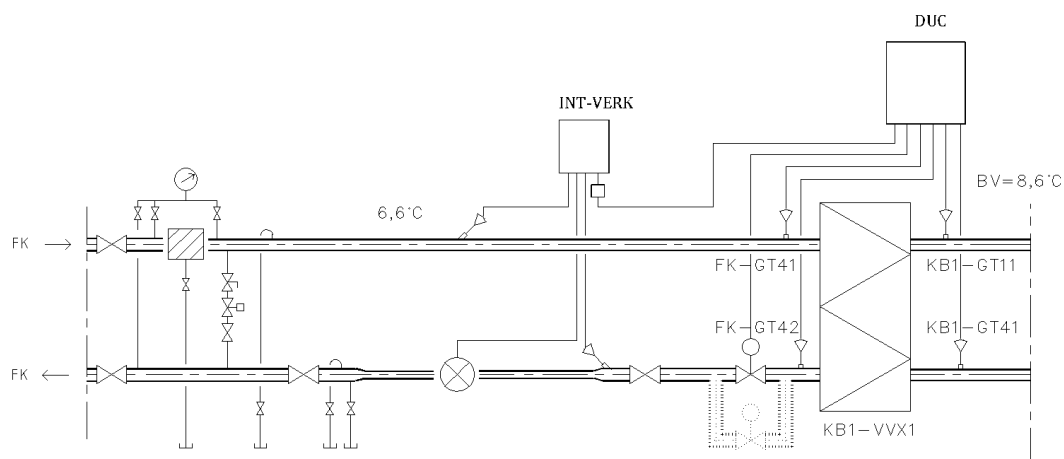
Eftersom rören brukar bli större på kyla än vid projektering av värme så kan det vara bra att tänka på att det kan behövas extra långa givare för att känslkroppen ska hamna i mitten av röret.

Köldbärarpump placeras med fördel på köldbärarreturen för att undvika kondensproblem vid pumpen.

Bilaga 1 - Börvärdesjustering

Exempel på momentan bild och hur inställningar av börvärdesjusteringen kan se ut (avsnitt 4.2.1).

Eftersom rören brukar bli större på kyla än vid projektering av värme så kan det vara bra att tänka på att det kan behövas extra långa givare för att känselkroppen ska hamna i mitten av röret.



Börvärde fast värde	8,0 °C
FK-GT41*	6,6 °C
Diff	2,0 °C
Minbegränsning börvärde (FK-GT41 + diff) (Justerat börvärde)	8,6 °C

	=inställbart värde
--	--------------------

*Alternativt hade mätarens temperaturgivare kunnat användas, via m-bus.

Bilaga 2 - Adaptiv justering av styrkurva i ett av köldbärarsystemen med ventilation

Syfte

Syftet med funktionen är att ge en så hög returtemperatur som möjligt i köldbärarsystemet. Funktionen skulle kunna till viss del liknas vid ett radiatorsystem där kurvan adaptivt justeras, fast där med hjälp av rumsgivare. Justeringen av kurvan för köldbärarsystemet erfordras enbart vid utetemperaturer över ca 15 °C det vill säga då kylbehov börjar uppstå i ventilationsaggregaten. Föreslagen funktion beskriv nedan.

Funktion

Reglerfunktionen utgår från en inställd huvudkurva.

I driftbilden finns fält/rutor där följande justeringar kan göras:

Vilka aggregat / ventiler som ska ingå i funktionen, förslagsvis kryssrutor.

- Önskad öppningsgrad (A-BV) [%] för den styrventil som är styrande enligt nedan.
- Beräkningsfrekvens (B) [min] kurvjustering enligt nedan.
- Kurvjustering (C) [°C] per beräkningstillfälle.
- Börvärde (D) [°C] vid endast kylbaffeldrift.

Den kylventil som har högst öppningsgrad (Ax-ÄV) blir den styrande. Varje x:e min enligt inställd beräkningsfrekvens (B) så jämförs önskad öppningsgrad på ventilerna (A-BV) med alla ventilernas verkliga öppningsgrad, "är"-värden, (Ax-ÄV). Om (Ax-ÄV) är lägre än (A-BV) så parallellförskjuts kurvan uppåt med inställd storlek enligt (C), omvänd sekvens om (Ax-ÄV) är högre än (A-BV).

Kommentar

Funktionen nollställs varje dygn.

Börvärdesjusteringen, funktionen som ser till att framledningstemperaturen på sekundärsidan följer med framledningstemperaturen på primärsidan (så att temperaturdifferensen alltid är minst 2 °C) ligger hela tiden övergripande aktiverad, det vill säga prioriterad över denna adaptiva funktion beskriven ovan.

Sedvanliga funktioner/börvärden för daggpunktskompensering, som brukar användas vid styrning av en shunt till kylbafflar, påverkas ej då denna funktion beskriven ovan enbart påverkar börvärdet för huvudkretsen/fjärrkylavxlaren.

Funktionen ska ej vara aktiv när utetemperaturen är lägre än inställd utetemperatur.