

Fjärrvärme vid ö-drift

ER 2007:13

Böcker och rapporter utgivna av Statens
energimyndighet kan beställas från
Energimyndighetens förlag.
Orderfax: 016-544 22 59
e-post: forlaget@stem.se

© Statens energimyndighet
Upplaga: 100 ex

ER 2007:13

ISSN 1403-1892

Förord

Omfattande och långvariga elavbrott är mycket sällsynta i det nordiska elsystemet men kan, om de inträffar, medföra extrema påfrestningar på samhället. Under kallare perioder kan avbrott som drabbar tätorter – där många bor och arbetar på en liten yta – få mycket allvarliga konsekvenser. Idag värmer fjärrvärme ca 570 orter i Sverige. Vid störda fjärrvärmeleveranser kan många personer behöva evakueras med kort varsel. Dessutom riskerar byggnader frysskador. Risken för att elavbrott som leder till längre avbrott i fjärrvärmeleveranser ska inträffa är liten, men med så potentiellt stora konsekvenser är det trots allt motiverat att ta fram strategier för att mildra eventuella effekter.

Syftet med denna rapport är att klarlägga möjligheterna att nyttja fjärrvärme-system vid elektrisk ö-drift. Rapporten beskriver problem, möjligheter och generella lösningar för elektrisk ö-drift kombinerat med fjärrvärmedrift i ett systemperspektiv. För mer detaljerade beskrivningar krävs analyser av varje specifikt system.

Rapporten har utarbetats av Oskar Sämfors, Sweco Energuide, på Energimyndighetens uppdrag. För rapportens innehåll och slutsatser svarar författaren.

Eskilstuna i mars 2007


Maria Malmkvist
Enhetschef


Mikael Toll
Projektledare

Innehåll

1	Inledning	7
1.1	Bakgrund.....	7
1.1.1	Omfattande elavbrott – sällsynta, men konsekvenser motiverar beredskap och planering.....	7
1.1.2	Svenska Kraftnät planerar och förbereder elsystemet för ö-drift.....	7
1.1.3	Fjärrvärme – ett möjligt komplement vid kallt väder.....	7
1.2	Syfte.....	8
1.3	Förtydligande av begreppet ”ö-drift”.....	8
1.4	Målgrupp.....	8
1.5	Rapportens upplägg.....	8
1.6	Begränsningar och förutsättningar.....	9
1.6.1	Komplettering av elektrisk ö-drift.....	9
1.6.2	Detaljnivå – Systemperspektiv.....	9
1.6.3	Teknik, juridik och ansvar.....	9
1.6.4	Styrning av el till prioriterade verksamheter och förbrukare vid elbrist.....	9
2	Ö-drift	11
2.1	Småskalig drift av begränsade elsystem.....	11
2.2	Alternativ återuppbyggnadsstrategi.....	11
2.3	Syftet med ö-drift.....	11
2.4	När initieras elektrisk ö-drift och av vem?.....	12
2.4.1	Vem initierar ö-drift?.....	12
2.4.2	När initieras ö-drift?.....	12
2.5	Ö-drift jämfört med normal drift av elnätet.....	12
2.5.1	Vem får ström vid ö-drift?.....	14
3	Fjärrvärme vid ö-drift	15
3.1	Fjärrvärmesystemet – kortfattad beskrivning.....	15
3.1.1	Produktionsanläggningar.....	15
3.1.2	Distributionsnät.....	15
3.1.3	Kundanläggningar.....	15
3.2	El och fjärrvärme – systemberoenden.....	16
3.2.1	Fjärrvärmeproduktionsanläggningars elberoende.....	16
3.2.2	Fjärrvärmenätets elberoende.....	17
3.2.3	Fjärrvärmekundens elberoende.....	17
3.2.4	Elsystemets fjärrvärmeberoende.....	17
3.3	Tekniska förutsättningar.....	18
3.3.1	Elmatning av fjärrvärmesystem.....	18
3.3.2	Avsättning för värme.....	18
3.3.3	Fungerande kommunikationssystem.....	19
3.3.4	IT- och styrsystem.....	19
3.4	Icke-tekniska förutsättningar.....	19

3.4.1	Samarbete och kommunikation.....	19
3.4.2	Övning och utbildning	19
3.4.3	Planering, analys och kartläggning	20
3.5	Drift av fjärrvärmesystem vid ö-drift	21
3.5.1	Ö-drift och fjärrvärme – Förutsättningar och tidsperspektiv?	21
3.5.2	Uppstart av produktion	24
3.5.3	Spänningssättning av nät och distribution av el och värme.....	26
3.5.4	Fortvarig drift.....	26
3.6	Ö-driftorganisation	27
3.6.1	Berörda parter	28
3.6.2	Ö-driftledning	28
4	Potential och nytta	29
4.1	Varför fundera på fjärrvärme vid ö-drift?.....	29
4.2	Samhällsnytta.....	29
4.2.1	Analys/diskussion	30
5	Koordinering av el- och fjärrvärmeförsörjning vid ö-drift	33
5.1	Komplettering av befintliga ö-driftplaner.....	33
5.2	Process - införande av fjärrvärmeinstruktioner	33
5.2.1	Inledande förstudie.....	33
5.2.2	Analys	34
5.2.3	Beslut om fortsatt planering	35
5.2.4	Åtgärder	35
5.2.5	Förplanering	35
5.2.6	Granskning och fastslående av plan.....	35
6	Summering och framtida arbete	37
6.1	Summering.....	37
6.2	Framtida arbete	37
6.2.1	Förutsättning för fortsatt arbete	37
6.2.2	Förslag till fortsatt arbete	37
7	Referenser	39

1 Inledning

Detta kapitel beskriver bakgrund och syfte med denna rapport, samt målgrupp, rapportupplägg och begränsningar.

1.1 Bakgrund

1.1.1 Omfattande elavbrott – sällsynta, men konsekvenser motiverar beredskap och planering

Omfattande och långvariga elavbrott är mycket sällsynta i det nordiska elsystemet och dessa sker, sett till modern historia, någon gång i storleksordningen var tjugonde år. Ett elavbrott av omfattande karaktär innebär allvarliga påfrestningar på samhället och dessa ökar kraftigt i takt med avbrottets varighet. Ett elavbrotts varighet avgörs till stor del av orsaken till avbrottet. Materiella skador på elsystemet är t ex extremt tidskrävande att åtgärda och ökar markant risken för att ett avbrott skall bli långvarigt. Det kan t ex röra sig om haverier, krig, terroristattentat eller svåra väderförhållanden.

Ett av de allvarligaste scenarierna är exempelvis att stamnätet fått så allvarliga skador att det är svårt att klara elförsörjningen av ett område under en längre tid, kanske upp till flera dygn eller veckor. Risken för att ett elavbrott av denna typ skulle inträffa får ses som liten, men eftersom konsekvenserna i samhället skulle bli mycket omfattande är det motiverat att ta fram strategier för att hantera även dessa svåra tillstånd.

1.1.2 Svenska Kraftnät planerar och förbereder elsystemet för ö-drift

I Elberedskapsförordningen anges att Affärsverket svenska kraftnät som elberedskapsmyndighet bl a har att ”tillgodose samhällets prioriterade behov av el” och att ”möjliggöra drift av delsystem” d v s ö-drift. I framför allt storstadsregionerna arbetar Svenska Kraftnät med planer och tekniska åtgärder för att tillgodose samhällsviktig verksamhet med el vid omfattande och långa elavbrott. Ö-drift innebär kortfattat att elsystemet i en region startas upp kring lokala produktionsanläggningar och sedan drivs oberoende och isolerat från resterande nationella elnätet, se kapitel 2 för mer ingående beskrivningar av detta driftsätt.

1.1.3 Fjärrvärme – ett möjligt komplement vid kallt väder

Skulle ö-drift bli aktuellt vid mycket kallt väder, blir med största sannolikhet uppvärmningen av bostäder ett av de svåraste problemen att lösa eftersom tillgänglig elproduktion inom ett begränsat geografiskt område normalt inte räcker till att samtidigt klara elförsörjningen av prioriterade objekt/funktioner i samhället och eluppvärmningen av bostäder. En lösning på problemet kan vara att nyttja fjärrvärmesystemet om ett sådant finns i aktuellt område.

Att starta upp, driva och nyttja fjärrvärmesystemet vid ö-drift ställer dock helt andra krav på koordinering gentemot elsystemet än vid normal drift, eftersom tillgången på el är begränsad både med avseende på maximal produktion och geografisk tillgänglighet.

1.2 Syfte

Syftet med denna rapport är att klarlägga möjligheterna att nyttja fjärrvärmesystemet vid elektrisk ö-drift. Följande frågeställningar har identifierats som centrala för detta arbete:

- Vilka beroenden finns mellan el- och fjärrvärmesystem?
- Är det möjligt att nyttja fjärrvärmesystemet vid elektrisk ö-drift och vad krävs för att detta skall vara möjligt?
- Hur skall uppbyggnad av el- och fjärrvärmesystem koordineras och organiseras vid ö-drift?
- Vilken potential finns det ur ett samhällsperspektiv i att använda fjärrvärmesystemet vid ö-drift?
- Hur kan de befintliga ö-driftplanerna kompletteras för att även hantera fjärrvärmeförsörjning?

1.3 Förtydligande av begreppet "ö-drift"

I den löpande texten förekommer begreppet ö-drift flitigt. Det är därför på sin plats att förtydliga vad som avses med ö-drift i denna rapport. **Med ö-drift avses, där inget annat anges, elektrisk ö-drift**, dvs det driftsätt som tillämpas då elsystemet drivs i ett eller flera separerade elsystem, se kapitel 2 för närmare förklaring. Någon uppdelning mellan ö-drift på värme- eller elsystemsida görs ej, utan då det är tal om fjärrvärme vid ö-drift avses endast nyttjande av fjärrvärme som **ett komplement till den elektriska ö-driften**.

1.4 Målgrupp

Målgruppen för detta arbete är personer verksamma inom beredskapsarbete och krisplanering med fokus på el- och värmeförsörjning.

1.5 Rapportens upplägg

Denna rapport inleds med en övergripande beskrivning av begreppet ö-drift och vad det innebär för driften av ett elsystem. Följande avsnitt belyser systemberoenden mellan el- och fjärrvärmesystem, samt beskriver hur fjärrvärmesystemet skulle kunna nyttjas vid elektrisk ö-drift. Fortsättningsvis diskuteras potentialen och samhällsnyttan i detta driftsätt. Rapporten avslutas med förslag på hur samtidig drift av el- och fjärrvärmesystem vid ö-drift kan organiseras och hur de befintliga ö-driftplanerna skulle kunna kompletteras för att även täcka in uppbyggnad och drift fjärrvärmesystemet.

1.6 Begränsningar och förutsättningar

1.6.1 Komplettering av elektrisk ö-drift

I vissa fall är kylning genom fjärrvärmenätet en förutsättning för att överhuvudtaget kunna producera el. Detta gäller då elproduktionen sker med hjälp av kraftvärmeverk. Denna rapportens omfattning begränsas så till vida att den endast behandlar möjligheten att komplettera elektrisk ö-drift med drift av fjärrvärmesystem. **Att elsystemet kan köras i ö-drift oberoende av fjärrvärmesystemet inom aktuellt område ses därför som en förutsättning för rapportens följande resonemang.**

1.6.2 Detaljnivå – Systemperspektiv

Resonemanget i denna rapport förs på en övergripande systemnivå. Istället för att beskriva tekniska detaljer och komponenter, läggs större vikt vid att beskriva generella samband, systemegenskaper och övergripande problemställningar inom detta område.

1.6.3 Teknik, juridik och ansvar

Detta arbete fokuserar på att beskriva vad som kan åstadkommas och vad som krävs för detta map teknik och organisation. Arbetet fokuserar inte på att reda ut och beskriva det aktuella juridiska läget inom området, dvs lagar, förordningar och ansvarsfördelning.

1.6.4 Styrning av el till prioriterade verksamheter och förbrukare vid elbrist

I skrivande stund är prioritering och styrning av el till prioriterade verksamheter och förbrukare i samhället inte juridiskt eller organisatoriskt möjligt. Detta är dock en förutsättning för att elektrisk ö-drift skall vara en reell möjlighet att ta till vid krissituationer i elsystemet. Arbetet syftar **ej** till att presentera förslag till hur juridiken bör anpassas för att detta skall vara möjligt. Istället hänvisas här till Energimyndighetens projekt STYREL som presenterat ett förslag till förändring av lagstiftning i syfte att just möjliggöra prioritering och styrning av elförsörjning vid elbrist.

Eftersom just möjligheten att styra elen till prioriterade förbrukare och verksamheter är en målsättning för ö-drift, kommer detta arbete att förutsätta att föreslagna åtgärder genomförs i framtiden. Därför bör läsaren vara uppmärksam på de ställen i texten som talar om prioritering av elkunder eller dyl. och tänka på att detta **ej** är möjligt i dagsläget, men kan komma att bli det i framtiden, förutsatt att framtaget förslag i STYREL-projektet omsätts i praktisk tillämpning.

2 Ö-drift

Detta kapitel förklarar begreppet ö-drift i elsystemssammanhang, syftet med detta driftsätt och hur de förändrade förutsättningarna påverkar elsystemets egenskaper jämfört med normal drift.

2.1 Småskalig drift av begränsade elsystem

I Svenska Kraftnäts föreskrift SvKFS 2000:1 om anmälan enligt 6 och 7 §§ elberedskapslagen definieras ö-drift enligt nedan:

”Drift av produktionsanläggningar, stationer och ledningsnät i delsystem för att försörja ett område eller en verksamhet med elkraft.”

Elektrisk ö-drift innebär således att en del av ett elsystem drivs frikopplat från det resterande elsystemet i en isolerad ”ö”, ett så kallat ”ö-nät”, i syfte att försörja ett område eller en verksamhet med el. Detta driftsätt innebär således drift av ett mindre elsystem inom vilket den egna produktionen kontinuerligt måste balanseras mot uttagen eleffekt inom ”ön”. Nödvändigtvis behöver detta inte innebära ensamdrift av ett enda kraftverk, utan flera kraftverk kan vara anslutna och parallellt producera el till ö-nätet. Ju fler produktionsanläggningar som är infasade desto stabilare och starkare blir ö-nätet vid t ex till- och frånkoppling av last.

2.2 Alternativ återuppbyggnadsstrategi

Det normala vid ett mycket omfattande elavbrott är att elnätet återuppbyggs ”uppifrån och ner”, dvs från produktion på stamnät och regionnät ner till distributionsnät och ”vanliga” elkunder på 10 och 0,4 kV-nivå.

Ö-driftuppbyggnad å andra sidan är en lokal form av återuppbyggnadsstrategi. Ö-driftstrategin går ut på att en eller flera öar påbörjar lokal uppbyggnad oberoende av stamnätet och vad som händer i övriga elsystemet. Det kan t ex röra sig om att ett kraftverk startas upp och spänningssätter delar av elnätet i en region, samt försörjer samhällsviktiga objekt eller funktioner med el.

2.3 Syftet med ö-drift

Vad är då syftet med ö-drift? I de fall där elavbrottet beror på haverier eller annan påverkan på elsystemet av sådan omfattning att normal återuppbyggnad ej är möjlig eller bedöms ta mycket lång tid (Terrorattentat, krig, stormar, nedisning mm.), kan påfrestningarna på samhället minimeras genom att lokala fristående ö-nät etableras.

Genom att i ett tidigt skede spänningssätta region- och lokalnät med lokala kraftverk inom ett begränsat område kan:

- Återuppbyggnadstiden för elsystemet kraftigt reduceras genom att urladdning av stationsbatterier i region- och fördelningsstationer förhindras.
- Påfrestningarna på samhället minimeras genom att prioriterade objekt och samhällsfunktioner snabbare får tillgång till el.

Att stationsbatterier i region- och fördelningsstationer ej laddas ur är av största vikt för återuppbyggnad av elsystemet, eftersom fjärrkontrollen annars går förlorad. Skulle stationsbatterierna laddas ur måste personal åka ut och koppla in mobila elverk i varje station för att batterierna åter skall kunna laddas upp och manöver med fjärrkontroll skall bli möjlig. Även skyddsfunktionerna i stationerna sätts ur spel då batterierna laddas ur, varför det ur säkerhetssynpunkt är viktigt att bibehålla lokalkraften i stationerna.

2.4 När initieras elektrisk ö-drift och av vem?

2.4.1 Vem initierar ö-drift?

I krig eller när regeringen annars så bestämmer är det Svenska Kraftnäts uppgift att i samverkan med övriga totalförsvarsmyndigheter tillgodose samhällets behov av elkraft genom att planera, leda och samordna elförsörjningens resurser. (Förordning (1991:2013) med instruktion för Affärsverket svenska kraftnät). Under höjd beredskap bör därför Svenska Kraftnät vara den instans som initierar ö-drift.

Under fredskris, när regeringen ej meddelat annat, gäller istället normala leveransavtal där frågan om vem som kan beordra start av andra företags elproduktionsanläggningar inte är juridiskt utredda idag.

2.4.2 När initieras ö-drift?

Ö-drift är tänkt att initieras då återuppbyggnad av elsystemet efter kollaps/haveri eller medvetet sabotage tar så lång tid att effekterna på samhället blir alltför kännbara.

Vad ”för lång tid” innebär kan diskuteras. Självklart spelar faktorer som väder, temperatur och rådande tillstånd i samhället in och måste tas med i bedömningen av samhällets möjlighet att klara av ett längre elavbrott.

2.5 Ö-drift jämfört med normal drift av elnätet

Ö-drift innebär, till skillnad från normal drift av elsystemet, på grund av ö-nätets geografiska omfattning och isolering från stamnätet förändrade driftförutsättningar. Detta leder i sin tur till förändrade systemegenskaper.

Främst är det följande förutsättningar som bidrar till förändrade systemegenskaper:

- Antalet produktionsanläggningar inom ön är kraftigt begränsat
- Anslutning till ett starkt (stam)nät saknas
- Nätet förväntas vid initiering/uppstart av ö-drift vara helt spänningslöst

Ovanstående förutsättningar medför förändrade systemegenskaper enligt nedan:

- Mindre svängmassa¹
- Låg kortslutningseffekt²
- Kraftigt begränsad produktion i relation till förbrukning inom aktuellt nätområde

Förändrade systemegenskaper och driftförutsättningar ställer hårdare krav på hur systemet kan drivas och begränsar driftmöjligheterna jämfört med det normala driftfallet. Ovanstående systemegenskaper leder till nedanstående driftbegränsningar:

- Mängden last som kan kopplas in är kraftigt begränsad
- Till- och från koppling av last måste ske i små steg för att inte ö-nätet skall äventyras och kollapsa³
- Frekvens- och spänningsreglering samt effektbalans måste hanteras lokalt av de till ö-nätet anslutna produktionsanläggningarna
- Felströmmarna vid ö-drift är lägre än vid normal drift, varför oselektiv utlösning av skydd kan ske
- Kopplingar och förändrade lastflöden orsakar större spänningsvariationer än vid normal drift, vilket kan leda till att komponenters funktion störs i nätet
- Start av ö-nätet kan endast ske med produktionsanläggningar som kan starta oberoende av yttre nät, t ex med dieselaggregat och/eller batterier

¹ Ju större svängmassa desto mindre känsligt är systemet för från- och tillkoppling av last. I ett system med liten svängmassa, dvs ett system med lite energi lagrad i form av rotationsenergi i roterande maskiner, kommer frekvensen att variera mycket från 50 Hz vid till- och frånkoppling av last. Detta kan om frekvensavvikelsena blir allt för stora leda till bortkoppling och systemkollaps.

² Kortslutningseffekt är ett mått på hur kraftiga kortslutningsströmmar blir i vid ett fel i den punkt som kortslutningseffekten är angiven för. Kortslutningseffekten talar även om hur mycket spänningen varierar i en punkt vid ökat respektive minskat effektuttag.

³ Vid tillkoppling av last i ett sjunker frekvensen något, hur mycket beror på den sammanlagda svängmassan. Ett ö-nät har, jämfört med det sammanhängande nordiska nätet, mycket låg svängmassa, vilket leder till stora frekvensavvikelser. Dessa ”dippar” i frekvensen kan utlösa bortkoppling av aggregat och komponenter i systemet om frekvensavvikelsen blir för stor.

2.5.1 Vem får ström vid ö-drift?

Syftet med ö-drift, bortsett från att spänningssätta elsystemet och dess kringssystem för att ”hålla systemet vid liv” och förhindra urladdning av batterier, är att försörja samhällsviktiga objekt och funktioner.

Eftersom ö-drift innebär kraftigt reducerad produktionskapacitet i förhållande till förbrukning kan inte all last kopplas in utan endast en delmängd av förbrukarna kan försörjas.

Detta innebär att en prioritering måste ske vid inkoppling av förbrukare i en ö-driftssituation. I skrivande stund är det enligt ellagen inte tillåtet att aktivt prioritera användare vid inkoppling. Energimyndigheten har under 2004-2007 i projektet STYREL⁴ arbetat fram förslag till ändring av lagstiftningen så att det vid elbrist skall vara möjligt att styra el till samhällsviktiga elanvändare. Förslaget remissbehandlades under vintern 2006/2007.

Enligt förslaget skall lokala aktörer (kommun och nätbolag) med hänsyn till tekniska och andra praktiska förutsättningar tillåtas prioritera elanvändare utifrån givna kriterier. Det är i skrivande stund oklart när en eventuell förändring av lagstiftningen kan komma att ske.

⁴ Prioritering och styrning av elanvändning vid elbrist, remissutgåva 2006-10-19. För mer information om STYREL-projektet: www.energimyndigheten.se.

3 Fjärrvärme vid ö-drift

Detta kapitel inleds med en översiktlig beskrivning av fjärrvärmesystemets funktion och följs av en studie av de systemberoenden som finns mellan fjärrvärme- och elsystem. Utifrån identifierade systemberoenden dras slutsatser om vilka tekniska och icke-tekniska förutsättningar som måste vara uppfyllda för att nyttjande av fjärrvärmesystemet vid ö-drift skall vara möjlig. Kapitlet avslutas med ett resonemang kring driften av produktionsanläggningar och nät.

3.1 Fjärrvärmesystemet – kortfattad beskrivning

För att kunna diskutera fjärrvärmens potential vid ö-drift krävs en övergripande förståelse av fjärrvärmesystemets uppbyggnad och funktion. Nedan följer därför en övergripande beskrivning av detta.

Ett fjärrvärmesystem består av och kan i huvudsak delas upp i tre delar; produktionsanläggning(ar), distributionsnät och kundanläggningar.

3.1.1 Produktionsanläggningar

Fjärrvärme kan produceras på olika sätt, men slutprodukten i fjärrvärmesystemens produktionsanläggningar är alltid den samma, dvs varmt vatten, ibland även el. Vanligast är att uppvärmningen av vatten sker med förbränningsvärme i pannor eller i anläggningar för kombinerad värme och elkraftproduktion, så kallade kraftvärmeanläggningar. T ex kan gasturbiner användas för elproduktion och värmen från dessa kan användas för att värma fjärrvärmevatten. Uppvärmning av fjärrvärmevatten kan även ske med hjälp av spillvärme från industriprocesser, elpannor eller värmepumpar. Det uppvärmda vattnet pumpas sedan ut i fjärrvärmenätet med stora pumpar som antingen drivs av elmotorer eller i vissa fall ångturbiner. Returvattnet, dvs det kalla vattnet som avgivit sitt värme ute i fjärrvärmenätet till kundanläggningar, pumpas in i produktionsanläggningen och värms upp och pumpas åter ut i fjärrvärmenätet.

3.1.2 Distributionsnät

Fjärrvärmenätet består av ett rörsystem som leder ut varm- eller hetvatten till kunderna. I Sverige används i huvudsak ett tvårörsystem med ett rör som leder ut det varma vattnet till kunderna och ett andra rör som leder tillbaka det avkylda vattnet till produktionsanläggningarna. I mindre fjärrvärmesystem klarar cirkulationspumparna i produktionsanläggningarna att pumpa runt vattnet i systemet, men i större system krävs pumpar ute i nätet för att hålla uppe tryck och för påfyllning av spädvatten. Vattenflödena i fjärrvärmenätet styrs med hjälp av hand- eller elmanövrerade ventiler.

3.1.3 Kundanläggningar

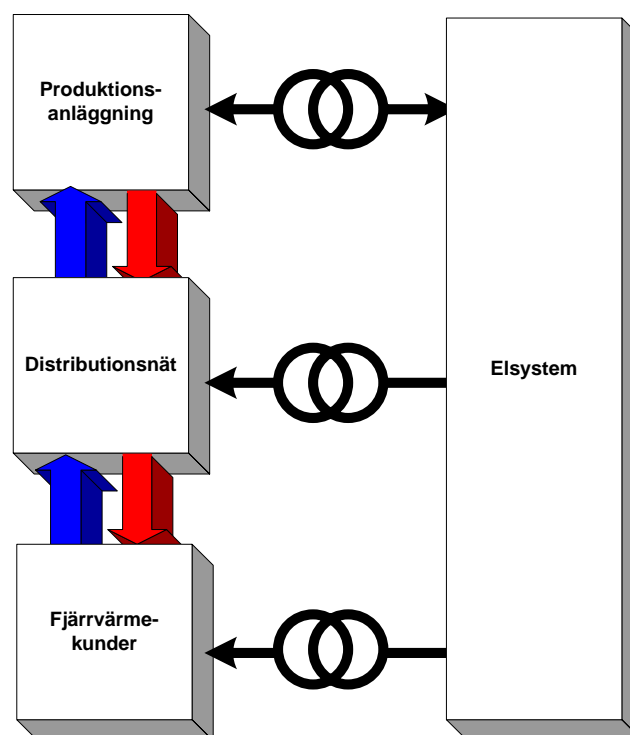
I Sverige tar fjärrvärmekunden emot det varma fjärrvärmevattnet via en värmeväxlare. I värmeväxlaren värmer vattnet i primärkretsen (distributionsnätet)

upp vattnet i sekundärkretsen (kundanläggningen). Primär- och sekundärkretsen är helt separerade och vattnet i fjärrvärmenätet avger sitt värme till vattnet i kundens värmesystem utan att vattnet i de två kretsarna kommer i kontakt med varandra. Detta medför att fjärrvärmekunden måste ha en egen cirkulationspump för att vattnet skall kunna cirkulera tillräckligt i sekundärkretsen så att värmen kan spridas till radiatorer i fastigheten och komma till nytta för kunden.

3.2 El och fjärrvärme – systemberoenden

För att kunna beskriva hur fjärrvärmesystemet skulle kunna nyttjas vid ö-drift krävs att beroenden mellan el- och fjärrvärmesystem studeras. Självklart finns beroenden mellan fjärrvärmesystemet och andra system, t ex tele- och datasystem, men dessa omfattas inte av denna studie.

Samma uppdelning av fjärrvärmesystemet som ovan kan användas för att klarlägga beroenden mellan el- och fjärrvärmesystem. En sammanfattning av dessa systemberoenden följer.



Figur 1 Beroenden mellan el- och fjärrvärmesystem. Pilarnas riktning indikerar beroenderiktning mellan system t ex är fjärrvärmekunder beroende av elsystemet för att kunna ta emot värme, men det motsatta gäller ej. (Se även begränsningar kapitel 1.6.1 och kapitel 3.2.4).

3.2.1 Fjärrvärmeproduktionsanläggningars elberoende

Behovet av elkraft i en produktionsanläggning varierar med typ av bränsle och anläggningens utformning. Elkraft behövs för bränsleinmatning, pumpar, fläktar,

samt styr- och reglerutrustningar. Vid ett elavbrott krävs tillgång till reservkraft för att anläggningen skall kunna startas. Denna reservkraft fås vanligtvis från dieselmotorkraftverk, men ibland även från gasturbiner. Alla produktionsanläggningar har dock inte möjlighet att starta upp utan elmatning utifrån.

3.2.2 Fjärrvärmenätets elberoende

Fjärrvärmenätets tryckhöjningspumpar, elstyrda ventiler och vissa fall larm- och styrutrustning är beroende av el för att kunna fungera.

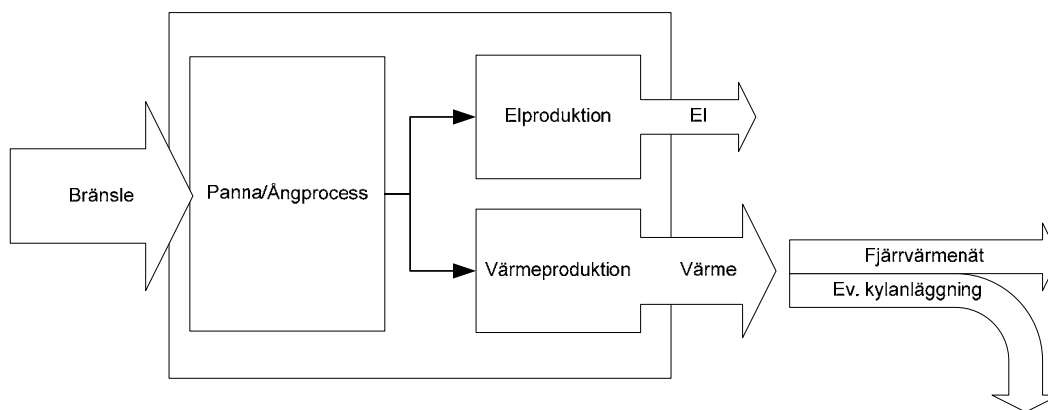
3.2.3 Fjärrvärmekundens elberoende

Det stora elberoendet i fjärrvärmesystemet finns i fjärrvärmekundernas anläggningar. I och med att man i Sverige har indirekt koppling mellan fjärrvärmenätet och värmesystemet i kundens fastighet via en värmeväxlare, krävs att vattnet i kundens anläggning pumpas runt med hjälp av en eldriven pump. Detta innebär att en mycket begränsad mängd värme kan tas emot om ingen el finns att tillgå.

Analys och tester i mindre skala har visat att system i äldre hus med grövre rördimensioner kan ta emot en del värme även vid elavbrott tack vare självcirkulation, men i nyare hus med mindre rördimensioner är möjligheten mycket mer begränsad.

3.2.4 Elsystemets fjärrvärmeberoende

Elsystemet kan i viss mån sägas vara beroende av ett fungerande fjärrvärmesystem. De kraftvärmeverk som använder ångprocessen för att producera el arbetar mellan el- och fjärrvärmesystemet. Mellan maximal el- och värmeproduktion råder alltid ett förhållande, det så kallade alfavärdet. I modernt kraftvärmeverk kan alfavärdet ligga på drygt 0,5 vid maximal värmelast, vilket innebär att om maximal värmelast är 50 MW så kan drygt 25 MW el produceras. Alltså sjunker möjlig elproduktion med minskad fjärrvärmelast. Alfavärdet är inte konstant utan minskar med minskad fjärrvärmelast, vilket i sin tur innebär att möjlig elproduktion blir mycket liten vid låga värmelaster.



Figur 2 El- och värmeproduktion i kraftvärmeverk.

I de fall kraftvärmeanläggningar är utrustade med t ex direktkylare kan el produceras utan fjärrvärmeunderlag. I dessa fall är elproduktionen oberoende av fjärrvärmesystemet.

3.3 Tekniska förutsättningar

3.3.1 Elmatning av fjärrvärmesystem

Av ovanstående resonemang kan följande slutsatser dras angående vilka tekniska krav som måste vara uppfyllda för att det skall vara möjligt att försörja kunder i fjärrvärmesystemet med värme vid ö-drift:

- **Elmatning till produktionsanläggningar**
Fjärrvärmesystemets produktionsanläggningar måste ha tillgång till el för att anläggningarna skall kunna startas upp. Denna starthjälp fås antingen externt från matande elnät eller internt från lokala reservkraftsanläggningar.
- **Elmatning till pumpar och ventiler i fjärrvärmenätet**
Elmatade pumpar och ventiler i fjärrvärmenätet måste försörjas med el. Dessa bör därför prioriteras vid inkoppling och spänningssättning av elkunder/objekt vid ö-drift.
- **Elmatning till fjärrvärmekunders anläggningar**
Fjärrvärmekunders cirkulationspumpar, mät- och styrsystem måste försörjas med el.

3.3.2 Avsättning för värme

Avsättning för värmen som produceras i kraftvärmeverket är en annan förutsättning som måste beaktas. Ett av syftena med att distribuera fjärrvärme vid

ö-drift är ju att detta i vissa fall möjliggör ökad elproduktion. Detta gäller de produktionsanläggningar som inte har möjlighet till kondensdrift. Alltså är en förutsättning, för ökad elproduktion och ett tillskott till effektbalansen inom ön, att avsättning finns i fjärrvärmesystemet eller tillgång till alternativ kylning.

3.3.3 Fungerande kommunikationssystem

Tillgången till fungerande kommunikationssystem kommer med största sannolikhet bli helt avgörande för driften av fjärrvärmesystem vid ö-drift. Många företag har i dagsläget en verksamhet som nästan uteslutande förlitar sig till mobiltelefoni för arbete i fält. Vid strömavbrott kommer mobiltelefonisystem att bli obrukbara redan efter ett fåtal timmar. Detta beror på den ökade trafiken över mobilnätet i samband med större händelser i samhället, samt att mobiltelefonisystemet förlitar sig på batterier med kraftigt begränsad kapacitet vid elavbrott. Alternativa kommunikationsvägar så som t ex radio är därför en förutsättning.

3.3.4 IT- och styrsystem

En förutsättning för driften av fjärrvärmesystemet är att omgivande IT- och styrsystem fungerar och har säkrad elförsörjning. Batterikapacitet och mängd diesel i tankar är direkt avgörande för uthålligheten för UPS:er och dieselaggregat. För längre avbrott kan även möjligheten till påfyllning av diesel i tankar bli avgörande.

3.4 Icke-tekniska förutsättningar

Även om de tekniska förutsättningarna är helt avgörande så är de icke-tekniska förutsättningarna nog att betrakta som nästan lika avgörande. Nedan presenteras de viktigaste av dessa icke-tekniska förutsättningar.

3.4.1 Samarbete och kommunikation

Koordinering av uppbyggnaden och driften av fjärrvärme- och elsystem kräver fungerande kommunikationsvägar och god samverkan mellan flera olika parter. Det lokala fjärrvärmeföretaget måste samarbeta med elnätbolag och produktionsanläggningar och vice versa, ett samarbete som kanske inte är naturligt under normala omständigheter. Viktiga framgångsfaktorer för ett lyckat utnyttjande av fjärrvärmesystemet vid ö-drift kommer därför att vara en tydlig fördelning av ansvar, klarläggande av befogenheter och roller samt utbildad och informerad personal.

3.4.2 Övning och utbildning

Övning och utbildning kommer vara en förutsättning för att koordinering av fjärrvärme- och elsystem skall lyckas. Argumenten för detta är att samarbete och koordinering kräver förståelse för varandras verksamheter och system. Fjärrvärmepersonal behöver informeras om driften av elnät och vice versa. Genomförda utbildningsinsatser inom ö-drift för elbolag har visat sig mycket

lyckade och berättigade. Kombinationen av teorigenomgångar och praktiska övningar i simulatormiljö har varit mycket framgångsrika. Det är därför med största sannolikhet en grundläggande förutsättning att fjärrvärmepersonal utbildas och deltar i praktiska övningar. Samövning med personal från fjärrvärme- och elbolag i simulatormiljö är att rekommendera för att samtliga berörda parter får en förståelse för varandras system och hur dessa påverkar varandra.

3.4.3 Planering, analys och kartläggning

Samarbete, kommunikation, utbildning och övning är alla grundläggande förutsättningar, men för att kunna lyckas med konststycket att nyttja fjärrvärmesystemet vid ö-drift krävs omfattande planering, kartläggning, analys och tydliga planer att följa. Förslag på hur dessa kan tas fram redovisas i kapitel 5.

3.5 Drift av fjärrvärmesystem vid ö-drift

Hur skulle då driften av ett ö-nät med både el och fjärrvärmeproduktion kunna gå till? Nedan presenteras i stora drag ett förslag till hur sådan drift skulle kunna genomföras/skötas. Det antas nedan att ö-drift i del(ar) av elsystemet är beslutad och initierad och att någon form av ö-driftledning för dessa nätområden etablerats. Organisationsfrågan hanteras i kapitel 5.

3.5.1 Ö-drift och fjärrvärme – Förutsättningar och tidsperspektiv?

Innan man i mer detalj börjar diskutera strategi kan det vara lämpligt att resonera kring hur olika förutsättningar kommer att påverka driftmöjligheter under olika skeden av ö-driften. I huvudsak är det följande två frågor som bör besvaras:

- Vilket tidsperspektiv är aktuellt, bedöms ö-driften att bli lång- eller kortvarig? Strategi för uppstart eller fortsatt kontinuerlig drift?
- Är en eller flera produktionsanläggningar involverade i ö-driften?

I Tabell 1 presenteras en sammanställning av hur svaren på dessa frågor påverkar möjligheter och begränsningar.

Antalet produktionsanläggningar och typen av produktionsanläggningar påverkar i stor utsträckning ö-driftstrategin. Två typfall är lämpliga att studera. Först det svåraste fallet, då den enda produktionskällan utgörs av ett kraftvärmeverk med möjlighet att både producera el och värme. Det andra fallet är samma som det första, men med tillgång till fler produktionsanläggningar och då främst elproduktionsanläggningar.

Fall ett kan även delas upp i två olika fall, ett där kraftvärmeverket har tillgång till kylanläggning, se Tabell 1, dvs anläggningen är inte beroende av att få avsättning för värmen i fjärrvärmenätet, utan den kan kylas bort så att elproduktionen kan köras oberoende av fjärrvärmesystemet. Fall två är motsatsen, dvs en produktionsanläggning utan kylmöjligheter. I detta fall måste avsättning på sikt skapas i fjärrvärmenätet för värmen om elproduktionen skall klaras. Ett försök som genomförts av E.ON och Lunds tekniska högskola har visat att ett en viss avsättning finns för värme i fjärrvärmenätet även vid elavbrott. Studien visade att äldre hus pga av självcirkulation och grövre rördimensioner kan ta emot värme trots att inte cirkulationspumpen i fastigheten är i drift.

Beroende på förutsättningarna enligt ovan, måste driftstrategin anpassas för att på bästa sätt nyttja både el- och fjärrvärmesystem. Självklart är fall ett utan kylanläggning och möjlighet till kondensdrift det absolut svåraste fallet att hantera, eftersom det under hela tiden som ö-drift är aktuell, kräver mycket samordning av styrningen och driften av el- och fjärrvärmesystemet i området.

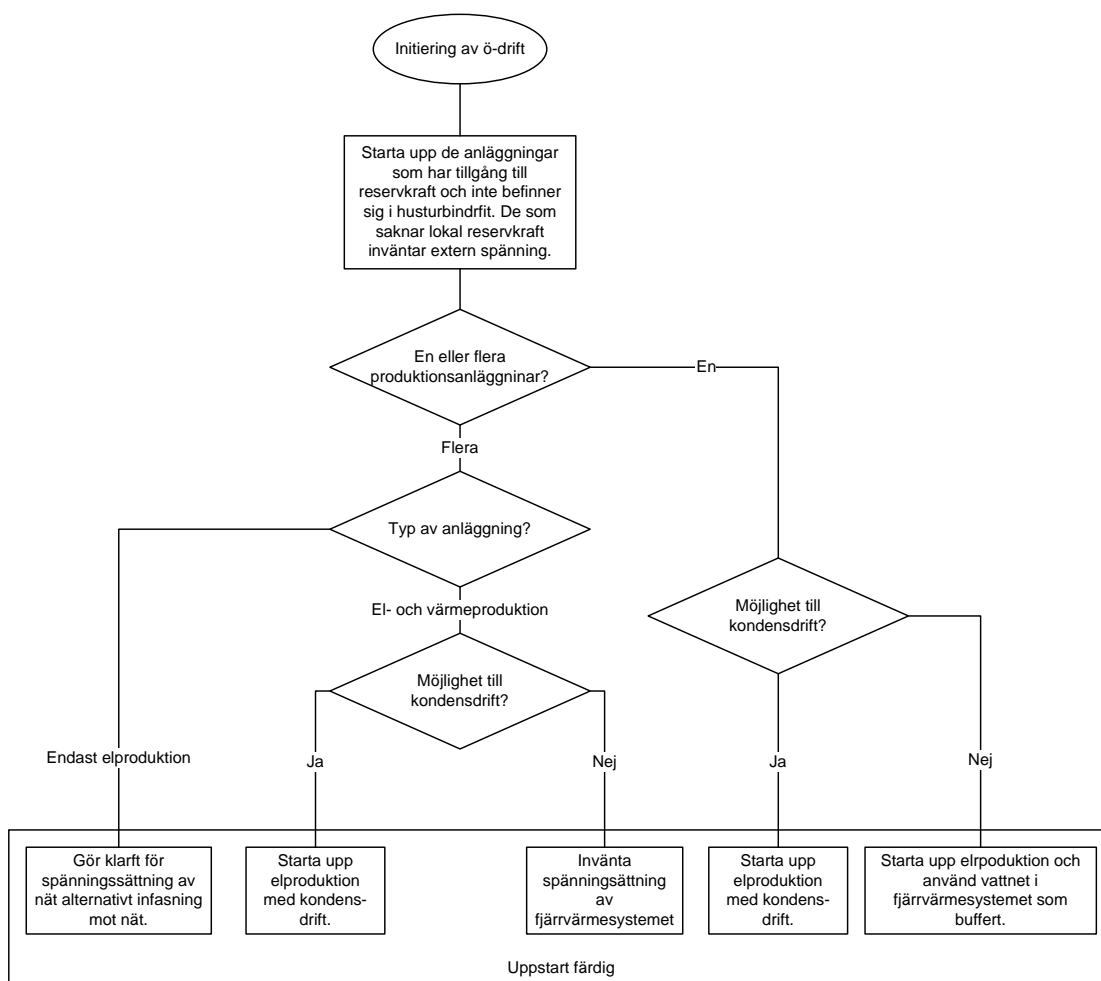
Inte bara produktionsanläggningarna påverkar utformningen av driftstrategi, utan en viktig aspekt är även tidsaspekten, dvs hur länge ö-driften skall fungera och vilken fas av ö-driften som studeras.

		Ensam produktionsanläggning <i>Möjlighet till kondensdrift (tillgång till kylanläggning)?</i>		Flera produktionsanläggningar
		<i>Ja</i>	<i>Nej</i>	
Uppstart & Kortsiktigt ö-drift	<i>Möjligheter</i>	Start och etablering av ö-driften kan göras utan fjärrvärmeunderlag	Vattnet i fjärrvärmenätet kan eventuellt användas för att få avsättning för värme (möjliggör elproduktion) under uppstart/etablering av ö-drift	Elproduktionsanläggningar kan hjälpa till att försörja fjärrvärmekunder med el, vilket möjliggör ökat fjärrvärmeutnyttjande och ökad elproduktion för anläggningar utan möjlighet att köra kondensdrift
		Fjärrvärmeproduktionen kan stegvis ökas i takt med med att fjärrvärmekunder spänningssatts		
		Själv-cirkulation kan troligen nyttjas i syfte att skaffa fjärrvärmeunderlag för elproduktionen och för att distribuera viss värme till vissa kunder		
	<i>Begränsningar</i>	Antalet fjärrvärmekunder som kan försörjas med el är mycket begränsat, eftersom största delen av elen förmodligen går till försörjning av samhällsviktiga funktioner ⁵	Elproduktionen minskar/försväras efterhand som vattnet i fjärrvärmenätet blir varmare	Fler anläggningar i drift vid ö-drift ställer krav på samordning och koordinering och styrning av produktion
Långsiktig ö-drift	<i>Möjligheter</i>	Efterhand, när elbehovet för "ickefjärrvärmekunder" är fastställt kan fjärrvärmeproduktionen gradvis ökas		Elproduktionsanläggningar kan hjälpa till att försörja fjärrvärmekunder med el
		Själv-cirkulation kan troligen nyttjas i syfte att skaffa fjärrvärmeunderlag för elproduktionen		
	<i>Begränsningar</i>	Stor mängd el går åt till att försörja fjärrvärmekunder, vilket leder till att mängden el som kan nyttjas av samhällsviktiga funktioner begränsas	Alfavärdet begränsar möjligheten att försörja fjärrvärmekunder med el för att upprätta fjärrvärme-underlag	Fler anläggningar i drift vid ö-drift ställer krav på samordning och koordinering och styrning av produktion
		Antalet fjärrvärmekunder som kan försörjas med el är mycket begränsat		
		Mängden el som kan produceras begränsas av fjärrvärmeunderlaget		

Tabell 1 Samanställning av förutsättningarnas påverkan på ö-driftens möjligheter

⁵ Observera att prioritering i skrivande stund ej stöds av ellagen, men att det förslag som Energimyndighetens projekt STYREL presenterat (2006) föreslår en förändring av ellagen som möjliggör detta.

3.5.2 Uppstart av produktion



Figur 3 Uppstartsförlopp för produktionsanläggningar vid initierad ö-drift i elsystemet.

Start av produktionsanläggningar

Det allra första som ovillkorligen måste göras är att starta produktionsanläggningar och förbereda el- och fjärrvärmenäten för ö-drift. Beroende på anläggningarnas utformning och om dessa var i drift vid avbrottet och hur lång tid som förflutit från elavbrottets början så kommer uppstartsförloppen att se olika ut.

Vissa anläggningar har möjlighet att gå över i husturbindrift, vilket innebär att produktionsanläggningen är drift, men endast försörjer sina egna behov. I dessa fall är produktionsanläggningarna i stort sett redo för att spänningssätta nät och börja producera värme. Vissa anläggningar kan dock inte köras i husturbindrift några längre perioder, utan måste efter en viss tid stoppas.

I de fall anläggningar inte kan köra vidare och gå över i husturbindrift kommer anläggningen att behöva förberedas och återstartas. Hur rutiner och förberedelser ser ut beror i stor utsträckning på anläggningens beskaffenhet och utformning. Termiska anläggningar behöver t ex i vissa fall varmköras innan de kan börja producera el och värme och har därför en längre uppstartstid än t ex gasturbiner eller vattenkraftverk.

Startkraft

Uppstart av en anläggning kräver tillgång till startkraft. I det normala fallet kan el tas från det externa elnätet, men när detta inte är möjligt krävs tillgång till någon form av lokal elproduktion så som dieseldrivna reservkraftverk eller gasturbiner. I vissa fall så som i vattenkraftverk kan det räcka med tillgång till batterier för att kunna starta anläggningen. De kraftverk som inte har tillgång till egen produktion får invänta spänningssättning av elnätet och start enligt normala rutiner. Självklart kan spänningssättning fram till behövande kraftverk prioriteras så att uppstartstider för dessa anläggningar minimeras.

Kondensdrift

I uppstartsskedet är värme frågan en svårighet som måste hanteras. Eftersom fjärrvärmenätet och dess kunder inte är spänningssatta kan inte värmen tas emot som produceras i kraftvärmeverk. Detta leder i sin tur till begränsad elproduktion eftersom mängden el som kan produceras är beroende av värmeproduktionen. Detta är dock inget problem i de anläggningar som kan köras i kondensdrift. I dessa anläggningar kyls värmen bort och elproduktionen blir oberoende av fjärrvärmesystemet.

Fjärrvärmenätet som buffert

I det fall kondensdrift inte är möjlig och ö-driften är tänkt att etableras kring en enda produktionsanläggning kan vattnet i fjärrvärmenätet användas som buffert under en begränsad period. Eftersom kunder inte kan ta emot värme utan tillgång till el, kommer temperaturen i fjärrvärmenätet successivt att stiga. Efter en tid kommer det återvändande vattnet till produktionsanläggningen vara så varmt att systemet ej kan ta emot mer värme. I detta läge måste fjärrvärmekunder spänningssättas eller produktionen av värme avbrytas, vilket i sin tur leder till att elproduktionen avbryts. För att förhindra att detta sker måste fjärrvärmekunder, under tiden som fjärrvärmevattnet användas som buffert, spänningssättas så att dessa kan ta emot värmen. Detta driftsätt innebär dock att huvudparten av elen kommer att behövas av fjärrvärmekunder. Om det ens är möjligt att lyckas med kontinuerlig ö-drift på detta sätt är tveksamt eftersom förhållandet mellan den el som fjärrvärmekunder förbrukar och den värme som de tar emot inte stämmer överens med produktionsanläggningens alfavärde. Detta driftsätt får ses som ett sista alternativ och kräver omfattande studier av aktuellt område och de ingående anläggningarna.

3.5.3 Spänningssättning av nät och distribution av el och värme

Sektionering

När väl produktionsanläggningar är startade kan spänningssättning och distribution av el och värme påbörjas. Beroende på omständigheterna kan denna fas utformas på olika sätt. Utformningen är beroende av hur prioriteringen av el och värme ser ut i det aktuella fallet. En sak kan dock generellt sägas och det är att sektionering av elnätet måste ske så att fjärrvärmekunder blir försörjda med el. Förutsatt att fjärrvärmenätet skall nyttjas. Detta måste vägas mot det elbehov som de samhällsviktiga objekten har i området.

I takt med att fler fjärrvärmekunder spänningssätts kommer fjärrvärmeunderlaget sett från kraftvärmeanläggningarnas synpunkt att öka. Detta leder till att elproduktion kan ske oberoende av kylanläggningar. Detta innebär för de anläggningar som har kylare att dessa kan styra över värmen från kylanläggningen till fjärrvärmenätet, utan att mängden producerbar el påverkas.

Nyttjande av självcirkulation

Förmodligen kommer fjärrvärmesystemet kunna ta emot en viss mängd värme med hjälp av självcirkulation. Hur stor mängd värme detta handlar om är svårt att säga och kräver förmodligen att området studeras och analyseras mer. Försök har dock visat att detta fungerar i äldre byggnader⁶. Detta skulle kunna innebära extra elproduktion för de anläggningar som inte har möjlighet att köras i kondensdrift.

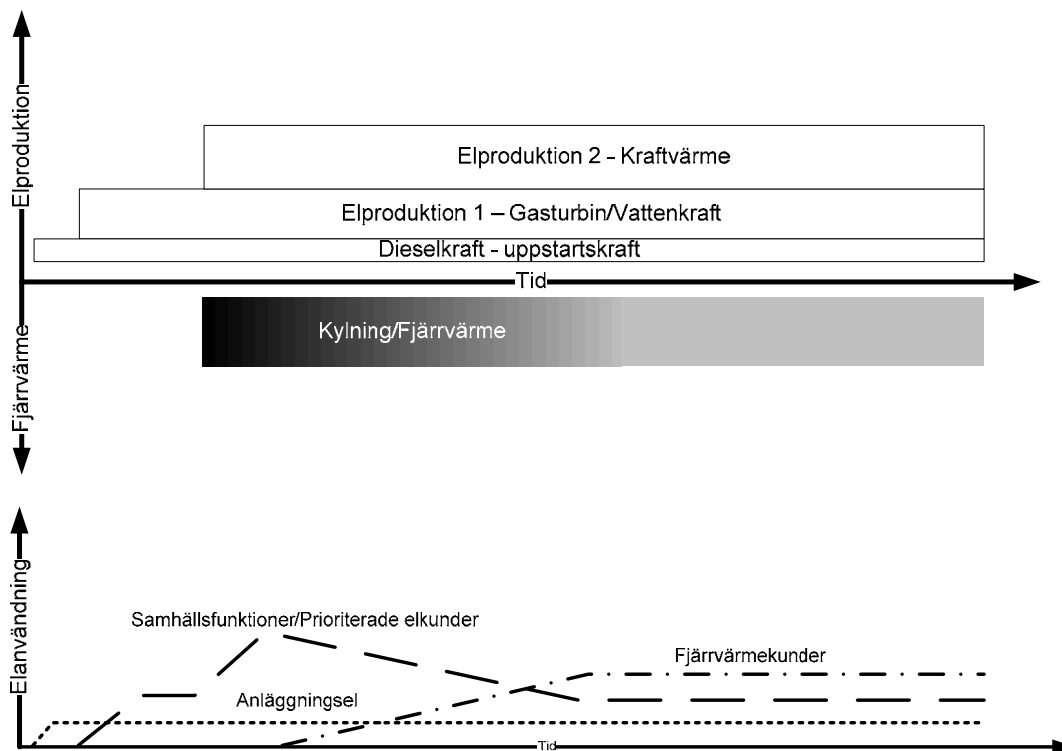
3.5.4 Fortvarig drift

Den fortvariga driften i ett ö-nät med fjärrvärme kommer, beroende på tillgången till elproduktion, att handla om att styra mängden värme som körs ut i fjärrvärmesystemet och hur mycket som måste kylas bort. Samma sak gäller på elsidan, där konsumtionen och produktionen av el måste balanseras.

Det ideala fallet är ö-drift med flera produktionsanläggningar och kraftvärmeverk med kylanläggningar. I detta fall kan mängden värme som körs ut i fjärrvärmesystemet regleras genom att mer eller mindre värme körs till kylanläggning. Stor tillgång till el borgar för att både fjärrvärmekunder och andra samhällsviktiga objekt kan försörjas med el. Finns det tillgång till stora mängder el kan det vara möjligt att köra ut stora mängder värme i fjärrvärmesystemet, eftersom många fjärrvärmekunder kan försörjas med el.

Nedan redovisas ett diagram som beskriver el och värmeproduktion i ett tänkt ö-driftscenario, men tillgång till flera produktionsanläggningar, varav en är en kraftvärmeanläggning med tillgång till direktkylare.

⁶ Försök genomfört av E.ON tillsammans med Lunds tekniska högskola.



Figur 4 El- och värmeproduktion/konsumtion vid ö-drift.

I början är det endast dieselveken i kraftvärmeverket som går och försörjer uppstarten av verket. Efter ett tag startas ett vattenkraftverk och spänningssätter ö-nätet och ett antal prioriterade elkunder/samhällsfunktioner. Efter ett tag fasas kraftvärmeverket in och fler elkunder/objekt kan försörjas med el. I början går kraftvärmeverket i kondensdrift utan att någon fjärrvärme produceras. Efter ett tag tas beslut om att styra elen till fjärrvärmekunder för att möjliggöra nyttjande av fjärrvärme. Efterhand som inkopplade objekt kopplas bort och fjärrvärmekunder kopplas in, ökar fjärrvärmeunderlaget och värme kan styras om från kylaren till fjärrvärmenätet utan att elproduktionen påverkas. Elkonsumtionen styrs över till fjärrvärmekunder från andra kunder i elnätet.

3.6 Ö-driftorganisation

Hur kan ö-drift med fjärrvärme styras och hur skall organisationen för detta se ut? Detta är en viktig fråga eftersom ö-drift innebär drift av system under mycket onormala förhållanden. Framför allt krävs en tydlig organisation, då flera aktörer är inblandade som normalt inte arbetar med varandra. Nedan presenteras ett förslag på organisation för ö-drift med fjärrvärme. Det är viktigt att betona att detta är ett förslag till organisation och ingen slutgiltig lösning. Både juridiska och ekonomiska frågor måste utredas vidare innan förslaget kan bli verklighet. Detta ryms inte inom ramen för detta arbete.

3.6.1 Berörda parter

De som kommer involveras rent operativt i ö-driften är främst följande enheter:

- Produktionsanläggningar
- Elnät
- Fjärrvärmenät
- Samhällsledning

Ovanstående enheter kan fördelas på bolag, myndigheter och kommuner.

3.6.2 Ö-driftledning

Ö-driftledningen är den organisatoriska enhet som skall leda och styra den operativa delen av ö-driften och bör därför bestå av representanter från både el- och fjärrvärmesidan. Förslagsvis bör ö-driftledningen bestå av följande roller:

- **Ö-driftledare**
Som ö-driftplanerna är utformade idag kommer ö-driftledaren från det dominerande elnätbolaget i området, eftersom elnätet kan ses som det system som binder samman samtliga aktörer. Ö-driftledaren skall leda uppbyggnad och drift av ö-nätet enligt ö-driftplanen.
- **Produktionssamordnare – El**
Det är lämpligt att en person koordinerar elproduktionen inom området och bevakar tillgänglig eleffekt i elnätet. Denne person bör ha rätt att beordra ökning och minskning av produktionen i olika anläggningar.
- **Balansansvarig**
Denna roll går ut på att bevaka effektbalansen i nätet och via produktionsansvarig tillse att frekvensen i nätet hålls inom godtagbara gränser.
- **Kopplingsansvarig**
Denne person leder och styr uppbyggnaden av elnätet inom området. Kopplingsansvarig håller kontakt och beordrar berörda nätbolag.
- **Fjärrvärmeansvarig**
Denne person skall i samråd med övriga styra fjärrvärmeproduktion och distribution. Fjärrvärmeansvarig har kontakt och beordrar fjärrvärmeproduktionsanläggningar och fjärrvärmenät.
- **Informations- och kommunal samordnare**
Denna person skall sköta kontakten med den kommunala ledningen och eventuella mediakontakter.

Ö-driftledningen skall i sin tur samverka med den kommunala ledningen i området och det är viktigt att poängtera att ö-driftledningen inte handhar samhällsfrågor, utan endast fokuserar på driften av el- och fjärrvärmesystem.

4 Potential och nytta

I detta kapitel diskuteras varför fjärrvärmedrift kan vara intressant vid ö-drift. Kapitlet avslutas med ett kortare resonemang kring samhällsnyttan vid fjärrvärmenyttjande vid ö-drift.

4.1 Varför fundera på fjärrvärme vid ö-drift?

Varför är det värt att fundera på fjärrvärme vid ö-drift? Man kan vid första anblicken tycka att det verkar komplicerat och svårt att etablera ett fungerande ö-nät, men följande punkter kan något förenklat motivera en studie av ämnet:

- **Uppvärmning vid längre elavbrott**
Om elektrisk ö-drift beordras, beror detta på att ett elavbrott inträffat och att detta bedöms vara en längre tid. Beroende på under vilken årstid elavbrottet inträffar, kommer uppvärmning av lokaler och bostäder bli ett problem av varierande storlek. Inträffar elavbrottet vintertid är uppvärmningsfrågan ett mycket allvarligt problem som måste lösas i ett tidigt skede.
- **Skydd av fjärrvärmesystem**
Att hålla fjärrvärmesystemet ”vid liv” är viktigt ur det egna systemets perspektiv, eftersom detta förhindrar att vattnet i systemet fryser. Om vattnet fryser kan detta i värsta fall leda till skador, som i värsta fall kan bli mycket kostsamma och kräva omfattande reparationer.
- **Systemberoenden**
Som förra kapitlet redovisade, finns starka systemberoenden mellan fjärrvärme- och elsystemet. Vissa produktionsanläggningar kräver t ex att det finns avsättning för värme ute i fjärrvärmenätet för att kunna producera el. Samtidigt kräver de flesta kunder i fjärrvärmenätet el för att kunna ta emot och dra nytta av värmen. Kraftvärmeverken är även mycket beroende av el för att kunna starta och för att klara driften/produktionen.

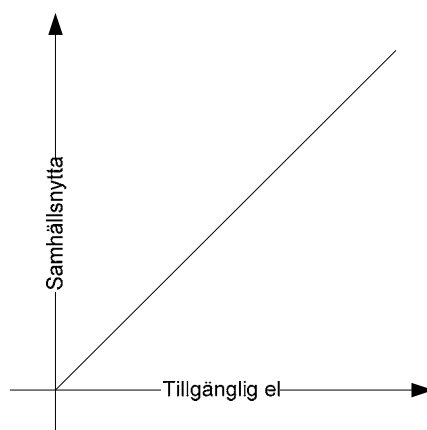
4.2 Samhällsnytta

Innan instruktioner för hantering av fjärrvärmesystem inkluderas i befintliga ö-driftplaner/strategier är det på sin plats att diskutera hur samhällsnyttan påverkas av detta. Hur samhällsnyttan påverkas är inte helt självklart. Som föregående kapitel redovisade finns det beroenden mellan de två systemen som t ex får mängden tillgänglig el att minska med ökat fjärrvärmeutnyttjande. Beroende på hur samhället värderar el- jämfört fjärrvärmetillgång, kommer samhällsnyttan att variera.

4.2.1 Analys/diskussion

Att kvantifiera och beräkna samhällsnytta är en mycket större uppgift än vad som ryms inom ramen för detta arbete, men ambitionen med detta avsnitt är ändå att försöka resonera kring denna fråga och försöka klarlägga några samband, eftersom nyttjande av fjärrvärme vid ö-drift mer eller mindre kommer att innebära minskad tillgång på el.

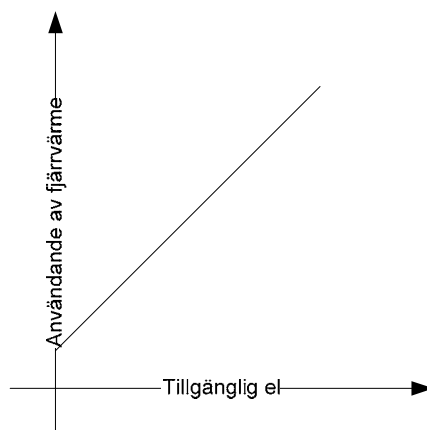
Följande grafer skall inte betraktas som matematisk korrekta, utan endast som illustrationer av samband och resonemang.



Figur 5 El och samhällsnytta

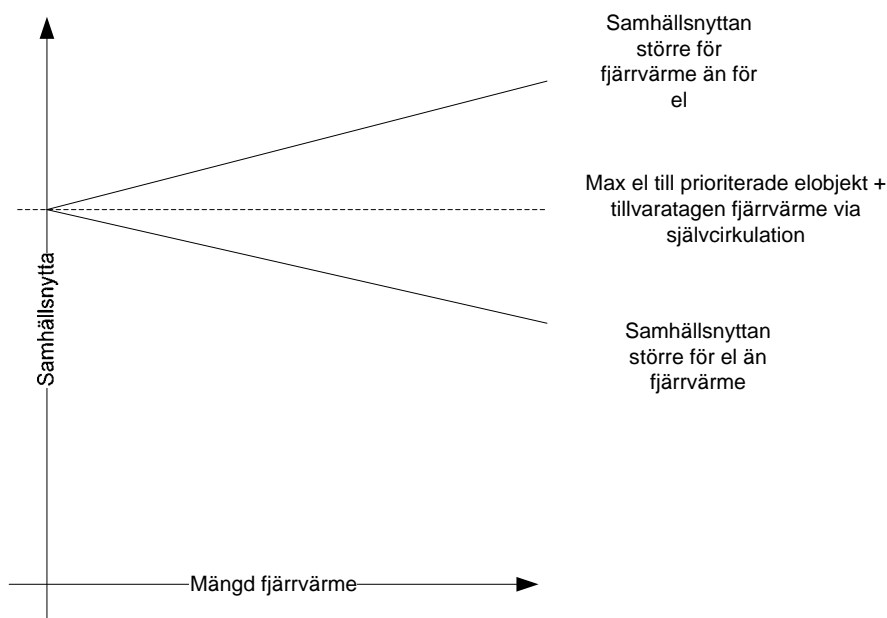
Om vi mycket förenklat antar att det finns ett linjärt samband mellan tillgänglig el vid ö-drift och samhällsnytta (fler funktioner i samhället kan försörjas med ökande tillgång på el) skulle grafen i Figur 5 kunna gälla. Vi antar vidare att samma samband gäller tillgänglig fjärrvärme och samhällsnytta. Vi antar vidare att lutningen inte är samma i båda graferna, dvs elen eller fjärrvärmens är nyttigare för samhället. Vilket som är fallet är inte uttalat i detta resonemang.

I Figur 6 redovisas ett approximativt samband mellan möjligt användande av fjärrvärme och vid ökande tillgång på el. Ju fler fjärrvärmeobjekt som får tillgång till el, desto fler kan även ta tillvara på fjärrvärmens.



Figur 6 Användande av fjärrvärme beroende på tillgänglig el

Skulle varmt fjärrvärmevatten pumpas ut i nätet, utan att några fjärrvärmekunder har tillgång till el skulle ändå en viss värme kunna tas om hand. Ur ett samhällsperspektiv finns trots avsaknad av el ett visst värde i att värma vatten i fjärrvärmesystem utan kunder, eftersom detta motverkar frysning av fjärrvärmevatten. Därför är grafen ritad så att mängden fjärrvärme som används om ingen el finns tillgänglig för fjärrvärmekunderna inte är noll.



Figur 7 Samhällsnytta vid ö-drift

Figur 7 visar hur samhällsnyttan varierar vid ökat fjärrvärmenyttjande enligt den förenklade analysen ovan. Självklart är sambanden mellan el, fjärrvärme och samhällsnytta långt mer komplexa än vad som antas i ovanstående analys. Dock visar analysen att frågan är komplex och att det inte är självklart att samhällsnyttan ökar om fjärrvärmesystemet nyttjas vid ö-drift. Främst är det fjärrvärmekundernas elbehov som gör det svårt att bedöma vad som är bäst ur ett samhällsperspektiv (varje fjärrvärmekund "kostar" el som annars kunnat nyttjas på annat sätt) och värderingen av vad som är viktigast, värme eller el.

5 Koordination av el- och fjärrvärmeförsörjning vid ö-drift

Detta kapitel beskriver hur de befintliga ö-driftplanerna⁷ för elsystemet kan kompletteras för att även omfatta hantering av fjärrvärmesystemet vid ö-drift. Ett förslag till process för genomförandet av detta presenteras.

5.1 Komplettering av befintliga ö-driftplaner

Befintliga ö-driftplaner är initierade och upprättade av Svenska Kraftnät. Planerna fokuserar på elförsörjning och hanterar inte värmeförsörjningen i aktuellt område.

De produktionsanläggningar som ingår i de befintliga ö-driftplanerna och som även har möjlighet att producera värme antas gå i kondensdrift. I dessa fall är det fråga om att överskottsvärmen kyls bort. Den värme som samtidigt produceras vid produktionen av el kommer således ej samhället till nytta.

För att kunna ta till vara på värmen med hjälp av fjärrvärmesystemet, krävs att de befintliga ö-driftplanerna kompletteras med instruktioner för hur detta praktiskt och organisatoriskt skall ske. Följande avsnitt beskriver en process för hur kompletteringen av dessa planer skulle kunna ske.

5.2 Process - införande av fjärrvärmeinstruktioner

Införandet av instruktioner för hantering av fjärrvärme vid ö-drift kräver arbetsinsatser av olika karaktär. Främst är det fråga om datainsamling, analys och planering. Eventuellt kan det bli fråga om komplettering, byte eller ombyggnad av anläggningar eller system om det visar sig nödvändigt och tillräckligt motiverat för att möjliggöra driften av fjärrvärmesystemet vid ö-drift.

5.2.1 Inledande förstudie

Inledningsvis genomförs en förstudie i aktuellt ö-driftområde. Syftet med förstudien är att:

- Samla in dokumentation och uppgifter som redovisar förutsättningar i aktuellt område för fjärrvärmedrift vid ö-drift.
- Slå fast metodik/riktlinjer för hur fjärrvärmekunder i aktuellt område skall prioriteras.

⁷ Ö-driftplaner tas fram av Svenska Kraftnät som även ansvarar för dessa dokument.

Förstudien föreslås omfatta:

- Datainsamling
- Framtagande av metod/riktlinjer för prioritering av fjärrvärmekunder vid ö-drift, dvs vilka kunder skall försörjas med el för att kunna ta emot värme
- Sammanställning av en förteckning över fjärrvärmekunder som skall prioriteras för elförsörjning vid ö-drift i aktuellt område
- Studie av hur mycket värme fjärrvärmekunder kan ta emot utan elförsörjning
- Hur många/vilka kunder kan försörja egna värmecentraler med egen reservkraft och därför ta emot värme oberoende av yttre elnät

5.2.2 Analys

Den inledande förstudien följs av en analys, vilken i huvudsak skall svara på följande frågor:

- Är det tekniskt möjligt i aktuellt område att nyttja fjärrvärmesystemet med de förutsättningar som råder vid ö-drift?
- Krävs ombyggnad, förändringar eller andra speciella åtgärder i system, anläggningar eller utrustning för att det skall vara möjligt?

Analysen bör i stora drag omfatta följande:

- Analys av hur elförsörjningen av fjärrvärmesystemet ordnas vid ö-drift.
 - Har produktionsanläggningar tillgång till startkraft?
 - Vilka objekt i distributionsnätet måste försörjas med el och hur skall detta ske?
 - Hur ser elbehovet ut för de fjärrvärmekunder som prioriteras? Hur sker elmatning av dessa?
- Vilka följder får elförsörjningen av fjärrvärmesystemet och dess kunder för effektbalansen i ö-nätet? Kommer tillgänglig elproduktion att täcka de grundläggande behoven i samhället?
- Hur skall fjärrvärme- och elproduktion koordineras utifrån rådande förutsättningar? Är kondensdrift möjlig och är hur skall den gradvisa övergången till fjärrvärmeproduktion ske?

Analysen skall resultera i:

- En analysrapport som beskriver möjligheterna för nyttjande av fjärrvärme vid ö-drift i aktuellt område.
- En lista med eventuella åtgärder som krävs för att nyttjande av fjärrvärme vid ö-drift skall vara möjlig.

5.2.3 Beslut om fortsatt planering

Efter slutförd analys tas beslut om huruvida fortsatt planering för fjärrvärmedrift vid ö-drift skall ske eller ej. Som underlag för beslutsprocessen tjänar resultatet från analysen, dvs analysrapport och förteckning över nödvändiga åtgärder.

5.2.4 Åtgärder

Tas beslut om fortsatt planering genomförs de nödvändiga åtgärder som pekats ut under analysfasen. Utförda åtgärder dokumenteras genom att analysrapporten uppdateras och denna dokumentation utgör en beskrivning av aktuella driftförutsättningar.

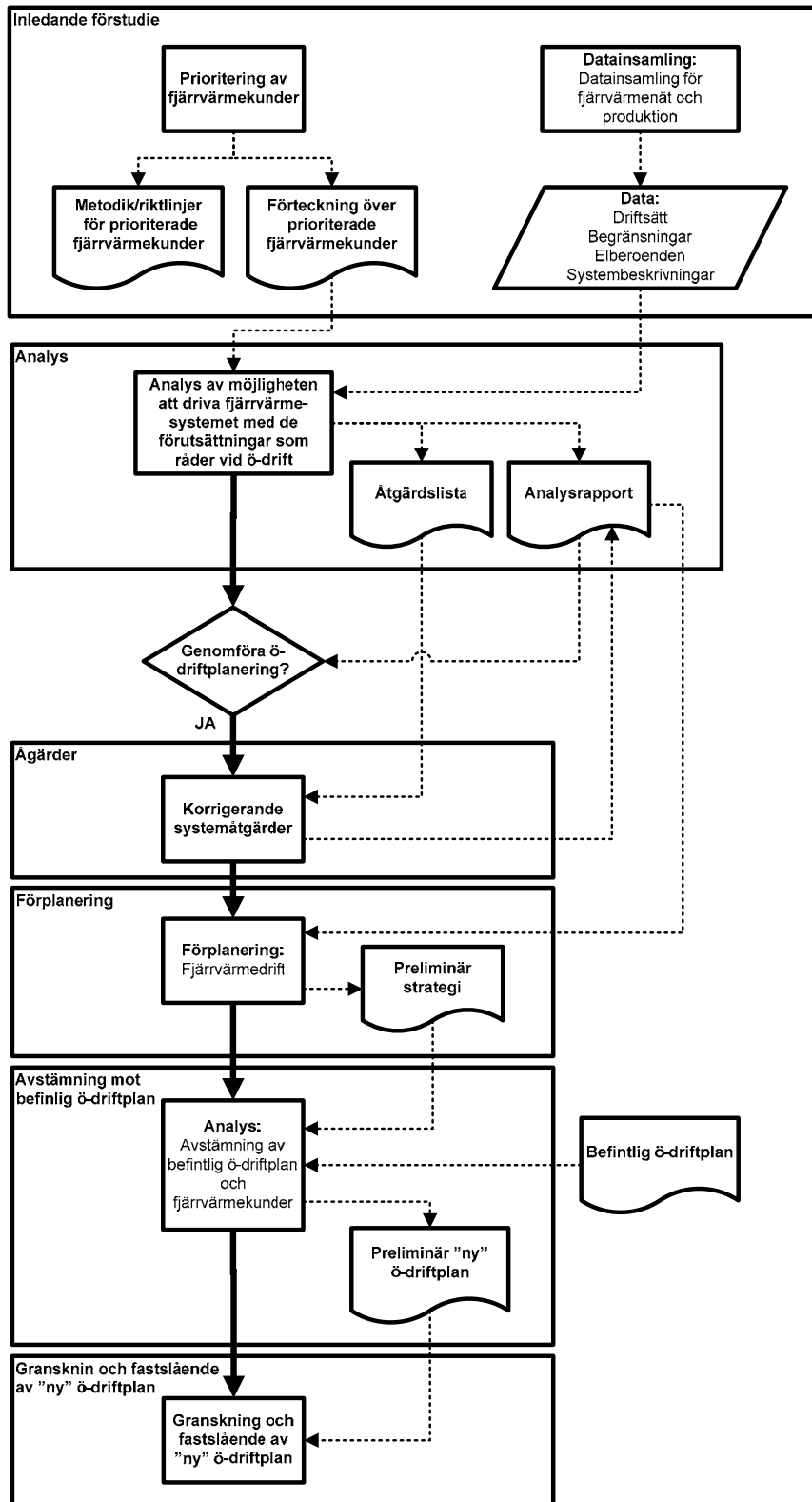
5.2.5 Förplanering

När åtgärder är utförda och dokumenterade sammanfattas resultatet från analys, datainsamling m.m. i en preliminär ö-driftplan vilken inkluderar hantering av fjärrvärme- och elsystem. Planen bör minst innehålla:

- Beskrivning av organisation, kommunikationsvägar och ansvarsfördelning
- Förteckning över prioriterade el- och fjärrvärmekunder
- Uppbyggnadsstrategi för uppbyggnad och koordinering av el- och fjärrvärmesystem

5.2.6 Granskning och fastslående av plan

Föreslagen ”ny” ö-driftplan skall granskas och slås fast innan planen är att betrakta som ”aktiv”.



Figur 8 Process vid framtagning av "ny" ö-driftplan

6 Summering och framtida arbete

6.1 Summering

Tekniska förutsättningar för att det skall vara möjligt att nyttja fjärrvärmesystemet vid ö-drift finns, men varierar självklart för olika områden, på samma sätt som möjligheten att köra vanlig elektrisk ö-drift varierar. Systemmässigt bör ö-drift med fjärrvärme vara genomförbart, men för att det skall vara en reell möjlighet/resurs krävs bl a:

- Planering och analys
- Övning och utbildning
- Fördelning av ansvar och juridisk översyn över området/ämnet

6.2 Framtida arbete

Detta arbete har i stora drag försökt sammanfatta ö-drift med fjärrvärme från ett systemperspektiv. Dock finns det ett antal områden som bör studeras vidare. Några av dessa redovisas nedan.

6.2.1 Förutsättning för fortsatt arbete

En förutsättning för att gå vidare med dessa arbeten är dock att de juridiska möjligheterna till att t ex styra el till samhällsviktiga förbrukare vid elbrist och möjlighet att beordra ö-drift fastställs.

6.2.2 Förslag till fortsatt arbete

Följande är förslag till fortsatta arbeten inom aktuellt område:

- **Pilotprojekt – Komplettera ö-driftplan med instruktion för hantering av fjärrvärme**
Ett pilotprojekt skulle med fördel kunna utföras i något av de områden som redan i dag har en färdig ö-driftplan för drift av elsystemet. Detta projekt skulle syfta till att ta fram planer för samkörning av fjärrvärmesystemet vid elektrisk ö-drift.
- **Juridisk utredning – Prioritering värme**
Det vore nyttigt att se över vilka juridiska möjligheter och begränsningar som kan kopplas till samkörning av fjärrvärmesystemet vid ö-drift, samt hur ansvarsfördelningen för dessa frågor ser ut. Här avses ej juridiska frågeställningar rörande prioritering av elkunder utan här avses värmekunder map på just värme.
- **Databas/Analys/GIS**
Flertalet analyser och studier skulle vara nyttiga att genomföra inom detta område, men en som skulle vara speciellt intressant vore en analys av hur el och fjärrvärmenäten överlappar varandra geografiskt och hur detta påverka sektionering vid ö-drift map t ex kopplingstider, effektflöden mm.

Lämpligt vore att genomföra studie/analys i GIS-verktyg (Geografiskt InformationsSystem). En sådan studie skulle kunna ge svar på hur mycket el och värme som skulle gå åt vid ö-drift, samt om och hur optimering av sektionering skulle kunna ske.

7 Referenser

- ”Kommunernas värmeberedskap – Förberedelser och lösningar för värmeförsörjning i kris”, Energimyndigheten (ET38:2001)
- ”Sårbarhet hos fjärrvärmeförsörjning med tonvikt på känslighet för elavbrott”, Energimyndigheten (ER2005:31)
- Förordning om elberedskap (SFS 1997:294)
- ”Prioritering och styrning av elanvändning vid elbrist”, remissutgåva 2006-10-19, Energimyndigheten
- ”Fjärrvärmelast vid elavbrott – Förstudie” P Ljunggren, oktober 2006, Avdelningen för energihushållning, Institutionen för energivetenskaper, Lunds Tekniska Högskola, Lunds Universitet och E.ON Värme Sverige AB. ISSN 0282-1990